

2013

RAPPORT

Sprøytemiddelresistente genmodifiserte
plantar og berekraft



Bioteknologinemnda

INNHALD

Samandrag	4
1. Innleiing	5
1.1 Genteknologiloven og berekraftig utvikling	5
1.2 Oppdraget frå Direktoratet for naturforvaltning	6
1.3 Arbeidsmåte.....	6
1.4 Bruk av rapporten	7
2 Kjenneteikn for berekraft – spørsmål til søkjarane og styresmaktene	11
3 Berekraftig utvikling: miljø/økologi	18
3.1 Den genmodifiserte planten	19
3.2 Sprøytemiddelet	24
3.3 Jordsmonn	32
3.4 Vatn	32
3.5 Energi	33
3.6 Klima	33
4 Berekraftig utvikling: økonomi og samfunn	34
4.1 Retten til nok, trygg og sunn mat: matsikkerheit, mattryggleik og matkvalitet	34
4.2 Dyrehelse og dyrevelferd	38
4.3 Levekår og lønnsemd for bøndene som dyrkar HR-vekstar, på kort sikt (under 5 år) og lang sikt (over 20 år)	39
4.4 Levekår og lønnsemd i produksjonsområdet på kort sikt (under 5 år) og lang sikt (over 20 år)	43
4.5 Reglar for sprøytemiddelbruk	46
4.6 Plantegenetiske ressursar for mat og jordbruk	47
4.7 Uavhengig risikoforsking	49
4.8 Fridom til å velje landbrukssystem i framtida	49
5 Spørsmål til norske styresmakter	50
5.1 Valfridommen til forbrukarane i Noreg	50
5.2 Økologiske, økonomiske og samfunnsmessige konsekvensar i Noreg på kort sikt (under 5 år) og lang sikt (over 20 år)	51
5.3 Plantegenetiske ressursar for mat og jordbruk	52
5.4 Uavhengig risikoforsking	54
5.5 Konsekvensane av å godkjenne mange GMO-ar	54
5.6 Noregs nord-sør-politikk, arbeid for biologisk mangfald og rolle internasjonalt	55
5.7 Prioritering av dei viktigaste spørsmåla	55
6 Korleis avgjere ein søknad?	56
Referansar	64

Ansvarleg redaktør: Sissel Rogne
 Redaktør: Audrun Utskarpen
 Utgivar: Bioteknologinemnda
 Utgitt: Desember 2013
 ISBN (trykt utgåve):
 978-82-91683-85-0
 ISBN (nettutgåve):
 978-82-91683-85-7
 Grafisk produksjon: Anne Vines
 Trykk: AIT Oslo

Framsidedfoto:
 Harald Anholt / ScanStockPhoto

Postadresse: Stortingsgata 10,
 0161 Oslo
 Internett: www.bion.no
 E-post: bion@bion.no

Bioteknologinemnda er eit frittstående, regjeringsoppnemnd organ, og vart første gong oppnemnd i 1991. Nemnda er heimla i lov om humanmedisinsk bruk av bioteknologi m.m. og lov om framstilling og bruk av genmodifiserte organismar. I tillegg til å gi råd i saker som gjeld bruk av bio- og genteknologi i samband med menneske, dyr, plantar og mikro-organismar, skal nemnda bidra til opplysning og debatt.

I vurderingane sine skal nemnda særleg leggje vekt på dei etiske og samfunnsmessige konsekvensane ved bruk av moderne bioteknologi.

Bioteknologinemnda har i perioden 2008–2013 hatt 21 medlemmer. I tillegg deltar sju departement som observatørar. Sekretariatet til Bioteknologinemnda ligg i Oslo sentrum. Bioteknologinemnda har eit budsjett på 8,7 millionar kroner for 2013.

FORORD

Bioteknologinemnda presenterer her resultatet frå prosjektet «Sprøytemiddelresistente genmodifiserte plantar og berekraft». Prosjektet vart sett i gang på oppdrag frå Miljødirektoratet, tidlegare Direktoratet for naturforvaltning. Direktoratet ønskte eit rettleiingsdokument som kunne brukast av tilsette i forvaltninga når dei behandla søknader om godkjenning av genmodifiserte organismar (GMO) etter genteknologiloven. Målet var å finne fram til parametrar som kan brukast til å vurdere om ein plante som er genmodifisert til å tole sprøytemiddel, bidreg til berekraftig utvikling.

Bioteknologinemnda har ved fleire høve arbeidd med å operasjonalisere omgrepa berekraftig utvikling, samfunnsmessig nytteverdi og etiske og samfunnsmessige omsyn i genteknologiloven. Resultatet frå det første arbeidet er utgitt i ein rapport som sist vart oppdatert i 2009. Delar av rapporten er tekne inn i forskrifta om konsekvens-

utgreiing etter genteknologiloven. I 2010/2011 utførte Bioteknologinemnda eit prosjekt om insektresistente genmodifiserte plantar. Prosjektet om sprøytemiddelresistente plantar i 2012/2013 er eit framhald av dei andre arbeida. Prosjektet dannar grunnlaget for vidare arbeid med å konkretisere omgrepa berekraftig utvikling, samfunnsnytte og etikk i genteknologiloven.

Bioteknologinemnda takkar dei eksterne ekspertane og nemndsmedlemmene som har delteke i ressursgruppa, og samarbeidspartnarane i Miljødirektoratet. Vi takkar òg direktoratet for økonomisk støtte til prosjektet, og seniorrådgivar Audrun Utskarpen i sekretariatet til Bioteknologinemnda for å ha leia arbeidet.

Lars Ødegård
leiar

Sissel Rogne
direktør

Samandrag

Prosjektet «Sprøytemiddelresistente genmodifiserte plantar og berekraft» vart utført av Bioteknologinemnda i 2012/2013. Målet var å finne fram til relevante parametrar som kunne nyttast til å avgjere om ein plante som er genmodifisert til å tole sprøytemiddel, bidreg til berekraftig utvikling på områda miljø/økologi, økonomi og samfunn. Med utgangspunkt i parametrane har vi formulert spørsmål som ein må ha svar på for å vurdere søknader om godkjenning av slike plantar. I tillegg til spørsmål til søkjarane er det spørsmål norske styresmakter bør svare på. Vi gjer òg greie for kunnskapshøl.

Spørsmåla som gjeld miljø/økologi, er grupperte i tre bolkar. Den første bolken dreier seg om sjølve den sprøytemiddelresistente planten, og temaa er:

- karakterisering av planten
- samspelet mellom plante og miljø
- genflyt
- bevaring av biologisk mangfald
- samanlikning med kontrollplantar

Den andre bolken omfattar sprøytemiddelet planten er genmodifisert for å tole, og har desse temaa:

- karakterisering av sprøytemiddelet
- effektar av endra sprøyteregime på
 - bevaring av biologisk mangfald
 - tidspunktet for sprøyting
 - drift av sprøytemiddel med vinden
 - type og mengd sprøytemiddel som blir brukt
 - verknader av å bruke fleire sprøytemiddel på same område
- resistens mot sprøytemiddelet hos andre plantar

Den siste bolken gjeld jordsmonn, vatn, energi og klima.

Berekraftig utvikling på områda økonomi og samfunn er gruppert i desse hovudtemaa:

- retten til nok, trygg og sunn mat
- dyrehelse og dyrevelferd
- levekår og lønnsemd for bøndene som dyrkar sprøytemiddelresistente genmodifiserte vekstar
- levekår og lønnsemd i produksjonsområdet
- reglar for sprøytemiddelbruk
- plantegenetiske ressursar for mat og jordbruk
- uavhengig risikoforskning
- fridom til å velje landbrukssystem i framtida

Spørsmåla styresmaktene bør svare på, er grupperte i desse temaa:

- valfridommen til norske forbrukarar
- økologiske, økonomiske og samfunnsmessige konsekvensar i Noreg
- plantegenetiske ressursar for mat og jordbruk
- uavhengig risikoforskning
- konsekvensane av å godkjenne mange ulike genmodifiserte organismar
- Noregs nord-sør-politikk, arbeid for biologisk mangfald og internasjonale rolle
- prioritering av dei viktigaste spørsmåla

Til slutt drøftar vi kva moment vi meiner er særskilt viktige for om sprøytemiddelresistente genmodifiserte vekstar – heretter kalla HR-vekstar – kan seiast å bidra til berekraftig utvikling.

1 Innleiing

1.1 Genteknologiloven og berekraftig utvikling

Den norske genteknologiloven frå 1993 regulerer framstilling og bruk av genmodifiserte organismar (GMO). Loven stiller krav om at ein genmodifisert plante ikkje skal vere skadeleg for helse og miljø, for å bli godkjend i Noreg. Norske styresmakter må òg vurdere om framstillinga og bruken av den genmodifiserte planten

- bidreg til berekraftig utvikling
- er samfunnsnyttig
- er etisk forsvarleg

1.1.1 Berekraftig utvikling

FNs verdskommisjon for miljø og utvikling (Brundtlandkommisjonen) definerte i 1987 i rapporten *Vår felles framtid* (*Our common future*) berekraftig utvikling som

utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov.¹

Omgrepet berekraftig utvikling baserer seg på ideen om at folk skal få dekt behova sine utan at det går ut over framtidige generasjonar, og at grunnbehova til dei fattige i verda skal prioriterast. Evna miljøet har til å møte behova våre no og i framtida, avheng av den teknologiske utviklinga og organiseringa av samfunnet. For lettare å kunne avgjere kva berekraftig utvikling skal tyde i praksis, har det vorte vanleg å dele omgrepet inn i tre hovudområde, også kjende som dei tre pilarane:

- berekraft for miljø (økologi)
- berekraft for økonomi
- berekraft for samfunn

Perspektivet er globalt og strekkjer seg over fleire generasjonar.

1.1.2 Førre-var-prinsippet

I forarbeida til genteknologiloven er det understreka at målet er å vurdere risiko for helse og miljø på førehand og unngå moglege skadeverknader, og at førre-var-prinsippet skal leggjast til grunn. Førre-var-prinsippet regulerer handlingar under tvil eller uvisse. Viss det er grunnitt tvil om at alvorlege skadeverknader er sannsynleg, eller grunn-

gitt tvil om alvorlege konsekvensar, skal ikkje mangel på endeleg bevis vere til hinder for å ta i bruk førre-var-prinsippet ved til dømes å ikkje godkjenne dyrking eller import av ein genmodifisert organisme.² Førre-var-prinsippet er òg eit av prinsippa som inngår i omgrepet berekraftig utvikling. Når det gjeld berekraft, har Bioteknologinemnda tilrådd at førre-var-prinsippet berre skal nyttast i samband med helse- og miljørisiko. Om ein nyttar førre-var-prinsippet i vurderinga av berekraft, er perspektivet meir langsiktig og globalt enn ved tradisjonelle helse- og miljørisikovurderingar.

1.1.3 Oppgåva til Bioteknologinemnda

Bioteknologinemnda har til oppgåve å gi ei heilskapleg vurdering av dei genmodifiserte plantane, og har eit særskilt ansvar for å vurdere berekraft, samfunnsnytte og etiske forhold. Genmodifiserte plantar kan bidra både positivt og negativt til berekraftig utvikling. Dei som utviklar genmodifiserte plantar, marknadsfører gjerne fordelane med denne teknologien. Bioteknologinemnda skal etter mandatet òg drøfte utfordringar og vege fordelane mot mogleg ulempe og risiko. Å vurdere risiko vil seie å vurdere kva skadelege effektar som kan oppstå, kor sannsynlege dei er, og kva konsekvensane vil vere. Bioteknologinemnda gir òg råd om handtering av eventuell risiko, det vil seie kva styresmaktene og samfunnet skal gjere når det finst ein dokumentert risiko. Dette omfattar òg handtering av vitenskapleg uvisse, usemje og kunnskapsmangel. Risiko og uvisse må deretter vegast mot fordelar ved å godkjenne ein genmodifisert plante.

1.1.4 Operasjonalisering av omgrepa berekraftig utvikling, samfunnsnytte og etikk

Arbeidet til Brundtlandkommisjonen var grunnlaget for at kravet om å vurdere bidrag til berekraftig utvikling vart teke inn i genteknologiloven. Men det er ikkje gitt kva som må til for at framstilling og bruk av ein plante som er genmodifisert, skal reknast som berekraftig, og korleis ein skal vege ulike omsyn mot kvarandre. For å få svar på desse spørsmåla utarbeidde Bioteknologinemnda i 1999 ein rapport om kva Noreg burde leggje vekt på i vurderingane av etikk, berekraft og samfunnsnytte for genmodifiserte organismar (GMO).³ Delar av rapporten vart i 2005

FAKTA

Sprøytemiddelresistente genmodifiserte plantar – HR-vekstar

Plantar som er genmodifiserte til å tole sprøytemiddel, blir òg kalla herbicidresistente vekstar (HR-vekstar) eller herbicidtolerante vekstar (HT-vekstar).

I desse vekstane er det sett inn eitt eller fleire gen som kodar for nye protein som gjer at plantane opphevar eller omgår verknadene til eitt eller fleire sprøytemiddel. Dermed kan ein drepe ugraset med sprøytemidla som kulturplantane er gjorde resistente mot, medan kulturplantane blir ståande igjen på åkeren uskadde. Dei fleste HR-vekstane er resistente mot sprøytemiddel med glyfosat, glufosinat eller begge delar, men det har dei siste åra komme HR-vekstar som toler sprøytemiddel som 2,4-D og dicamba.

Sprøytemiddelresistente plantar blir dyrka på over 80 prosent av arealet som blir brukt til genmodifiserte plantar i verda.⁷ På om lag ein tredel av arealet med HR-plantar blir det dyrka HR-plantar som òg er resistente mot skadeinsekt. Dei sprøytemiddelresistente plantane som det blir dyrka mest av i dag, er soya, mais, bomull og raps. Mest vanleg er glyfosatresistent soya (*Roundup Ready* soya). Dei landa som dyrkar mest HR-soya, er Brasil, Argentina og USA. I Nord-Amerika blir det dyrka HR-sukkerbete, og HR-alfalfa har vore dyrka i USA. Selskapet Monsanto har òg utvikla ris og kveite som er resistente mot glyfosat, men desse plantane er ikkje på marknaden. I EU er fleire HR-vekstar godkjende for import. Ein HR-mais er godkjent for dyrking, men er ikkje teken i bruk.

tekne inn i vedlegg 4 til konsekvensutgreiingsforskrifta for genteknologiloven. Rapporten vart revidert i 2006 og 2009. I 2011 gav Bioteknologinemnda ut ein rapport om insektresistente genmodifiserte plantar og berekraft. Rapporten inneheldt forslag til parametrar som bør nyttast til å vurdere om insektresistente genmodifiserte plantar bidreg til berekraftig utvikling.

1.2 Oppdraget frå Direktoratet for naturforvaltning

Direktoratet for naturforvaltning gav i slutten av 2011 Bioteknologinemnda i oppdrag å greie ut «komponenter relevant for vurdering av genteknologilovens kriterium bærekraftig utvikling» i lys av dagens kunnskap. Oppdraget dreidde seg denne gongen om plantevernmiddelresistente (sprøytemiddelresistente) plantar. Bioteknologinemnda oppretta i 2012 ei ressursgruppe med medlemmer frå nemnda og norske forskarar og andre ekspertar (sjå s. 10). Oppgåva til ressursgruppa var å

1. identifisere viktige og relevante parametrar for vurdering av berekrafta til plantevernmiddelresistente genmodifiserte plantar:

- a. økologiske parametrar
 - b. økonomiske parametrar
 - c. samfunnsmessige parametrar
2. identifisere viktige kunnskapshøl knytte til dei identifiserte parametrane
 3. formulere generelle spørsmål til søkjaren i samband med søknader om utsetjing av GMO

I staden for omgrepet «plantevernmiddelresistent» nyttar Bioteknologinemnda det meir allment kjende omgrepet «sprøytemiddelresistent» og forkortinga HR-vekstar (sjå faktaramme). Omgrepet «utsetjing av GMO» omfattar dyrking, i tillegg til import av mat og fôr og andre produkt som inneheld spiredyktig materiale.

1.3 Arbeidsmåte

Arbeidet til ressursgruppa dannar grunnlaget for denne rapporten. Audrun Utskarpen, ph.d., frå sekretariatet til Bioteknologinemnda har koordinert arbeidet og skrivinga av rapporten. Ressursgruppa har hatt tre samlingar: 10.–11. mai 2012, 10.–11. september 2012 og 28. mai 2013. I samband med dei to første samlingane heldt Bioteknologi-

nemnda opne møte med inviterte, internasjonale foredragshaldarar.⁴ Målet var å bli oppdatert på ny kunnskap, lære av andre sine erfaringar med å konkretisere omgrepet berekraftig utvikling og finne kunnskapshøl.

Når ein vurderer berekraftig utvikling på områda miljø, økonomi og samfunn, vil aktuelle tema og spørsmål på det eine området òg påverke dei to andre områda, samstundes som dei tre områda overlappar delvis. Mange spørsmål kan grupperast både under økonomi og samfunn, og vi valde derfor å slå saman desse to områda.

For kvart av hovudområda miljø/økologi og økonomi og samfunn vurderte ressursgruppa dette:

- Er det nokre særskilde krav som må oppfyllest for at ei utvikling skal vere berekraftig?
- Kva for spørsmål bør stillast i vurderinga av berekraft?

Bioteknologinemnda har med hjelp av ressursgruppa komme fram til eit sett med spørsmål som nemnda meiner er dei viktigaste for å avgjere om ein sprøytemiddelresistent genmodifisert plante bidreg til økologisk, økonomisk og samfunnsmessig berekraft samanlikna med tilsvarande ikkje-genmodifiserte vekstar. Rapporten inneheld forklaringar til spørsmåla. Delar av innhaldet i denne rapporten byggjer på rapporten om insektresistente plantar.

Det varierer kor grundig undersøkte ulike problemstillingar og hypotesar er gjennom forskning. I nokre tilfelle manglar det forskning. I andre tilfelle er det gjort få studiar, men det kan vere funn i desse studiane som indikerer at noko bør undersøkjast nærare. I rapporten har vi derfor gjort greie for kunnskapshøl.

På s. 59 har vi gjort greie for andre moglege måtar å vurdere om GMO-ar er berekraftige på, med utgangspunkt i internasjonale konvensjonar eller sertifiseringsordningar. Nokre forskarar prøver òg å rekne ut om GMO-ar er berekraftige, ved hjelp av algoritmar. Men utfordringa er at mange av svara på dei spørsmåla vi stiller, ikkje lett kan kvantifiserast. I tillegg vil ikkje vurderingar av berekraft gi eit eintydig svar, men òg bygge på verdibaserte konklusjo-

nar der ein må gjere politiske vegval. Derfor vil det vere betre å nytte lister med spørsmål, slik vi har laga, som framgangsmåte for å vurdere bidrag til berekraftig utvikling.

1.4 Bruk av rapporten

Rapporten skal vere ein reiskap i saksbehandlinga og gi eit betre grunnlag for å avgjere søknader om å få godkjent sprøytemiddelresistente genmodifiserte plantar til import eller dyrking. Rapporten er skriven med tanke på at det skal vere mogleg å slå opp i enkeltkapittel utan å lese heile rapporten i samanheng.

Ingen norske aktørar har til no søkt om løyve til dyrking i Noreg eller import av spiredyktig genmodifisert materiale. Heller ikkje utanlandske selskap har søkt norske styresmakter direkte om løyve til dette. Som EØS-medlem får Noreg derimot søknader om godkjenning av genmodifiserte plantar gjennom EU. Ved søknader frå EU stiller norske styresmakter spørsmål til søkjarane via EFSA, mattryggingorganet i EU, men vender seg òg direkte til søkjarane.

1.4.1 Spørsmål som kan nyttast for å vurdere berekraft

På områda miljø/økologi og økonomi og samfunn har vi funne fram til hovudtema og undertema som representerer materielle og etiske verdiar som er viktige å ta vare på og utvikle på ein berekraftig måte. Spørsmåla vi har formulert, uttrykkjer meir konkret kva det er innanfor desse temaa vi meiner er relevant for at HR-vekstar skal bidra til berekraftig utvikling. For kvart tema/spørsmål i tabellen er det vist til kapittel i rapporten med vidare forklaringar.

Spørsmåla til dei som søker om godkjenning av ein HR-plante, er samla i tabell 1, s. 12 (miljø/økologi) og tabell 2, s. 15 (økonomi og samfunn). Det er søkjarane som har ansvaret for at ei konsekvensutgreiing blir gjord.

I tillegg til spørsmåla til søkjarane har vi òg ei liste med spørsmål til norske styresmakter, sjå tabell 3, s. 17. Det er for det første fordi det ikkje er alle spørsmål i samband med berekraftig utvikling det er den enkelte søkjaren sitt ansvar



HR-sukkerbete blir dyrka i Nord-Amerika. Foto: Scanstockphoto

å ta hand om, eller som det er rimeleg å forvente at ein søkjar skal svare på. For det andre risikerer ein, når ein deler inn i miljømessig, økonomisk og samfunnsmessig berekraft og deretter bryt berekraftomgrepet ned til ei rekkje enkeltspørsmål, å miste den heilskaplege tilnærminga som er ein del av kjernen i omgrepet. Til dømes kan konsekvensane av å godkjenne mange genmodifiserte organismar bli annleis enn om ein godkjenner nokre få. Dette må styresmaktene ta ansvaret for å vurdere. I tillegg må styresmaktene vurdere dokumentasjonen frå søkjarane og samanlikne med annan tilgjengeleg dokumentasjon.

Det vi spør etter, kan i mange tilfelle alternativt formulert som parametrar, altså storleikar som kan ha ulike verdier. Under tema 7a, *Verknader av endra sprøyteregeime, bevaring av biologisk mangfald*, kan ein til dømes rekne helseeffektar, endra biomangfald av ugras, skade på mikroflora og mikrofauna i jordbotnen og hormonhermande og hormonhemmande verknader som paramet-

trar. I nokre tilfelle kan det vere nødvendig å dele eit spørsmål vidare inn i underspørsmål med underparametrar for at det skal vere mogleg å svare på det.

I samband med berekraftig utvikling er indikator eit mykje brukt omgrep. Ein indikator måler tilstanden på eit område. Ut frå ein del av spørsmåla våre kan ein òg formulere indikatorar. Som ein del av oppfølginga av arbeidet til Brundtlandkommisjonen forplikta kvart land seg gjennom Agenda 21 til å opprette indikatorar for berekraftig utvikling. Noreg fekk sitt indikatorsett i 2005.⁶ På side 60 gjer vi greie for dei norske berekraftindikatorane og korleis ein kan vurdere berekraft for genmodifiserte organismar i samsvar med dei.

I nokre av spørsmåla våre ligg det klare kriterium for at HR-vekstar skal bidra til berekraftig utvikling, altså visse krav som skal vere oppfylte. Døme på slike kriterium er at HR-veksten ikkje skal innehalde gen for antibiotika-

resistens, og at han skal vere tilgjengeleg for uavhengig risikoforsking.

Spørsmåla kan brukast både til å vurdere dyrking av genmodifiserte sprøytemiddelresistente plantar i Noreg og import av slike plantar for bruk i mat og fôr. Viss det berre er søkt om løyve til import, gjeld spørsmåla om dyrkingsforhold og økologi forholda i dyrkingslandet. Ikkje alle spørsmåla er like relevante for alle søknader, og nokre av spørsmåla er meir relevante viss planten skal dyrkast i andre land enn Noreg.

Sjølv om oppdraget frå Miljødirektoratet omfattar spiredyktig materiale som er regulert av genteknologiloven, vil berekraftvurderingane vere relevante for å vurdere import av mat og fôr både med og utan spiredyktig materiale. Nokre spørsmål er likevel mest relevante for spiredyktig materiale.

1.4.2 Svara på berekraftspørsmåla

For at det skal vere lettare å vurdere bidraget til berekraft, har vi formulert dei fleste spørsmåla slik at svaret enten må vere «ja» eller «nei», «auka» eller «redusert», «fleire» eller «færre», og så vidare. Ein fare kan da vere at svara vi får, ikkje gir nok informasjon. Vi strekar derfor under at søkjarene må dokumentere og grunngi svara på alle spørsmåla.

Nokre spørsmål har berre to svaralternativ, slik som spørsmålet om HR-veksten er resistent mot meir enn eitt sprøytemiddel. Andre spørsmål opnar for ulike svar og vurderingar langs ein skala. I rapporten har vi gjort nærare greie for det vi meiner er viktig å ta omsyn til i vurderingane.

Det varierer kor målbart det vi spør etter, er, og om det er utvikla metodar som kan måle det vi ønskjer å vite. At noko ikkje lèt seg kvantifisere, eller at det ikkje er utvikla metodar for å måle noko, seier likevel ikkje noko om kor viktig spørsmålet er, og gir ikkje grunnlag for å avvise spørsmålet. Kunnskapshøl bør følgjast opp med forsking.

I fleire spørsmål er det gitt at eit visst svar tel i ei bestemt retning. Til dømes vil eit ja-svar på spørsmål om HR-

veksten fører til skadelege helseeffektar frå mat og fôr, telje negativt. Viss det derimot er slik at sprøytemiddelbruken går ned, noko som er bra for helsa til befolkninga, tel det i positiv retning. På andre spørsmål, til dømes om eigdomsforholda i området endrar seg, er det ikkje gitt om svaret tel positivt eller negativt. I andre tilfelle tel det positivt dersom planten oppfyller eit vilkår, medan det ikkje skal telje negativt dersom vilkåret ikkje er oppfylt. Til dømes er det positivt om HR-veksten skal brukast til mat og/eller fôr, medan det ikkje skal telje negativt dersom han skal nyttast til andre ting, til dømes i industri. Ein HR-vekst som ikkje skal nyttast til mat eller fôr, kan dessutan bidra til berekraft på andre måtar.

Fleire av spørsmåla, særleg under miljø/økologi, legg til rette for at ein først skal vurdere om det er skilnader mellom HR-vekstane og vekstane eller dyrkingssystemet vi samanliknar med, deretter vurdere om skilnadene kan gi skadeverknader, og så vurdere risiko, det vil seie kor sannsynlege og alvorlege eventuelle skadar vil vere.

1.4.3 Samanlikningsgrunnlag

Alt landbruk har følgjer for både miljø, økonomi og samfunn, og ulike måtar å drive landbruk på kan vere meir eller mindre berekraftige. Når vi skal vurdere om HR-veksten bidreg til berekraftig utvikling, må vi samanlikne med noko, enten ein plante eller ein viss praksis som allereie finst, eller ein standard som er betre enn det som allereie finst. Det er det vi samanliknar med, som avgjer kor strenge krava vi stiller, blir i praksis. På området miljø/økologi tilrår vi å samanlikne HR-veksten med den næraste genetiske slektningen under dei same økosystemvilkåra. I ein enkeltsøknad vil det på områda økonomi og samfunn vere rettast å samanlikne med den planten HR-veksten erstattar, eller med det vanlege dyrkingssystemet i området. Ein særskild påverknad som vi aksepterer frå det vanlege landbruket, aksepterer vi da òg dersom denne påverknaden kjem frå ein HR-plante.

Likevel kan det vere eit dilemma viss den dyrkingspraksisen vi samanliknar med, ikkje kan reknast som berekraftig. Vi kan da komme til å godkjenne ein HR-vekst med dei same verknadene, men som heller ikkje vil vere berekraftig,

eller ein HR-vekst som er litt betre, men framleis ikkje berekraftig. Samstundes kan det finnast andre alternativ som faktisk ville vore berekraftige. Slike spørsmål bør drøftast i samband med måla i matpolitikken og konsekvensane av å tillate mange ulike genmodifiserte plantar. For å sikre den utviklinga samfunnet ønskjer, har styresmaktene til kvar tid ansvar for å stille krav til landbruket generelt og å vedta mål for matpolitikken.

1.4.4 Grunnlag for vidare arbeid

Dette prosjektet om sprøytemiddelresistente genmodifiserte vekstar gir saman med prosjektet om insektresistente genmodifiserte vekstar eit grunnlag for å vidareføre arbeidet med operasjonisering av omgrepet berekraftig utvikling i genteknologiloven, og for å revidere forskrifta om konsekvensutgreiing. Prosjektet er òg eit grunnlag for vidare arbeid med å vurdere berekraft ved andre typar genmodifiserte organismar, i tillegg til etiske forhold og samfunnsnytte.

Deltakarar i ressursgruppa:

- Stein W. Bie, ph.d., professor, Imsa Knowledge Company AS, Koppang
- Mads Greaker, ph.d., forskningssjef energi- og miljøøkonomi, Statistisk sentralbyrå
- Knut A. Hjelt, cand.real., medlem av Bioteknologinemnda og fagsjef, FHL – Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening
- Eline Hågvar, dr.agric., professor, Universitetet for miljø- og biovitenskap
- Valborg Kvakkestad, ph.d., forskar, NILF – Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning
- Elisabeth Magnus, dr.scient, nordisk områdekoordinator, Miljømerking (deltok i 2013)
- Anne I. Myhr, dr.scient., fungerande direktør, GenØk – Senter for biotryggleik
- Jan Netland, dr.scient., forskar, Bioforsk Plantehelse
- G. Kristin Rosendal, dr.polit., professor, Fridtjof Nansens Institutt
- Even Søfteland, cand.mag., medlem av Bioteknologinemnda og dagleg leiar CapMare
- Bell Batta Torheim, cand.polit., medlem av Bioteknologinemnda og rådgivar, Utviklingsfondet
- Terje Traavik, dr.philos., professor, medlem av Bioteknologinemnda og seniorrådgivar, GenØk – Senter for biotryggleik
- Marte Rostvåg Ulltveit-Moe, cand.scient., prosjektmedarbeidar i Naturvernforbundet og tidlegare medlem av Bioteknologinemnda (deltok i 2012)
- Toril Wikesland, sivilagronom, medlem av Bioteknologinemnda og organisasjonssjef, Akershus Bondelag

2 Kjenneteikn for berekraft – spørsmål til søkjarane og styresmaktene

Spørsmåla som vi må ha svar på for å vurdere om ein sprøytemiddelresistent genmodifisert plante bidreg til berekraftig utvikling, er presenterte i tabell 1 (miljø/økologi), tabell 2 (økonomi og samfunn) og tabell 3 (spørsmål til norske styresmakter). Tabell 1 og 2 gir forslag til spørs-

mål som dei som søker om godkjenning av ein HR-vekst til import eller dyrking, bør svare på. Tabell 3 inneheld spørsmål som norske styresmakter, og ikkje søkjaren, bør svare på når dei skal gi ei heilskapleg vurdering av søknaden.



Storskalajordbruk. Soyahausting i Brasil. Foto: Yasuyoshi Chiba / Scanpix

Tabell 1. Berekraftig utvikling miljø/økologi: spørsmål til søkerane. Spørsmåla er grupperte i hovudtema og eventuelle undertema. For kvart tema/spørsmål er det vist til kapittel der det er nærare forklart kva som ligg i spørsmålet, og korfor det er relevant.

Med HR-vekst/HR-plante meiner vi sprøytemiddelresistent (herbicidresistent) genmodifisert vekst/plante.	Den genmodifiserte planten	1. Karakterisering av HR-veksten. Sjå kapittel 3.1.1.	a. Er HR-veksten grundig karakterisert fenotypisk og genotypisk?
			b. Er genomet, genuttrykket og eigenskapane til HR-veksten stabile over lengre tid og over fleire generasjonar?
			c. Er HR-veksten vesentleg lik (engelsk: <i>substantially equivalent</i>) den umodifiserte foreldreplanten med unntak av det innsette genet og proteinet det uttrykkjer, og gjeld svaret uansett dyrkingsforhold og -stad?
			d. Er HR-veksten resistent mot meir enn eitt sprøytemiddel?
			e. Har HR-veksten gen for antibiotikaresistens?
		2. Samspelet mellom plante og miljø. Sjå kapittel 3.1.2.	a. Er miljøet / dei økologiske vilkåra i dyrkingsområdet grundig karakteriserte og gjorde greie for?
			b. Blir genomet, genuttrykket eller eigenskapane til HR-planten endra ved dyrking på ulike stader?
			c. Kan stoffskiftet, den kjemiske samansetnaden og/eller næringsinnhaldet til HR-planten bli endra på grunn av dei økologiske vilkåra i dyrkingsområdet?
			d. Kan innverknaden HR-planten har på miljøet eller samspelet med miljøet, variere etter forholda i dyrkingsområdet eller områda omkring?
		3. Genflyt. Sjå kapittel 3.1.3.	a. Er det fare for vertikal genoverføring til ikkje-genmodifiserte plantar av same art eller nærståande artar?
			b. Er det fare for horisontal genoverføring til andre artar?
		4. Bevaring av biologisk mangfald. Sjå kapittel 3.1.4.	a. Vil dyrking av HR-veksten gi helseeffektar (toksiske, immunologiske, inkludert allergiske, eller anti-næringsstoffeffektar) som er akutte, kroniske eller oppstår seint, og/eller føre til endra overlevingsevne, forplantingsevne og utviklingshastigheit for ikkje-målorganismar, det vil seie villlevande populasjonar av <ul style="list-style-type: none"> • pattedyr? • fuglar? • amfibium/reptil? • insekt (planteetarar, predatorar, pollinatorar og nedbrytarar)? • raudlisteartar? • prioriterte artar?
			b. Er konklusjonane i 4a trekte på grunnlag av eksponering for <ul style="list-style-type: none"> • plantemateriale frå HR-veksten? • proteinet som det innsette genet uttrykkjer, etter reinsing frå vev frå HR-planten? • proteinet som det innsette genet uttrykkjer i den organismen det er henta frå?
		5. Samanlikning med kontrollplantar. Sjå kapittel 3.1.5.	a. Er HR-veksten samanlikna med den næraste genetiske slektningen under dei same økosystemvilkåra?

Tabell 1, framhald

Med sprøytemiddelet meiner vi både den aktive ingrediensen og tilsetningsstoff, inkludert emulgatorar, stabilisatorar og så vidare.	Sprøytemiddelet	6. Karakterisering av sprøytemiddelet/sprøytemidla. Sjå kapittel 3.2.1.	Korleis er verknadsmekanismane for sprøytemiddelet/sprøytemidla?		
		7. Verknader av endra sprøyteregime (endra frekvens, konsentrasjon, mengde, type sprøytemiddel). Sjå kapittel 3.2.2.	a. Bevaring av biologisk mangfald. Sjå kapittel 3.2.2.1.	i. Vil dyrking av HR-veksten gi helseeffektar (toksiske, immunologiske, inkludert allergiske, eller anti-næringsstoffeffektar) som er akutte, kroniske eller oppstår seint, og/eller føre til endra overlevingsevne, forplantingsevne og utviklingshastigheit for ikkje-målorganismar, det vil seie villlevande populasjonar av	
				<ul style="list-style-type: none"> • pattedyr? • fuglar? • amfibium/reptil? • insekt (planteetarar, predatorar, pollinatorar og nedbrytarar)? • raudlisteartar? • prioriterte artar? 	
				ii. Vil dyrking av HR-veksten føre til at biomangfaldet av ugras og dyr (virveldyr og virvellause dyr) endrar seg?	
				iii. Kan dyrking av HR-veksten skade mikroflora og mikrofauna i jordbotnen?	
				iv. Kan sprøytemiddelet/sprøytemidla eller nedbrytingsprodukt frå dei påverke vekstsyklusen eller delinga/formeiringa hos eukaryote celler, og i så fall korleis?	
				v. Kan sprøytemiddelet/sprøytemidla eller nedbrytingsprodukt frå dei ha hormonhermande eller hormonhemmande verknad?	
		vi. Kor lenge og i kor høge konsentrasjonar blir sprøytemiddelet/sprøytemidla og nedbrytingsprodukt verande i plantemateriale og ulike typar jordsmonn?			
		b. Fører dyrking av HR-veksten til at sprøytetidspunkta endrar seg?			
		c. Fører dyrking av HR-veksten til at risikoen for avdrift aukar, og dermed òg faren for at ikkje-genmodifiserte avlingar i omgivnaden blir påverka på ein måte som ikkje er planlagd?			
d. Fører dyrking av HR-veksten til at det blir brukt meir/mindre sprøytemiddel?					
e. Fører dyrking av HR-veksten til at det blir brukt sprøytemiddel som er meir/mindre skadelege enn før?					
f. Kan det oppstå uventa kombinasjonseffektar som additive effektar eller synergieffektar når meir enn eitt sprøytemiddel blir brukt i same område?					
8. Resistens mot sprøytemiddelet hos andre plantar. Sjå kapittel 3.2.3.	a. Korleis er resistensproblematikken knytt til sprøytemiddelet i dyrkingsområdet?				
	b. Kva for strategiar blir nytta for å hindre utvikling av resistens hos andre plantar enn HR-veksten (døme: integrert plantevern)?				

Tabell 1, framhald

9. Jordsmonn. Sjå kapittel 3.3.	a. Fører dyrkinga av HR-veksten til meir/mindre jorderosjon?
	b. Fører dyrkinga av HR-veksten til høgare/lågare pH i jordsmonnet?
	c. Fører dyrkinga av HR-veksten til endra næringssamansetnad i jordsmonnet?
10. Vatn. Sjå kapittel 3.4.	a. Kan dyrking av HR-veksten endre sprøyteregimet slik at vasskjelder og grunnvatn blir forureina på grunn av «nye» protein og restar av sprøytemiddel eller nedbrytingsprodukt frå dei?
	b. Reduserer dyrking av HR-veksten fordamping av vatn på grunn av mindre pløying?
11. Energi. Sjå kapittel 3.5.	Aukar/minkar energibruken ved dyrking av HR-veksten målt ved livsløpsanalyse av heile dyrkings- og haustingssyklusen?
12. Klima. Sjå kapittel 3.6.	Aukar/minkar klimagassutsleppa ved dyrking av HR-veksten målt ved livsløpsanalyse av heile dyrkings- og haustingssyklusen?

Tabell 2. Berekraftig utvikling økonomi og samfunn: spørsmål til søkjarane. Spørsmåla er grupperte i hovudtema og eventuelle undertema. For kvart tema/spørsmål er det vist til kapittel der det er nærare forklart kva som ligg i spørsmålet, og korfor det er relevant.

1. Retten til nok, trygg og sunn mat. Sjå kapittel 4.1.	1.1 Matsikkerheit. Sjå kapittel 4.1.1.	a. Bidreg HR-veksten til endringar i innsatsfaktorar per utbytteining?
		b. Aukar/minkar utbyttet per arealeining?
		c. Kva er formålet med HR-veksten – vil han bli brukt til mat, fôr, biodrivstoff eller materiale?
	1.2 Mattryggleik. Sjå kapittel 4.1.2.	a. Aukar/minkar innhaldet og mengda av sprøytemiddelrestar (dei aktive ingrediensane i sprøytemiddelet) i maten?
		b. Vil inntak av produkt frå HR-veksten gi helseeffektar (toksiske, immunologiske, inkludert allergiske, eller anti-næringsstoffeffektar) som er akutte, kroniske eller oppstår seint, og/eller føre til endra stoffskifte og forplantingsevne?
		c. Er konklusjonane i 1.2b trekte på grunnlag av eksponering for <ul style="list-style-type: none"> • plantemateriale frå HR-veksten? • proteinet som det innsette genet uttrykkjer, etter reinsing frå vev frå HR-planten? • proteinet som det innsette genet uttrykkjer i den organismen det er henta frå?
	1.3 Matkvalitet. Sjå kapittel 4.1.3.	a. Gir HR-veksten betre/dårlegare ernæring når det gjeld samansetnad, mengde og energiinnhald?
		b. Er det eigenskapar ved HR-veksten som gjer at avlinga held seg betre/dårlegare under lagring?
		c. Skaper dyrking av HR-veksten auka/reduerte fordelar for forbrukaren?
2. Dyrehelse og dyrevelferd. Sjå kapittel 4.2.	2.1 Fôrkvalitet. Sjå kapittel 4.2.	Bidreg produkta frå HR-veksten til høgare/lågare fôrkvalitet?
3. Levekår og lønnsemd for bøndene som dyrkar HR-vekstar, på kort sikt (under 5 år) og lang sikt (over 20 år). Sjå kapittel 4.3.	3.1 Helse og sikkerheit. Sjå kapittel 4.3.1.	a. Påverkar eventuelle endringar i bruk av sprøytemiddel helsa til bøndene/gardsarbeidarane positivt/negativt?
		b. Får bøndene/gardsarbeidarane HMS-opplæring og tilgang på verneutstyret og informasjonen dei treng for å bruke sprøytemiddelet/sprøytemidla som skal brukast saman med HR-veksten?
	3.2 Kontraktar og rammevilkår. Sjå kapittel 4.3.2.	Er det avgrensingar på tilgangen på såvarer, høvet til å seie opp kontraktar eller på informasjonen om såkorn, sprøyteplan og førebyggjing av resistent ugras?
	3.3 Utviklinga av kostnader og inntekter for bøndene på kort sikt (under 5 år) og lang sikt (over 20 år). Sjå kapittel 4.3.3.	a. Får bonden reduserte/auka kostnader til innsatsfaktorar?
		b. Endrar HR-vekstane behovet for andre innsatsfaktorar på kort og lang sikt, slik som produksjonsplan, sprøyteprogram, arbeidsinnsats og maskinar og utstyr?
c. Vil eventuelle resistensproblem auke i framtida og i så fall gjere lønnsemda på lang sikt dårlegare?		
3.4 Agronomiske forhold. Sjå kapittel 4.3.4.	Kva for dyrkingsforhold, klima, jordtypar og teknologistandardar er HR-plantensorten utvikla for?	
3.5. Retten til såfrø. Sjå kapittel 4.3.5.	Avgrensar søkjaren høvet bøndene har til å ta vare på, bytte eller selje såfrø frå eiga avling?	

Tabell 2, framhald

4. Levekår og lønnsemd i produksjonsområdet på kort sikt (under 5 år) og lang sikt (over 20 år). Sjå kapittel 4.4.	4.1. Helse og sikkerheit. Sjå kapittel 4.4.1.	Påverkar eventuell endra bruk av sprøytemiddel helsa til befolkninga positivt eller negativt?
	4.2. Dei demokratiske rettane og lønnsmda til andre bønder. Sjå kapittel 4.4.2.	a. Finst det reglar for sameksistens, og blir dei følgde, slik at det er mogleg å velje å dyrke ikkje-genmodifiserte, til dømes økologiske, vekstar i staden for HR-vekstar?
		b. Er det eit system for å hindre spreiring av HR-veksten til andre, ikkje-genmodifiserte, avlingar?
		c. Er det eit system for erstatning viss andre bønder blir ramma av utilsikta spreiring av gen, pollen eller såfrø frå HR-veksten?
		d. Er det eit system for å halde GMO og ikkje-GMO åtskilde i produksjons- og transportlinja, og kven betaler i så fall for dette systemet?
		e. Får andre bønder større eller mindre problem med ugras?
	4.3. Sysselsetjing. Sjå kapittel 4.4.3.	a. Skaper dyrking av HR-veksten auka eller redusert sysselsetjing lokalt og regionalt?
b. Skaper dyrking av HR-veksten auka eller redusert sysselsetjing for kvinner?		
4.4. Eigeidomsforhold. Sjå kapittel 4.4.4.	a. Fører dyrkinga av HR-veksten til endring av eigeidomsforhold knytte til jord og/eller vatn i området?	
	b. Fører dyrkinga av HR-veksten til endringar av eigeidomsforhold knytte til såvare i området?	
4.5. Overvaking. Sjå kapittel 4.4.5.	Bidreg HR-veksten til meir eller mindre behov for overvaking av jord, vatn og miljøet rundt åkeren?	
4.6. Økosystemfunksjonar. Sjå kapittel 4.4.6.	Påverkar HR-veksten økosystemfunksjonar på ein måte som gir positiv eller negativ økonomisk effekt?	
5. Reglar for sprøytemiddelbruk. Sjå kapittel 4.5.	a. Er sprøytemiddelet/sprøytemidla som HR-planten er resistent mot, forbodne eller tillatne til avgrensa bruk i Noreg på grunn av helse- og miljørisiko?	
	b. Har sprøytemiddelet/sprøytemidla som HR-planten er resistent mot, dei same verknadene i dyrkingslandet som i Noreg?	
	c. Står sprøytemiddelet/sprøytemidla på lister over sprøytemiddel som bør bli forbodne, i internasjonale avtalar?	
	d. Kva for reglar har produksjonslandet for sprøytemiddelbruk, og er desse reglane sette i verk?	
6. Plante-genetiske ressursar for mat og jordbruk. Sjå kapittel 4.6.	a. Blir HR-veksten dyrka i område som er definerte som opphavssentrum (<i>centre of origin</i>) eller mangfaldssentrum (<i>centre of diversity</i>) for den tilsvarande ikkje-genmodifiserte veksten?	
	b. Finst det ville slektningar av HR-planten i Noreg eller i dyrkingslandet?	
	c. Er HR-veksten tilgjengeleg for vidare planteforedling?	
7. Uavhengig risikoforsking. Sjå kapittel 4.7.	Er HR-veksten tilgjengeleg for uavhengig risikoforsking?	
8. Fridom til å velje landbruksystem i framtida. Sjå kapittel 4.8.	Korleis påverkar dyrking av HR-veksten høvet til å leggje om til andre landbruksystem i framtida, som økologisk landbruk eller anna landbruk utan genmodifiserte organismar?	

Tabell 3. Berekraftig utvikling: spørsmål til norske styresmakter. Spørsmåla er grupperte etter tema. For kvart tema/spørsmål er det vist til kapittel der det er nærare forklart kva som ligg i spørsmålet, og korfor det er relevant.

1. Valfridomen til forbrukarane i Noreg. Sjå kapittel 5.1.	a. Gjer HR-veksten det lettare eller vanskelegare for forbrukarane å kjøpe mat/produkt frå tilsvarande ikkje-genmodifiserte vekstar i framtida?
	b. Finst det ei merkeordning som gjer at forbrukarane kan velje om dei vil kjøpe genmodifisert mat?
2. Økologiske, økonomiske og samfunnsmessige konsekvensar i Noreg på kort sikt (under 5 år) og lang sikt (over 20 år) ved import eller dyrking av HR-veksten. Sjå kapittel 5.2.	a. Kan den sprøytemiddelresistente sorten dyrkast under norske agronomiske forhold?*
	b. Er det utvikla system for å motverke resistent ugras ved dyrking i Noreg?*
	c. Påverkar HR-veksten økosystemfunksjonar på ein måte som gir positiv eller negativ økonomisk effekt?
	d. Vil det bli auka eller reduserte økonomiske gevinstar i verdikjeda i Noreg?
	e. Vil det bli fleire eller færre arbeidsplassar i norsk matproduksjon?
	f. Påverkar import og/eller dyrking av HR-veksten målsetjingane i matpolitikken?
	g. Samsvarer avgjerda om import og/eller dyrking av HR-veksten med synet befolkninga har på GMO?
3. Plante-genetiske ressursar for mat og jordbruk. Sjå kapittel 5.3.	a. Har bøndene i dyrkingsområdet tilgang til eit rikt utval av såvare?
	b. Kva for tiltak finst for å redusere uheldige verknader av monokulturar i dyrkingsområdet?
	c. Er HR-veksten tilgjengeleg for vidare planteforedling?
	d. Finst det reglar for sameksistens i dyrkingsområdet, og blir dei følgde, slik at det er mogleg å velje å dyrke ikkje-genmodifiserte, til dømes økologiske, vekstar i staden for HR-vekstar?
	e. Er det eit system for å halde GMO og ikkje-GMO åtskilt i produksjons- og transportlinja i dyrkingslandet og i Noreg, og kven betaler for dette systemet?
4. Uavhengig risikoforsking. Sjå kapittel 5.4.	Er HR-veksten tilgjengeleg for uavhengig risikoforsking?
5. Konsekvensane av å godkjenne mange GMO-ar. Sjå kapittel 5.5.	Bidreg godkjenning av denne HR-veksten saman med andre godkjende GMO-ar til konsekvensar som til saman ikkje vil gi ei berekraftig utvikling?
6. Noregs nord-sør-politikk og arbeid for biologisk mangfald. Sjå kapittel 5.6.	Bidreg avgjerda vår til å oppfylle dei politiske måla Noreg har for nord-sør-politikken og biologisk mangfald?
7. Noregs rolle internasjonalt. Sjå kapittel 5.6.	Kva for eksempel statuerer vi med denne avgjerda internasjonalt?
8. Prioritering av dei viktigaste spørsmåla. Sjå kapittel 5.7.	a. Kan dyrking og foredling av HR-veksten og produkt frå han skade plantar, dyr eller menneske?
	b. Kan dyrking og foredling av HR-veksten eller produkt frå han gi skadeverknader som er irreversible?

*Gjeld berre ved søknader om løyve til dyrking i Noreg

3 Berekraftig utvikling: miljø/økologi

Når vi har vurdert berekraftig utvikling på området miljø/økologi, har vi fokusert på sjølve den genmodifiserte planten, sprøytemiddelet og dyrkingsområdet. Med miljø meiner vi her naturmiljøet. Under omgrepet miljø høyrer òg jordsmonn, vatn, energibruk og klima. Økologi er samspelet mellom organismane i det lokale dyrkingsområdet og det biotiske (levande) og fysiske miljøet i dette området.

Spørsmåla vi har utforma til dei som søker om godkjenning av ein HR-vekst, er presenterte i tabell 1, side 12. Desse spørsmåla må vurderast for å avgjere om og i kor stor grad HR-veksten påverkar eit dyrkingsområde, samanlikna med ikkje-genmodifiserte vekstar. Etter at dei som vurderer søknaden, har kartlagt skilnader mellom den genmodifiserte og den ikkje-genmodifiserte veksten, må dei bedømme om eventuelle skilnader vil føre til skadeverknader, og deretter kva som er risikoen for at skadeverknadene kan oppstå.

Plantar som er genmodifiserte for å tole visse sprøytemiddel, er laga for ein viss dyrkingspraksis, der desse sprøyte-

FAKTA

Ulike syn på verdien av økosystem

Ideen om økosystemtenester (*ecosystem services*) byggjer på marknadsmechanismar og økonomiske kost-nytte-analysar, og at verdien på dei tenestene økosystema utfører for mennesket, skal fastsetjast i pengar. Mål og middel er presenterte i TEEB-utgreiinga (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*)⁸. Parallelt har det, med utgangspunkt i økosystemforvaltning (*ecosystem management*), utvikla seg ei økologisk økonomiretning som prøver å kombinere økonomiske, biologiske, etiske og økologiske vurderingar på ein berekraftig måte. Bakgrunnen for denne tilnærminga er presentert mellom anna i IAASTD (*International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development*)⁹.

midla skal brukast for å verne avlingane mot ugras. Utan å bruke desse sprøytemidla oppnår ikkje bøndene nokre fordelar ved å dyrke HR-veksten. Dermed må både positive og negative verknader av endra sprøytemiddelbruk vurderast, i tillegg til verknadene av planten i seg sjølv. I spørsmåla skil vi derfor mellom direkte effektar av den genmodifiserte planten (sjå kapittel 3.1.) og indirekte effektar av planten, det vil seie korleis organismar og miljø blir påverka mellom anna på grunn av at bruken av sprøytemiddel endrar seg (sjå kapittel 3.2). Jordsmonn, vatn, energibruk og klima kan òg bli påverka indirekte av endringar i dyrkingsmåten (sjå kapitla 3.3–3.6).

Spørsmåla til søkjarane har vi gruppert i til saman tolv hovudtema fordelte på dei tre bolkane den genmodifiserte planten, sprøytemiddelet og andre tema. Desse hovudtemaa er:

Den genmodifiserte planten:

1. karakterisering av HR-veksten
2. samspelet mellom plante og miljø
3. genflyt
4. bevaring av biologisk mangfald
5. samanlikning med kontrollplantar

Sprøytemiddelet:

6. karakterisering av sprøytemiddelet/sprøytemidla
7. effektar av endra sprøyteregime
8. resistens mot sprøytemiddelet hos andre plantar

Andre tema:

9. jordsmonn
10. vatn
11. energi
12. klima

Internasjonalt pågår det ein diskusjon om berekraftig bruk av genmodifiserte organismar skal baserast på konseptet økosystemtenester eller økosystemforvaltning, sjå fakta-ramme. Dei same problemstillingane må vurderast i samband med økologisk berekraft same kva syn på økosystem ein føretrekkjer.

3.1 Den genmodifiserte planten

For å vurdere kva verknader sjølve den genmodifiserte planten har på omgivnaden, må HR-veksten vere grundig karakterisert, vi må altså vite kva som særmerker HR-veksten. Samspelet mellom planten og miljøet, genflyt, det vil seie overføring av gen frå éin organisme til ein annan, og påverknad på bevaring av det biologiske mangfaldet må òg vere kartlagt. I tillegg må det vere klart kva for kontrollplantar vi skal samanlikne med, og korleis samanlikningane skal gjerast.

3.1.1 Karakterisering av HR-veksten

3.1.1.1 Fenotype og genotype

For at vi skal kunne trekkje konklusjonar om HR-veksten, må han vere grundig karakterisert både fenotypisk og genotypisk. Fenotypisk er det som gjeld eigenskapar og innhald, medan genotypisk er det som gjeld endringar i den opphavlege DNA-sekvensen både til genet som blir sett inn, og til mottakergenomet. Små RNA-molekyl som regulerer korleis genuttrykk blir slått av eller på og finjustert, må òg karakteriserast. Slike RNA-molekyl kan i nokre tilfelle arvast.

3.1.1.1.1 Mangel på kunnskap om nye protein

Proteinet EPSPS finst naturleg i plantar. Det trengst for å produsere visse aminosyrer som plantane må ha for å leve. Glyfosat bind seg til EPSPS slik at desse aminosyrene ikkje lenger blir laga og planten døyr. I *Roundup Ready*-veksane er det sett inn eit gen for proteinet EPSPS frå ein bakterie (kalla CP4 EPSPS), slik at dei lagar ein bakterieversjon av EPSPS-proteinet. Bakterieversjonen av EPSPS bind glyfosat på ein måte som ikkje hindrar produksjonen av aminosyrer. Dermed blir plantane motstandsdyktige mot glyfosat.

Særs lite er kjent om eigenskapane til og verknadene av CP4 EPSPS-proteina som den genmodifiserte planten lagar, ettersom det er forska lite på dette. Særleg manglar det uavhengig forskning.

I versjonen av CP4 EPSPS som dei genmodifiserte plantane lagar, er rekkjefølgja av aminosyrer noko annleis enn i den



Forskarar i maisåker. Foto: Ken Hammond / USDA

opphavlege bakterieversjonen. DNA-sekvensen er òg litt endra for at det skal bli lettare å produsere proteinet i planten. Vidare er det uklart om dei nylaga plante-proteina er endra på andre måtar ved såkalla posttranslasjonell modifisering, det vil seie endringar som skjer etter at aminosyrene som proteinet består av, er kopla saman. Det kan til dømes vere at sukkergrupper blir hekta på proteinet. Slike modifiseringar kan gi proteina uventa eigenskapar og verknader i tillegg til at dei er resistente mot sprøytemiddel. Det kan òg tenkjast at det nye CP4 EPSPS-proteinet kan danne kompleks med eitt eller fleire av dei andre proteina i planten. Slik kompleksdanning kan både oppheve noverande biologiske verknader og skape nye.

Trass i kunnskapsmangelen er studiar som er gjorde med EPSPS-protein frå bakteriar, brukte til å trekkje konklusjonar om EPSPS-proteina i *Roundup Ready*-plantane som i dag finst på marknaden (sjå kapittel 3.1.4.2). Den same uvissa og kunnskapsmangelen gjeld òg dei transgene proteina (proteina som dei innsette gena uttrykkjer) som gir resistens mot glufosinat, 2,4-D og dicamba.

3.1.1.2 Stabilitet

Det er ikkje alltid at genmodifiseringa i planten er stabil over tid eller blir nedarva til neste generasjon. Vi må derfor undersøkje om genomet (DNA-et), genuttrykket (produksjonen av RNA og protein) og eigenskapane er stabile over lengre tid og over fleire generasjonar.

3.1.1.3 «Vesentleg lik»

HR-veksten kan reknast som «vesentleg lik» (engelsk: *substantially equivalent*) den ikkje-genmodifiserte planten viss han inneheld dei same stoffa i same mengde med unntak av dei nye proteina og eigenskapane som ein kan vente på grunn av genmodifiseringa. Ein bør likevel vere klar over at «vesentleg likskap» ofte har vore fastslått på grunnlag av unøyaktige metodar. Til dømes har totalt proteininnhald vore samanlikna for å fastslå om ein genmodifisert og ein ikkje-genmodifisert plante er «vesentleg like». Men plantar uttrykkjer til kvar tid mange tusen protein, og produksjonen av viktige enkeltprotein kan vere mykje opp- eller nedregulert utan at det endrar det totale proteininnhaldet.

3.1.1.4 Resistens mot fleire sprøytemiddel

Dei siste åra er stadig fleire såkalla adderte linjer komne på marknaden. Det vil seie at ein HR-vekst som til dømes er resistent mot glyfosat, er kryssa med ein annan HR-vekst, som er genmodifisert til å tole eitt eller fleire andre sprøytemiddel, som glufosinat, 2,4-D eller dicamba. HR-veksten kan òg vere kryssa med ein Bt-vekst (insektresistent genmodifisert plante), som produserer eitt eller fleire ulike Cry-protein som gjer planten resistent mot visse skadeinsekt. Det er uklart om fleire nye protein, slik dei finst i adderte linjer, kan verke på ein uventa måte saman i forhold til kvar for seg. Slike uventa verknader kan vere både additive (samla effekt er lik summen av dei ulike deeffek-

tane) og synergistiske (samla effekt er større enn summen av deeffektane).

Å ta i bruk kulturplantar som er resistente mot fleire ugrasmiddel, aukar faren for at kulturplantane sjølv kan opptre som multiresistent ugras i andre plantekulturar i vekstskifte. Vekstskifte vil seie å skifte mellom ulike slag vekstar på same jorde frå år til år etter ein viss plan. Til dømes kan HR-soya vekse som ugras i HR-maisåkrar dersom ein byter på å dyrke mais og soya på same område. Eit multiresistent ugras er motstandsdyktig mot fleire sprøytemiddel, og kan da bli vanskeleg å kontrollere med dei ugrasmidla som er tilgjengelege. Gena som gjer HR-planten resistent mot fleire sprøytemiddel, kan òg bli kryssa inn i ville, nærstående artar. Men det er truleg eit større trugsmål at ein multiresistent kulturplante sjølv blir ugras i andre plantekulturar.

3.1.1.5 Gen for antibiotikaresistens

Nokre HR-plantar inneheld gen for antibiotikaresistens i tillegg til genet som gjer dei resistente mot sprøytemiddel. Gena for antibiotikaresistens er nyttige når ein skal velje ut dei plantane som har vorte genmodifiserte, under utviklingsprosessen på laboratoriet. Når plantane får næring som inneheld antibiotika, vil dei genmodifiserte plantane overleve, medan dei ikkje-genmodifiserte vil dø. I dag kan dei plantane som har vorte genmodifiserte, veljast ut på mange andre måtar enn ved å nytte gen for antibiotikaresistens.

Ein kan ikkje sjå bort frå at gen for antibiotikaresistens frå plantane kan overførast til bakteriar i jordbotnen og vidare til sjukdomsframkallande bakteriar, og slik bidra til at dei sjukdomsframkallande bakteriane utviklar resistens. Det kan gjere at sjukdommar ikkje lenger kan behandlast med antibiotika, og konsekvensane av det kan bli store. Gen for antibiotikaresistens i genmodifiserte plantar bidreg derfor negativt til berekraftig utvikling. Sjå òg kapittel 3.1.3.2.

3.1.2 Samspelet mellom plante og miljø

3.1.2.1 Miljø og økologi i dyrkingsområdet

Spørsmåla vi stiller om økologisk berekraft, skal mellom anna gi oss kunnskap om korleis utsetjing av HR-plantar

kan endre miljøet i utsetjingsområdet og i omgivningen rundt. Med miljø meiner vi mellom anna samansetningen av og helsestanden til organismar og habitatet deira, det vil seie det fysiske og biologiske leveområdet. Det er no generelt akseptert at endringar i miljøvilkår kan påverke plantar og dei kjemiske reaksjonane i plantar, enten dei er genmodifiserte eller ikkje.¹⁰

Det er svært komplisert å utføre studiar av samspelet i økosystemet og miljøet. Mange av mikroorganismene i jordbotnen og i akvatiske habitat er enno ikkje isolerte og karakteriserte. Samansetningen av mikroorganismesamfunn i jorda og samspelet mellom dei kan vere svært ulik frå stad til stad på grunn av miljøfaktorar vi enno har lite detaljkunnskap om. Ei undersøking frå England konkluderer med at kvar åker har ein unik samansetning av ugras og invertebratar (virvellause dyr).¹¹ I tillegg er kunnskaps-høla store når det gjeld samspelet mellom nettverka av varierende jordsmonn, plantar, mikroorganismar og dyr, og korleis desse nettverka vil bli påverka av klimaendringar og tap av biomangfald. Det gjeld både tap av biomangfald som allereie er i gang, og tap som kan komme i framtida.

3.1.2.2 Endring i genom, genuttrykk og eigenskapar under ulike miljøforhold

Når ein plante veks på ulike stader, kan ulike vekstforhold gjere at forskjellige gen blir uttrykte, og gen som stort sett er aktive, kan vere uttrykte på ulike nivå. Studiar av insektresistente genmodifiserte plantar, Bt-vekstar, viser at både Bt-vekstar og ikkje-genmodifiserte foreldrelinjer av mais uttrykkjer ulike protein og ulike relative mengder av desse proteina på ulike vekststader.^{12,13} I område med miljøforhold som gjer at plantane har eit lågt uttrykk av Bt-genet, er det til dømes fare for at insekt utviklar resistens mot Bt-toksinet. I slike tilfelle bør ein gi råd om at området ikkje er eigna for dyrking av denne Bt-planten. Det bør vere eit krav at tilsvarende studiar blir utførte for HR-vekstar.

3.1.2.3 Endringar i stoffskifte, samansetning og næringsinnhald under ulike miljøforhold

Visse forhold i dyrkingsområdet kan påverke både stoffskiftet, den kjemiske samansetningen (samansetningen av

sporstoff, vitamin, karbohydrat, fett og protein) og/eller næringsinnhaldet i HR-veksten. Påverknaden kan komme frå faunaen, tilgrensande økosystem og jordsmonn og organismar i jordbotnen, i tillegg til meteorologiske og klimatiske forhold. Slik påverknad må òg kartleggjast grundig.

3.1.2.4 Endra påverknad på omgivningen på grunn av miljøforhold

Ulike forhold i eit økosystem kan som nemnt påverke genuttrykk og funksjonar i kulturplantar ulikt. Men plantane lever i samspel med omgivningen, og endringar i ein plante kan derfor òg påverke miljøet som omgir han. Ein bør derfor undersøkje om HR-veksten, til skilnad frå den ikkje-genmodifiserte veksten, har fått endra næringsinnhald, om han inneheld meir eller mindre av hormoner og hormonhemmarar, eller av molekyl som kan aktivere immunsystema til dyr eller vere noko giftig for særskilde artar. Slike endringar kan vere små, men likevel påverke miljøet mykje over tid.^{14,15,16,17}

Såkalte molekylære profileringsmetodar, det vil seie kartlegging av mange gen, RNA eller protein samstundes, kan påvise eventuelle viktige endringar som miljøet forårsakar, i tillegg til endringar som skriv seg frå genmodifiseringa.¹⁸ Dette er problemstillingar vi manglar kunnskap om. Studiar der ein samanliknar HR-vekstar og dei ikkje-genmodifiserte foreldrelinjene under utvalde økosystemvilkår, kan gi oss meir kunnskap. Det kan gjere det lettare å utføre kunnskapsbaserte risikovurderingar av samspelet mellom plantar og miljø og påverknaden plantane har på miljøet.

3.1.3 Genflyt

3.1.3.1 Vertikal genoverføring

Vertikal genoverføring (sjå faktaramme neste side) frå ein HR-vekst kan skje ved pollenspreiing til ikkje-genmodifiserte plantar av same art eller beslekta artar. Eitt døme er kryssing mellom korsblomstra plantar, til dømes raps og åkerkål. Genoverføring frå ein HR-vekst kan skje både til kulturplantar og til slektningar som veks vilt. Kor langt pollenet blir spreidd, avgjer kor mykje område med

FAKTA

Genflyt

Genflyt vil seie at gen blir overførte frå éin organisme til ein annan. Overføring som skjer frå foreldre til avkom via kjønna formeiring, altså forplantning, eller via ukjønna formeiring, blir kalla vertikal genflyt eller vertikal genoverføring. Dette skjer mellom plantar av same art eller beslekta artar. Horisontal genflyt eller genoverføring vil seie at gen blir overførte på andre måtar. Slik genflyt kan skje frå éin art til ein annan, til dømes frå HR-plantar til bakteriar, eller mellom bakteriar.

ikkje-genmodifiserte vekstar blir påverka. Spreiingsdistansen avheng mellom anna av vindretning, vindstyrke og aksjonsradiusen til insekta som pollinerer plantane. Raps, mais og ris er døme på plantar som kan spreie seg over store avstandar.

3.1.3.2 Horisontal genoverføring

Horisontal genoverføring på tvers av artsgrenser (sjå faktaramme) blir no – som den meir kjende vertikale genoverføringa frå foreldre til avkom – sett på som viktig for evolusjonen. Eit døme på horisontal genoverføring forårsaka av menneske, er dei antibiotikaresistente, sjukdomsframkallande bakteriane som no trugar både folke- og husdyrhelsa i mange delar av verda. Overdriven bruk av antibiotika har ført til seleksjon av resistensgen, det vil seie at berre bakteriar med gen for resistens overlever. Resistensgena blir deretter overførte horisontalt innan og mellom bakterieartar. Publiserte studiar tyder på at dei laboratoriemetodane som er tilgjengelege i dag, ikkje vil avsløre til dømes overføring av *epsps*-gen frå plantar til organismar i jordbotnen før det har skjedd i stort omfang.¹⁹ Sjå òg kapittel 3.1.1.5.

3.1.4 Bevaring av biologisk mangfald

Alle organismar er knytte saman i næringsnett der ulike næringskjeder er vovne inn i kvarandre. Slik kan endring i

éin plante få følgjer for andre organismar i næringsnettet. Eit heilt økosystem kan bli endra ved at nøkkelartar får forbetra eller forverra livsvilkår.²⁰ Ved å dyrke HR-vekstar og sprøyte med eit bestemt sprøytemiddel ønskjer ein å ta knekken på ugras, som da blir kalla *målorganismane*. Men ein risikerer i tillegg å påverke både utviklinga og åtferda til andre organismar, og desse blir kalla *ikkje-målorganismar*. Ikkje-målorganismane kan bli påverka både av sprøytemiddelet (sjå kapittel 3.2.2.1.1) og av nye protein som HR-planten produserer.

3.1.4.1 Verknader på helsa til ikkje-målorganismar

Ein bør undersøkje korleis HR-plantane, dei nye, transgene proteina dei produserer, og sprøytemiddelet (sjå òg kapittel 3.2.2.1.1) påverkar både viltlevande pattedyr, fuglar, amfibium, reptil, fisk, insekt og andre leddyr (arthropodar) både i dyrkingsområdet og område i nærleiken. Blant insekta må ein undersøkje korleis både planteetarar, predatorar (rovinsekt), pollinatorar og nedbrytarar (insekt som lever av dautt materiale) blir påverka. Raudlisteartar og prioriterte artar (sjå faktaramme) bør få særskild merksemd i slike studiar.

Innhaldet av resistensprotein som CP4 EPSPS i planten kan saman med opp- eller nedregulering av gen (endra genuttrykksmønster) endre den kjemiske samansetnaden til planten. Endringane kan gjelde få eller mange protein og protein som kan vere særskild viktige, eller som ikkje har noko å seie verken for helsa til plantane eller for ikkje-målorganismar. Ein bør undersøkje om ikkje-målorganismar blir utsette for akutt eller kronisk giftverknad, reaksjonar i immunsystemet, til dømes allergiar, eller effektar som kjem av antinæringsstoff (stoff som hindrar opptaket eller verknaden av viktige næringsstoff). I tillegg bør ein kartleggje om resistensproteinet påverkar forplantningsevna, utviklingshastigheita og overlevingsevna til ikkje-målorganismar.

Ikkje-målorganismane kan bli påverka direkte ved at dei et eller pustar inn plantemateriale frå HR-veksten, eller indirekte gjennom næringsnettet. Ei rekkje virveldyr-artar kan vere konsumentar av HR-vekstar, eller dei kan bli

Raudlisteartar

Raudlisteartar er artar som er klassifiserte etter ein av IUCN-kategoriane (*International Union for Conservation of Nature*) utdøydd (EX), utdøydd i vill tilstand (EW), utdøydd i ein region (RE), kritisk truga (CR), sterkt truga (EN), sårbar (VU), nær truga (NT) eller datamangel (DD).

Prioriterte artar er utpeika etter § 23 i naturmangfaldsloven. Når styresmaktene avgjer om ein art skal reknast som prioritert, legg dei vekt på om utviklinga av bestanden for ein art tyder på at bestanden ikkje er levedyktig, om arten har ein vesentleg del av den naturlege utbreiinga eller genetiske særtrekk i Noreg, eller om arten står på lister i internasjonale konvensjonar.

eksponerte ved at dei inhalerer pollen eller forstøva plantevev. Insekt finn ofte næringa si ved å navigere etter lukta til plantane. Slike flyktige luktstoff kan endrast når kjemien til planten blir endra, noko som igjen påverkar åtferda til insekta når dei leitar etter mat.

Det er særskilt viktig å undersøkje verknader på ikkje-målorganismar på stader der det er relativt tett kontakt mellom dyrka og udyrka område, slik som i Noreg. Ikkje-målorganismar kan bli påverka både i terrestriske økosystem (på land) og i akvatiske økosystem (i vatn). Planterestar og utsondringar frå planterøter kan, avhengig av lokale miljøforhold, bli vaska ut i innsjøar, elvar og bekkar og påverke organismane som lever der. I økosystem i havet kan ikkje-målorganismar mellom anna bli påverka når HR-planten blir brukt til fôr i oppdrett.

Sjå kapittel 3.2.2.1.1 for meir om korleis sprøytemidla kan påverke ikkje-målorganismar.

3.1.4.2 Testmateriale

Den versjonen av CP4 EPSPS og dei andre transgene proteina som plantane produserer, kan vere annleis enn versjonen som bakteriar lagar (sjå kapittel 3.1.1.1.1). Av den grunn er det viktig å gjere studiar av ikkje-målorganismar med proteina slik dei blir laga i HR-veksten. Dessutan får organismane i naturen som oftast i seg meir av planten enn

berre det transgene proteinet, og derfor bør føringsstudiar òg gjerast med heilt plantemateriale eller relevant fôr frå plantematerialet. Forsøka må gjerast i relevante forsøksdyr og cellekulturar.

Det finst nokre få, kortvarige, produsentfinansierte studiar der det er brukt bakterieversjonar av HR-protein. Kunnskapsgrunnlaget er særskilt dårleg når det gjeld helseverknader av det transgene CP4 EPSPS-proteinete samanlikna med til dømes Cry-proteinete som finst i insektresistente genmodifiserte plantar, Bt-vekstar.²¹

I dei fleste studiane som er finansierte av GMO-produsentar, er DNA- eller proteinsekvensar frå dei transgene proteina samanlikna med sekvensane til kjende toksin (giftstoff) eller allergen (stoff som fører til allergi). Men sekvensane er ikkje alltid det viktigaste. I mange tilfelle er det vel så mykje faldinga av proteinete og danninga av kompleks med andre makromolekyl som avgjer om eit protein er giftig eller forårsakar immunreaksjonar. Det gjeld òg andre modifiseringar som påsetjing av sukkergrupper. Desse eigenskapane kan vere heilt ulike når proteinete er uttrykt i ei plantecelle i staden for ei bakteriecelle. Endringane kan gi grunnlag for nye, skadelege immunreaksjonar hos organismar som konsumerer HR-planten. Om slike reaksjonar kan påvisast i føringsforsøk, kjem an på kva for forsøksdyr og forsøksvilkår ein vel.²²

Det er publisert lite forskning om korleis CP4 EPSPS, PAT og andre transgene protein i HR-vekstar verkar på organismar som enten fortærer desse vekstane eller elles kjem borti dei i naturen (sjå òg kapittel 3.1.1.1.1). Nyleg er det publisert studiar med planteversjonen av CP4 EPSPS som viser at CP4 EPSPS-proteinet i *Roundup Ready* soya ikkje blir brote ned så lett som ein til no har trudd.²³ Når proteinet har lang levetid, er det større risiko for at det påverkar ikkje-målorganismar.

3.1.5 Samanlikning med kontrollplantar

For å finne ut korleis den genmodifiserte planten verkar på miljøet rundt, må vi samanlikne med éin eller fleire kontrollplantar (komparatorar). Jordbrukspraksis og bruk av sprøytemiddel og andre innsatsfaktorar (sjå faktaramme s. 37) må vere dei same under testing som når planten skal dyrkast i større skala.

Det er nedfelt som eit prinsipp både i den norske genteknologiloven, i relevante EU-direktiv og i internasjonale avtalar, til dømes Cartagena-protokollen, at genmodifiserte plantar skal vurderast både frå sak til sak og trinn for trinn. Til å byrje med skal det gjerast forsøk i laboratorium, deretter i små feltstudiar («semi-felt») og så i store feltstudiar. Det første ein må gjere, er å identifisere *skilnader*, det vil seie fastslå om planten er lik den ikkje-genmodifiserte varianten med unntak av den forventande endringa. Så må ein avgjere om dei skilnadene ein observerer, tyder på at den genmodifiserte planten gir *skadeverknader* på miljøet eller på helsa til folk, husdyr og villlevande dyr. For å finne ut dette må ein gjere vidare undersøkingar. Til slutt må ein vurdere *risiko*.

Risiko er definert som sannsynet for at kvar enkelt potensielt skadelege effekt skal oppstå, multiplisert med konsekvensane det vil få om effekten oppstår (Risiko = sannsyn x konsekvens). For å kunne utføre ei fullverdig risikovurdering må ein altså ha kunnskap på tre felt. For det første må ein kjenne til alle dei uønskte og skadelege effektane som *kan* oppstå. For det andre må ein vite kor ofte og under kva omstende kvar enkelt effekt kan oppstå. For det tredje må ein kjenne konsekvensane av kvar enkelt effekt og dei samla konsekvensane av effektane. Det seier seg

sjølv at ein aldri kan oppnå full innsikt på alle desse områda. Når ein manglar kunnskap i ein vedtaksprosess, tek ein i bruk kriterium for å vege nytte mot mogleg skade og vurderer om det er grunn til å nytte føre-var-prinsippet.

3.1.5.1 Næraste slektning og same økosystemvilkår

Først må ein undersøkje om den genmodifiserte planten skil seg frå den næraste genetiske (isogene) slektningen, ideelt sett den ikkje-genmodifiserte foreldreplanten. For å kunne samanlikne må dei to vekstane testast under dei same økosystemvilkåra. Det vil mellom anna seie at dei to plantelinjene må såast ut og haustast på same stad og same tidspunkt. Prøvemateriale for samanliknande laboratorieanalyser må òg hentast inn samstundes frå same plantevev og planteorgan. Det same gjeld for innsamling av mål- og ikkje-målorganismar.

3.1.5.2 Eksponering for sprøytemiddel og stressfaktorar

Alle undersøkingane av HR-planten må vere gjorde med plantar som er sprøyta med sprøytemiddelet/sprøytemidla dei er genmodifiserte for å tole. Plantane må òg ha vore utsette for predatorar (rovdyr/rovinsekt) og andre biotiske (levande) eller abiotiske (ikkje-levande) stressfaktorar som naturleg er til stades i miljøet. Abiotiske stressfaktorar kan vere endra næringsinnhald, tørke eller kulde.

3.2 Sprøytemiddelet

3.2.1 Karakterisering av sprøytemiddelet/sprøytemidla

Kjemiske sprøytemiddel, såkalla plantevernmiddelet, blir nytta i landbruket mellom anna for å bli kvitt ugras. Sprøytemiddel mot ugras blir òg kalla herbicid eller ugrasmiddel. For at vi skal kunne vurdere følgjene av å bruke eit sprøytemiddel, må verknadsmekanismane vere kartlagde. Dei kommersielle sprøytemidla som blir brukte på åkrane, inneheld fleire, ofte mange fleire, ingrediensar enn den aktive ingrediensen. Til dømes kan ulike *Roundup*-produkt som er i handelen, i tillegg til den aktive ingrediensen glyfosat innehalde ulike tilsetjingsstoff, såkalla inerte ingrediensar eller adjuvantar, i varierende konsentrasjo-



Sprøytemiddel som driv med vinden frå åkeren til nærområdet, er eit problem ved sprøyting frå fly. Foto: iStockphoto

nar. Slike tilsetjingsstoff kan ha biologiske verknader. Derfor meiner vi med sprøytemiddel ikkje berre den aktive ingrediensen, men heile produktet med emulgatorar, stabilisatorar og andre tilsetjingsstoff.

3.2.1.1 Aktive ingrediensar

Dei genmodifiserte plantane det blir dyrka mest av, *Roundup Ready*-plantar, er resistente mot sprøytemiddel der den aktive ingrediensen er glyfosat. Det blir òg dyrka HR-vekstar som er resistente mot glufosinat-ammonium. Plantar som er resistente mot dicamba, isoxaflutol og 2,4-D og sprøytemiddel i AOPP-gruppa, er òg utvikla, men ikkje

tekne i bruk enno. Sjå faktaramme om aktive ingrediensar side 62.

3.2.1.2 Tilsetjingsstoff

Mange land har i sine regelverk delt herbicid-ingrediensane i to grupper, dei «aktive» og dei «inerte».^{24,25} Dei aktive ingrediensane er dei som drep ugraset, medan dei inerte ingrediensane, eller tilsetjingsstoffa, ikkje er meint å påverke ugraset. Tilsetjingsstoffa blir i nokre samanhengar omtala som «andre ingrediensar», «*adjuvants*» eller «*coformulants*». Dei blir ofte rekna som handelsløyndommar, og det er ikkje noko krav om at dei skal

risikovurderast på same måte som den aktive ingrediensen. Men både i Noreg og i det nye EU-regelverket må det no dokumenterast kva tilsetjingsstoff sprøytemidla inneheld.

Trass i nemninga «inert» kan tilsetjingsstoff vere kjemisk eller biologisk aktive. Mange av testane som krevst for å avgjere om eit sprøytemiddel er trygt, blir gjorde med den aktive ingrediensen åleine og ikkje med det komplette produktet. I mange land står ikkje tilsetjingsstoffa på produktdeklarasjonane, og dei blir ofte omtala som konfidensiell informasjon.²⁶ I eit oversyn over 100 sprøytemiddel til landbruksformål viste det seg at sprøytemidla i gjennomsnitt inneheldt meir enn 50 prosent tilsetjingsstoff.²⁷

Tilsetjingsstoffa kan òg auke dei totale biologiske verknadene av produktet, til dømes ved å påverke nervesystemet, binde seg til DNA slik at det ikkje fungerer normalt (genotoksisk effekt), eller ha hormonhermande eller hormonhemmande verknad, sjå kapittel 3.2.2.1.5. Dette har vore vist i dyre- og cellekulturforsøk med sprøytemiddel der glufosinat, glyfosat eller 2,4-D er aktive ingrediensar. Tilsetjingsstoffa kan òg gjere at sprøytemiddelet lettare trengjer gjennom huda. Ei rekkje studiar har vist at heile produktet kan gå 3–30 gonger lettare gjennom huda enn den aktive ingrediensen åleine.²⁸

POEA (engelsk: *polyethoxylated tallow amine*), som finst i nokre *Roundup*-produkt, er mellom dei stoffa som kan gjere at glyfosat trengjer lettare gjennom cellemembranen. Ifølgje ein del forskingsrapportar kan det òg vere giftig i seg sjølv og gjere at glyfosat blir brote saktare ned og hopar seg opp i levande organismar.^{29,30,31,32} Slike verknader av tilsetjingsstoff kan ha mykje å seie både for villlevande dyr, husdyr og menneske.

3.2.1.3 Nedbrytingsprodukt

Det er forska lite på korleis ulike sprøytemiddel blir brotne ned i plantar og dyr og organismar i jordbotnen. Det same gjeld eigenskapane til nedbrytingsprodukta (metabolittane) og den biologiske og kjemiske aktiviteten deira. Til dømes har det vist seg at AMPA (aminometyl-fosfonsyre),

det vanlegaste nedbrytingsproduktet frå glyfosat, både kan vere giftig og påverke hormonbalansen.³³

3.2.2 Verknader av endra sprøyteregime

Dyrking av HR-vekstar fører til endring i sprøytemiddelbruken og påverkar driftsforma i landbruket. Målet med å nytte HR-vekstar bør vere at bøndene skal kunne kontrollere ugraset betre og sprøyte færre gonger, og slik bruke mindre sprøytemiddel. Det kan òg vere eit mål å erstatte skadelege sprøytemiddel med sprøytemiddel som blir rekna som mindre skadelege, slik som glyfosat. Dersom ein HR-vekst skal bidra til berekraftig utvikling, må eventuelle fordelar som viser seg dei første åra, òg halde seg over tid.

Mellom anna må ein undersøkje om endringar i bruken av sprøytemiddel kan gjere at det biologiske mangfaldet blir påverka på andre måtar enn før. I tillegg til ugraset dei var meint å drepe, kan sprøytemidla påverke andre organismar, såkalla ikkje-målorganismar. Biomangfaldet av ugras og dyr kan bli endra, og det kan òg mikroflora og mikrofauna i jordbotnen. Sprøytemidla kan forårsake endringar i cellesyklus og verke som hormonhermarar eller hormonhemmarar.

Verknadene av endra sprøytemiddelbruk avheng mellom anna av levetida til sprøytemiddelet og nedbrytingsprodukta, i tillegg til mengda og typen sprøytemiddel, om sprøytetidspunktet endrar seg, om faren for avdrift aukar, og om fleire sprøytemiddel brukte saman gir uventa verknader.

3.2.2.1 Bevaring av biologisk mangfald

3.2.2.1.1 Ikkje-målorganismar

Ved å dyrke HR-vekstar og sprøyte med eit bestemt sprøytemiddel ønskjer ein å ta knekken på ugras, som da er *målorganismane*. Men utviklinga og åtferda til organismar ein ikkje ønskjer å skade, kan òg bli påverka. Slike *ikkje-målorganismar* kan bli påverka både av nye protein som HR-planten produserer (sjå kapittel 3.1.4), og av sprøytemiddelet.

Både villlevande pattedyr, fuglar, amfibium, reptil, fisk, insekt og andre leddyr (arthropodar) både i dyrkingsområ-

det og område i nærleiken kan bli påverka. Blant insekta må ein undersøkje korleis både planteetarar, predatorar (rovinsekt), pollinatorar og nedbrytarar (insekt som lever av dautt materiale) blir påverka. Raudlisteartar og prioriterte artar (sjå faktaramme s. 23) bør få særskild merksemd i slike studiar.

Helseverknader kan vere akutte eller kroniske og oppstå tidleg eller etter påverknad over lang tid. Ein må undersøkje om det kan oppstå reaksjonar i immunsystemet, til dømes allergiar, eller effektar som kjem av antinæringsstoff (stoff som hindrar opptaket eller verknaden av viktige næringsstoff). I tillegg må verknader på forplantningsevna, utviklingshastigheita og overlevingsevna til ikkje-målorganismane kartleggjast.

Glyfosat er generelt giftig for plantar. Effekten av glyfosat samanlikna med ulike *Roundup*-samansetnader på andre grupper av ikkje-målorganismar er dårleg undersøkt.

Ikkje-målorganismar kan bli påverka i økosystem både til lands og i vatn. Det er til dømes publisert studiar som viser at glyfosat, glufosinat og 2,4-D er skadelege for ferskvassarthropodar (leddyr) som kan vere moglege nøkkelartar i akvatiske næringsnett, til dømes vasslopper (*Daphnia magna*) og vårfluger (*Trichoptera*; engelsk *caddisflies*).³⁴ Ein nøkkelart er ein art som i forhold til mengda han finst i, har mykje å seie for andre artar i eit økosystem, og bidreg monaleg til å halde økosystemet oppe. Vasslopper er dessutan anerkjende modellorganismar som blir nytta for å oppdage giftverknader som òg kan ramme virveldyr.^{35,36,37}

Sprøytemidla kan påverke ikkje-målorganismar ved å endre vekstsyklusen og celledelinga (sjå kapittel 3.2.2.1.4), ved å verke som hormonhermar eller hormonhemmar (sjå kapittel 3.2.2.1.5) eller på andre måtar.

Mekanismane som gjer at 2,4-D påverkar ikkje-målorganismar, er ikkje fullstendig kartlagde. 2,4-D hemmar fleire enzym som er viktige for korleis cellene reagerer på stress. Når desse enzyma ikkje fungerer, blir celleoverflata svekt, slik at andre stoff enn vanleg kan fraktast inn i og ut av cellene. Nokre forskingsresultat tyder på at 2,4-D kan



Vasslopper (*Daphnia magna*) er eit døme på ferskvassorganismar som kan bli skadde av sprøytemiddel som glyfosat og glufosinat. Foto: Hajime Watanabe (Wikimedia Commons)

påverke DNA og gi kroniske forstyrringar i stoffskiftet.³⁸ 2,4-D har i tillegg til i landbruket òg vore brukt i vassreservoar for å kontrollere algevekst.

Dicamba hemmar mellom anna enzymet acetylcholinesterase, som finst i nervesystemet til dei fleste dyr. Dette har dicamba til felles med fleire grupper av insektmiddel, til dømes organofosfat og carbamat.³⁹ Det ser òg ut til at dicamba aktiverer ei rekkje gen i vårskrinneblom (*Arabidopsis thaliana*) som elles blir aktiverte når planten er utsett for stress. I tillegg blir gen som spelar ei rolle i signalsystema i cellene, aktiverte.⁴⁰

Sjå òg kapittel 3.2.1 om karakterisering av sprøytemidla og kapittel 3.1.4 for meir om ikkje-målorganismar.

3.2.2.1.2 Biomangfald av ugras og dyr

Fleire av sprøytemidla som det er aktuelt å bruke i samband med HR-vekstar, til dømes glyfosat, er generelt giftige for plantar. Når sprøytemiddelbruken endrar seg, bør ein særleg vere merksam på om sjeldne eller viktige plantar tek skade. Ugraset er òg ein del av det biologiske mangfaldet rundt åkeren, og dersom ein drep alt ugraset, kan det redusere det biologiske mangfaldet i næringskjedene. Derfor er det i Noreg ikkje lov å sprøyte åkerkantvegetasjonen.

Den største undersøkinga som til no er gjord av korleis sprøytemiddelresistente plantar verkar på biomangfaldet, er det britiske *Farm Scale Evaluation*-prosjektet, som gjekk over tre år.⁴¹ Hovudkonklusjonen var at biomangfaldet av visse plantar, virveldyr og virvellause dyr var høgare i og omkring ikkje-genmodifiserte raps- og sukkerbeteårkrar enn i tilsvarende GMO-årkrar. Årsaka var at ikkje-GMO-årkrane hadde meir ugras, noko som var viktig for faunaen. Med mais vart resultatet omvendt fordi ikkje-genmodifiserte maisårkrar vart sprøyta med det svært giftige, no forbodne, middelet atrazin, som drap alt ugras. Den genmodifiserte maisen vart sprøyta med glufosinat-ammonium.

3.2.2.1.3 Mikroflora og mikrofauna i jordbotnen

Rotsystema i plantar er avhengige av eit komplekst samspel mellom bakteriar, sopp og mineral i jordsmonnet. Balansen i dette økosystemet, rhizosfæren, avgjer kor godt plantane er verna mot sjukdom, og bidreg til å gjere fotosyntesen effektiv. Når sprøytemidla glyfosat og 2,4-D blir sprøyta på plantane, trekkjer sprøytemidla inn i overflatevevet og ned i røtene, der dei blir skilde ut i jordsmonnet.⁴²⁻⁴³ Dette ser ut til å kunne verke negativt på rhizosfæren, noko som igjen kan påverke helsa og fotosyntesen til plantane og gjere dei meir mottakelege for parasittar og sjukdomsframkallande mikroorganismar.^{44,45} Det vil òg kunne gjere plantane mindre eigna som fôr og mat for villlevande dyr, husdyr og menneske. Nokre studiar tyder på at glyfosat kan skade meitemark og ulike artar av insekt i jordbotnen.⁴⁶ Helander et al. (2012) drøftar om sprøytemiddel kan ha større negative verknader i Norden enn i sørlegare og varmare klimasoner, fordi dei blir brotne saktare ned.

Det er vanskeleg å trekkje generelle konklusjonar frå publiserte studiar fordi økosystem og mikroorganisme-samfunn i jordbotnen er ulike frå stad til stad og gjer at sprøytemidla kan verke ulikt på ulike stader.

3.2.2.1.4 Endringar i vekstsyklus og celledeling

Cellesyklus eller celledelingssyklus er tidsrommet frå ei celle blir danna, fram til ho eventuelt deler seg. Det er publisert ei rekkje studiar som tyder på at mange sprøytemiddel påverkar cellesyklusen og helsetilstanden til cellene i tillegg til den fysiske integriteten, altså styringa av kva som går inn og ut gjennom overflata av cellene. Det gjeld både glyfosat, glufosinat, 2,4-D og Dicamba. Fleire av studiane er frå slutten av 1990-talet, men vekte liten respons. I 2002 kom den første studien som viste at *Roundup* påverka dei første celledelingane hos sjøpiggsvin.⁴⁷ Arbeidet er seinare stadfesta i fleire studiar på celler frå patte-dyr. Desse studiane har til no ikkje fått noko å seie for statusen til glyfosat verken her til lands eller i andre land.

3.2.2.1.5 Endokrine verknader (hormonherming og hormonhemming)

Kjemikaliar som verkar på ein måte som etterliknar og/eller forsterkar naturlege hormoneffektar i dyr, eller som hemmar slike effektar, blir kalla hormonhermarar eller hormonhemmarar (engelsk: *Endocrine Disrupting Chemicals*, forkorta EDC). Det har lenge vore kjent at ei rekkje sprøytemiddel kan fungere som hormonhermarar/hemmarar i ein del dyreartar og celletypar.⁴⁸ Det gjeld òg glyfosat, 2,4-D og dicamba. Resultat frå fleire studiar av *Roundup*-produkt tyder på at andre ingrediensar enn verkestoffa bidreg til og forsterkar den hormonhermande og hormonhemmande effekten til glyfosat, eller at heile effekten kjem av éin eller fleire andre ingrediensar enn verkestoffa.

3.2.2.1.6 Levetid og restkonsentrasjonar av sprøytemiddelet

Kva følgjer det har å endre sprøytemiddelbruken, kjem mellom anna an på kor lenge og i kva konsentrasjonar sprøytemidla og nedbrytingsprodukta frå dei blir verande i plantematerialet og i ulike typar jordsmonn. Det kan avgjere korleis sprøytemiddelet verkar på miljøet, og om



Rapsåker. Foto: Yay Images

det blir meir eller mindre av sprøytemiddelrestar i mat og fôr som blir laga frå HR-vekstar. Til dømes kritiserte fleire fagfolk EFSA for å tilrå godkjenning av *Roundup Ready*-soya til dyrking i EU utan å ta restkonsentrasjonar av glyfosat og nedbrytingsprodukt frå glyfosat med i risikovurderinga. Dei meinte òg at EFSA burde foreslått å overvake moglege helseeffektar av sprøytemiddelrestar i plantematerialet fordi det kunne bli større mengder restar av sprøytemiddel ettersom dyrkingsmåten ville endre seg.

3.2.2.2 Sprøytetidspunkt

Dersom ein bruker eit sprøytemiddel som er giftig for alle typar plantar, må ein sprøyte etter innhausting eller før såing. Med genmodifiserte vekstar som toler sprøytemiddel, kan ein sprøyte gjennom heile vekstsesongen utan at grøden tek skade. Det gjer det mogleg å bruke meir sprøytemiddel enn før viss ein har problem med resistent ugras, og

ein kan òg sprøyte nær innhaustinga. Dette aukar igjen risikoen for miljøskade og risikoen for sprøytemiddelrestar i mat og fôr.

3.2.2.3 Drift av sprøytemiddel med vinden (avdrift)

Partiklar av sprøytemiddel kan drive med vinden til område det ikkje var meininga å sprøyte. Dette kallar vi avdrift. Risikoen for at det skal skje, aukar når det bles, når lufta er tørr, når temperaturen i lufta eller i jorda stig, eller når ein bruker dyser og trykk som lagar fine dropar. Avdrift skjer òg lettare når ein sprøyter frå fly. Sprøytemiddel kan òg fordampe frå åkeren og bevege seg i lufta som gass. Dicamba og 2,4-D er blant dei sprøytemidla som lettast gir avdrift og fordampar og dermed kan skade både vekstar i naboåkrar og ikkje-målorganismar.



Soyaplantasje. Bangalore, India. Foto: Scanpix

3.2.2.4 Mengde og type sprøytemiddel

Når bøndene tek i bruk ein HR-vekst, skal dei i teorien kunne sprøyte mindre og i nokre tilfelle erstatte meir skadelege sprøytemiddel med mindre skadelege. Det er ikkje nødvendigvis sjølv volumet av sprøytemiddel, men kor mykje av den aktive ingrediensen som er til stades, og kor giftig han er, som avgjer verknaden av eitt sprøytemiddel samanlikna med eit anna.

Om sprøytemiddelbruken verkeleg går ned, særleg på lang sikt, er omstridd. Ein rapport frå konsulentfirmaet PG Economics, som baserer seg på tal frå GMO-industrien og marknadsundersøkingar, syner at den globale bruken av sprøytemiddel frå 1996 til 2011 minka med 474 tusen tonn aktive ingrediensar på grunn av bruken av genmodifiserte plantar.⁴⁹ Ifølgje ein rapport basert på statistikk frå det

amerikanske landbruksdepartementet USDA har derimot innføringa av glyfosatresistente plantar gjort at bruken av sprøytemiddel vart redusert frå 1996 til 2001, men deretter auka igjen, slik at bruken av sprøytemiddel var attende på 1996-nivå i 2006 og heldt fram å stige i åra etter.⁵⁰ Frå 1996 til 2010 hadde sprøytemiddelbruken for HR-vekstar i USA gått opp med totalt 239 tusen tonn samanlikna med ikkje-genmodifiserte vekstar. Dyrking av genmodifiserte insektresistente plantar reduserte bruken av insektmiddel med 0,56 tusen tonn i den same perioden. Den totale sprøytemiddelbruken har likevel gått opp med 183 tusen tonn, noko som tilsvarer 7 prosent auke. To andre rapportar, som òg har brukt data frå USDA og EPA (USAs miljø- og naturvernbyrå), trekkjer konklusjonar som går i same retning.^{51,52}

Glyfosatresistent ugras har vorte eit stadig større problem for landbruket (sjå kapittel 3.2.3). I Sør-Amerika har bruken av paraquat, som vart utfasa på 1990-talet, på nytt auka fordi ugras er vorte resistent mot glyfosat.⁵³ Paraquat er forbode i Europa på grunn av faren for helse- og miljøskade. I USA ser det ut til at bruken av 2,4-D har gått opp dei siste ti åra etter å ha gått ned i tiåret før.⁵⁴ Kjemikalieselskapa utviklar no nye sprøytemiddelresistente plantar som toler 2,4-D og andre sprøytemiddel som er giftigare enn glyfosat.

3.2.2.5 Kombinasjonseffektar (additive og synergistiske effektar)

Kombinasjonseffektar er effektar som oppstår når ulike stoff verkar på ein annan måte saman enn kvar for seg. Additive effektar vil seie at samla effekt er lik summen av dei ulike deffektane. Vi snakkar om synergistiske effektar når samla effekt er større enn summen av deffektane. Additive og synergistiske effektar er eit av dei risikoområda det er forska minst på, ikkje berre i samband med HR-plantar, men når det gjeld sprøytemiddelbruk generelt.

3.2.3 Resistens mot sprøytemiddelet hos andre plantar

3.2.3.1 Resistens

Ugras kan utvikle resistens (motstandsevne) mot sprøytemiddel. Slikt ugras vil lettare overleve når ugrasbestanden blir utsett for sprøytemiddel, og vil etter kvart kunne utgjere majoriteten av denne ugrasbestanden. Det resistente ugraset kan òg spreie seg med pollen eller frø til naboåkrar og naturområde i nærleiken. At bøndene kan sprøyte under heile vekstsesongen utan at HR-vekstane tek skade, gjer at dei kan bruke meir sprøytemiddel enn før. Når HR-vekstar blir dyrka i monokultur over store område, er det stor risiko for at ugras utviklar resistens. Utviklinga av ugras som er resistent mot sprøytemiddel, kan gjere at sprøytemidla mistar effekten, og at bøndene må sprøyte med andre og ofte giftigare sprøytemiddel. Det kan setje grenser for bruken av HR-plantar.

Ifølgje *American Chemical Society* driv bønder, kjemikarar, plantegenetikarar og agronomar no eit «våpenkapp-

løp» mot ugras, og særleg mot ugras som har utvikla resistens mot det vanlege sprøytemiddelet glyfosat.⁵⁵ No er ein ny generasjon av sprøytemiddelresistente kulturplantar på veg. Monsanto planlegg å selje dicamba- og glyfosatresistent soya (*Roundup Ready 2 Xtend*) frå 2014, medan Dow Agro-Sciences har utvikla genmodifisert mais, soya og bomull som er resistente mot 2,4-D.

Dow marknadsfører dei 2,4-D-resistente plantane som ei løysing på problemet med at ugras blir resistent mot glyfosat. Men globalt er det allereie påvist 26 ugrasartar frå 16 familiar som er resistente mot sprøytemiddel med same verknadsmekanisme som 2,4-D. Blant dei 26 artane er 17 resistente berre mot 2,4-D. Til samanlikning er det no påvist at 24 artar er resistente mot glyfosat.⁵⁶

Strategien med å genmodifisere plantar slik at dei blir resistente mot nye typar sprøytemiddel, kan føre til at vi gjer oss for avhengige av kjemiske middel for å fjerne ugras.⁵⁷ Den globale spreinga av sprøytemiddelresistente ugrasartar krev etter mange si meining at vi må tenkje radikalt nytt om korleis vi skal verne avlingane mot ugras. Gitt at resistent ugras er det direkte resultatet av overforbruk av sprøytemiddel, vil ikkje problema la seg løyse ved å setje inn nye resistensgen i kulturplantar. Integrerte plantevernstrategiar vil ifølgje mange forskarar vere eit betre og meir berekraftig alternativ.⁵⁸

3.2.3.2 Strategiar for å hindre resistens

Når sprøytemiddel blir nytta i landbruket, er det eit viktig mål å unngå at ugras blir resistent. Det er særleg relevant ved dyrking av HR-vekstar fordi dei er laga for å brukast saman med ein viss type sprøytemiddel. For å få dette til er integrert plantevern (engelsk: IPM (*integrated pest management*)) eller IWM (*integrated weed management*)) ein viktig strategi. Både Noreg og EU satsar på integrert plantevern. Det skal bli normen for korleis planteskadegjerarar skal kontrollerast. Integrert plantevern vil seie å kombinere ulike kjemiske, biologiske og mekaniske tiltak for å halde ugras nede, med mål om å redusere bruken av kjemiske ugrasmiddel så mykje som mogleg. Tiltaka må vurderast etter kva miljø planten veks i.

Døme på strategiar som har vore brukte for å hindre at ugras utviklar resistens ved dyrking av HR-vekstar, er

- å nytte vekstskifte (rotasjon) mellom HR-vekstar og ikkje-genmodifiserte plantelinjer frå eitt år til eit anna
- å unngå monokultur, slik at ein òg dyrkar vekstar der sprøytemiddel med andre verknadsmekanismar kan nyttast
- å setje inn mekaniske tiltak mot ugraset

Å opprette såkalla refugiar (engelsk: *refuges*), det vil seie små område der det ikkje blir sprøytta, vil bidra til å halde det biologiske mangfaldet oppe, men vil ikkje vere ein strategi mot resistant ugras.

HR-vekstar kan òg vere nyttige i antiresistensstrategiar. Ugrasmiddelresistensen som aukar mest for tida både i Noreg og andre land, er toleranse overfor middel i den viktige sulfonylurea-gruppa. Ugrasmiddel i denne gruppa har vore svært viktige i korn dei siste 30 åra. Ein glyfosat-resistent vekst som kunne nyttast i vekstskifte med korn, ville såleis vere nyttig.

3.3 Jordsmonn

Om dyrking av HR-vekstar fører til meir eller mindre jorderosjon, avheng av korleis åkeren blir dyrka. Når bønder tek i bruk HR-vekstar, skal dei ikkje trenge å pløye for å halde ugras vekke, men kan sprøyte i staden. Mindre bearbeiding av jorda gjennom pløying kan hindre erosjon og reduksjon av organisk materiale i matjordlaget. Dette vil ha mykje å seie for jordkvaliteten og avlingspotensialet til jorda. Viss bøndene derimot etter kvart får problem med resistant ugras og er nøydde til å sprøyte meir, fjerne ugraset med maskinar eller byrje å pløye att, vil fordelene med mindre jordbearbeiding bli svekt.⁵⁹

Det er få tilgjengelege studiar som tek for seg spørsmålet om dyrking av HR-vekstar gir høgare eller lågare pH i jordsmonnet. I eit forsøk der det vart dyrka ulike sortar Bt-mais, var det etter fire år med samanhengande dyrking ingen skilnad mellom pH-nivået i jorda der det vart dyrka Bt-vekstar og ikkje.⁶⁰ Det er likevel vanskeleg å seie noko sikkert om desse resultatane kan overførast til HR-vekstar.

Kva pH det er i jordsmonnet, påverkar mellom anna kva næringsstoff som finst, og kor godt plantane tek opp desse næringsstoffa.

I produksjonssystem der det blir dyrka HR-plantar og glyfosat blir nytta for å fjerne ugras, har det over tid vorte mindre av nokre næringsstoff i jordsmonnet.⁶¹ Noko av forklaringa kan vere at glyfosat bind seg til visse mineral i jordsmonnet, som kalsium og magnesium, men det er heller ikkje ukjent at langvarig monokultur i seg sjølv gir underskot av visse mineral (mangelsjukdommar).

Eit anna relevant spørsmål er om dyrking av HR-vekstar kan skade mikroflora og mikrofauna i jordbotnen, sjå kapittel 3.2.2.1.3.

3.4 Vatn

Om dyrking av HR-vekstar fører til mindre pløying, vil dette igjen gjere at jorda held betre på vatnet, og at mindre vatn fordampar frå åkeren. Ifølgje ein litteraturstudie frå Wageningen-universitetet i Nederland har dyrking av HR-soya og HR-mais truleg bidrege til at såkalla jordbevaringsstrategiar (engelsk: *soil conservation strategies*) har vorte meir utbreidde i Nord- og Sør-Amerika, mellom anna på grunn av mindre pløying. Desse dyrkingsstrategiane har òg auka i omfang ved dyrking av plantar som ikkje er sprøytemiddelresistente, men da med høgare forbruk av sprøytemiddel enn da det vart dyrka med pløying.⁶²

Viss dyrking av HR-vekstar fører til mindre sprøytemiddelbruk, vil det gi mindre forureining av grunnvatnet og andre vasskjelder som elvar, bekkar og vatn. I motsett fall kan vasskjeldene bli forureina av «nye» protein frå HR-vekstane eller restar av sprøytemiddel og nedbrytingsprodukt frå sprøytemidla.

Ei anna side ved sprøyteregimet for HR-vekstar er typen sprøytemiddel som blir brukt. Om bøndene går over til å nytte mindre giftige sprøytemiddel, vil det verke positivt på vasskvaliteten. Glyfosat, som er det mest vanlege sprøytemiddelet som blir brukt på HR-vekstar, er mindre giftig enn mange andre sprøytemiddel og blir raskare brote ned i jorda. Men ettersom glyfosatbruken har auka i sam-

band med dyrkinga av HR-vekstar på grunn av at det blir meir glyfosatresistent ugras, kan denne positive effekten bli utjamna. Litteraturstudien frå Wageningen-universitetet konkluderer med at det ikkje finst vitskapleg prov for at bruken av *Roundup Ready* soya har bidrege til betre kvalitet på grunnvatnet.⁶³

3.5 Energi

To av dei viktigaste innsatsfaktorane (sjå faktaramme s. 37) som kan påverke energibruken ved dyrking av HR-vekstar, er drivstoff til landbruksmaskinane og energien som går med til å produsere sprøytemidla. At bøndene ikkje treng å pløye og kan køyre færre gonger over åkeren for å sprøyte i vekstsesongen, vil redusere drivstoffforbruket i samband med dyrkinga av plantane. I teorien er det derfor mogleg å spare energi på å dyrke HR-plantar, men det avheng av at fordelene med mindre pløying og mindre sprøyting held seg over tid. Effekten HR-plantar har på energibruk, er vanskeleg å talfeste basert på det materialet vi har hatt tilgjengeleg.

Spørsmålet om energibruken frå sprøytemidla er todelt: For det første handlar det om kor mykje energi som går med til å produsere sprøytemidla, for det andre om kor mykje sprøytemiddel som blir brukt per hektar. Produksjon av glyfosat krev meir energi enn produksjon av mange andre sprøytemiddel. For at bruk av glyfosat skal gi ein positiv energigevinst, må enten mengda som blir brukt per hektar, vere lågare enn for andre sprøytemiddel, eller så må redusert drivstoffforbruk for landbruksmaskinane vege opp for meirforbruket av energi som går med til glyfosatproduksjonen. Ettersom mykje tyder på at sprøytemiddelbruken har auka etter innføring av HR-vekstar (sjå kapittel 3.2.2.4), verkar det tvilsamt om dyrking av desse vekstane har redusert bruken av energi i produksjonen og i bruken av sprøytemiddel.

3.6 Klima

Spørsmålet om utsleppa av klimagassar aukar eller minkar ved dyrking av HR-vekstar, heng delvis saman med energibruken, ettersom energibruken bidreg til klimagassutsleppa (sjå kapittel 3.5). I tillegg kjem den moglege effekten som mindre pløying kan ha på klimagassutsleppa.

Det har vore vanleg å gå ut frå at pløying frigjer CO₂ som er lagra i jorda, og dermed bidreg til å auke utsleppa av klimagassar. Ifølgje den industrifinansierte ISAAA-rapporten utgjorde dei globale CO₂-innsparingane frå redusert bruk av drivstoff, mindre sprøytemiddel og mindre pløying ved bruk av HR-plantar i 2010 til saman 19 milliardar kilo CO₂, av dei kom 17,6 milliardar kilo frå mindre pløying.⁶⁴ Rapporten frå Wageningen-universitetet framhevar òg at jordbevaringstiltak kan ha mykje å seie for utsleppa av drivhusgassar, men strekar under at dette er omstridd i faglitteraturen.⁶⁵ Den vanlege oppfatninga har vore at mindre jordarbeiding, til dømes på grunn av mindre pløying, gjorde at meir karbon vart lagra i det øvste jordlaget når jorda ikkje vart snudd. Nyare undersøkingar tyder derimot på at endra jordarbeiding ikkje gjer at det blir meir organisk materiale i jorda totalt, men påverkar kvar i jordsjiktet det organiske materialet er plassert.⁶⁶ Det vil seie at mindre pløying ikkje fører til meir binding av karbon i jorda. Basert på denne kunnskapen er det ikkje grunn til å hevde at mindre pløying på grunn av dyrking av HR-vekstar verken vil minske eller auke utsleppet av klimagassar. Det fører derimot til at det blir meir organisk materiale i det øvste jordsjiktet, noko som i seg sjølv er viktig fordi det endrar dei fysiske eigenskapane i jorda og gjer at ho betre leiår og held på vatn og næringsstoff.

4 Berekraftig utvikling: økonomi og samfunn

Mange spørsmål som gjeld berekraftig utvikling og HR-vekstar, kan grupperast både under økonomi og samfunn. Vi har derfor valt å slå saman dei to områda og gruppert spørsmåla til søkjarane i åtte hovudtema med undertema. Desse temaa representerer det vi ønskjer å ta vare på og utvikle på ein berekraftig måte. Spørsmåla til søkjarane er presenterte i tabell 2 (side 15). Hovudtemaa er:

1. Retten til nok, trygg og sunn mat
2. Dyrehelse og dyrevelferd
3. Levekår og lønnsemd for bøndene som dyrkar HR-vekstar, på kort sikt (under 5 år) og lang sikt (over 20 år)
4. Levekår og lønnsemd i produksjonsområdet på kort sikt (under 5 år) og lang sikt (over 20 år)
5. Reglar for sprøytemiddelbruk
6. Plantegenetiske ressursar for mat og jordbruk
7. Uavhengig risikoforsking
8. Fridom til å velje landbrukssystem i framtida

I ein enkeltsøknad vil det på områda økonomi og samfunn vere rettast å samanlikne HR-veksten med den planten han erstattar, eller med det vanlege dyrkingssystemet der planten skal dyrkast. Om fleire HR-vekstar i sum bidreg til berekraftig utvikling viss dei blir godkjende til dyrking eller import, er spørsmål norske styresmakter bør ta ansvaret for å svare på. Det same gjeld spørsmålet om ei eventuell godkjenning samsvarer med måla i norsk matpolitikk.

4.1 Retten til nok, trygg og sunn mat: matsikkerheit, mattryggleik og matkvalitet

Retten til mat vart først anerkjend som ein grunnleggjande menneskerett i menneskerettserklæringa til FN i 1948, og vart seinare stadfesta i FN-avtalen om økonomiske, sosiale og kulturelle rettar, som er bindande for landa som har underteikna.⁷¹ For at vi skal oppnå ei berekraftig utvikling, er retten til mat eit av dei menneskelege grunnbehova som må dekkjast. Retten til mat omfattar både matsikkerheit, mattryggleik og matkvalitet, det vil seie nok og trygg mat av god kvalitet. Viss produkt som blir laga frå HR-veksten, bidreg til auka matsikkerheit, mattryggleik og matkvalitet, kan HR-veksten reknast som eit bidrag til berekraftig utvikling.

FAKTA

Retten til mat: Retten til mat er stadfesta som ein grunnleggjande menneskerett i menneskeretts-erklæringa til FN. FN-komiteen for økonomiske og sosiale rettar definerer retten til mat som oppfylt når «alle menn, kvinner og barn, åleine eller i fellesskap med andre, har fysisk og økonomisk tilgang til fullgod mat eller midlar til å skaffe seg denne maten.»⁶⁷ Retten til mat omfattar både matsikkerheit, mattryggleik og matkvalitet (sjå under). Desse omgrepa overlappar delvis.

Matsikkerheit: FN-organisasjonen for mat og landbruk, FAO, definerer matsikkerheit slik: Alle skal ha fysisk, økonomisk og sosial tilgang til nok, trygg og næringsrik mat for å dekkje ernæringsbehov og matvarepreferansar for eit aktivt og sunt liv.⁶⁸

Mattryggleik: Med mattryggleik meiner vi at maten ikkje skal innehalde smitte- eller giftstoff som gjer han helsefarleg, til dømes sjukdomsframkallande bakteriar og andre mikroorganismar, biologiske og kjemiske forureiningar og tilsetjingsstoff.⁶⁹

Matkvalitet: Matkvalitet kan ein definere som evna maten har til å tilfredsstille forbrukarane sine behov, ønske og krav. Maten skal gi nok energi og innehalde nok næringsstoff, samstundes som han er trygg. Maten skal i tillegg oppfylle krav til smak, lukt, konsistens og lagringsevne. Nokon legg òg vekt på krav til merking og ein miljøvennleg og etisk forsvarleg produksjonsmåte.⁷⁰

4.1.1 Matsikkerheit

Matsikkerheit dreier seg mellom anna om tilgang på nok mat. Endringar i utbytte og innsatsfaktorar (sjå fakta-ramme s. 37) spelar ei rolle for om det blir produsert meir eller mindre mat når ein bonde går over til HR-vekstar. Om HR-vekstane skal brukast til mat, fôr, drivstoff eller materiale, er òg relevant.



At alle menneske har tilgang på nok, trygg og næringsrik mat, bidreg til berekraftig utvikling. Frå Filippinane.
Foto: © Hartmut Schwarzbach / Argus / Samfoto PHL

4.1.1.1 Endringar i utbytte og innsatsfaktorar

Dersom utbyttet per arealeining aukar når bonden går over til HR-vekstar, tel det i utgangspunktet positivt fordi det blir meir mat. Likevel er det ikkje nok å berre vurdere om HR-vekstane gir auka avlingar, ettersom ein eventuell avlingsauke òg kan avhenge av at bonden bruker meir av innsatsfaktorane. Med innsatsfaktorar meiner vi her arbeidsinnsats, kapital, sprøytemiddel, gjødsel, drivstoff m.m. (sjå kapittel 4.3.3.1). For å vurdere kor store avlingane er i forhold til kva ressursar som krevst for å produsere avlingane, bør ein heller undersøkje om innsatsfaktorar per utbytteeining endrar seg ved dyrking av HR-vekstar. Viss innsatsfaktorar per utbytteeining endrar seg, kan det påverke både kor stor avling bonden ønskjer å produsere,

og kor mykje ho/han til slutt får produsert. Viss HR-vekstar gjer at det blir brukt mindre av innsatsfaktorar som er viktige og knappe i matproduksjonen, som til dømes fosfor, per produsert eining, kan det òg bidra til at matsikkerheita aukar. Sjå elles kapittel 4.3.3 om utvikling av kostnader og inntekter for bøndene.

4.1.1.2 Mat, fôr, drivstoff eller materiale

Om og kor mykje HR-vekstar bidreg til å endre matsikkerheita, kjem òg an på om planten skal nyttast til mat, fôr, drivstoff, materiale eller klede. Nokre HR-vekstar, som HR-soya, blir nytta mest til mat og fôr, medan andre først og fremst blir nytta i industrien. Til dømes blir fiber frå bomull brukt til å produsere klede, andre delar av planten går til

fôr, medan olje frå frøa òg blir brukte til mat. Frå HR-raps blir olje utvunnen til bruk i mat- og fôrproduksjon og i biodrivstoff, medan restane frå oljepressinga blir brukte til dyrefôr. HR-sukkerbete blir brukt i sukkerproduksjon.

HR-vekstar bidreg mest til matsikkerheit viss dei skal brukast til mat, fordi ein får meir energi igjen når plantane blir nytta direkte til mat, enn når dei går til dyrefôr. FNs miljøprogram UNEP har rådd til å redusere subsidieringa av førstegenerasjons biodrivstoff som konkurrerer med matproduksjon, og å bruke mindre korn til fôr for å betre tilgangen på mat.⁷² I vurderinga av berekraft tel det derfor positivt om HR-vekstane er laga for å nyttast til mat. HR-vekstar som ikkje blir nytta til mat, konkurrerer i ein del tilfelle om areal med matproduksjon, men ettersom konflikstar om arealbruk ikkje er knytte til genmodifiserte plantar åleine, bør det verken telje positivt eller negativt om HR-vekstane ikkje skal nyttast til mat. Ein HR-vekst som ikkje skal nyttast til mat, kan dessutan bidra positivt til berekraft på andre måtar.

Ein HR-vekst kan bli vurdert annleis viss han skal dyrkast i land der den tilsvarande ikkje-genmodifiserte veksten er den viktigaste matplanten. Det gjeld til dømes mais, som er ein særskilt viktig matplante i Mellom-Amerika, Aust-Afrika og det sørlege Afrika. Dei som et mykje mais, vil bli hardast ramma viss maisen verkar negativt på helsa. Det kan òg vere viktig å unngå at HR-maisen kryssar seg med lokale sortar, noko som er særleg relevant i land som er opphavssentrum for mais (sjå kapittel 4.6.1).

4.1.2 Mattryggleik

Mattryggleik vil seie at maten ikkje skal innehalde stoff som gjer han helsefarleg. Fordi HR-plantar blir utvikla for å skulle brukast saman med visse sprøytemiddel, er restar av sprøytemiddel og nedbrytingsprodukta frå sprøytemidla relevante for mattryggleiken. Det er òg relevant om genmodifiseringa i seg sjølv har ført til endringar i planten som kan påverke helsa.

4.1.2.1 Sprøytemiddelrestar i mat og fôr

Sprøytemiddelrestar i mat og fôr kan vere helseskadelege viss det er for mykje av dei. Derfor har vi i Noreg grense-

verdiar for kor mykje og kor nær innhaustinga det er lov å sprøyte, og kor mykje restar av sprøytemiddel som er til-late i mat og fôr. Både Noreg og EU har som mål å redusere påverknaden frå sprøytemiddel i landbruket.

Det finst i dag både rapportar som viser til at bruken av sprøytemiddel har auka, og rapportar som viser til at bruken har minka etter innføring av HR-vekstar (sjå kapittel 3.2.2.4). Det er derfor ikkje gitt at bruk av HR-plantar fører til at sprøytemiddelbruken går ned på lang sikt, og at bøndene går over til meir miljøvennlege sprøytemiddel. Viss sprøytemiddelbruken på lang sikt aukar og sprøyte-tidspunkta endrar seg, aukar òg risikoen for skadelege restar av sprøytemiddel i mat og fôr. HR-veksten bidreg i så fall negativt til berekraftig utvikling.

Moglege helseverknader kan komme av både sprøytemiddelet sjølv (den aktive ingrediensen og tilsetjingsstoffa) og nedbrytingsprodukta. Det finst i dag lite kunnskap om dei biologiske verknadene av nedbrytingsprodukt frå sprøytemiddel. Vi manglar òg kunnskap om den såkalla «cocktail-effekten», altså kva som hender når mange kjemiske stoff frå sprøytemiddel eller nedbrytingsprodukt verkar samstundes. Viss ein HR-vekst er resistent mot fleire sprøytemiddel, bør ein særskilt vurdere risikoen knytt til samverknader av sprøytemiddelrestane. Sjå elles kapitla 3.1.1.4 og 3.2.1.

4.1.2.2 Helseverknader av den genmodifiserte planten

Å ete mat frå HR-vekstar kan i teorien påverke helsa både gjennom sprøytemiddelrestar (sjå kapittel 4.1.2.1) og gjennom endringar i planten på grunn av genmodifiseringa. Ulike typar verknader kan vere akutt eller kronisk giftverknad, reaksjonar i immunsystemet, til dømes allergiar, eller effektar som kjem av antinæringsstoff (stoff som hindrar opptaket eller verknaden av viktige næringsstoff). Endringar i stoffskifte og forplantingsevne må òg undersøkjast.

Etter det vi veit, er det til no ikkje publisert studiar av moglege helseeffektar på menneske av å innta mat frå HR-vekstar eller puste inn pollen og frørestar frå HR-vekstar.

Som nemnt i kapittel 3.1.4 finst det få publiserte studiar med forsøksdyr og celler i kultur av moglege giftverknader og immunologiske verknader av komplett plantemateriale eller det reinsa nye, transgene proteinet CP4 EPSPS slik det blir laga i planten.

Resultata frå det første langvarige fôringsforsøket med ein sprøytemiddelresistent vekst, *Roundup Ready*-maisen NK603, vart publiserte i 2012.⁷³ Dette var den første fôringsstudien som gjekk over to år, det vil seie eit heilt livsløp for rottene. Forskarane rapporterte om brystkreft, nyre- og leverskadar som stort sett oppstod på seinare tidspunkt enn tidlegare fôringsforsøk har vore avslutta, men studien hadde manglar. Ettersom det var den første studien i sitt slag og forskarar er usamde om korleis resultatata skal tolkast, er det rimeleg å krevje at studien blir følgd opp med fleire livstidsfôringsforsøk på rotter.

4.1.2.3 Forsøksmateriale

Når ein skal undersøkje korleis ein HR-vekst og sprøytemiddelet verkar på helsa til menneske og husdyr, bør ein gjere forsøk med proteina i den forma dei finst i HR-veksten, og forsøk med heilt plantemateriale eller relevant fôr frå plantematerialet. Les meir om dette i kapittel 3.1.4.2.

4.1.3 Matkvalitet

Matkvalitet handlar om forbrukarane sine behov, ønskjer og krav og forventningar til maten. Relevant her er mellom anna lagringseigenskapar, kor godt maten er eigna til ulike typar foredling, kva næringsstoff maten inneheld, og mengda næringsstoff og energi. I tillegg kjem andre eigenskapar som konsistens, farge, lukt, smak og utsjånad.

4.1.3.1 Næringsstoff og energi

HR-vekstar er i utgangspunktet ikkje laga for å endre nærings- eller energiinnhaldet i plantane, men for å vere resistente mot sprøytemiddel. Fordi ein ikkje kan kontrollere kvar i DNA-et dei nye gena hamnar, kan genmodifiseringa i seg sjølv føre til uventa endringar i HR-planten. Til dømes kan næringsinnhaldet endre seg. Dette må undersøkjast før planten kan godkjennast.

FAKTA

Innsatsfaktorar

Innsatsfaktorar blir i økonomisk teori definerte som ressursar som blir brukte i ein produksjonsprosess. I jordbruket omfattar dette arbeid, naturressursar som jord og vatn, eller realkapital, det vil seie konkrete, fysiske ting som maskinar, reiskapar, såvarer, gjødsel, sprøytemiddel og vatningsteknologi.

4.1.3.2 Lagringseigenskapar

Mengda mat som blir kasta eller går tapt under produksjonen, er ei stor utfordring for berekraftig matproduksjon over heile verda. FN's mat og landbruksorganisasjon FAO og det svenske Institutet för Livsmedel och Bioteknik rekna i 2011 med at ein tredel av all mat som blir produsert for å bli konsumert av menneske, det vil seie 1,3 milliardar tonn, går tapt under produksjonen eller blir kasta.⁷⁴ Svinn i produksjonen førekjem både som avlingstap under dyrking og etter at planten eller produktet frå planten er komme inn i logistikkjeda. At ein vekst har eigenskapar som gjer at han held seg betre under lagring, kan gjere at det blir mindre svinn, og at både matkvaliteten og matsikkerheita aukar.

Foreløpig er det ikkje noko som tyder på at HR-vekstar held seg betre eller dårlegare under lagring enn andre vekstar. Ei generell utfordring med monokulturar og redusert jordarbeiding (mindre pløying), er at det kan bli meir fusarium-sopp i plantane, noko som fører til meir svinn. Dette kan òg vere relevant ved dyrking av HR-vekstar.

I utviklingsland er avlingstap under dyrking eit større problem enn svinn seinare i produksjonskjeda. Viss ein kan hindre avlingstap, vil det kunne sørgje for meir mat og gjere maten billegare, noko som særleg er viktig i fattige område.



Kyllingproduksjon på Høylandet i Nord-Trøndelag. Foto: Annemor Larsen / VG

4.1.3.3 Fordelar for forbrukaren

HR-vekstar er genmodifiserte til å tole sprøytemiddel. Dette er ein eigenskap som stort sett berre er ein fordel for bonden. Forbrukarane har ikkje nokon direkte fordelar av HR-vekstar, i motsetnad til plantar som er genmodifiserte slik at dei inneheld vitamin eller ekstra/andre næringsstoff. Dyrking av HR-vekstar kan derimot gjere at det trengst mindre av innsatsfaktorane, og dermed indirekte føre til billigare matvarer, fôr og biodrivstoff. Men det er usikkert om det verkeleg trengst mindre av innsatsfaktorane, særleg på lang sikt. På grunn av dette og andre forhold som kontraktar/rammevilkår og kostnader og inntekter (sjå kapittel 4.3) er det vanskeleg å konkludere med om produkta verkeleg blir billigare.

4.2 Dyrehelse og dyrevelferd

God dyrehelse og dyrevelferd er òg viktige føresetnader for berekraftig utvikling. I dag går det meste av HR-maisen og HR-soyaen som blir produsert i verda, til dyrefôr. Når vi skal vurdere om HR-vekstar gjer nokon skilnad for helse og velferda til husdyr, er det relevant å stille spørsmål om fôrkvaliteten blir betre eller dårlegare.

Med god fôr kvalitet meiner vi at fôret skal gi nok energi og innehalde nok næringsstoff, samstundes som det er trygt å ete. Alle husdyr har ein eigenverdi, og bør derfor ha nok fôr til å overleve, og nok og trygt fôr som gjer at dei trivst og ikkje blir sjuke. Fôr kvalitet er òg viktig fordi det gir betre kvalitet på produkta, eitt døme er kjøtt som smakar godt

og gir god næring. I tillegg skal ikkje folk bli sjuke av produkta verken på kort eller lang sikt. Bønder og fiskeoppdrettarar ønskjer òg å nytte fôr som gir dyra god helse, fordi det lønner seg at dyra er friske.

Dei spørsmåla som vi drøftar i kapittel 4.1.2 om mattryggleik, sprøytemiddelrestar, helseverknader og forsøksmateriale, bør òg stillast om fôr til dyr. Ein bør finne ut om fôret kan ha uønskte verknader på helsa, som akutt eller kronisk giftverknad, reaksjonar i immunsystemet, til dømes allergiar, eller effektar som kjem av antinæringsstoff (stoff som hindrar opptaket eller verknaden av viktige næringsstoff). I tillegg bør ein undersøkje om forplantningsevna og stoffskiftet blir påverka. Sjå òg kapitla 3.1.4.1 og 3.1.4.2 om ikkje-målorganismar og kapittel 4.1.3.1 om næringsstoff og energi.

4.3 Levekår og lønnsemd for bøndene som dyrkar HR-vekstar, på kort sikt (under 5 år) og lang sikt (over 20 år)

Levekår og lønnsemd er relevante tema for berekraftig utvikling innan områda økonomi og samfunn. Det gjeld både bøndene og gardsarbeidarane som dyrkar HR-vekstar, og resten av befolkninga i produksjonsområdet. Berekraftig utvikling skal vurderast i eit langsiktig perspektiv, og utviklinga skal sørge for at framtidige generasjonar òg får tilfredsstilt dei grunnleggjande behova sine.

Det er likevel ikkje praktisk mogleg å føreseie utviklinga av levekår og lønnsemd for all framtid. Ved å rekne «lang sikt» som minst 20 år, krev vi ei vurdering som i det minste strekkjer seg over meir enn éin generasjon.

Relevante berekrafttema for bøndene som dyrkar HR-vekstar, er helse og sikkerheit, kontraktar og rammevilkår, utviklinga av kostnader og inntekter, agronomiske forhold og retten til såfrø.

4.3.1 Helse og sikkerheit

Helsa til bønder og gardsarbeidarar kan bli påverka i samband med dyrking av HR-vekstar ved at sprøytemiddelbruken endrar seg. Etersom HR-vekstane er laga for å bli nytta saman med visse sprøytemiddel, er det viktig at

bønder og gardsarbeidarar får opplæring og informasjon om kor giftige sprøytemidla er. Dessutan må dei få tilgang på rett verneutstyr.

I mange utviklingsland er HMS-system (helse-, miljø- og sikkerheitssystem) lite utvikla. Mange av brukarane manglar kunnskap om sprøytemidla og/eller nyttar dei feil. I tillegg blir tomme sprøytemiddeldunkar brukte til å lagre mat og vatn. Mange får heller ikkje tilgang på verneutstyr, eller dei har ikkje råd til verneutstyr.

Det er òg skilnad på om ein går over frå eit landbruk *med* sprøytemiddel til eit landbruk med HR-vekstar, eller frå eit landbruk *utan* sprøytemiddel og over til HR-vekstar. For dei som før har brukt sprøytemiddel, kan HR-vekstar gi fordelar viss bøndene/gardsarbeidarane kan bruke meir helse- og miljøvennlege sprøytemiddel og mindre mengder sprøytemiddel. Endringar i sprøytemiddelbruk er i tillegg til miljøpåverknad relevant både for helse og sikkerheit og for lønnsmda for bøndene. Helseverknader av sprøytemiddel er omtala i kapitla 3.2.1, 3.2.2.1.4 og 3.2.2.1.5.

4.3.2 Kontraktar og rammevilkår

Fleire selskap som sel HR-vekstar, krev at bøndene signerer ein kontrakt før dei får kjøpe og dyrke HR-vekstane. I tillegg kan dei måtte betale lisens eller teknologiavgift når dei kjøper såfrø.

Fordi det er nokre få produsentar som sel genmodifiserte plantar og innsatsfaktorar, kan dei opptre monopolistisk. Frøselskap kan selje såvarer og innsatsfaktorar billeg i ein introduksjonsfase, for så å setje opp prisane når kunde-forholda er etablerte. Dette kan føre til at bønder som dyrkar genmodifiserte vekstar, får mindre valfridom.⁷⁵ Til dømes kan det vere vanskeleg å byrje å dyrke GMO-fritt etter nokre år med HR-vekstar viss bøndene er bundne av kontraktar.

Selskapa bør òg gi bøndene den informasjonen dei treng om såkornet, sprøyteplanar (kor ofte, korleis og med kva middel dei bør sprøyte) og korleis dei kan førebyggje resistent ugras. Slik kan bøndene få mest mogleg igjen for innsatsfaktorane, samstundes som dei tek omsyn til miljøet.

Sjå òg kapittel 4.3.5 om bøndene sin rett til såfrø og kapittel 4.7 om uavhengig risikoforskning.

4.3.3 Utviklinga av kostnader og inntekter for bøndene på kort sikt (under 5 år) og lang sikt (over 20 år)

Korleis kostnader og inntekter for bøndene utviklar seg, avgjer lønnsmda for bøndene på kort sikt (under 5 år) og lang sikt (over 20 år). Lønnsmda påverkar igjen levekåra. Dyrking av HR-vekstar kan påverke produksjonskostnadene ved at det trengst meir eller mindre av innsatsfaktorane (sjå faktaramme s. 37) i dyrkinga av HR-vekstar samanlikna med ikkje-genmodifiserte vekstar. Endringar kan skje både på kort og lang sikt. Særleg aktuelt på lang sikt er spørsmålet om ugras fortare blir resistent mot sprøytemiddelet som skal brukast saman med HR-veksten.

4.3.3.1 Innsatsfaktorar

HR-vekstar er meint å redusere produksjonskostnadene ved at bøndene kan nytte mindre av innsatsfaktorane sprøytemiddel, pløying, drivstoff og arbeidsinnsats samanlikna med ikkje-genmodifiserte vekstar. Viss det trengst mindre sprøytemiddel og mindre pløying for å dyrke HR-vekstar, og andre kostnader ikkje aukar, vil bonden spare både tid og pengar. Særleg vil det vere positivt om det trengst mindre pløying og anna jordarbeiding i dyrkingsområde der det er problem med jorderosjon. HR-vekstar kan òg redusere arbeidsbehovet i område der det krevst mykje arbeidskraft for å luke ugras.

Erfaringane frå «den grøne revolusjonen» viser at det for småbønder kan vere viktigare å redusere prisen på innsatsfaktorar som gjødsel, frø og vatning, eventuelt gjennom å nytte mindre av innsatsfaktorane, enn å auke avlingane (jamfør kapittel 4.3.4.1). Om sprøytemiddelbruken og arbeidsinnsatsen verkeleg går ned utover dei første åra med dyrking av HR-vekstar, er omstridd (sjå kapittel 3.2.2.4).

Prisen på såfrø har òg mykje å seie for produksjonskostnadene. Viss HR-veksten er dyrare enn såvare for tilsvarende ikkje-genmodifiserte vekstar, kan det vere negativt for bøndene. Om HR-veksten derimot er dyrare,

men gjer at bøndene treng mindre av andre innsatsfaktorar, kan dei likevel spare pengar.

Ønske frå forbrukarane, som særskilde krav til smak, næringsinnhald eller produksjonsmåte, er òg med på å avgjere om det er mogleg å ta same eller høgare prisar og dermed halde oppe eller auke lønnsmda i produksjonen.

4.3.3.2 Resistent ugras

Berekraftig utvikling skal vurderast over fleire generasjonar. Viss den første generasjonen som dyrkar HR-vekstar, nyt godt av eventuelle fordelar, medan neste generasjon må bere eventuelle byrder, kjende eller ukjende, bidreg HR-veksten ikkje til berekraftig utvikling. Utvikling av resistent ugras kan vere ei slik byrde. Utgiftene til innsatsfaktorar kan gå ned frå første dag ved at det trengst mindre sprøytemiddel. Men utgiftene kan auke igjen etter fleire vekstsesongar viss ugras blir resistent mot sprøytemiddelet, slik at bøndene må nytte meir sprøytemiddel eller bli kvitt ugras på andre måtar (sjå kapittel 3.2.3). For å unngå at lønnsmda på lang sikt blir dårlegare, bør det vere planlagt eller utført risikovurderingar og mottiltak mot resistensutvikling.

4.3.4 Agronomiske forhold

HR-vekstar høver ikkje nødvendigvis like godt for alle typar landbruk. Ettersom desse vekstane er utvikla for at dei skal dyrkast med bruk av visse sprøytemiddel, vil dei kunne ha ulike følgjer for småskala- og storskalalandbruk. At mange HR-vekstar er såkalla hybridvekstar (sjå kapittel 4.3.4.2) har òg mykje å seie for kva typar landbruk dei er tilpassa.

4.3.4.1 Småskalalandbruk

Halvparten av menneska på jorda bur i byar og bynære strøk. Den andre halvparten bur på landsbygda, og om lag 2/3 av dei som bur på landsbygda, er matvareprodusentar. Dei fleste bønder i verda er småbønder av ulike slag, og mange av dei produserer mat med utgangspunkt i lokale nyttevekstsortar og husdyr som er tilpassa dyrkingsforholda der dei bur. Desse plantesortane og husdyrrasane bidreg til å halde oppe eit stort biologisk mangfald i landbruket.^{76,77} Tradisjonelt nyttar småbøndene driftsformer som krev lite av innsatsvarer utanfrå, som innkjøpt såfrø og sprøyte-



Plukking av bomull. Foto: ©Link / Samfoto

middel. Dei produserer først og fremst for lokale marknader og for sjølvberging. Produksjon til lokale og nasjonale marknader er viktig mellom anna fordi det kan truge matsikkerheita om eit land blir for avhengig av import.

Arbeidstidsstudiar av småskalaproduksjon viser at mykje tid går med til luking, og at det i mange kulturar først og fremst er kvinnene som utfører lukinga. Småbønder mistar ofte mykje av avlinga på grunn av ugras og skadedyr, og kan kanskje berre hauste mellom halvparten og tre fire-delar av den potensielle avlinga. I utgangspunktet ville det vere attraktivt om dei kunne produsere meir netto utan å arbeide vesentleg meir, og det er mogleg at HR-vekstar kan bidra til dette. Men småbønder har ofte lite kjøpekraft, bur og driv jordbruk langt frå allfarveg, og har lite støtte frå landbruksrettleiing og forskning som er tilpassa dyrkings-

forholda og måten dei driv på. Det er i dag berre i moderat grad mogleg å endre produksjonsformene slik at småbøndene kan dra nytte av HR-vekstar. Dei HR-vekstane som i dag blir marknadsførte til bruk i produksjonssystema til småbønder, er derfor få og har eit smalt genetisk grunnlag. Dei er òg ofte dårleg tilpassa dei meir marginale forholda småbønder, særleg i utviklingsland, lever og verkar under. Moderne såfrø gir ofte dårlegare avkastning enn dei tradisjonelle sortane på slike stader fordi småbøndene ikkje har tilgang på innsatsfaktorane som trengst.

Når HR-vekstane er dårleg tilpassa driftsforholda, kan småbøndene oppleve avlingssvikt, samstundes som dei ikkje kjem seg ut av gjeldsknipen som kan oppstå, fordi dei ikkje får nye lån og kredittar som kan hjelpe dei å betale tilbake eventuell gjeld til seljarar av såvarer og

sprøytemiddel. Seljarane på si side kan ta pant i avlingar, reiskapar eller eigedom. I utviklingsland er HMS-system (helse-, miljø- og sikkerheitssystem) dårleg utvikla. Det fører til fleire helseskadar hos dei som bruker sprøytemiddel, og større fare for at naturen blir forureina, både gjennom sprøyteprosessen og gjennom lagring av sprøytemiddel.

Småskalaprodusentar i i-land kan lettare handtere utfordringane med sprøytemiddelbruk og eventuell avlingsvikt. Slik det er i dag, vil det særleg vere småbønder i utviklingsland som kan bli sårbare dersom nasjonale landbruksdepartement eller effektive private salsorganisasjonar freistar å påverke småbønder til å ta i bruk produksjonssystem som krev at dei bruker meir av relativt uprøvde innsatsvarer, som HR-vekstar, utan å sjå det i samanheng med ei meir generell styrking av infrastruktur, kunnskapssystem og høve til finansiering.

4.3.4.2 Hybridar

Hybridvekstar er krysningar mellom plantar med ulik genetisk bakgrunn. Når avkommet er betre enn begge foreldreplantane, blir det kalla heterosis eller kryssingseffekt. Det meste av maisen som blir brukt i moderne storskalalandbruk, er såkalla hybridar, enten vekstane er genmodifiserte eller ikkje. Det blir òg dyrka mykje hybridar av bomull og noko av raps, men ikkje av soya. Den vanlegaste måten å få fram hybridar som er betre enn foreldreplantane, på, er å foredle fram to reine linjer og krysse dei med kvarandre. Dersom avkomma, som er hybridar, etterpå blir kryssa med kvarandre, får ein plantar som er dårlegare enn foreldra sine. For å få den same kryssingseffekten for kvar avling kan bøndene derfor ikkje ta såfrø frå eiga avling, men må kjøpe nye frø kvart år.

Den HR-maisen som blir dyrka i dag, er hybridar. Mange HR-vekstar er hybridar mellom ein HR-vekst og ein insektresistent vekst, eller mellom ein HR-vekst som toler glyfosat, og ein HR-vekst som toler glufosinat. Reine linjer av HR-mais kan òg kryssast med linjer av vanleg mais for å få fram ein hybrid.

Hybridar krev generelt meir av innsatsfaktorar som vatn og sprøytemiddel og spesialkunnskap om korleis plantane

bør dyrkast for å få størst mogleg utbytte. I nokre tilfelle kan bøndene måtte ta opp lån for å finansiere innsatsfaktorane. Dagens HR-variantar av mais eignar seg derfor mindre for småbønder i utviklingsland.

4.3.5 Retten til såfrø

Gjennom ti tusen år har bønder utvikla tusenvis av sortar av dei viktigaste kulturplantane våre, som er grunnlaget for all matproduksjon. Lokale sortar er tilpassa lokale forhold, og bønder tek vare på det genetiske mangfaldet ved at dei utviklar og held ved like sortane og held oppe kunnskapen om korleis dei skal dyrkast. Det er eit dilemma at denne kunnskapen kan bli borte viss dyrkarane går over til å kjøpe såfrø kvart år.

For å kunne foredle vidare og få fram nye sortar er bønder og planteforedlarar heilt avhengige av tilgang til eit rikt mangfald av genetisk variasjon (sjå òg kapitla 4.6 og 5.3.1). Plantetraktaten i FAO (FNs mat- og landbruksorganisasjon), som Noreg er tilslutta, slår fast korleis vi skal sikre plantemangfaldet for framtida gjennom bevaring og berekraftig bruk.⁷⁸ Traktaten stadfestar korleis bøndene har bidrege til å utvikle det plantemangfaldet vi har i dag, og at statane har eit ansvar for rettane til bøndene. Bøndene bør mellom anna ha rett til å ta del i avgjerdsprosessar, rett til å motta utbyttefordeling av forteneeste som blir til ved bruk av genressursar, og rett til å ta vare på, byte og selje såfrø frå eiga avling.⁷⁹ Ei rekkje undersøkingar viser at rettane til å ta vare på såfrø frå eiga avling blir rekna som dei viktigaste for at bønder skal vere i stand til å ta vare på og vidareutvikle plantemangfaldet for framtida.^{80,81,82,83,84}

Å bruke såfrø frå eiga avling er særskilt viktig for småbønder i utviklingsland (jamfør kapittel 4.3.4.1), men òg i Noreg bruker om lag éin av fem bønder såkorn frå eiga avling. I Noreg gir planteforedlarretten bøndene lov til å nytte frø frå eiga avling og byte såvare av verna sortar seg imellom, men dei har ikkje rett til å selje såvare frå verna sortar. Styresmaktene har vurdert denne løysinga som den beste balansen mellom rettane til bøndene og rettane planteforedlarane har til kompensasjon og utbytte frå planteforedlinga.



Rapsplantar som har spreidd seg, Frankrike. Foto: Scanstockphoto

Viss den genmodifiserte planten er ein hybrid (sjå kapittel 4.3.4.2), er det derimot ikkje like aktuelt for bøndene å ta vare på såfrø.

4.4 Levekår og lønnsemd i produksjonsområdet på kort sikt (under 5 år) og lang sikt (over 20 år)

For at ein HR-vekst skal bidra til berekraftig utvikling, bør han verke positivt på levekåra og lønnsemda ikkje berre til bøndene som dyrkar HR-veksten, men òg til dei andre som bur i produksjonsområdet, både på kort sikt (under 5 år) og lang sikt (meir enn 20 år). Relevante tema her er helse og sikkerheit, demokratiske rettar og lønnsemd for bønder som ikkje dyrkar HR-vekstar, sysselsetjing, eigedomsforhold, overvaking av GMO og økonomiske følgjer av endringar i økosystemfunksjonar.

4.4.1 Helse og sikkerheit

Eit viktig tema når det gjeld helse og sikkerheit i produksjonsområdet, er sprøytemidla som bønder og gardsarbeidarar (sjå kapittel 4.3.1) og andre innbyggjarar blir utsette for. Endringar i sprøyteregime, som kva typar og kor store mengder sprøytemiddel som blir nytta, levetida for sprøytemidla og nedbrytingsprodukta og tidspunktet for sprøyting er relevant (sjå kapittel 3.2.2). Kva metodar som blir nytta til å sprøyte, har òg mykje å seie for korleis helsa til befolkninga blir påverka. Særleg er sprøyting frå fly omdiskutert fordi det ofte fører til at sprøytemidla driv med vinden frå åkeren til nærområdet (avdrift) (sjå kapittel 3.2.2.3). Sprøyting med fly blir nytta i industrielt landbruk generelt, og ut frå tilgjengelege data er det liten grunn til å tru at dyrking av HR-vekstar i seg sjølv gjer det meir

eller mindre aktuelt å sprøyte frå fly samanlikna med anna industrilandbruk.⁸⁵ Om mengda og typen sprøytemiddel som blir brukt, endrar seg, er meir relevant. Helseverknader av sprøytemiddel er omtala i kapitla 3.2.1, 3.2.2.1.4 og 3.2.2.1.5.

4.4.2 Dei demokratiske rettane og lønnsenda til andre bønder

Når ein bonde vel å dyrke HR-vekstar, kan dette valet òg påverke andre bønder i området. Det kan hende at nabo-bønder får avlingar forureina via pollenspreiing eller såfrø. Men det kan òg vere at bønder blir ramma av genforureining fordi dei nyttar felles landbruksmaskinar, eller fordi nokon transporterer HR-avlingar og HR-såfrø gjennom områda deira. Sjølve bruken av sprøytemiddel kan òg påverke naboen. Viss naboen ikkje dyrkar HR-vekstar, vil avlingane hans bli påverka negativt ved utilsikta sprøyting eller sprøytemiddel som driv med vinden. Naboar kan òg få større vanskar med ugras, enten ved at HR-vekstar spreier seg som ugras til åkeren deira, eller ved at anna resistent ugras spreier seg.

Viss bønder som dyrkar ikkje-genmodifiserte vekstar, får avlinga forureina av HR-vekstar, kan dei ikkje lenger selje avlinga si som tradisjonell eller økologisk, og mistar da fridommen til sjølve å velje dyrkingsform. Det har vore tilfelle i USA der bønder som har fått åkrane sine forureina av HR-vekstar, er vortne saksøkte av såfrøprodusenten fordi HR-veksten var patentert.^{86,87} Vidare har produsentar av ikkje-genmodifisert soya i Brasil måtta betale avgift til GMO-firma fordi dei har fått forureina produkta sine med genmodifisert soya undervegs i produksjonen.⁸⁸ Bønder som dyrkar HR-plantar, kan òg bli ramma av forureining ettersom HR-vekstar som er resistente mot ulike sprøytemiddel, kan forureine kvarandre slik at ein får multiresistente HR-plantar. I slike tilfelle kan derimot bonden framleis få selt avlinga fordi plantane i alle tilfelle er sprøytemiddelresistente.

Det må vere reglar for sameksistens og erstatning og prose-dyrar for risikohandtering som hindrar spreieing av HR-vekstar, pollen og frø til område med ikkje-genmodifiserte vekstar, slik at det er mogleg å velje å dyrke ikkje-genmodi-

fiserte vekstar i staden for HR-vekstar. Desse reglane må følgjast viss HR-veksten skal bidra til berekraftig utvikling. Det bør òg vere eit system for å halde GMO og ikkje-GMO åtskilde, ikkje berre på åkeren, men òg i resten av produksjonslinja. Ved import av HR-vekstar til Noreg må segregeringa halde fram her i landet.

Det må òg vere fastlagt kven som er ansvarleg for å dekkje eventuelle tap andre bønder kan ha viss HR-vekstar spreier seg. Ansvarlege kan til dømes vere frøselskapa som sel dei genmodifiserte vekstane, eller bøndene som dyrkar dei. Det er uheldig dersom bøndene som ikkje dyrkar HR-vekstar, må bere kostnadene for å ha to produksjonslinjer. Regelverket må sikre at dei som dyrkar ikkje-genmodifiserte vekstar, ikkje må betale avgift til GMO-firma. Målet bør vere at forureinaren betaler. Kompensasjon kan givast som pengar, og bør stå i forhold til skaden. Ein kan òg påleggje bøndene som dyrkar HR-vekstar, å ha buffersoner og større avstand mellom genmodifiserte og ikkje-genmodifiserte avlingar.

4.4.3 Sysselsetjing

Sysselsetjinga kan endre seg viss éin eller fleire bønder byrjar å dyrke HR-vekstar, til dømes fordi det kan spare arbeid. Om endringar skal reknast som positive eller negative, er eit politisk spørsmål om vegval for matproduksjonen. At færre folk arbeider i jordbruket, treng ikkje å vere negativt så lenge dei finn anna arbeid. Sjølv om det blir færre arbeidsplassar på garden der HR-veksten blir dyrka, kan det bli fleire i seinare ledd, som logistikk, foredling og sal av produkt. Eit land kan på grunn av endringar i sysselsetjinga styrkje den økonomiske posisjonen sin i internasjonal handel og styrkje den nasjonale økonomien, og dermed oppnå auka velstand. I ei rekkje land ønskjer likevel delar av befolkninga og politikarane å ta vare på sysselsetjinga på landsbygda og landbruket som kulturberar. Færre arbeidsplassar på landsbygda kan da vere negativt for eit mål om levande bygder.

I småskalalandbruk i utviklingsland går mykje arbeidstid med til å fjerne ugras (sjå kapittel 4.3.4.1). Det er tradisjonelt kvinner som gjer denne jobben. Viss dyrking av HR-vekstar gjer at det trengst mindre luking, kan desse

kvinnene bli arbeidsledige. Men dei kan òg få meir tid til andre aktivitetar som til dømes å halde fleire dyr, foredle råvarer og så vidare, noko som vil vere positivt.

4.4.4 Eigedomsforhold

Dyrking av HR-vekstar kan endre eigedomsforholda både når det gjeld jord, vatn og såvare i dyrkingsområdet. Om bøndene treng meir eller mindre av innsatsfaktorar, kan saman med prisen på innsatsfaktorane vere med og påverke eigedomsforholda. Slike endringar avheng mykje av kva vekstar HR-veksten erstattar, og kva type jordbruk som er i området frå før. Til dømes krev hybridvekstar generelt meir vatn, gjødsling og sprøytemiddel for at ein skal få gode avlingar, enten dei er HR-vekstar eller ikkje (sjå kapittel 4.3.4.2). Om endringane skal reknast som positive eller negative, er òg her eit spørsmål om politiske vegval for matproduksjonen.

Vatn er ein knapp ressurs i jordbruket i mange område. Med endringar i dyrkingsmåte, til dømes ved overgang til hybridvekstar som krev meir vatning, kan det bli større konkurranse om bruksretten til vassressursane.

Dyrking av HR-vekstar kan òg endre på kven som eig såfrøa som blir nytta i området. Det skjer til dømes viss bøndene går over frå å nytte såfrø frå eiga avling til å kjøpe såfrø for HR-vekstar som eit selskap har eigedomsretten til. Såfrøprodusenten kan avgrense retten bøndene har til å ta vare på, byte og selje såfrø frå eiga avling (sjå kapittel 4.3.5), og avgjere om frøa kan nyttast i vidare planteforedling (sjå kapittel 4.6.3). På sikt kan eigedomsretten til såfrøa ha mykje å seie for kva sortar som vil vere tilgjengelege i området (sjå kapittel 5.3.1).

4.4.5 Overvaking

Mellom anna i EU krevst det ein plan for overvaking av produksjonen av genmodifiserte plantar og korleis produksjonen verkar inn på jord, vatn og miljø i dyrkingsområdet og området rundt. Logistikken for den enkelte bonden, og for andre aktørar i produksjonskjeda, kan bli meir krevjande ved overgang til genmodifiserte plantar. Verken plantane eller frøa skal forureine omgivnaden, som til dømes ikkje-genmodifiserte avlingar i nærleiken. Gen-

modifiserte produkt skal heller ikkje blande seg med andre produkt. Meir byråkrati kan vere nødvendig for å forsikre seg om at HR-vekstane ikkje er skadelege for helse og miljø. Søknader, løyve og overvaking er fordyrande ledd som kan vere grunnar til ikkje å ta i bruk genmodifiserte plantar.

4.4.6 Økosystemfunksjonar

Økosystemfunksjonar er samspelet mellom struktur og prosessar i økosystemet.^{89,90} Strukturen er dei ulike biologiske og fysiske delane av økosystemet, og her er det biologiske mangfaldet ein viktig del. Prosessane er overføring av materiale frå éin del av økosystemet til ein annan, til dømes transport av vatn eller avleiringar, kjemiske reaksjonar, fotosyntesen eller beiting. Økosystemfunksjonane bidreg til at økosystemet kan levere økosystemtenester, altså tenester som er nyttige for menneska (sjå faktaramme s.18). Dersom økosystemfunksjonar endrar seg, kan det få positive eller negative økonomiske følgjer.

Mindre varierte økosystem, slik det er i monokulturar, kan vere mindre robuste og til dømes tole skiftande vêr og klimaendringar dårlegare eller vere meir sårbare for sjukdommar. Det kan igjen ha negative økonomiske følgjer. Slike problem gjeld monokulturar generelt, enten vekstane er genmodifiserte eller ikkje. Spørsmålet er om HR-vekstar påverkar økosystemet positivt eller negativt på ein annan måte enn vanlege vekstar, sjå kapittel 3. Ulik påverknad frå dyrking av HR-vekstar og andre vekstar kan mellom anna komme av at sprøytemiddelbruken endrar seg.

Uønskt genspreiing frå HR-vekstar til ville slektningar av kulturplantane eller til ugras kan òg påverke økosystemfunksjonar. Det er særleg relevant i opphavs- og mangfaldssentrum, sjå kapittel 4.6.1. Slike område har eit genetisk mangfald som er eit gode for heile verda, og som trengst for at vi skal kunne utvikle nye plantesortar i framtida. Dersom desse ressursane og kunnskapen om dei blir borte, vil det ha økonomiske konsekvensar på lang sikt.

Eit anna døme på endringar i økosystemet som kan ha økonomiske følgjer, er endringar som gjer at område blir meir eller mindre attraktive for turisme. Det vil igjen påverke næringer som lever av turisme.

4.5 Reglar for sprøytemiddelbruk

Sprøytemiddel som blir nytta i landbruket, kan vere skadelege for helse og miljø viss dei er til stades i for store mengder. Om sprøytemidla som HR-vekstane er gjorde resistente mot, er dokumentert helse- og miljøskadelege, bidreg HR-vekstane ikkje til berekraftig utvikling. Viss ein HR-vekst gjer at bruken av helse- og miljøskadelege sprøytemiddel går ned, bidreg han derimot til berekraft.

Mange kjemikaliar som har vore nytta i landbruket og andre stader, har seinare vist seg å vere svært skadelege for både miljø og helse. Det finst no tre globale avtalar om farlege kjemikaliar under FN: Stockholmskonvensjonen, Baselkonvensjonen og Rotterdamkonvensjonen. Noreg har slutta seg til alle tre.

Stockholmskonvensjonen om persistente organiske miljøgifter frå 2001, som 178 land har slutta seg til, er ein avtale om utfasing av dei aller farlegaste stoffa. Fleire av dei har vore i bruk som sprøytemiddel, mellom anna endosulfan og lindan.^{91,92} Baselkonvensjonen omhandlar transport og lagring av farleg avfall over landegrensene. Konvensjonen inneheld ei liste over sprøytemiddel som er så helse- og miljøskadelege at dei bør vere forbodne i alle land. Til no er det ikkje laga HR-vekstar som er resistente mot nokon av desse sprøytemidla. Rotterdamkonvensjonen dreier seg om førehandssamtykke ved internasjonal handel med visse farlege kjemikaliar og sprøytemiddel.

Det kan ta lang tid både å prove vitskapleg at eit sprøytemiddel fører til helse- og miljøskadar, og deretter få politisk aksept for at sprøytemiddelet skal fasast ut. Til dømes har atrazin, eit stoff som hemmar fotosyntesen, vore forbode i Noreg sidan 1990 på grunn av hormonhermande verknader, i tillegg til persistens og mobilitet, som vil seie at stoffet blir verande lenge og forflyttar seg langt i miljøet. I 2004 vart det forbode å nytte atrazin i EU, medan stoffet framleis er i bruk mellom anna i USA.

Fleire av sprøytemidla som genmodifiserte plantar er gjorde resistente mot, er forbodne til all slags bruk i Noreg. Det gjeld både glufosinat-ammonium og 2,4-D. Det er likevel ikkje slik at om eit sprøytemiddel er forbode til ein viss

bruk i Noreg, er det utan vidare å rekne som skadeleg til all slags bruk i eit anna land. Til dømes er mange ugrasmiddel avviste her til lands fordi nedbrytinga tek for lang tid i det kalde klimaet vårt. Anna klima, leveforhold og sanitære forhold gjer at ein treng meir og andre insekt- og ugrasmiddel i mange utviklingsland enn i den vestlege delen av verda. Men viss sprøytemiddelet som ein HR-vekst er resistant mot, har dei same verknadene i dyrkingslandet som i Noreg, og det er forbode i Noreg fordi det er helse- og miljøfarleg, kan HR-veksten seiast å bidra negativt når det gjeld berekraftig utvikling.

Til liks med sjølve omgrepet berekraftig utvikling kan vi heller ikkje sjå helse- og miljøskadar på grunn av sprøytemiddel berre i eit nasjonalt perspektiv. Langtransportering av giftstoff er godt dokumentert, og var mellom anna avgjerande for forbodet mot endosulfan i Stockholmskonvensjonen i 2011.

Ved å innføre nasjonale forbod mot sprøytemiddel som er dokumentert helse- og miljøskadelege, slik som glufosinat, har norske styresmakter teke det standpunktet at matproduksjon bør skje utan desse sprøytemidla, og at bruken av desse stoffa bør stansast. Om regelverket vårt samstundes sikrar at fôr eller mat som blir konsumert i Noreg, ikkje er basert på GMO-ar som fører til at bruken av desse sprøytemidla aukar, bidreg det til ein konsistent politikk.

Den norske befolkninga har svært høg tillit til styresmaktene. Tilliten befolkninga har til reguleringar av både sprøytemiddel og GMO, kan vere i fare dersom styresmaktene innfører ein praksis som blir oppfatta som ein dobbel standard. Det kan skje viss dei godkjenner import av HR-vekstar som toler sprøytemiddel som norske matprodusentar ikkje får lov til å nytte av omsyn til miljø og helse.

HR-vekstar som er resistente mot sprøytemiddel som er forbodne i Noreg på grunn av helse- og miljørisiko, kan òg auke risikoen for negative helseeffektar på grunn av sprøytemiddelrestar i mat og fôr (sjå kapittel 4.1.2.1).



Risbønder i Sekinchan, Malaysia. Genmodifisert ris som er resistent mot sprøytemiddel, er utvikla, men ikkje teken i bruk enno. Foto: iStockphoto

4.6 Plantegenetiske ressursar for mat og jordbruk

Det varierte genetiske materialet i plantar er grunnlaget for all planteforedling og avgjer om vi kan tilpasse matproduksjonen til klima- og miljøendringar som tørke og frost, og til plantesjukdommar og skadegjerarar. Det kan òg komme endringar i etterspørselen, med krav om meir helsebringande og næringsrik mat. Å ta vare på det genetiske mangfaldet i kulturplantar og dei ville slektningane deira er derfor nødvendig for å trygge matsikkerheita og det biologiske mangfaldet for framtida, og er eit særskilt viktig bidrag til berekraftig utvikling.

Relevante tema her er opphavssentrum og mangfaldsentrum, ville slektningar av HR-veksten, tilgang til vidare planteforedling (sjå kapitla 4.6.1 til 4.6.3) og retten til såfrø (sjå kapittel 4.3.5). Dette er spørsmål søkjarane bør svare på.

Spørsmål som gjeld utval av såvare, monokulturar, sameksistensreglar (reglar for korleis GMO og ikkje-GMO kan dyrkast i same område) og system for å skilje GMO og ikkje-GMO i produksjonslinja, bør det vere norske styresmakter sitt ansvar å svare på (sjå kapittel 5.3).

Styresmaktene bør òg svare på spørsmålet om HR-veksten er tilgjengeleg for vidare planteforedling.

4.6.1 Opphavssentrum og mangfaldssentrum

Opphavssentrum (engelsk: *centre of origin*) for ein planteart er det geografiske området der denne plantearten, enten vill eller dyrka, først utvikla dei særmerkte eigenskapane sine.⁹³ Mexico og Guatemala er til dømes opphavssentrum for mais, Kina for soya og Peru for potet.

Mangfaldssentrum for ein kulturplante (engelsk: *centre of crop diversity*) er eit geografisk område der denne plantearten blir dyrka og har eit stort genetisk mangfald. Opphavssentrum er gjerne òg rikast på genetisk mangfald, men mangfaldssentrum treng ikkje vere berre i opphavssentrum. Opphavs- og mangfaldssentrum har mange ulike tradisjonelle sortar av kulturplantane som er tilpassa det særskilde miljøet dei veks i. Det er gjerne opphavssentrum som har det største mangfaldet av ville slektningar til kulturplantar. Den genetiske variasjonen som finst i desse områda, er eit gode for heile verda som det er viktig å ta vare på og utvikle for å sikre nok mat til framtidige generasjonar og såleis bidra til berekraftig utvikling. Dersom HR-vekstar kryssar seg med dei tradisjonelle sortane, kan uønskte gen frå HR-vekstane endre eigenskapane til sortane.

4.6.2 Ville slektningar av kulturplantar

Ville slektningar av kulturplantar er ein del av det genetiske mangfaldet som kan vise seg å vere nyttig for å kunne foredle fram plantar med eigenskapar som trengst i framtida, til dømes for å møte klimaendringar.^{94,95} Mange ville slektningar veks under barskare forhold enn kulturplantane og har eigenskapar som gjer dei robuste.⁹⁶

Uønskte gen frå HR-vekstar kan spreie seg til ville slektningar ved kryssing. Kor sannsynleg slik spreieing er, heng saman med korleis vekstane pollinerer, og kor lett pollen og frø spreier seg med vinden. Raps og ris spreier seg til dømes lett. Ville slektningar av raps finst òg i Noreg. Dersom gen for sprøytemiddelresistens spreier seg til andre plantar og det blir sprøyta med midla plantane er resistente mot, vil desse plantane ha eit konkurranse-

fortrinn. Om spreieing av uønskte gen kan gjere at dei ville slektningane overlever betre eller dårlegare i naturen, må òg vurderast.

4.6.3 Tilgang til vidare planteforedling

Matproduksjonen byggjer på at stadig nye plantesortar blir utvikla. Både bønder og planteforedlarar treng tilgang til eit mangfald av genetiske ressursar for å foredle nye sortar. Når det ikkje er lov å foredle vidare på plantar, blir denne tilgangen hindra, og det kan gjere at det blir foredla fram færre nye sortar. Tilgang til vidare foredling heng òg saman med bønder sin rett til å ta vare på såfrø frå eiga avling og byte seg imellom (sjå kapittel 4.3.5).

Patent vernar den som tek kostnaden ved å utvikle noko nytt, og kan derfor bidra til at fleire produkt blir utvikla og kjem på marknaden. I såvaresektoren har det derimot vist seg at patentlovgivinga, og særleg høvet til å patentere genmodifiserte plantesortar, i staden har bidrege til at nokre få selskap kontrollerer store delar av verdshandelen med såfrø, og at det har vorte færre sortar til sals (sjå kapittel 5.3.1). Det kjem mellom anna av at patent på ein plantesort i mange land gjer det forbode å foredle vidare på plantematerialet, og at administrasjonskostnaden ved patent aukar stordriftsfordelane og marknadskonsentrasjonen i industrien.⁹⁷ I andre tilfelle gjer kontraktar det forbode både å foredle vidare og å ta vare på såfrø frå eiga avling.

Viss Noreg via den europeiske patentorganisasjonen, EPO, godkjenner eit patent på ein HR-vekst, vil det, slik det er i dag, vere forbode å foredle vidare på veksten for kommersiell bruk. Det bør likevel ikkje telje negativt i vurderinga av søknaden at ein vekst er patentert. Men det bør telje som eit positivt bidrag til berekraft dersom det er lov å foredle vidare på HR-veksten. Det finst òg alternativ til patent i form av planteforedlarrettar som sikrar utbytte og kompensasjon til planteforedlarane samstundes som andre kan nytte plantane i vidare foredling.

Dersom HR-vekstane er hybridar (sjå kapittel 4.3.4.2), må bøndene kjøpe nye såfrø kvart år for å få like stor avling, og det er da lite aktuelt for dei å foredle plantane vidare sjølve.



Planlegging av tiltak mot ugraset *Amaranthus palmeri* i soyaakeren. Foto: Bruce Fritz / USDA

4.7 Uavhengig risikoforskning

For å kunne vurdere risiko trengst det vitenskaplege studiar. I dag er det for det meste GMO-produsentane sjølve som utfører forsøka dei viser til i søknadene. Samstundes finst det få relevante fagfelleverderte vitenskaplege artiklar med risikovurderingar av HR-vekstane. Det gjer at hovudtyngda av dokumentasjonen som styresmaktene bruker i risikovurderingane, kjem frå produsentane. For å sikre gode og balanserte vurderingar er det viktig at andre enn såfrøelskapet har lov til å forske på HR-vekstar. Det er særleg relevant for forskning som tek sikte på å undersøkje om HR-vekstar kan gi uventa effektar på helse og miljø.

Til no har det vore vanskeleg for forskarar ved universitet og forskingsinstitutt som ønskjer å forske på godkjende GMO-ar, å få tilgang til materiale frå GMO-produsentane.^{98,99} For å få tilgang til materialet må forskarane som regel skrive ein kontrakt med GMO-selskapet som gir selskapet rett til å lese gjennom artiklar før dei blir publi-

serte, og eventuelt leggje ned veto mot publisering. GMO-ar er ofte patenterte, noko som gjer at andre må ha lisens frå den som har patentet, til å forske på materialet. Nokre patent hindrar at andre enn frøelskapa kan forske på HR-vekstar. I andre tilfelle gjer kontraktar det forbode for kjøparane å gi bort frø til forskning eller forske på frøa sjølve.

4.8 Fridom til å velje landbrukssystem i framtida

Eit viktig spørsmål når det gjeld valfridom for bønder, er om ein bonde som dyrkar genmodifiserte vekstar, i framtida kan velje andre dyrkingsmåtar. Restar av gift frå sprøytemiddel eller frø frå HR-plantar som overlever og kjem opp som ugras i seinare avlingar (engelsk: *volunteers*), kan gjere dette vanskeleg. Til dømes kan rapsfrø spire etter fleire år i jorda.¹⁰⁰ For dei som ønskjer å gå over til økologisk dyrking, kan eventuelle restar av sprøytemiddel i jorda bli eit problem. Det kan òg vere vanskeleg å byrje å dyrke GMO-fritt etter nokre år med HR-vekstar viss bøndene er bundne av kontraktar, sjå kapittel 4.3.2.

5 Spørsmål til norske styresmakter



Merking av genmodifisert mat er viktig for valfridommen til forbrukarane. Foto: Yay Images

Det er ikkje alle spørsmål i samband med dyrking og import av HR-vekstar ein bør krevje at den som søkjer om godkjenning, skal svare på. Nokre spørsmål er meir eit ansvar for styresmaktene i Noreg og/eller i dyrkingslandet (viss det er snakk om import). Det er òg norske styresmakter som må vurdere følgjene av å godkjenne mange GMO-ar. Derfor har vi ei eiga liste med spørsmål som norske styresmakter bør svare på før dei avgjer om GMO-søknaden skal godkjennast. Spørsmåla bør stillast ved søknader både om dyrking og om import til Noreg. Når det er søkt om dyrking, refererer nemninga «dyrkingslandet» til Noreg, og når det er søkt om import, refererer det til landa der HR-veksten skal dyrkast. Nokre av spørsmåla bør stillast både til søkjaren og styresmaktene, enten fordi dei

begge bør ha ansvar for desse spørsmåla, eller fordi søkjaren og styresmaktene har ansvar for ulike sider ved problemstillingane.

5.1 Valfridommen til forbrukarane i Noreg

For valfridommen til forbrukarane er det viktig at dei kan velje kva mat dei vil ha. Ved sida av nok, trygg og sunn mat omfattar retten til mat som ein grunnleggjande menneskerett òg retten til å velje kulturelt akseptabel mat. Forbrukarane har òg rett til å kunne ta informerte val. Viss mat frå HR-vekstar er godkjend i Noreg, må forbrukarane òg kunne velje mat som ikkje inneheld ingrediensar frå HR-vekstar. I tillegg bør dei kunne velje mellom mat frå HR-vekstar og tilsvarande ikkje-genmodifiserte produkt. Kva

mat forbrukarane har å velje mellom, er matpolitiske spørsmål som nasjonale styresmakter, og ikkje enkeltfirma, bør ta ansvaret for.

Merking av råvarer og matprodukt er med på å sikre valfridommen til forbrukarane i Noreg. I dag er regelen at alle matvarer som inneheld meir enn 0,9 prosent materiale frå genmodifiserte organismar, skal merkjast. Sluttproduktet skal vere merkt i butikkane, slik at informasjonen når fram til forbrukarane. Foreløpig er ingen mat- og fôrvarer som inneheld GMO, godkjende i Noreg.

5.2 Økologiske, økonomiske og samfunnsmessige konsekvensar i Noreg på kort sikt (under 5 år) og lang sikt (over 20 år)

Både dyrking av HR-vekstar i Noreg og import av HR-vekstar kan ha økologiske, økonomiske og samfunnsmessige konsekvensar her i landet både på kort sikt (under 5 år) og på lang sikt (over 20 år). Kva agronomiske forhold HR-veksten er tilpassa, og kva mottiltak mot resistent ugras som er planlagde, er berre relevant ved søknader om dyrking i Noreg. Økonomiske følgjer av endringar i økosystemfunksjonar, økonomiske gevinstar i verdikjeda, følgjer for arbeidsplassar i norsk matproduksjon, matpolitikken i Noreg og den norske befolkninga sitt syn på GMO er relevant både når det er søkt om godkjenning for dyrking, og når det er søkt om import.

5.2.1 Agronomiske forhold i Noreg

Dei HR-vekstane som er på marknaden i dag, er i hovudsak soya, mais, raps og bomull. Av dei er det berre raps og fôrmais som blir dyrka på kommersielt nivå i Noreg. Soya og bomull blir ikkje dyrka i det heile. Det er mogleg det kan gi fordelar i framtida viss bønder som i dag bruker sprøytemiddel for å bli kvitt ugras, kan dyrke HR-vekstar av plantar som kveite, rug, havre og potet.

Skilnader i agronomiske forhold har mykje å seie for kva vekstar som eignar seg for dyrking på ulike stader (sjå kapittel 4.3.4). Dersom det er søkt om å få godkjent ein HR-vekst for dyrking i Noreg, bør norske styresmakter først stille seg spørsmålet om denne veksten er tilpassa norske agronomiske forhold, eller om han er relevant for

Noreg. Viss HR-veksten ikkje eignar seg for dyrking her eller er resistent mot sprøytemiddel som er forbodne i Noreg, kan han ikkje reknast som særleg samfunnsnyttig. Da blir det mindre aktuelt å godta eventuelle ulemper eller risiko ved veksten.

Eit spørsmål som er relatert til norske agronomiske forhold, er om sameksistens mellom genmodifiserte og ikkje-genmodifiserte vekstar er mogleg (sjå kapitla 4.4.2, 5.3.4 og 5.3.5). Det er særleg relevant fordi Noreg ikkje har noko utbreidd storskalalandbruk bortsett frå i enkelte område i Hedmark, Akershus, Østfold og Vestfold. Dersom ein bonde ønskjer å dyrke HR-vekstar, vil det derfor bli ei utfordring å sikre god nok avstand til naboåkrar.

Spørsmålet om agronomiske forhold gjeld berre ved søknader om dyrking i Noreg.

5.2.2 Mottiltak mot resistent ugras i Noreg

Ved dyrking av HR-vekstar har det synt seg at det er ein risiko for at ugras blir resistent mot sprøytemidla som HR-vekstane er resistente mot, og som skal nyttast saman med HR-vekstane, sjå kapittel 3.2.3. Viss ein HR-vekst skal dyrkast i Noreg, må det derfor vere sett i verk tiltak for å hindre at ugras blir resistent.

Spørsmålet om tiltak mot resistent ugras gjeld berre ved søknader om dyrking i Noreg.

5.2.3 Økonomiske følgjer av endringar i økosystemfunksjonar i Noreg

Ved dyrking av HR-vekstar i Noreg kan det oppstå endringar i økosystemfunksjonar som kan ha positive eller negative økonomiske følgjer, sjå kapittel 4.4.6. Økosystemfunksjonar er samspelet mellom struktur og prosessar i eit økosystem, altså kva som skjer i økosystemet.^{101,102} Slike endringar kan til dømes komme av at sprøytemiddelbruken endrar seg.

Økosystemfunksjonar kan òg bli påverka dersom vi importerer HR-vekstar eller produkt frå slike vekstar til Noreg. Eit døme på dette er uønskt genspreiing frå HR-vekstar til ville slektningar av kulturplantane eller til ugras. Risikoen

for at gena for resistens mot sprøytemiddel spreier seg til ugras som åkerkål, er éi av årsakene til at norske styresmakter ikkje har godkjent import av HR-raps.

Uønskt genspreiing er særleg viktig å ta omsyn til i opphavs- og mangfaldssentrum (sjå kapittel 4.6.1). Noreg er ikkje opphavs- eller mangfaldssentrum for dei vekstane det blir dyrka sprøytemiddelresistente sortar av i dag, så dette er ikkje relevant her.

Endringar i økosystemet kan òg gjere at område blir meir eller mindre attraktive for turisme. Det vil igjen påverke økonomien i næringar som lever av turisme.

5.2.4 Økonomiske gevinstar i verdikjeda i Noreg

Når det gjeld import av HR-vekstar, er det særleg soya og mais som i dag er relevante for Noreg, mellom anna for bruk i fôr. Denofa, som er hovudimportør av soyabønner til Noreg, har peika på at Noreg i dag betaler mykje ekstra for å vere sikker på at det ikkje blir importert GMO til landet. Viss Noreg held fram å føre ein restriktiv GMO-politikk, samstundes som det blir vanskelegare å skaffe GMO-fri mais og soya, kan det få økonomiske konsekvensar for landbruket og oppdrettsnæringa i tillegg til andre samfunnsmessige konsekvensar.

5.2.5 Arbeidsplassar i norsk matproduksjon

Import eller dyrking av HR-vekstar kan endre sysselsetjinga i næringar som er knytte til matproduksjonen i Noreg. Det gjeld både den totale sysselsetjinga og fordelinga mellom næringar. Om eventuelle endringar skal reknast som positive eller negative, er som i andre land eit politisk spørsmål. Styresmaktene må vurdere sysselsetjinga i forhold til kva mål dei har for samfunnsutviklinga i Noreg (sjå òg kapittel 4.4.3.).

5.2.6 Matpolitikken i Noreg

Dei fire overordna måla for norsk landbruks- og matpolitikk er matsikkerheit, landbruk over heile landet, auka verdiskaping og berekraftig landbruk.¹⁰³ Norske styresmakter bør vurdere om dyrking og import av HR-vekstar er i tråd med desse måla.

5.2.7 Den norske befolkninga sitt syn på GMO

Ei avgjerd om å godkjenne eller avvise ein søknad om å få godkjent ein HR-vekst bør vere i samsvar med synet den norske befolkninga har på slike vekstar. Det er liten etterspurnad etter genmodifisert mat og fôr i Noreg. Fiskefôrindustrien ønskjer at det skal vere mogleg å nytte fôr frå visse genmodifiserte plantar dersom det ikkje går an å få tak i GMO-fritt fôr. Elles har 18 organisasjonar, inkludert faglagar i landbruket, slutta seg til Nettverk for GMO-fri mat og fôr, som arbeider for at Noreg skal halde fram med ein restriktiv praksis når det gjeld GMO.

I spørjeundersøkingar har over halvparten av dei spurde stilt seg negative til genmodifisert mat i Noreg.^{104,105} Merking av genmodifisert mat og fôr vil gjere at forbrukarane sjølve kan velje om dei vil kjøpe mat frå HR-vekstar eller ikkje. Likevel vil ikkje merking vere nok for dei som meiner at HR-vekstar bidreg negativt når det gjeld berekraftig utvikling, og derfor ønskjer å forby dei.

5.3 Plantegenetiske ressursar for mat og jordbruk

Å ta vare på det genetiske mangfaldet i kulturplantane, dei plantegenetiske ressursane, er viktig for matsikkerheita i framtida og dermed for berekraftig utvikling, sjå kapittel 4.6. Relevante spørsmål som norske styresmakter bør svare på under dette temaet, gjeld utval av såvare, monokulturar, tilgang til vidare planteforedling, sameksistensreglar (reglar for korleis GMO og ikkje-GMO kan dyrkast side om side) og system for å skilje GMO og ikkje-GMO i produksjonslinja (sjå kapitla 5.3.1 til 5.3.5).

Spørsmål som søkjarane bør svare på, gjeld opphavsentrum og mangfaldssentrum, ville slektningar av HR-veksten, tilgang til vidare planteforedling og retten til såfrø. Desse spørsmåla er omtala i kapitla 4.3.5 og 4.6.

5.3.1 Rikt utval av såvare

Det genetiske mangfaldet i kulturplantane og dei ville slektningane deira er grunnlaget for vidare planteforedling. Derfor er det viktig å halde dette mangfaldet oppe gjennom å dyrke flest mogleg sortar, noko som er lettare dess fleire kommersielt interessante sortar som er tilgjengelege. Lokale variantar av frø blir òg mange stader lagra i

frøbankar, men dette kan ikkje erstatte vedvarande bruk og foredling.

I dag er det genetiske mangfaldet i kulturplantane truga fordi det blir brukt få og genetisk einsarta sortar. Om ein HR-vekst medverkar til å forsterke denne utviklinga, er det ikkje eit bidrag til berekraftig utvikling. Det bidreg derimot til berekraft når bøndene har tilgang til eit rikt utval av såvare og har fridom til å velje den såvara dei ønskjer, enten det er hybridar eller lokale sortar, kjøpt såvare eller såvare frå eiga eller naboen si avling. Det er styresmaktene, og ikkje dei som søker om å få godkjent ein GMO, som må sørgje for ein politikk som gjer at det finst tilgang til eit rikt utval av såvare.

I løpet av dei siste tiåra har stadig færre firma stått for stadig meir av handelen med såfrø. I 2009 kontrollerte til dømes fire multinasjonale frøselskap om lag seksti prosent av handelen med såfrø for grønnsaker i verda.¹⁰⁶ Dess meir eit selskap dominerer marknaden, dess meir er det mogleg for selskapet å avgjere kva for såfrø som skal seljast, og til kva for pris. Ei undersøking av såvaresituasjonen i fire EU-land viser at det har vorte færre sortar å velje mellom i land som dyrkar GMO.¹⁰⁷

To former for lovgiving har særleg bidrege til marknads-konsentrasjon og svekking av rettane til bøndene: immaterielle eigedomsrettar (patent og planteforedlarrettar) og såvarelovar (lovar om godkjenning av plantesortar og omsetning av såvare).¹⁰⁸

Patentvernet for levande organismar er dei siste tiåra vorte sterkare og meir utvida. Patent gjer det ofte forbode eller dyrt å ta vare på, byte eller selje såfrø frå eiga avling, og kan òg hindre kommersialisering av nye sortar når foredling er lov (sjå òg kapitla 4.3.5 og 4.6.3). Samstundes er det enklare å oppfylle patentkriteria og å kontrollere brot på patentet for ein genmodifisert plante enn for andre plantar. Slik har det vorte ein gjensidig forsterkande effekt mellom patentpraksis og genteknologi, som har bidrege til marknads-konsentrasjonen. Denne utviklinga kan ha mykje å seie for framtidige val innan mat og ernæring, ikkje berre for bøndene, men for heile samfunnet.



Genetisk mangfald i mais. Frå Spania. Foto: Audrun Utskarpen

Særleg i EU har såvarelovar avgrensa bruken av sortsmangfaldet.¹⁰⁹ Det har vore stilt krav om at ein sort må kunne skiljast frå andre sortar, vere einsarta og stabil (dei såkalla DUS-kriteria: *distinct, uniform, stable*). Tradisjonelle sortar oppfyller oftast ikkje desse kriteria. Dei er gjerne meir genetisk mangfaldige og ofte ikkje reine sortar. EU er no i gang med å revidere såvareregelverket sitt.

I tillegg til produksjonen av såfrø kan òg salsleddet bli monopolisert ved liten konkurranse. Viss det blir færre produsentar og seljarar i framtida, får bøndene færre alternativ og kan bli nøydde til å kjøpe HR-vekstar fordi det ikkje finst anna såvare på marknaden.¹¹⁰ Det kan òg hende at bonden ikkje har råd til alternativ såvare viss det blir dyrare fordi det er vanskeleg å få tak i, eller fordi det

skal vere garantert GMO-fritt. Eit frøselskap kan òg la vere å tilby produkta sine i land der dei har så liten marknadsdel at det ikkje vil lønne seg.

5.3.2 Monokulturar

Monokulturar i landbruket utgjer i mange tilfelle eit trugs-mål mot det biologiske mangfaldet. Dette er eit problem ved storskalalandbruk generelt og gjeld ikkje spesielt for HR-vekstar. Men om HR-vekstar forsterkar ein dyrkings-praksis basert på monokulturar, er det uheldig og bidreg ikkje til berekraftig utvikling. Derfor bør norske styresmakter finne ut om det er sett i verk tiltak for å minske dei negative følgjene av monokulturar der HR-veksten skal dyrkast.

5.3.3 Tilgang til vidare planteforedling

Spørsmålet om HR-veksten er tilgjengeleg for vidare planteforedling (sjå kapittel 4.6.3), bør stillast både til søkjarane og norske styresmakter. Søkjarane rår over sine vekstar. Men styresmaktene i dei enkelte landa har det overordna ansvaret for å føre ein politikk som sikrar at bønder og foredlarar har tilgang til nok variert plante-materiale slik at dei kan foredle fram nye sortar i framtida.

5.3.4 Reglar for sameksistens

For at det skal vere mogleg å velje å halde fram med å dyrke ikkje-genmodifiserte vekstar, medrekna økologiske vekstar, må det vere reglar for korleis GMO og ikkje-GMO kan dyrkast i same område, såkalla sameksistens, sjå kapittel 4.4.2. Spørsmålet er relevant både ved dyrking i Noreg og ved søknader om import (da gjeld det dyrkings-landet). Viss GMO-en skal dyrkast i Noreg, må reglar for sameksistens vere på plass før søknaden blir godkjend. I Noreg kan det vere særskilde utfordringar knytte til sameksistens fordi vi har lite storskalalandbruk, sjå kapittel 5.2.1.

5.3.5 System for å skilje GMO og ikkje-GMO

For å hindre at produkt frå genmodifiserte vekstar for-ureinar GMO-frie produkt, er det òg viktig at det er eit system på plass for å skilje GMO og ikkje-GMO i produksjons- og transportlinja, sjå kapittel 4.4.2. Når det er søkt om import til Noreg, bør det vere eit slikt system både i

dyrkingsområdet og etter at HR-veksten eller produkt frå HR-veksten er komne hit til landet.

5.4 Uavhengig risikoforskning

Spørsmålet om HR-veksten er tilgjengeleg for uavhengig risikoforskning (sjå kapittel 4.7), bør stillast både til søkjarane og til norske styresmakter. Dei som produserer HR-vekstar, kan gjere dei tilgjengelege for forskning. Men det er styresmaktene som har ansvaret for å vedta eit regelverk og føre ein politikk som gjer det mogleg å drive uavhengig risikoforskning.

5.5 Konsekvensane av å godkjenne mange GMO-ar

Konsekvensane av å godkjenne mange GMO-ar kan vere annleis enn å godkjenne nokre få. Det er sjeldan slik at ei enkelt godkjenning av éin genmodifisert plante vil gi effektar som til dømes at det blir vanskeleg å leggje om til andre landbrukssystem i framtida, som økologisk landbruk eller landbruk utan genmodifiserte organismar. Det er heller ikkje slik at godkjenning av éin enkelt genmodifisert plante fører til monopolisering i såvaresektoren og dårlegare utval av såfrø. Desse eksempla syner veikskapen i denne typen evalueringsskjema: Det blir lett ei reduksjonistisk tilnærming. Slik kan det vere akseptabelt å seie ja til dei fleste punkta og dermed oppnå godkjenning for éin enkelt genmodifisert plante, samstundes som summen av enkeltvedtak, det vil seie godkjenning av mange typar genmodifiserte plantar, kan bli noko anna enn det vi ønskjer for samfunnet.

Eit anna døme på at styresmaktene legg vekt på samla påverknad på naturen, er § 10 i naturmangfaldsloven. Der står det at påverknaden på eit økosystem skal vurderast ut frå den samla belastninga som økosystemet er eller vil bli utsett for.

Om fleire HR-vekstar i sum bidreg til berekraftig utvikling, eller om ei godkjenning samsvarer med målsetjingar i norsk landbrukspolitik, er eit spørsmål norske styresmakter bør svare på.

5.6 Noregs nord-sør-politikk, arbeid for biologisk mangfald og rolle internasjonalt

Noreg har ein høg profil internasjonalt på område som ernærings-, landbruks- og distriktpolitikk. Mange, særleg utviklingsland, ser på Noreg som eit føregangsland. Derfor er det relevant å spørje om avgjerda vår om å godkjenne eller ikkje godkjenne ein GMO bidreg til å oppfylle dei politiske måla Noreg har for nord-sør-politikken og arbeidet med biologisk mangfald, og kva eksempel vi set for andre land.

Stortingsmelding nr. 15 (2008–2009) *Interesser, ansvar og muligheter*, om norsk utanrikspolitikk, kommenterer globalt miljøarbeid slik: «Regjeringen mener det er helt sentralt å fortsette arbeidet for stadig bedre og strengere internasjonale miljøvernavtaler og ønsker at Norge fortsatt skal være pådriver for nye og utvidete forpliktelser».¹¹¹ Her blir FN-konvensjonen om biologisk mangfald med Cartagena-protokollen, Klimakonvensjonen og avtalane om kjemikaliar nemnde som særleg viktige for dette arbeidet. Vidare heiter det at «Norge kan ha en særlig rolle som kompromissøker [...] slik arbeidet med Cartagena-protokollen om genmodifiserte organismer (GMO) [...] viser»¹¹².

Noreg har òg andre forpliktingar internasjonalt, som EØS-avtalen og avtalane under WTO (Verdshandelsorganisasjonen). Det kan skape eit dilemma dersom eigne nasjonale reglar gjer at norsk industri får andre vilkår enn industrien i andre land og dermed blir mindre konkurranse-

dyktig viss Noreg ikkje når gjennom med dei same reglane internasjonalt.

5.7 Prioritering av dei viktigaste spørsmåla

Bioteknologinemnda legg vekt på at det er viktig å sjå alle berekraftspørsmåla i samanheng. Likevel kan det vere enkelte spørsmål som skil seg ut som særleg viktige. Dersom ein greier å lage ei liste med prioriterte spørsmål, kan det vere lettare å avgjere ein søknad, samstundes som det blir meir praktisk mogleg for ein søkjar å svare på spørsmål og for styresmaktene å vurdere om HR-veksten bidreg til berekraftig utvikling.

For å avgjere kva spørsmål og problemstillingar som eventuelt skal prioriterast, bør ein leggje vekt på om dyrking og foredling av HR-veksten eller produkt frå HR-veksten kan ha alvorlege, uønskte verknader på helsa til menneske og dyr, på plantar og miljø og på samfunnet. Det gjeld både på kort og lang sikt. Med uønskte verknader meiner vi her ikkje berre direkte (helse)skade på visse organismar, men òg økologiske verknader som endringar i habitat (leveområde) eller i forholda mellom organismar i og omkring dyrkingsområdet. I tillegg må ein ta omsyn til endringar i landbrukssystem og endringar for forbrukarane.

Skadar som er irreversible, er særleg alvorlege. Det kan vere skade på truga dyreartar, om dyrking av HR-veksten hindrar omlegging til andre landbrukssystem i framtida, og om alternative såvarer ikkje lenger blir tilgjengelege.

6 Korleis avgjere ein søknad?

Når ein skal vurdere om ein HR-vekst bidreg til berekraftig utvikling, er det liten tvil om at ulike grupper i samfunnet vil prioritere spørsmåla ulikt. Eit viktig moment er at dei som ber (dei potensielle) kostnadene, som oftast vil vere andre enn dei som haustar dei største gevinstane ved bruken av HR-vekstar. Svara på mange spørsmål vil truleg òg vere ulike frå éin region til ein annan og frå eitt land til eit anna, fordi det òg er eit spørsmål om maktforhold i samfunnet. Om ein vil vurdere nytten av genmodifiserte plantar mot ulike typar kostnader ved bruken, er det derfor rimeleg å sjå alle ulemper og fordelar i samanheng, slik at ikkje noko blir underordna i utgangspunktet.

Ei sak-til-sak-vurdering er viktig fordi eit spørsmål kan vege tungt i éi sak og mindre i ei anna. Sak-til-sak-vurderinga må supplerast med ei kontinuerleg samla vurdering, slik at ikkje summen av enkeltvedtak fører i ei anna retning enn det vi ønskjer for samfunnet. Ein må òg vege avgjerda mot andre verkemiddel for å gjennomføre den politikken som er vedteken.

Kva følgjer godkjenning av ein HR-vekst vil ha for helse og miljø, skal òg vurderast i samband med berekraftig utvikling, og perspektivet er da globalt og meir langsiktig enn ved tradisjonelle helse- og miljørisikovurderingar. I omgrepet berekraftig utvikling er føre-var-prinsippet eitt av fleire prinsipp som inngår. Det kan nyttast dersom det er dokumentert uvisse eller mangel på kunnskap om negative helse- og miljøverknader. Bioteknologinemnda har rådd til at det ikkje skal nyttast til å la uvisse om negative samfunnsmessige konsekvensar avgjere ein søknad.¹¹³ Det er fordi føre-var-prinsippet er gitt ei presis tyding i samband med helse- og miljøspørsmål og ein vil unngå at prinsippet blir utvatna.

Viss ein HR-vekst ikkje har nokon særskilde fordelar eller ulemper samanlikna med ikkje-genmodifiserte vekstar når det gjeld økonomiske og samfunnsmessige parametarar, og ikkje inneber nokon risiko når det gjeld miljø/økologi eller helse, kan det reknast som nøytralt og ikkje negativt i vurderinga. Dersom HR-veksten derimot har visse fordelar når det gjeld økonomiske og samfunnsmessige parametarar, kan det telje positivt, utan at det er

krav som *må* oppfyllest. Viss ein skal akseptere ein større risiko eller godkjenne ein søknad trass i at ein manglar kunnskap, må HR-veksten ha klare fordelar som kan seiast å vege opp for ulemper.

Sjølv om alle spørsmåla skal sjåast i samanheng, kan det vere lettare å avgjere ein søknad dersom det er nokre spørsmål som må reknast som særskilt viktige (sjå kapittel 5.7). Om ein skal prioritere spørsmåla, bør ein leggje vekt på om dyrking og foredling av HR-veksten eller produkt frå HR-veksten kan skade plantar, dyr, menneske eller økosystem på kort og lang sikt. Særleg bør ein leggje vekt på irreversible skadeverknader.

Bioteknologinemnda meiner desse momenta er særskilt viktige for om HR-veksten kan seiast å bidra til berekraftig utvikling (momenta er ikkje rangerte):

Miljø/økologi:

- om dyrking eller bruk av HR-veksten kan skade ikkje-målorganismar, særleg pollinatorar (sjå spørsmål 4 og 7a)
- om det kan oppstå uventa additive effektar eller synergieffektar når meir enn eitt sprøytemiddel blir brukt i same område (sjå spørsmål 7f)
- om dyrkinga av HR-veksten fører til at det blir meir resistent ugras, og om det er sett i verk tiltak for å motverke dette (sjå spørsmål 8)
- om HR-veksten lett spreier seg via frø og pollen (sjå spørsmål 3)
- om HR-veksten inneheld gen for antibiotikaresistens (sjå spørsmål 1e og 3b)

Økonomi og samfunn:

- om sprøytemiddelet er forbode i Noreg på grunn av helse- og miljørisiko og har dei same verknadene i dyrkingslandet som i Noreg (sjå spørsmål 5a og 5b)
- om sprøytemiddelet er forbode eller vedteke å skulle fasast ut etter internasjonale avtalar (sjå spørsmål 5c)
- om det oppstår langtidseffektar på helsa til bøndene (sjå spørsmål 3.1a)



Norsk landskap. Trondheimsfjorden. Foto: Scanstockphoto

- om bøndene får opplæring og verneutstyr for å bruke sprøytemidla (sjå spørsmål 3.1b)
- om dei demokratiske rettane til andre bønder blir krenkte, det vil seie om det finst reglar for sameksistens (korleis GMO og ikkje-GMO skal kunne dyrkast i same område) og erstatning for uønskt genspreiing (sjå spørsmål 4.2a og 4.2c)
- om planten er tilgjengeleg for uavhengig risikoforsking (sjå spørsmål 7)
- om planten er tilgjengeleg for vidare planteforedling (sjå spørsmål 6c)
- om ein fritt kan velje dyrkingssystem i framtida (vanleg, økologisk eller GMO) (sjå spørsmål 8)

Sysselsetjing, eigedomsforhold og økonomien i dyrkingslandet, enten HR-veksten blir dyrka i Noreg eller andre stader, er av dei spørsmåla som bør prioriterast lågast.

Nokre konsekvensar kan vere så alvorlege at svaret på eitt spørsmål åleine bør gi grunn til avslag. Tilfelle der dette må vurderast, er når

- HR-veksten inneheld gen for antibiotikaresistens (sjå spørsmål 1e og 3b, miljø/økologi)
- planten ikkje er tilgjengeleg for uavhengig risikoforsking (sjå spørsmål 7, økonomi og samfunn og spørsmål 4, spørsmål til norske styresmakter)

- sprøytemiddelet planten er resistent mot, er forbode i Noreg på grunn av helse- og miljørisiko og har dei same verknadene i dyrkingslandet (sjå spørsmål 5a og 5b, økonomi og samfunn)
- det er vedteke i internasjonale avtalar at sprøytemiddelet planten er resistent mot, bør bli forbode (sjå spørsmål 5c, økonomi og samfunn)

Spørsmåla om det å godkjenne ein GMO-søknad svarer med dei politiske måla for nord-sør-politikken og biologisk mangfald og rolla som føregangsland eller bru-

byggjar, i tillegg til måla for matpolitikken, gjer det mogleg å vurdere summen av enkeltvedtak på ein meir heilskapleg måte: Kva retning ønskjer vi, og kva vil enkeltvedtak om genmodifiserte plantar til saman få å seie for målsetjingar i til dømes ernærings-, mat- og distriktspolitikken? Desse spørsmåla bør òg sjåast i samanheng med spørsmålet om HR-veksten hindrar omlegging til andre landbrukssystem i framtida. Det er summen av svara på spørsmåla som bestemmer om ei avgjerd byggjer opp under dei politiske måla.

Alternative tilnærmingar for å vurdere berekraft

Det finst fleire alternative tilnærmingsmåtar for å vurdere om genmodifiserte plantar bidreg til berekraftig utvikling. Eitt alternativ er å lage sjekklister med krav eller parametarar som skal målast for å avgjere om ein GMO kan godkjennast. Å nytte internasjonale konvensjonar der krav til berekraftig utvikling er med, kan vere eit anna alternativ. Ein tredje metode kan vere å krevje at GMO-en skal vere sertifisert etter internasjonale sertifiseringsordningar.

Til no finst det ingen konvensjonar for berekraftig bruk av GMO. Det finst heller ingen sertifiseringsordningar for handel med genmodifiserte vekstar verken i Noreg eller internasjonalt. Men konvensjonar og sertifiseringsordningar som allereie finst, kan eventuelt nyttast som utgangspunkt for å lage egne vurderingssystem.

Internasjonale konvensjonar kan nyttast på to måtar: enten til å krevje at produsentland skal oppfylle visse internasjonale konvensjonar for at ein GMO skal godkjennast, eller til å hente inspirasjon til å lage egne krav. FN-konvensjonen om biologisk mangfald og Den internasjonale traktaten om plantegenetiske ressursar for mat og jordbruk (Plantetraktaten i FAO, FNs mat- og landbruksorganisasjon) er døme på internasjonale konvensjonar som byggjer på prinsippet om berekraftig utvikling. På det sosioøkonomiske området finst avtalar som til dømes FN-konvensjonen om barnearbeid.

Det finst fleire hundre sertifiseringsordningar for økologisk mat og fôr i verda. I tillegg finst det ein del sertifiseringsordningar for vanleg mat. Codex Alimentarius, som er driven fram av FAO og WHO (Verdshelseorganisasjonen), er ein serie med retningslinjer for mattryggleik.¹¹⁴ GLOBALG.A.P. er ei anna ordning, som kjøttindustrien har utvikla.¹¹⁵ Codex Alimentarius-kommisjonen har dei siste åra arbeidd med ei sertifiseringsordning for produksjon av mat frå genmodifiserte organismar, men er enno ikkje ferdig. Arbeidet med oppfølging av Cartagena-protokollen, bio-tryggleikavtalen om GMO under FN-konvensjonen om biologisk mangfald, kan òg gi grunnlag for framtidige sertifiseringsordningar for GMO.

FAO arbeider òg med å lage retningslinjer for å vurdere om matproduksjon og landbrukssystem er berekraftige.¹¹⁶ Organisasjonen har lagt fram eit forslag til retningslinjer som inneheld framgangsmåte og indikatorar for å måle om produksjonen er berekraftig, og fleire verksemdar har gjort pilotstudiar. Retningslinjene kan nyttast til å vurdere heile verdikjeda, både produksjon, foredling og sal, enten produksjonen er konvensjonell (ikkje økologisk eller GMO), økologisk eller basert på genmodifiserte organismar. Dette arbeidet kan òg nyttast som utgangspunkt for å lage egne vurderingssystem, og kan vise seg å vere nyttig for ei eventuell framtidig sertifiseringsordning for GMO.

Dei norske berekraftindikatorane og GMO

I samband med oppfølginga av arbeidet til Brundtland-kommisjonen gjennom Agenda 21 forplikta kvart land seg til å opprette nasjonale berekraftindikatorar.¹¹⁷ Desse indikatorane skal måle tilstanden innanfor landegrensene.

Etter ei offentleg utgreiing fekk Noreg sitt indikatorsett i 2005.¹¹⁸ Indikatorsettet er seinare noko endra, og det inneheld i dag desse indikatorane¹¹⁹:

- (1) offisiell norsk bistand til utviklingsland
- (2) samla import frå utviklingsland
- (3) norske klimagassutslepp
- (4) utslepp av NO_x, NH₃, SO₂ og NMVOC
- (5) Naturindeksen for hav- og kystvatn
- (6) Naturindeksen for landøkosystem
- (7) tilstand freda bygg
- (8) samla energibruk per eining BNP
- (9) gytebestand for utvalde fiskeslag
- (10) irreversibel avgang av produktivt areal
- (11) potensiell eksponering helse- og miljøfarlege stoff
- (12) netto nasjonalinntekt per innbyggjar fordelt på kjelder
- (13) utvikling i inntektsfordeling
- (14) langsiktige offentlege finansar
- (15) utdanningsnivå
- (16) prosentdel uføretrygda og langtidsarbeidsledige
- (17) forventna levealder

Ein mogleg framgangsmåte for å vurdere om ein GMO bidreg til berekraftig utvikling, er å ta for seg dei ulike indikatorane med tanke på den aktuelle genmodifiserte organismen. Fleire av indikatorane kan vere aktuelle: (2) samla import frå utviklingsland, (6) Naturindeksen for landøkosystem, (11) potensiell eksponering helse- og miljøfarlege stoff og (12) nettonasjonalinntekt per innbyggjar fordelt på kjelder (det er aktuelt dersom GMO-en aukar lønnsmda i éi eller fleire næringar).

Utrekning av dei norske indikatorane

Statistisk sentralbyrå har ansvaret for å rekne ut indikatorane etter eit visst system og gir ut ein årleg rapport.¹²⁰ Ei tolking av omgrepet berekraftig utvikling er at forbruket målt per innbyggjar i eit gitt år ikkje skal vere større enn at ein kan velje det same forbruket per innbyggjar i alle åra etter.¹²¹ Ein føresetnad for det er at ressursbasen blir halden ved lag.

Ressursbasen omfattar både ressursar som kan målast ut frå økonomisk verdi, og ressursar som må målast ut frå fysiske verdiar. Tankegangen er at så lenge kvart land passar på sin ressursbase, vil òg den globale ressursbasen bli halden ved lag. Alle ressursane som ein kan fastsetje ein kroneverdi for, inngår i nasjonalformuen. Det vil seie arbeidskraft, humankapital, maskinar og anna kapitalutstyr, finanskapital, landbruket, skogbruket, fiskeoppdrett, fiske og fangst på naturlege bestandar, vind- og vasskraftressursar, olje- og gassreservar og mineralreservar.

For å oppnå berekraftig utvikling er det eit mål å halde nasjonalformuen konstant eller å auke han. At folketallet aukar, og at vi bruker stadig meir av olje- og gassressursane, medverkar til at nasjonalformuen per innbyggjar minkar. For å motverke dette må ein investere noko av inntektene frå olje- og gassressursane i andre typar kapital, til dømes humankapital (kunnskap og ferdigheiter i befolkninga). Ei anna løysing er å forvalte dei fornybare ressursane betre, det vil seie landbruket, skogbruket, fiske og fangst og vind- og vasskraftressursane.

Eit aktuelt spørsmål når det gjeld GMO-ar, er om dei kan auke verdien av nokre av dei fornybare ressursane.¹²² Det kan skje til dømes viss inntekta frå gardsdrifta blir større enn før når utgiftene til innsatsfaktorar er trekte frå.

Mange ressursar, som til dømes biologisk mangfald, drikkevatt og rein luft, er ikkje med i nasjonalformuen fordi det er svært vanskeleg å måle kroneverdien av tenester som ikkje blir omsette i ein marknad. Dette har to uheldige følgjer: For det første vil vi undervurdere nasjonalformuen. For det andre kan negative endringar komme ut som positive eller omvendt. Til dømes kan nasjonalformuen auke på grunn av effektivisering i jordbruket, og dermed auke verdien av denne sektoren. Samstundes kan effektiviseringa ha redusert økosystemtenestene ved at det biologiske mangfaldet har minka. Fordi slike endringar ikkje blir registrerte som ein marknadstransaksjon, vil dei ikkje komme med i utrekningane til Statistisk sentralbyrå.

FAKTA

Sprøytemiddel – aktive ingrediensar

Glyfosat

Glyfosat verkar ved å binde seg til og med det hemme enzymet EPSPS (5-enolpyruvylshikimat-3-fosfat-syntase, engelsk: *5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate-synthetase*). EPSPS katalyserer danninga av aromatiske aminosyrer. Når EPSPS ikkje lenger verkar, blir ikkje desse aminosyrene danna, og plantane dør.

Glyfosatresistente plantar er dei genmodifiserte plantane det blir dyrka mest av i verda. Den vanlegaste måten å lage slike plantar på er å setje inn genet som kodar for den versjonen av CP4-EPSPS som finst i jordbakterien *Agrobacterium*. Denne versjonen av CP4-EPSPS bind glyfosat på ein måte som ikkje hemmar danninga av aminosyrer. Det gjer at glyfosat ikkje lenger verkar, og danninga av aminosyrer skjer som før. Det finst òg døme på plantar der det er sett inn eit gen som kodar for enzymet GOX (*glyfosat oksidoreduktase*), som bryt ned glyfosat.

Dei vanlegaste glyfosatprodukta som er i handelen, inneheld glyfosat-salt som sikrar at stoffet løyser seg godt i vatn for å verke best mogleg. Det vanlegaste er isopropylamin-salt.

Glyfosat, som er best kjent under merkenamnet *Round-up*, er det mest utbreidde ugrasmiddelet i verda. Det er òg lov å bruke i Noreg i mange samanhengar, både i landbruket, langs jernbane og vegar og i private hagar.

Glufosinat-ammonium

Glufosinat-ammonium (kortform: glufosinat) hemmar planteenzymet glutaminsyntase. Glutaminsyntase katalyserer danninga av glutamin frå glutaminsyre og ammonium. Når glutaminsyntasen ikkje verkar, lagar ikkje planten lenger glutamin, og ammonium hopar seg opp. Det hindrar fotosyntesen, slik at planten dør.

Glufosinatresistente genmodifiserte plantar blir allereie dyrka. I slike plantar er det sett inn gen for enzyma PAT eller BAR, som bryt ned glufosinat-ammonium.

Glufosinat-ammonium er mest kjent under merkenamn som Finale og Basta. Sprøytemiddel med glufosinat-ammonium er ikkje lenger tillatne til noko bruksområde i Noreg og er under utfasing i EU.

Dicamba

Dicamba (3,6-diklor-2-metoksybenzoesyre; engelsk *3,6-dichloro-2-methoxybenzoic acid*) og 2,4-D (sjå under) tilhøyrer ein familie av ugrasmiddel som etterliknar verknadene av plantehormonet auxin, eit hormon som påverkar veksten til plantane. Desse ugrasmidla gjer at det blir danna mykje meir DNA, RNA og protein særleg i vekstsonene til planten. Det påverkar igjen celledelinga slik at dei væskeførande kanalane bryt saman og blada visnar. Dicamba blir teke opp gjennom blad og røter og spreier seg så i heile planten. Sprøytemiddelet er giftig for tofrøblada plantar, men har liten effekt på einfrøblada kornplantar og gras.

Monsanto planlegg å marknadsføre ein soyasort som både er resistent mot dicamba og glyfosat, frå 2014. Dei har sett inn eit gen frå jordbakterien *Streptophomonas maltophilia*, som gjer at soyaplanten lagar eit protein som bryt ned dicamba til delar som ikkje skal skade planten.

Dicamba er godkjent til bruk i grasmark og korn i Noreg under produktnamnet Banvel.

2,4-D

2,4-D (2,4-diklorfenoksyeddiksyre; engelsk: *2,4-dichlorophenoxyacetic acid*) liknar dicamba i struktur og verknadsmekanisme. Som dicamba etterliknar 2,4-D verknadene av plantehormonet auxin, og påverkar celledeling slik at blada visnar.

Dow Agro-Sciences var i 2010 ferdige med å utvikle genmodifisert mais, soya og bomull som var resistent mot 2,4-D. Men plantane er enno (november 2013) ikkje godkjende av landbruksdepartementet i USA. Selskapet har sett inn eit gen frå jordbakterien *Ralstonia eutropha* i plantane. Genet kodar for eit enzym som bryt ned sprøytemiddelet til delar som ikkje skal skade plantane. Genet vart henta frå resistente jordbakteriar i område der 2,4-D hadde vore brukt.

2,4-D er godkjent til visse bruksområde i EU, men har vore forbode i Noreg sidan 1997 på grunn av helse- og miljøfare.

AOPP-gruppa

AOPP- eller APP-gruppa (aryloksyfenoksypropionat; engelsk: *aryloxy phenoxy propionate*) er ei gruppe sprøytemiddel som hemmar enzymet acetylCoA-karboksyylase, som er viktig for danninga av feittsyrer. Den genmodifiserte soyaen som er gjord resistent mot 2,4-D, er òg resistent mot nokre sprøytemiddel i denne gruppa.

Isoxaflutol

Isoxaflutol tilhøyrrer ei gruppe sprøytemiddel som hemmar HPPD, eit enzym som mellom anna er viktig for å danne tokoferol og plastokinon i plantar. Plastokinon er viktig for fotosyntesen, og utan dette stoffet kvitnar blada og plantane døyr.

Ein soyasort frå Monsanto som er resistent mot isoxaflutol, vart i 2013 godkjend i USA. I denne soyaen er det sett inn eit gen som kodar for ein bakterieversjon av HPPD frå *Pseudomonas fluorescence*, som ikkje blir hemma av isoxaflutol. Ei aminosyre er endra frå den versjonen bakterien lagar, slik at planten toler sprøytemiddelet enda betre.

I USA har isoxaflutol lenge vore godkjent til avgrensa bruk på mais. Isoxaflutol er godkjent til nokre bruksområde i EU, men har ikkje vore vurdert i Noreg.

Imidazolinon

Ugrasmiddel i imidazolinon-familien hemmar enzymet AHAS eller ALS. Dette enzymet er nødvendig for å få danna forgreina aminosyrer, og utan AHAS døyr planten.

Bayer CropScience har søkt om å få godkjent ein soya-sort som toler sprøytemiddel frå imidazolinon-familien. I denne soyaen er det sett inn eit modifisert gen for AHAS frå vårskrinneblom (*Arabidopsis thaliana*). Denne versjonen av AHAS er resistent mot imidazolinon-sprøytemidla. Pioneer Hibred har òg utvikla soya og mais som toler denne typen sprøytemiddel.

Nokre imidazolinon-sprøytemiddel er godkjende til visse bruksområde i EU, men ikkje i Noreg.

REFERANSAR

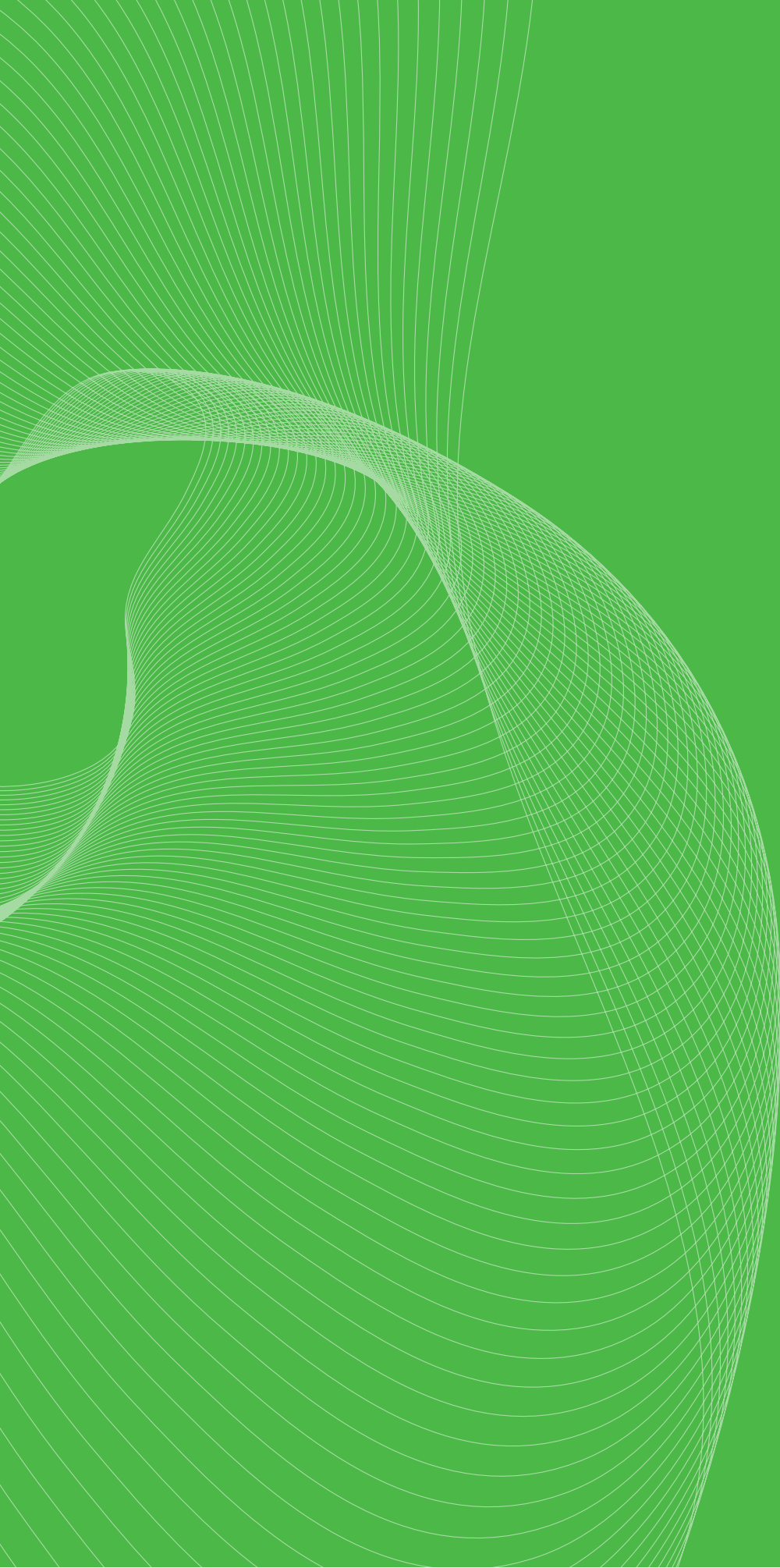
1. Verdenskommisjonen for miljø og utvikling (1987): Vår felles framtid, s. 42. Tiden Norsk Forlag.
2. Bioteknologinemnda (2006): Bærekraft, samfunnsnytte og etikk i vurderinger av genmodifiserte organismer. www.bion.no/filarkiv/2010/07/2006_05_baerekraftheftrevidert_BN.pdf
3. Bioteknologinemnda (2011): Insektresistente genmodifiserte planter og bærekraft. www.bion.no/filarkiv/2011/06/rapport_baerekraft_110627_web.pdf
4. Sjå omtale og video av dei opne møta på www.bion.no/2012/05/video-gmo/ og www.bion.no/2012/09/ope-mote-i-september-baerekraft-og-genmodifisering/
5. FN (1992): Agenda 21. www.un-documents.net/agenda21.htm
6. Miljøverndepartementet (2005): NOU2005:5 Enkle signaler i en kompleks verden – Forslag til indikatorsett for bærekraftig utvikling. Finansdepartementet (2011): Nasjonalbudsjettet 2012, kapittel 6 *Bærekraftig utvikling og livskvalitet* www.regjeringen.no/nb/dep/fin/dok/regpubl/stmeld/2011-2012
7. James C. (2013): Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2012.
8. The Economics of Ecosystems and Biodiversity. www.teebweb.org
9. International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development. www.unep.org/dewa/Assessments/Ecosystems/IAASTD/tabid/105853/Default.aspx
10. Millennium Ecosystem Assessment (2005): Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends, Volume 1. Island Press.
11. Smith V., Bohan D.A., Clark S.J., Haughton A.J., Bell J.R., Heard M.S. (2008): Weed and invertebrate community compositions in arable farmland. *Arthropod-Plant Interactions* 2: 21–30.
12. Albo A.G., Mila S., Digillo G., Motto M., Corpillo D. (2007): Proteomic analysis of a genetically modified maize flour carrying cry1ab gene and comparison to the corresponding wild-type. *Maydica* 52: 443–455.
13. Zolla L., Antonioli P., Righetti P.G. (2008): Proteomics as a complementary tool for identifying unintended side effects occurring in transgenic maize seeds as a result of genetic modification. *Journal of Proteome Research* 7: 1850–1861.
14. Sjå til dømes Haslberger 2006 og referansar i denne: Haslberger A.G. (2006): Need for an “integrated safety assessment” of GMOs, linking food safety and environmental considerations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 3173–3180.
15. Knudsen I. og Poulsen M. (2007): Comparative safety testing of genetically modified foods in a 90-day rat feeding study design allowing the distinction between primary and secondary effects of the new genetic event. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 49: 53–62.
16. Rang A., Linke B., Jansen B. (2005): Detection of RNA variants transcribed from the transgene in Roundup Ready soybean. *European Food Research and Technology* 220: 438–443.
17. Sjå til dømes Traavik og Lim 2007 og referansar i denne: Traavik, T. og Lim Li, C. (red.) (2007): *Biosafety First – Holistic Approaches to Risk and Uncertainty in Genetic Engineering and Genetically Modified Organisms*. Tapir Academic Press.
18. Sjå til dømes Heinemann et al. 2011, Domingo og Bordonaba 2011, Traavik og Lim 2007 (sjå note 17) og referansar i desse: Heinemann J.A., Kurenbach B., Quist D. (2011): Molecular profiling – a tool for addressing emerging gaps in the comparative risk assessment of GMOs. *Environment International* 37: 1285–1293. Domingo J.L. og Bordonaba J.G. (2011): A literature review on the safety assessment of genetically modified plants. *Environment International* 37: 734–742.
19. Oversikt og diskusjon i Heinemann J.A. og Traavik T. (2004): Problems in monitoring horizontal gene transfer in field trials of transgenic plants. *Nature Biotechnology* 22: 1105–1109.
20. Sjå til dømes Whitham et al. 2006 og referansar i denne: Whitham T.G., Gehring C.A., Evans L.M., LeRoy C.J., Bangert R.K., Schweitzer J.A., Allan G.J., Barbour R.C., Fischer D.G., Potts B.M., Bailey J.K. (2006): A community and ecosystem genetics approach to conservation biology and management, s. 50–70 i DeWoody J.A., Bickham J.W., Michler C.H., Nichols K.M., Rhodes Jr., O.E., Woeste K.E. (red.) (2006): *Molecular approaches in natural resource conservation and management*. Cambridge University Press.
21. Sjå Bioteknologinemnda (2011). Sjå note 3.
22. Sjå til dømes Prescott et al. 2006 og 2005 og referansar i desse: Prescott V.E., Hogan S.P. (2006): Genetically modified plants and food hypersensitivity diseases: usage and implications of experimental models for risk assessment. *Pharmacology and Therapeutics* 111: 374–83. Prescott V.E., Campbell P.M., Moore A., Mattes J., Rothenberg M.E., Foster P.S., Higgins T.J., Hogan S.P. (2005): Transgenic expression of bean alpha-amylase inhibitor in peas results in altered structure and immunogenicity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 9023–30.

23. Sjå Wu et al. 2012 og referansar i denne: Wu H., Zhang Y., Xiao X., Zhou X., Xu S., Shen W., Huang M. (2012): Presence of CP4-EPSPS component in Roundup Ready soybean-derived food products. *International Journal of Molecular Sciences* 13: 1919–1932.
24. OECD (1994): Data Requirements for Pesticide Registration in OECD Member Countries: Survey Results.
25. OECD (1998): OECD Governments' Approaches to the Protection of Proprietary Rights and Confidential Business Information in Pesticide Registration.
26. Cox C. og Surgan M. (2006): Unidentified inert ingredients in pesticides: implications for human and environmental health. *Environmental Health Perspectives* 114: 1803–6.
27. NCAP (Northwest Coalition for Alternatives to Pesticides) (2006): Inert Ingredients in Common Agricultural Pesticide Products.
28. Samanfatta av Cox og Surgan (2006). Sjå note 26.
29. Benachour N. og Séralini G.E. (2009): Glyphosate formulations induce apoptosis and necrosis in human umbilical, embryonic, and placental cells. *Chemical Research in Toxicology* 22: 9–105.
30. Brausch J.M. og Smith P.N. (2007): Toxicity of Three Polyethoxylated Tallowamine Surfactant Formulations to Laboratory and Field Collected Fairy Shrimp, *Thamnocephalus platyurus*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 52: 217–221.
31. Tsui M.T.K. og Chu L.M. (2003): Acute toxicity of glyphosate-based formulations: comparison between different organisms and the effects of environmental factors. *Chemosphere* 52: 1189–1197.
32. Sawada Y., Nagai Y., Ueyama M., Yamamoto I. (1988): Probable toxicity of surface-active agent in commercial herbicide containing glyphosate. *Lancet* 331: 299.
33. Sjå Helander et al. 2012 og referansar i denne: Helander M., Saloniemi I, Saikkonen K. (2012): Glyphosate in northern ecosystems. *Trends in Plant Science* 17: 569–574.
34. Sjå Cuhra et al. 2013 og referansar i denne: Cuhra M., Traavik T., Bøhn T. (2013): Clone- and age-dependent toxicity of a glyphosate commercial formulation and its active ingredient in *Daphnia magna*. *Ecotoxicology* 22: 251–262.
35. Benachour og Séralini 2009. Sjå note 29.
36. OECD (2004): OECD-202 Guideline for testing of chemicals: *Daphnia* sp. acute immobilization test.
37. OECD (2008) OECD-211 Guidelines for testing of chemicals: *Daphnia magna* reproduction test.
38. Sjå Chinalia et al. 2007 og referansar i denne: Chinalia F.A., Seleguin M.H., Correa E.M. (2007): 2,4-D causes, effect and control. *Terrestrial and Aquatic Environmental Toxicology* 1: 24–33.
39. Cox C. (1994): Dicamba. *Journal of Pesticide Reform* 14: 30–35.
40. Gleason C., Foley R.C., Singh K.B. (2011): Mutant analysis in *Arabidopsis* provides insight into the molecular mode of action of the auxinic herbicide dicamba. *PLoS One* 6: e17245.
41. Undersøkinga er gjengitt i fleire artiklar: Sjå til dømes Brooks et al. 2003, Haughton et al. 2003, Hawes et al. 2003 og Roy et al. 2003; Brooks D.R. et al. (2003): Invertebrate responses to the management of genetically modified herbicide-tolerant and conventional spring crops. I. Soil-surface-active invertebrates. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences* 358: 1847–62. Haughton A.J. et al. (2003): Invertebrate responses to the management of genetically modified herbicide-tolerant and conventional spring crops. II. Within-field epigeal and aerial arthropods. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences* 358: 1863–77. Hawes C. et al. (2003): Responses of plants and invertebrate trophic groups to contrasting herbicide regimes in the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences* 358: 1899–913. Roy D.B. et al. (2003): Invertebrates and vegetation of field margins adjacent to crops subject to contrasting herbicide regimes in the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences* 358:1879–98.
42. Sjå til dømes Yamada et al. 2009 og Clair et al. 2012: Yamada T., Kremer R.J., de Camargo e Castro P.R., Wood B.W. (2009): Glyphosate interactions with physiology, nutrition, and diseases of plants: Threat to agricultural sustainability? *European Journal of Agronomy* 31: 111–113. Clair E., Linn L., Travert C. (2012): Effects of Roundup and glyphosate on three food microorganisms: *Geotrichum candidum*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. *Current Microbiology* 64: 486–491.
43. Sjå Chinalia et al. 2007 og referansar i denne. Sjå note 38.

44. Zobiolo L.H.S., Oliveira R.S., Kremer R.J., Constantin J., Yamada T., Castro C., Oliveira F.A., Oliveira A. (2010): Effect of glyphosate on symbiotic N₂ fixation and nickel concentration in glyphosate-resistant soybeans. *Applied Soil Ecology* 44: 176–180.
45. Zobiolo L.H.S., Kremer R.J., Oliveira Jr. R.S., Constantin J. (2011): Glyphosate affects chlorophyll, nodulation and nutrient accumulation of “second generation” glyphosate-resistant soybean (*Glycine max* L.). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 99: 53–60.
46. Sjø Helander et al. 2012 og referansar i denne. Sjø note 33.
47. Marc J., Mulner-Lorillon O., Boulben S., Hureau D., Durand G., Bellé R. (2002): Pesticide Roundup Provokes Cell Division Dysfunction at the Level of CDK1/Cyclin B Activation. *Chemical Research in Toxicology* 15: 326–331.
48. Sjø til dømes Nativelle-Serpentini et al. 2003: Nativelle-Serpentini C., Richard S., Seralini G.E., Sourdain P. (2003): Aromatase activity modulation by lindane and bisphenol-A in human placental JEG3 and transfected kidney E293 cells. *Toxicology In Vitro* 17: 413–422.
49. Brookes G. og Barfoot P. (2013): Key environmental impacts of global genetically modified (GM) crop use 1996–2011. *GM Crops and Food: Biotechnology in Agriculture and the Food Chain* 4: 109–119.
50. Benbrook C. (2012): Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. – the first sixteen years. *Environmental Sciences Europe* 24: 24.
51. Food and Waterwatch (2013): Superweeds – how biotech crops bolster the pesticide industry. www.foodandwaterwatch.org
52. Bonny S. (2011): Herbicide-tolerant Transgenic Soybean over 15 Years of Cultivation: Pesticide use, weed resistance, and some economic issues. The Case of the USA. *Sustainability* 3, 1302–1322.
53. Food and Water Watch 2013. Sjø note 51.
54. Catacora-Vargas G., Galeano P., Agapito-Tenfen S.Z., Aranda D., Palau T., Nodari R. (2012): Soybean Production in the Southern Cone of the Americas: Update on Land and Pesticide Use. http://genok.no/wp-content/uploads/2013/04/SOY-SA-Land_Pesticides-ENG.pdf
55. Bomgardner M.M. (2012) War on weeds. *Chemical & Engineering News* 90: 20–22.
56. Heap I. (2013): International survey of herbicide resistant weeds. www.weedscience.org, 27.11.2013.
57. Wright T.R., Shan G., Walsh T.A., Lira J.M., Cui C., Song P., Zhuang M., Arnold N.L., Lin G., Yau K., Russell S.M., Cicchillo R.M., Peterson M.A., Simpson D.M., Zhou N., Ponsamuel J., Zhang Z. (2010): Robust crop resistance to broadleaf and grass herbicides provided by aryloxyalkanoate dioxygenase transgenes. *PNAS* 107: 2040–2045.
58. Mortensen D.A., Egan J.F., Maxwell B.D., Ryan M.R., Smith R.G. (2012): Navigating a critical juncture for sustainable weed management. *BioScience* 62: 75–84.
- Egan J.F., Maxwell B.D., Mortensen D.A. 2011, Ryan M.R., Smith R.G. (2011): 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D-resistant crops and the potential for evolution of 2,4-D-resistant weeds. *PNAS* 108: E37.
59. Franke A.C., Breukers M.L.H., Broer W., Bunte F., Dolstra O., d’Engelbronner-Kolff F.M., Lotz L.A.P., van Montfort J., Nikoloyuk J., Rutten M.M., Smulders M.J.M., van de Wiel C.C.M., van Zijl M. (2011): Sustainability of current GM crop cultivation: Review of people, planet, profit effects of agricultural production of GM crops, based on the cases of soybean, maize, and cotton. *Plant Research International*, part of Wageningen UR, Report 386, s. 19–20.
60. Icoz I., Saxena D., Andow D.A., Zwahlen C., Stotzky G. (2008): Microbial populations and enzyme activities in soil in situ under transgenic corn expressing cry proteins from *Bacillus thuringiensis*. *Journal of Environmental Quality* 37: 647–62.
61. Sjø til dømes Yamada et al. 2009 og referansar i denne. Sjø kapittel 3.2.2.1.3.
62. Franke et al. 2011. Sjø note 59.
63. Franke et al. 2011, s. 23. Sjø note 59.
64. James 2011, s. 13. Sjø note 7.
65. Franke et al. 2011, s. 25. Sjø note 59.
66. Powlson D., MacDonald A., Poulton P. (2012): Unexpected treasures from Rothamsted experiments: How long term studies continue to give new data and insights for the improvement of food and feed production. *Bioforsk FOKUS* 7(2), s. 28–29.
67. FAO (FNs mat- og landbruksorganisasjon). www.fao.org/righttofood/en/
68. FAO (2006): Food security. Policy Brief June 2006 Issue 2. ftp://ftp.fao.org/es/ESA/policybriefs/pb_02.pdf
69. Verdselhelseorganisasjonen (2009): 10 facts on food safety. www.who.int/features/factfiles/food_safety/en/
70. Stortingsmelding nr. 40 1996-97, kapittel 2.2.1. www.regjeringen.no/nb/dep/lmd/dok/regpubl/stmeld/19961997/stmeld-nr-40-1996-97-/2/2/1.html

71. FAO. www.fao.org/righttofood/about-right-to-food/en/
72. Nellemann C., MacDevette M., Manders T., Eickhout B., Svihus B., Prins A.G., Kaltenborn B.P. (red.) (2009): The environmental food crisis. The environment's role in averting future food crisis. UNEP (FNs miljøprogram). www.unep.org/pdf/FoodCrisis_lores.pdf
73. Séralini G.E., Clair E., Mesnage R., Gress S., Defarge N., Malatesta M., Hennequin D., de Vendômois J.S. (2012): Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Food and Chemical Toxicology* 50: 4221–4223.
74. Gustavsson J., Cederberg C., Sonesson U. (2011): Global Food Losses and Food Waste: Extent, Causes and Prevention, side v. FAO. www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf
75. Hilbeck A., Lebrecht T., Vogel R., Heinemann J.A., Binimelis R. (2013): Farmer's choice of seeds in four EU countries under different levels of GM crop adoption. *Environmental Sciences Europe* 25: 12.
76. FAO. www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/seeds-pgr/gpa/en
77. Den internasjonale traktaten om plantegenetiske ressurser for mat og jordbruk (ITPGRFA). www.planttreaty.org
78. Den internasjonale traktaten om plantegenetiske ressurser for mat og jordbruk (ITPGRFA). www.planttreaty.org
79. Andersen R. og Winge T. (red.) (2013): *Realising Farmers Rights to Crop Genetic Resources: Success Stories and Best Practices*. Routledge.
80. Andersen R. og Winge T. med bidrag frå Torheim B.B. (2011): *Global Consultations on Farmers' Rights in 2010*. FNI Report 1/2011. Fridtjof Nansen Institute.
81. Pistorius R., Lim E.S., Ghijsen H., Visser B. (2009): Results of an online conference on 'Options for Farmers' Rights'. *Information Papers for the Third Session of the Governing Body of the ITPGRFA*. IT/GB-3/09/Inf. 6, Add. 2 (Rome/Tunis: Secretariat of the ITPGRFA).
82. Andersen R. (2009): *Information Paper on Farmers' Rights Submitted by the Fridtjof Nansen Institute, Norway, based on the Farmers' Rights Project*. *Information Papers for the Third Session of the Governing Body of the ITPGRFA*. IT/GB-3/09/Inf. 6, Add. 3 (Rome/Tunis: Secretariat of the ITPGRFA).
83. Andersen R. (2005): *Results from an International Stakeholder Survey on Farmers' Rights*. *The Farmers' Rights Project – Background Study 2/FNI report 9/2005*. Fridtjof Nansen Institute.
84. *Farmer's Rights*. Resource pages for decision makers and practitioners. www.farmersrights.org
85. Francke et al. 2011, s. 23. Sjå note 59.
86. Centre for Food Safety (2005): *Monsanto vs. U.S. Farmers*. www.centerforfoodsafety.org/files/cfsmonsantovsfarmerreport11305.pdf
87. Centre for Food Safety (2012): *Seed Giants vs. U.S. Farmers*. www.centerforfoodsafety.org/files/seed-giants_final_04424.pdf
88. Wikesland T. (2010): *Bærekraftig utvikling av verdens matvareproduksjon?* GENialt 4/2010. Bioteknologinemnda.
89. Miljøverndepartementet (2013): *NOU 2013: 10 Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester*, s. 37.
90. Kumar P. (red.) (2010): *The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations*. Earthscan. www.teebweb.org/our-publications/teeb-study-reports/ecological-and-economic-foundations/
91. Jenssen E.V. (2011) *Plantevernmiddelet endosulfan blir forbudt globalt*. www.npolar.no/no/nyheter/2011/2011-05-03-plantevernforbud.html
92. Secretariat of the Stockholm Convention (2012): *Success stories: Stockholm Convention 2001–2011*. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-PAWA-SUCSTORY-2001-10-LR.En.pdf>
93. Den internasjonale traktaten om plantegenetiske ressurser for mat og jordbruk (ITPGRFA), artikkel 2. www.planttreaty.org
94. Vincent H., Wiersema J., Kell S., Fielder H., Dobbie S., Castañeda-Álvarez N.P., Guarino L., Eastwood R., León B., Maxted N. (2013): *A prioritized crop wild relative inventory to help underpin global food security*. *Biological Conservation* 167: 265–275.
95. Asdal Å. (2012): *Verdi av plantegenetiske ressurser fra vill flora som økosystemtjeneste*. Notat fra Norsk genressurs-senter til Ekspertutvalget om verdier av økosystemtjenester. Genressurs-senteret ved Skog og landskap, Rapport 20/2012.
96. Global Crop Diversity Trust. www.croptrust.org/content/wild-relatives
97. Louwaars N., Dons H., van Overwalle G., Raven H., Arundel A., Eaton D., Nelis A. (2009): *The future of plant breeding in the light of developments in patent rights and plant breeder's rights*. Centre for Genetic Resources the Netherlands, Wageningen UR, CGN Report 2009-14. <http://documents.plant.wur.nl/cgn/literature/reports/BreedingBusiness.pdf>
98. Walz E. (2009): *Under wraps*. *Nature Biotechnology* 27, 880–882.

99. Nielsen K.M. (2013): Biosafety data as confidential business information. *PLoS Biology* 11: e1001499.
100. Devos Y., Reheul D., de Schrijver A., Cors F., Momens W. (2004): Management of herbicide-tolerant oilseed rape in Europe: a case study on minimizing vertical gene flow. *Environmental Biosafety Research* 3: 135–148.
101. Miljøverndepartementet (2013): NOU 2013: 10 Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester, s. 37.
102. Kumar P. (red.) 2010. Sjå note 90.
103. Stortingsmelding nr. 9 2011–2012, Landbruks- og matpolitikken, Velkommen til bords.
104. European Commission (2010): Europeans and Biotechnology in 2010: Winds of change?
105. Magnus T., Almås R., Heggem R. (2009): Spis ikke, med mindre helsa eller miljøet blir bedre! Om utviklingen i norske forbrukeres holdninger til genmodifisert mat. *Etikk i praksis, Nordic Journal of Applied Ethics* 3: 89–110.
106. Louwaars N. et al 2009. Sjå note 97.
107. Hilbeck A. et al. 2013. Sjå note 75.
108. Sjå mellom anna Andersen R. (2008): *Governing Agrobiodiversity: Plant Genetics and Developing Countries*. Aldershot Ashgate.
109. Andersen R. (2011): *Plantemangfold i jordbruket og bønders rettigheter i Norge*, kapittel 4.2. Fridtjof Nansen Institute.
110. Hilbeck A. et al. 2013. Sjå note 75.
111. Stortingsmelding nr. 15 2008–2009, Interesser, ansvar og muligheter, hovedlinjer i norsk utenrikspolitikk, s. 142.
112. Stortingsmelding nr. 15 2008–2009, Interesser, ansvar og muligheter, hovedlinjer i norsk utenrikspolitikk, s. 144.
113. Bioteknologinemnda (2006). Sjå note 2.
114. Codex alimentarius-kommisjonen. www.codexalimentarius.net/web
115. GLOBALG.A.P. www.globalgap.org
116. FAO: Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems. www.fao.org/nr/sustainability/sustainability-assessments-safa/en/ og www.fao.org/fileadmin/templates/nr/sustainability_pathways/docs/SAFA_Guidelines_final_draft.pdf
117. FN (1992): Agenda 21. www.un-documents.net/agenda21.htm
118. Miljøverndepartementet (2005): NOU 2005: 5 Enkle signaler i en kompleks verden – Forslag til indikatorsett for bærekraftig utvikling.
119. Finansdepartementet (2011): *Nasjonalbudsjettet 2012*, kapittel 6, Bærekraftig utvikling og livskvalitet. www.regjeringen.no/nb/dep/fin/dok/regpubl/stmeld/2011-2012
120. Brunvoll F., Homstvedt S., Kolshus K.E. (2012): *Indikatorer for bærekraftig utvikling 2012*. Statistiske Analyser 129, Statistisk sentralbyrå.
121. Greaker M., Løkkevik P., Walle M.A. (2005): *Utviklingen i den norske nasjonalformuen fra 1985 til 2004. Et eksempel på bærekraftig utvikling? Rapport 2005/13*, Statistisk sentralbyrå.
122. For å rekne ut verdien av naturressursane følger Statistisk sentralbyrå opplegget til Verdsbanken: Verdsbanken (2006): *Where is the Wealth of Nations?*



Bioteknologinemnda
Postboks 522 Sentrum
0105 Oslo

Telefon: 24 15 60 20
Faks: 24 15 60 29

e-post: bion@bion.no
www.bion.no