

GENialt

småGENialt
Skyter planter
med kanon

SIDE 22

Tidsskrift fra Bioteknologirådet // 3-2018 // 27. årgang

Temanummer:

GMO – en del av løsningen for Afrika?

Side 2-9

Forbryterjakt og gentester

Side 16

Bioteknologirådet: Nei til gentesting av barn utenfor helsevesenet

Side 19





Foto: iStock.

GMO i Afrika – uhørt eller en del av løsningen?	3
2018 – gjennombruddsår for omstridt GMO-ris?	4
GMO i Afrika: da, nå og i fremtiden	6
Genredigering med CRISPR kan gi giftfri kassava	9
Tilbake til naturen med genteknologi?	10
Hvordan lagres minner i hjernen? Forskere har undersøkt snegler for svar	13
Kjønnceller laget på laboratoriet – er vi klare?	14
Gentester – politiets nye våpen?	16
Levende medisin	18
Skal mor og far kunne genteste egne barn? Nei, mener Bioteknologirådet	19
Vil kartlegge verdens biodiversitet for fremtiden	20
småGENialt: Skyter planter med kanon	22



GENialt 3-2018 // 27. årgang

Redaksjonen avslutta: 28. sept. 2018
 Ansvarleg redaktør: Ole Johan Borge
 Redaktør: Liv Rønnebak Bjergene
 Redaksjon: Elisabeth Gråbøl-Undersrud,
 Hilde Mellegård, Truls Petersen og
 Sigrid Bratlie.
 Opplag: 7250

Utgivar: Bioteknologirådet
 Adresse: Stortingsgata 10, 0161 Oslo
 Internett: www.bioteknologiradet.no
 E-post: post@bioteknologiradet.no
 Design: Dugg Design AS
 Trykk: RK Grafisk AS
 ISSN (trykt utgave) 0804-225X
 ISSN (nettutgave) 1502-7619

Bioteknologirådet er eit frittstående, regjeringsoppnemnd organ, og vart første gong oppnemnd i 1991. Rådet er heimla i lov om humanmedisinsk bruk av bioteknologi m.m. (bioteknologiloven) og lov om framstilling og bruk av genmodifiserte organismar.

Bioteknologirådet gir råd i saker som gjeld bruk av bio- og genteknologi i samband med menneske, dyr, plantar og mikro-organismar. Rådet skal òg tilby informasjon og skape debatt. I vurderingane sine skal rådet særleg leggje vekt på dei etiske og samfunnsmessige konsekvensane ved bruk av moderne bioteknologi.

Bioteknologirådet har 15 medlemmer og fem vararepresentantar som er oppnemnde for perioden 2014-2018. I tillegg inviterast seks departement til møta som observatarar. Bioteknologirådet sitt sekretariat har kontor i Oslo sentrum. For 2018 har Bioteknologirådet eit budsjett på 9,5 millionar kroner.



GMO i Afrika

– uhørt eller en del av løsningen?

Få temaer er mer omstridt og skaper større engasjement enn genmodifiserte organismer, GMO. Men, de gamle GMO-ene er i ferd med å erstattes av mer moderne og målrettede metoder. Er det på tide at vi diskuterer om moderne bioteknologi kan bidra til økt matsikkerhet i Afrika?

Matsikkerhet i deler av Afrika er utfordrende, og vil ventelig fortsette å øke. Befolkningsveksten har raskere takt enn i andre deler av verden. 28 av verdens fattigste land er i Afrika, og nesten halvparten av barna i Afrika sør for Sahara lever i ekstrem fattigdom.

Småbøndene er bærebjelken for matproduksjon i Afrika. Produktiviteten er imidlertid lav. Afrika ble aldri en del av den «grønne revolusjonen», som fra 1960 til 1990 bidro til kraftig vekst i landbruksproduksjon i andre deler av verden.

» Vi ser nå et økende antall små og mellomstore selskaper og akademiske grupper som utvikler genredigerte dyr og planter – også i Afrika.

Ingen kontinenter vil bli så hardt rammet av endringer i klimaet som Afrika. Klarer vi å begrense temperaturøkningen til to grader, frykter FN likevel at halvparten av Afrikas befolkning kan risikere underernæring.

Biomangfoldet på det afrikanske kontinentet er ekstremt rik. Om lag en fjerdedel av klodens levende organismer lever her i et biologisk mangfold som omfatter alt fra mangroveskog til ørken, tropisk regnskog til savanner – ja selv snødekte fjelltopper. Tør vi å benytte moderne GMO i et slikt naturmangfold?

Når World Economic Forum lister opp åtte tiltak for å øke matproduksjonen i Afrika, er GMO ett av forslagene: «Med

Afrikas raske befolkningsvekst kan GM-sorter som tåler kraftige værendringer være en mulighet for at Afrika kan få bukt med matusikkerhet». Over 130 Nobelprisvinnere har siden 2016 signert et opprop til støtte for GMO. I det vitenskapelige miljøet er det imidlertid også kritiske stemmer, og noen av disse har undertegnet et opprop som tilbakeviser at det er vitenskapelig enighet om at GMO er trygt.

Norske myndigheter har lagt seg på en restriktiv linje når det gjelder bruk av GMO-er. Dette gjenspeiles i en restriktiv holdning til bruk av GMO i norsk bistandsarbeid.

Utviklingen innen bioteknologifeltet skjer raskt. Det åpner for nye muligheter. Med genredigering er det nå mulig å foreta målrettede endringer i DNA-et til alle levende organismer. Utviklingen gjør det mulig å fremstille nye sorter mat og fôr som er tilpasset de raske endringene vi ser i klima og et økende behov for mat, raskere enn vi klarer med konvensjonelle avlsmetoder.

I dette GENiALT kan du blant annet lese om ris mot vitamin A-mangel og mindre giftig kassava som følge av genredigering.

I dag er det kun to afrikanske land som dyrker kommersielle GMO-sorter, Sør-Afrika og Sudan. 13 land utvikler imidlertid genmodifiserte planter for å bedre matsikkerheten – dog ikke uten skepsis og interne protester. Motstanden bunner blant annet i skepsis mot at storaktører som frøseselskapet Bayer, tidligere Monsanto, skal kontrollere tilgang til frø, og frykt for at GMO snarere forverrer enn forbedrer levekårene for afrikanske småbønder. Mangelfullt lovverk, mangelfull folkelig forankring, og anklager om at politiske ledere er på lag med storkapitalen har ført til demonstrasjoner i flere land.



Tradisjonelt har utviklingen av GMO-er i stor grad vært drevet av få, store internasjonale selskaper. Vi ser nå et økende antall små og mellomstore selskaper og akademiske grupper som utvikler genredigerte dyr og planter – også i Afrika. Kan vi uten videre avfeie denne muligheten for et kontinent med sterk befolkningsveksten, og hvor samfunn, økosystem og matproduksjon er sårbart for klimaendringer?

Bioteknologirådet har som mandat å fremme debatt omkring etiske og samfunnsmessige konsekvenser ved bruk av moderne bioteknologi. Vel vitende om at GMO i Afrika er utfordrende, og slett ingen «quick fix», ønsker vi å løfte fram og diskutere om moderne bioteknologi kan være en del av løsningen.

Kirstin Kjørsey



– gjennombruddsår for omstridt GMO-ris?

Aktivister som røsker opp risplanter og Nobelprisvinnere som forener seg. Steile fronter og stort mediefokus har tidligere preget historien til den genmodifiserte risen. Nå har den gylne risen mot vitamin A-mangel fått tomme opp fra flere land.

Av Hilde Mellegård

UTVIKLINGEN av «golden rice», eller «gyllen ris» på norsk, begynte for 26 år siden. Den genmodifiserte risen skulle hindre sykdom og død i utviklingsland som følge av A-vitaminmangel. Risen er fortsatt ikke på markedet. Men 2018 har vært året der risen har fått godkjentstempel fra flere land.

Helsemessig trygg

Matmyndighetene i flere land har så langt i år vurdert risen som helsemessig trygg. I februar ble risen tillatt i Australia og New Zealand. Canada fulgte etter i mars, og USA i mai.

Risen er likevel ikke ment for dyrking eller salg til matproduksjon i disse landene.

Grunnen til at produsenten søkte om tillatelse, var handelsmessige forhold. Blir risen dyrket i utviklingsland, kan nemlig mindre mengder komme over i rispartier som blir eksportert til andre land.

International Rice Research Institute (IRRI), som utvikler risen, har også søkt om godkjenning på Filippinene og i Bangladesh. Den genmodifiserte risen er nemlig ment for dyrking og distribusjon i land hvor A-vitaminmangel er et helseproblem og hvor ris er en viktig næringskilde. IRRI er en ideell organisasjon som mottar støtte fra blant andre Bill & Melinda Gates Foundation.

A-vitaminmangel gir blindhet og død

Mangel på vitamin A er et stort helseproblem i mange utviklingsland. Verdens helseorganisasjon har estimert at 250 millioner barn i førskolealder lider av vitamin A-mangel. Årlig blir 250 000-500 000 barn blinde, og halvparten av disse dør innen ett års tid. Vitamin A er viktig for kroppens utvikling og flere funksjoner. Foruten nedsatt syn og blindhet gir mangel på vitaminet økt fare for infeksjoner og død. I tillegg kan A-vitaminmangel hos mor gi misdannelser hos fosteret.

Tilskudd av A-vitamin gjennom kosten kan hjelpe utsatte barn og voksne. Og her kommer den gylne risen inn bildet. Ris er nemlig en av de viktigste næringskildene for fattige i deler av Asia. Ris er stivelsesrik, men inneholder lite av en del andre essensielle næringsstoffer, som pro-vitamin A. I den gylne risen er imidlertid arvestoffet endret ved bruk av genteknologi. Risen produserer provitamin A, som omdannes til vitamin A i kroppen.

» Hovedproblemet med risen er ikke at den er farlig å dyrke, men at den kan påvirke miljøet der den blir dyrket.

Truls Gulowsen,
leder av Greenpeace Norge

Utfordringer underveis

For at risen skal ha ønsket effekt, må nivået av pro-vitamin A i risen være høyt nok. I tillegg er det viktig med god nok avkastning, slik at bøndene kan tjene penger og faktisk ønsker å dyrke risen. Det har vært utfordringer på begge disse områdene. Det er en forbedret versjon som IRRI nå har fått godkjent i fire vestlige land, og som nå blir videreutviklet i Bangladesh og på Filippinene for å få frem lokalt tilpassede varianter.

Men gir dagens variant nok provitamin A? De amerikanske matmyndighetene mente nivået er for lavt for å kunne gi en ernæringsmessig fordel. Som respons på dette trekker IRRI frem at innbyggerne i flere land i Asia spiser vesentlig mer ris enn amerikanske borgere. Der ris er en viktig næringskilde, vil den gylne risen i stor grad bidra med provitamin A, mener organisasjonen. Canada, Australia og New Zealand har ikke vurdert i hvor stor grad risen kan avhjelpe A-vitaminmangel hos utsatte befolkningsgrupper. Eventuelle påvirkninger på miljøet er heller ikke tatt med i risikovurderingene fra de ulike landene.

Sterke motsetninger

Utvikling av den gylne risen har ikke foregått i stillhet. Forsøksfelt med genmodifisert ris har blitt rasert, og miljøorganisasjoner fronter aktivt sin motstand. I 2016 lanserte 109 tidligere Nobelprisvinnere et opprop, der de krevde at miljøorganisasjoner, med Greenpeace i spissen, måtte stanse sin motstand mot genmodifiserte organismer (GMO) generelt, og mot «golden rice» spesielt.

– Kun en teoretisk godkjenning

Alt som glitrer er ikke gull, sier Greenpeace på sine hjemmesider om den gylne risen. Men etter godkjenning i flere land, er det nå på tide at organisasjonen revurderer sitt standpunkt?

– Det er egentlig kun en teoretisk godkjenning som er gitt, siden den ikke er ment



Truls Gulowsen, leder av Greenpeace Norge, mener genmodifisert ris ikke har en plass i kampen mot fattigdom og sult. Foto: Monica Løvdahl.

for dyrking eller salg i disse landene, sier Truls Gulowsen, leder av Greenpeace Norge.

– Hovedproblemet med risen er heller ikke at den er farlig å spise, men at den kan påvirke miljøet der den blir dyrket.

For å redusere fattigdom og sult er det viktig med gode sorter av ris og andre matplanter, sier Gulowsen videre.

Greenpeace ser imidlertid ikke på genmodifisert ris som et viktig element i arbeidet for økt matsikkerhet.

– Det er tankevekkende at den gylne risen blir brukt som alibi for å svekke førevarsholdningen til GMO-er generelt, mener Gulowsen.

– Lytt til vitenskapen

«Hvor mange fattige folk i verden må dø før vi anser dette som en forbrytelse mot menneskeheten?», spør de 137 tidligere Nobelprisvinnerne som til nå har signert oppropet mot Greenpeace.

De mener at bioteknologien som er utviklet kan være et viktig bidrag i kampen mot sykdom og død grunnet feilernæring. Prisvinnerne fremhever at produkter laget med genteknologi er helsemessig trygge, ofte har mindre påvirkning på miljø enn konvensjonelle produkter, og er et stort pluss for biodiversitet i verden.

Norske Edvard og May-Britt Moser, som fikk Nobelprisen i fysiologi/medisin i 2014, er blant dem som støtter oppropet.

– Vitenskap, og ikke følelser, bør ligge til grunn når det gjelder genmodifisert mat som den gylne risen, sier Edvard Moser, som er professor ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU).

– Genmodifisert mat er utenfor mitt



Edvard Moser, professor ved NTNU, er blant Nobelprisvinnerne som ber miljøorganisasjoner stanse motstanden mot GMO. Foto: TITT Melhuus/Kavli Institute for Systems Neuroscience.

fagfelt, så jeg vil ikke kommentere spesifikt på utviklingen. Jeg har registrert debatten, og står like fullt for min prinsipielle støtte til GMO. ♦

«Gylne bananer» og andre GMO-planter

Bananer: I deler av Afrika, blant annet Uganda, er bananer en viktig næringskilde. Men i likhet med ris inneholder bananer lite av visse mikronæringsstoffer. For bananer gjelder dette blant annet jern og pro-vitamin A. Forskere fra Uganda og Australia har derfor brukt genmodifisering for å øke næringsinnholdet av pro-vitamin A og jern i den banansorten som er dominerende i Øst-Afrika. Ulike varianter av den genmodifiserte bananen har også blitt dyrket i kontrollerte forsøk ute i naturen.

Kassava: Også for kassava, som er en rotgrønnsak og smaker omtrent som potet, er det brukt genteknologi for å få frem planter med høyere nivå av protein, sink, jern og vitamin A. Det er også utviklet kassava med lavere nivå av giftstoffer. (Se artikkel s. 9).



Bananer inneholder i utgangspunktet lite jern og pro-vitamin A. Foto: iStock.



Kan GMO bidra til å bedre matsikkerheten for Afrika? Foto: Shutterstock.

GMO i Afrika: før, nå og i fremtiden

Genmodifiserte organismer, GMO-er, har vært på verdensmarkedet i over 20 år. I Afrika er det bare Sør-Afrika og Sudan som dyrker kommersielle sorter. Disse arealene utgjør bare 1,5 prosent av arealet som dyrkes globalt. Kan et historisk tilbakeblikk forklare hvorfor det har blitt slik?

Av Ida Tarjem

I 2050 ANSLÅR FN at vi vil være om lag ti milliarder mennesker i verden. Mye av denne veksten skjer i Afrika, der også klimaendringer, skadedyr og plantesykdommer, i tillegg til sosio-økonomiske forhold, allerede legger betydelig press på matsystemene.

Med mindre vi finner nye måter å øke avkastningene på, vil en måtte doble dagens dyrkingsareal for å kunne brødfø jordens raskt voksende befolkning. Nå spekuleres det om en ny landbruksrevolusjon, der gen- og bioteknologi spiller en viktig rolle, kan

bidra til å bedre fremtidsutsiktene.

Men i hvilken grad er afrikanske land forberedt på dette? Og hvorfor er det i dag bare to land som dyrker kommersielle sorter? Vi skal se litt på historien fram til i dag.

1990-tallet: Den spede begynnelse

Det er spesielt to afrikanske land som setter preg på denne tidsperioden, nemlig Sør-Afrika og Kenya. Allerede i 1979 etablerte Sør-Afrika en komité som fikk ansvar for å tegne opp retningslinjene for det som i 1997 ble «The Genetically Modified Organisms Act». Etter å ha utført feltforsøk siden 1992, ble insekt-resistent (IR) bomull kommersialisert samme år. IR-

mais nådde markedet året etter, og ved tusenårsskifte ble herbicid-tolerant (HT) bomull og soya også kommersialisert.

Under kolonitiden i Kenya ble det utviklet en relativt sterk infrastruktur innen landbruksforskning, noe nasjonen ivaretok etter sin uavhengighet fra Storbritannia i 1963. Allerede i 1991 huset landet kontinentets første offentlig-private partnerskap (OPP), med formål å utvikle virusresistent søtpotet. Prosjektet ble ansett som en milepæl, og siden den gang har OPP-er fått en stadig tydeligere rolle innen bioteknologisk forskning og utvikling (se faktaboks). Til tross for lang praktisk erfaring med teknologien, kom et fungerende lovverk i Kenya først på plass et stykke ut på 2000-tallet.

» Den økende skepsisen til GMO ble svært tydelig når Zambia i 2002, under den verste sultkatastrofen i den sørlige delen av Afrika på ti år, nektet å ta imot GM-mais fra USA.

Fra 2000 til 2010: Cartagena-protokollens betydning

Ved starten av tusenårsskifte signerer flere afrikanske land den juridisk bindende Cartagena-protokollen. Protokollen har som formål å sikre trygg handel og bruk av GMO, og innebærer blant annet opprettelsen av nasjonale biosikkerhetssystem. Her inngår lover, regler og retningslinjer som omhandler biosikkerhet, et administrativt system for behandling av søknader og tilatelser, og kanaler for offentlig deltagelse. Førre var-prinsippet danner en viktig grunnstein i Cartagena-protokollen, og preger derfor det påfølgende lovarbeidet.

For å bistå i dette arbeidet vedtar Den afrikanske union i 2001 «The Model Law on Safety in Biotechnology», som skal fungere som en veileder for afrikanske nasjoner. Men jobben tar tid. Enkelte er kritiske til at det legges lovmessige føringer for biosikkerhet i land der teknologien knapt er kjent, andre mener at de regulatoriske kravene er altfor høye. I vakuumet som oppstår, får motstandere av GMO økt innflytelse. Dette kan ha bidratt til at 21 av 23 afrikanske land i dag har tatt i bruk den mest restriktive tilnærmelsen til biosikkerhet.

Den økende skepsisen til GMO ble svært tydelig når Zambia i 2002, under den verste sultkatastrofen i den sørlige delen av Afrika

på ti år, nektet å ta imot GM-mais fra USA. I den offentlige debatten diskuteres det om beslutningen var basert på frykten for å miste markedstilgang til Europa dersom maisfrø finner veien inn i Zambisk produksjon, og at kulturelle bånd og handelsforbindelser fra kolonitiden gjør at flere afrikanske land tilpasser holdninger og praksis til det europeiske systemet.

Men det finnes også prosjekter med en mer liberal holdning til GMO. Ett eksempel er det USAID-finansierte «Program for Biosafety Systems» (PBS), som blant annet spiller en viktig rolle i slutføringen av Kenyas nasjonale biosikkerhetslov i 2009, som blir ansett som en av Afrikas mest liberale. I 2003 etableres også «African Agricultural Technology Foundation», som

blir en viktig partner i flere OPP-er, hvor de forhandler seg frem til royalty-fri tilgang på privateid teknologi. Dette inkluderer tørke-tolerant mais (WEMA), sykdomsresistente bananer, og salt-tolerant ris som kan utnytte nitrogen og vann mer effektivt (NEWEST).

I 2008 blir Burkina Faso det andre landet sør for Sahara som godkjenner kommersialiseringen av GM-sorter etter å ha vedtatt den nasjonale biosikkerhetsloven to år i forveien. Håpet var å redde bomullsektoren, som siden 1990-tallet har vært hardt utsatt for skadedyr. Syv år senere dyrket rundt 70% av bøndene IR-bomull, og innføringen blir omtalt som en suksess – enn så lenge.

Fra 2010 til nåtid: politisk forvirring i retning av kommersialisering?

I 2012 tillater Sudan kommersialisering av IR-bomull, og om dyrkingsarealet fremdeles er beskjedent, tar stadig flere bønder teknologien i bruk. Samme året innfører Kenya et forbud mot import av GMO på bakgrunn av en artikkel som feilaktig kobler GMO og kreft. Forbudet skader Kenyas omdømme som en ledende og fremtidsrettet bioteknologi-nasjon, og etter seks år med motstridende uttalelser klarer fremdeles ikke politikerne å enes om hvorvidt forbudet skal oppheves. Likevel blir

det i 2015 godkjent to søknader om utsetning av GM-mais og bomull. Til tross for påfølgende byråkratisk forvirring spås det at IR-bomull vil bli kommersialisert i løpet av 2019.

Og andre følger etter. Flere land ferdiggjør sine første lovverk (Elfenbenskysten, Ghana, Mosambik, Nigeria, Sudan, Swaziland), mens andre reviderer eksisterende (Burkina Faso, Etiopia, Senegal, Tanzania og Togo). I land som Etiopia og Tanzania innebærer dette en oppmykning av lovverket, noe som baner vei for de første feltforsøkene med henholdsvis IR-bomull og WEMA-mais. Nigeria, kontinentets største økonomi, ser ut til å kunne bli en ny og ledende bioteknologinasjon. I slutten av juli i år blir landets første GM-plante (IR-bomull) kommersialisert, mens IR-øyebønne, næringsberiket durra og NEWEST-ris kan nå markedet i løpet av to-tre år.

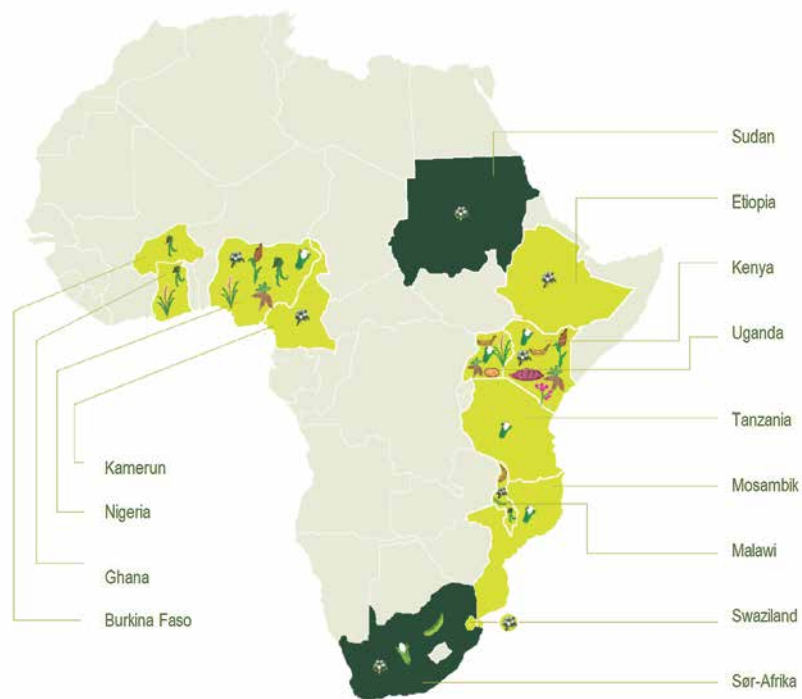
Utviklingen kan imidlertid ta tid. Mange land mangler fremdeles det nødvendige lovverket eller utfører ikke feltforsøk. I Uganda, som lenge har vært en populær partner for internasjonale aktører som ønsker å utføre feltforsøk med GMO, forhandlet parlamentet i fem år før de i fjor lovfestet «The Biotechnology and Biosafety Bill». Ikke lenge etter ønsket presidenten imidlertid visse klausuler revurdert. I 2016 bestemte også regjeringen i Burkina Faso seg for å stoppe dyrkingen av GM-bomull, noe de begrunner med tekniske problemer knyttet til variasjon i bomullsfiber.

Saken fortsetter >>

Offentlig-private partnerskap

Offentlig-private partnerskap («Public-Private Partnerships») består av offentlige/private og lokale/internasjonale aktører. Partnerskapet innebærer vanligvis tilgang til privateid teknologi, ressurser og finansiering til offentlig forskning, og distribusjon av teknologien. Kjente private partnere inkluderer Monsanto, Syngenta, DuPont og ArcadiaBiosciences, mens Howard G. Buffet Foundation, Bill & Melinda Gates Foundation, Rockefeller Foundation og USAID ofte bistår finansielt. Imidlertid har slike prosjekter blitt kritisert for manglende resultater, ofte pga. kulturelle motsetninger og mangel på tillit, konflikt rundt immaterielle rettigheter, kortsiktig privat finansiering, og utilstrekkelig organisering.

12 AVLINGER, 13 LAND, 14 FORSØK



Nøkkelinformasjon

	Land med pågående forsøk		Banan		Bomull		Mais		Durra (sorghum)*
	Land med kommersielle GM-avlinger og pågående forsøk		Koke-banan		Øye-bønne		Potet		Soya
			Kassava		Brude-slør*		Ris		Søt-potet

*Gypsophila blomst. *Sorghum (ABS)

Fremtidsutsikter

Forskning og utvikling av genmodifiserte planter i Afrika, samt utviklingen av tilhørende lovverk, har vært preget av motstridende og langdryge prosesser. Nå kan det imidlertid se ut til at flere afrikanske land, deriblant Nigeria, åpner opp for en mer liberal bruk av teknologien. I 13 land utvikles det for tiden flere ulike planter med en rekke egenskaper som er spesielt viktige for afrikansk matsikkert.

Også innen genredigering meldes det nå om økt forskningsaktivitet, blant annet i Kenya. Vitenskapsakademiet i Sør-Afrika publiserte også i 2016 en rapport hvor de oppfordret beslutningstakere til å sikre at de er i stand til å møte de endringene og fremskrittene som nå skjer.

Ser vi konturen av en ny landbrukspraksis, hvor bioteknologi kan spille en viktigere rolle enn i dag? ♦

Ida Tarjem er stipendiat ved Noragric, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. I 2017 skrev hun masteroppgaven «Feeding East Africa: Are Genetically Modified Crops Part of the Solution?»

Forskning og kommersialisering av genmodifiserte avlinger i Afrika (2017). Oversatt fra International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA).

Holdninger på landsbygda

Av Ida Tarjem

Det er gjort få undersøkelser om holdninger til GMO blant afrikanske forbrukere og bønder spesielt. Studier viser motstridende resultater, men flere tyder på at majoriteten av de spurte har positive holdninger. Disse mener at GM-avlinger har fordeler, som høyere avkastning og inntekter, resistens mot sykdom og skadedyr, toleranse ovenfor klimaendringer, og økt næringsinnhold. Likevel uttrykkes det bekymringer for blant annet mulige helse- og miljøeffekter, noe som har ført til demonstrasjoner i flere land. En fellesnevner for studiene er lav bevissthet og forståelse for teknologien, noe som anses å være blant de største utfordringene knyttet til innføringen av GM-avlinger i Afrika.



Blant bøndene og forbrukerne som er blitt spurt om sine holdninger til GMO, uttrykker mange at de er positive, men har lav kunnskap om teknologien. Foto: Julius Nyalusi.

Genredigering med CRISPR kan gi giftfri kassava

Giftstoff som finst naturleg i ein av Afrikas viktigaste matplantar, skapar store helseproblem for nokre av verdas fattigaste. No kan forskarar kanskje løyse problemet ved hjelp av CRISPR.

Av Sigrid Bratlie



Dette er ein av verdas første genredigerte kassavaplantar. Ved hjelp av CRISPR er gena som produserer giftstoffet hydrogencyanid, blåsyre, øydelagde. Foto: Kevin Doxzen, Innovative Genomics Institute.

MATPLANTEN kassava utgir ein viktig del av næringsgrunnlaget for meir enn 600 millionar menneske. Afrikanske småbønder sør for Sahara står for over halvparten av verdas kassavaproduksjon. Planten er populær fordi den har store røter fulle av karbohydrat. I tillegg kan den dyrkast i relativt næringsfattig jord, og er meir motstandsdyktig mot tørke enn mange andre matplanter.

Kan gi nerveskader

Det er likevel eit vesentleg problem med kassava; den inneheld giftstoffet hydrogencyanid, betre kjent som blåsyre. Innhaldet av blåsyre vernar fleire kassavavariantar mot insektåtak og virussjukdom. Samtidig kan inntak av kassava som ikkje er varmebehandla, eller andre former for prosessering, føre til konzo. Sjukdommen, med årsak i nerveskader, gjer folk lamme. I verste fall kan ein miste all evne til å røre beina, få synsendingar og vanskar med å svelge.

Konzo er vanlegast blant fattige som har eit einsidig kosthald med mykje kassava, og sjukdommen rammar særleg barn og unge kvinner. Flest tilfelle blir det når mattryggleiken blir dårlegare, for eksempel når avlingane sviktar fordi folk under slike tilhøve oftare er mindre nøye med prosesseringa. Under ein alvorleg tørkeperiode i Mosambik i 1981 blei det dokumentert over tusen tilfelle av konzo. Det finst inga behandling for sjukdommen. No kan forskarar likevel ha funne ei løysing på problemet: CRISPR.

Mindre gift med CRISPR

I eit laboratorium ved The Innovative Genomics Institute (IGI) i California veks bittesmå grønne stenglar i glaskrukker i ein inkubator. Desse er nokre av verdas første genredigerte kassavaplantar. Ved hjelp av CRISPR har forskarar øydelagt gena som produserer hydrogencyanid. No ventar dei på at røtene skal vekse seg store nok til å testast for at gifta er borte, slik dei håper. Dersom forsøket er vellykka, er neste steg å gjere det same med fleire kassavavariantar som blir dyrka av småbønder i ulike regionar.

Forsøkt tidlegare med GMO

Dette er ikkje første gong genteknologi blir brukt på kassava. Klassisk genmodifisering, der nytt DNA blir sett inn i arvestoffet, har tidlegare blitt prøvd for ulike formål, som auka haldbarheit og virusresistens. Forskarar har til og med redusert nivået av hydrogencyanid med 92 prosent ved å sette inn DNA som motverkar produksjonen av giftstoffet. Trass lovande resultat og pågåande feltforsøk i fleire afrikanske land er framleis ingen GMO-kassava godkjent for dyrking. Eit spørsmål er om bøndene ynskjer slik kassava viss den blir meir utsett for insektåtak når giftstoffa er redigert bort. Dessutan er det bekymring for at GMO skal vere skadeleg for helse eller miljø. Ei anna utfordring er det kronglete byråkratiet for godkjenning av GMO. Med CRISPR-kassava kan situasjonen bli annleis.

CRISPR-kassava ikkje GMO?

Over heile verda blir det no diskutert korleis genredigerte organismar skal bli regulert. I fleire land, deriblant USA, har styresmaktene konkludert med at det ikkje skal reknast som GMO dersom det ikkje er sett inn nytt DNA. EU har gått motsett veg, og avgjort at genredigering skal regulerast som GMO. Andre stader, mellom anna i mange afrikanske land, er den juridiske statusen til genredigerte organismar framleis uklar. No er det opp til afrikanske myndigheiter og deira befolkning å avgjere vegen vidare for genredigerte organismar på afrikansk grunn. ♦



Kassava er ei viktig kjelde til næring i mange fattige land, som her frå Madagaskar. Utan rett handsaming kan imidlertid kassava gi nerveskader. Foto: iStock.



Ved hjelp av genteknologi kan ein truleg få verdfulle eigenskapar tilbake i kulturplantane våre. Foto: iStock.

Tilbake til naturen med genteknologi?

Opp gjennom historia har viktige eigenskapar i matplantar gått tapt. Kan genteknologi hente tilbake kvalitetar og gi matplantar som er betre tilpassa klimaendringar og eit meir berekraftig landbruk?

Av Hilde Mellegård og Sigrid Bratlie

KULTURPLANTANE som vi dyrkar i dag, er mindre robuste samanlikna med dei ville slektningane sine.

– I framtida må kulturplantane våre klare seg med mindre gjødsel og vatn, og dei må vere meir motstandsdyktige mot angrep frå skadedyr, bakteriar og sopp enn dei er i dag, seier Michael Broberg Palmgren, professor i plantefysiologi ved universitetet i København.

Palmgren og kollegaene hans ser på korleis vi kan få verdfulle eigenskapar tilbake i kulturplantane våre, og korleis vi kan få ville plantar tilpassa eit moderne dyrkingsregime. Dei meiner genteknologi kan vere nøkkelen til å lukkast.

Men før vi ser nærare på dette, la oss gjere ei reise fleire tusen år tilbake i tid.

Domestisering – frå ville plantar til kulturplantar

Gjennom mesteparten av mennesket si nokre hundre tusen år lange historie har vi livnært oss ved å sanke bær og jakte på dyr. Dette har ofte vore utfordrande: somme gonger hadde ein altfor mykje mat, andre gonger altfor lite. Så, for om lag 10 000 år sidan, på fleire uavhengige stader i verda, begynte vi å dyrke plantar for å sikre ei meir stabil matforsyning. Dette la grunnlaget for det moderne jordbruket.

Tilfeldige genetiske endringar oppstår kontinuerleg i naturen, og er grunnlaget for evolusjon og avl. Dei fleste av desse endringane er til ulempe for planten. Men av og til er dei samtidig gunstige i eit dyrkingsperspektiv. Eit eksempel er genmutasjonar som gjer at frøa ikkje fell av planten så snart dei

er modne, men i staden heng fast til dei blir fjerna fysisk. Til ulempe for planten, som ikkje kan reprodusere seg like bra, men bra for bonden som skal hauste frøa. Eit anna eksempel er korte strå, som gjer at planten ikkje knekk når det blæs, men som i naturen gjer planten mindre konkurransedyktig.

Domestiserte matplantar som vi har i dag, er eit resultat av at nokon har oppdaga og vidarefodla individuelle plantar med nettopp slike eigenskapar før dei har rokke å bli luka ut i den nådelause kampen om tilværet. Prosessen med å tilpasse plantar til menneska sitt miljø og bruk, kallar vi domestisering.

Utfordringar for jordbruket

Sjølv om avl og moderne jordbruk har revolusjonert matproduksjonen, har det òg ført til at plantane har mista viktige eigenskapar på vegen. Døme på dette er at dei er mindre motstandsdyktige mot sjukdom og skadedyr, og at dei har dårlegare evne til å vekse under ugunstige forhold som tørke, mangel på næringsstoff og høgt saltnivå. Sprøytemiddel, vatningssystem og gjødsel har i stor grad gjort desse eigenskapane overflødige.

Eit anna problem er lite variasjon i matproduksjonen. Av dei over 300 000 plante-sortane som finst i verda, er berre i underkant av 200 viktige kommersielle matprodukt. Brorparten av kaloriinntaket i verda kjem frå berre tre sortar – mais, ris og kveite. Monokulturar som trugar biodiversiteten og fører til feilernæring gjennom eit ein-sidedig kosthald, er utfordringar fleire stader i verda i dag.

Genteknologi for å hente inn nye eigenskapar i dagens kulturplantar eller for å domestisere ville plantar kan vere ein del av løysinga på desse utfordringane, meiner forskarane frå universitetet i København.

Domestisering av ville plantar

I tillegg til tradisjonell avl blir mange plante-sorter i dag fodela ved at ein nyttar kjemikal eller stråling for å lage mutasjonar. Da får vi plantar med større genetisk variasjon. Men mutasjonane blir laga i blinde og skjer tilfeldig. Arbeidet går derfor ofte langsamt, særleg på plantar vi ikkje har avla mykje på. Fleire forskarar argumenterer derfor for å bruke genteknologi til presis og effektiv klip-ping i gen, slik at vi raskare kan ta i bruk plantar med nyttige eigenskapar.

– Genredigering kan erstatte tilfeldige genetiske endringar og flaks, som er det domestisering av plantar har basert seg på, seier den danske forskaren Palmgren.

Palmgren og kollegaene hans vil bruke CRISPR-teknologi, som er ei ny og presis



» Med den kunnskapen vi har i dag om genredigering, så veit vi for lite om dei langsiktige og utilsikta konsekvensane.

Børre Solberg,
dagleg leder i Økologisk Norge.

form for genteknologi, til å lage mutasjonar som vi veit er viktige for domestiseringa. Vi kan da dyrke plantar som har andre attraktive eigenskapar enn dei som finst i dagens matplantar. Eit eksempel er kløver- og erteplantar som kan fiksere sin eigen nitrogen. Dersom vi kan gi dei eigenskapar som gjer dei meir egna for dyrking, for eksempel høgare produktivitet, vil det kunne gi eit større utval av plantar til mat og fôr.

– Genredigering vil vere særleg nyttig på plantar vi ikkje har avla så mykje på, for eksempel fleirårige grassortar, meiner Palmgren.

Fleirårige plantar har ofte store rotsystem, som gjer dei mindre avhengige av vat-



» Genredigering kan erstatte tilfeldige genetiske endringar og flaks.

Michael Palmgren,
professor i plantefysiologi, ved
Universitetet i København.

ning, gjødsling, pøying og andre innsatsfaktorar enn typiske eittårige vekstar vi dyrkar mykje av i dag. Dei må heller ikkje såast på nytt kvart år. Fleirårige plantar blir derfor trekte fram som eit potensielt bidrag til eit meir berekraftig jordbruk.

Rewilding for tapte eigenskapar

Palmgren meiner genteknologi òg kan vere eit effektivt verktøy for å bringe tilbake tapte eigenskapar i kulturplantane våre, såkalla rewilding.

– Ein sparar tid, og prosessane blir meir presise, seier Palmgren.

Rewilding som tradisjonell krysning av moderne plantar med ville slektningar,

Saken fortsetter >>



Brorparten av kaloriinntaket i verda kjem frå berre tre plantesortar – kveite, mais og ris. Alle foto: iStock.

etterfølgd av gjentekne tilbakekryssningar for å fjerne gen ein ikkje ønskjer, er blitt gjort i fleire tiår. Målet har vore plantar som er meir robuste overfor sjukdom og ulike miljøforhold, samstundes som ein bevarer eigenskapar som er viktige for kvaliteten og avkastninga. Kveite med høgare innhald av protein og ris som betre står imot soppinfeksjonar, er nokre eksempel på kva som er oppnådd gjennom avl. Men dette er eit tidkrevjande arbeid, sjølv om ein i dag har effektivisert det ved å nytte metodar som gir informasjon om DNA-et. I tillegg er avl som metode vanskeleg dersom vi ønskjer å fokusere på meir enn eitt gen. Ved avl kan det òg komme andre gen med på kjøpet, som er ugunstige for kvaliteten og avkastninga.

Mais med endra næringsinnhald er eit eksempel på bruk av genteknologi for å få inn eigenskapar frå ville slektningar. I moderne mais har det i løpet av domestiseringa skjedd små endringar i eit gen, som har å gjere med produksjonen av ei sunn feittsyre, oleinsyre. Forskarar har no sett inn det opphavlege genet, slik at nivået på av oleinsyre er blitt mykje høgare. Poteter som er motstandsdyktige mot tørråte, som er ein viktig soppsjuk-

dom òg i Noreg, er eit anna eksempel der gen frå ville slektningar er sett inn ved å bruke genteknologi. Eit tredje eksempel på bruk av genteknologi er eple som står imot soppinfeksjon.

Må kjenne genetikken

Sjølve prosessen med rewilding består av to trinn. Trinn ein er å finne ut kva genetiske endringar som har skjedd i domestiserte plantar, og som har ført til tap av verdfulle eigenskapar. Deretter står re-etablering av eigenskapar frå den ville planten i matplantane for tur. For å få til dette kan forskarar skifte ut heile gen, eller berre reversere små endringar i gena (mutasjonar) som oppstod undervegs i domestiseringa.

I eksemplet med mais var det små endringar i eitt enkelt gen som var viktige for nivået av oleinsyre. Men i mange tilfelle er genetikken meir komplisert. Ofte blir ein bestemt eigenskap påverka av fleire gen samtidig. Skal ein nytte genteknologi til rewilding, må ein derfor kjenne til genetikken bak ein ønskt eigenskap. Dersom det i staden for genteknologi blir brukt tradisjonell kryssning med ein vill slektning, er det ikkje nødvendig med kunnskap om kva gen som er involverte. ♦

Domestisering

Domestisering er prosessen med å tilpasse plantar og dyr til eit menneskeskapt miljø. Denne prosessen skjer gjennom seleksjon og vidareforedling av dei genetiske eigenskapane ein ønskjer. Domestiserte plantar og dyr er annleis enn tilsvarande ville artar fordi eigenskapane er tilpassa våre behov, framfor at dei skal vere konkurransedyktige i vill natur.

Rewilding

Rewilding blir ofte brukt om å føre naturen tilbake til sin opphavlege tilstand, eller å gjenopprette den økologiske balansen. Omgrepet inneber ikkje nødvendigvis bruk av genteknologi. Rewilding blir òg ofte brukt om utsetting av artar i område der dei tidlegare levde. Ei meir ekstrem form for rewilding går ut på å ønskje seg tilbake til steinalderen og attskape økosystem og landskap slik det var da.

Rewilding òg i økologisk matproduksjon?

Økologisk landbruk gir ofte lågare avkastning samanlikna med konvensjonelt landbruk fordi bruk av plantevernmiddel og kunstgjødsel er forbode eller strengt regulert. For å lukke dette produktivitetsgapet har fleire forskarar foreslått å bruke genteknologi. Matplantar som ikkje blir utkonkurrerte av ugras eller etne opp av insekt, og som i større grad toler ugunstige klimaforhold, vil passe bra i økologisk dyrking, argumenterer forskarane.

–Tankegangen i rewilding er svært interessant når ein skal vidareutvikle økologisk landbruk, meiner dagleg leiar i Økologisk Norge, Børre Solberg.

– Eit sterkt og robust plantemateriale er ein av fleire føresetnadar for å lukkast med økologisk matproduksjon.

Men Solberg framhevar at det i økologisk landbruk ikkje er aktuelt å bruke genteknologi for å endre på arvestoff i plantar.

– Føre-var-prinsippet er heilt avgjerande. Med den kunnskapen vi har i dag om genredigering, veit vi for lite om dei langsiktige og utilsikta konsekvensane.



Fleire forskarar meiner genteknologi vil kunne gi auka produktivitet i økologisk landbruk. Foto: iStock.

Hvordan lagres minner i hjernen?

Forskere har undersøkt snegler for svar

Å overføre minner fra en person til en annen høres ut som en Science fiction-film. Men forskere har nå vist at det går an – i alle fall i snegler.

Av Elisabeth Gråbøl-Undersrud

DET ER LITE VI VET om hva som skjer i hjernen når vi lærer noe nytt. Ved å bruke snegler har amerikanske forskere kommet med en ny teori. Ved å overføre en spesiell gruppe molekyler fra snegler som har lært en ferdighet til uerfarne snegler, skjedde noe uventet. Uten å øve fikk de uerfarne sneglene den samme kunnskapen. Erfaringen og minnene ser ut til å være lagret i denne gruppen av molekyler. Hvis det samme gjelder for mennesker, åpner det for en rekke utrolige muligheter.

Kunnskap fra havsnegler

Ved å gi sneglene milde elektriske støt flere ganger lærte de seg i løpet av noen dager å beskytte de følsomme følehornene, og trakk hornene inn i kroppen i opptil ett minutt. Snegler som opplevde elektriske støt for første gang, gjorde det bare i noen få sekunder. Da forskerne hentet ut en gruppe molekyler fra hjernen til de erfarne sneglene og sprøytet de inn snegler som ikke hadde fått elektrisk støt tidligere, begynte også disse sneglene å oppføre seg likedan.

Da den amerikanske forskningsgruppen publiserte sneglehistorien i mai 2018, blusset det opp en heftig diskusjon i forskningsmiljøene. Det har lenge vært gåtefullt hvordan minner lagres i hjernen, men den rådene teorien har vært at minner lagres i overgangen mellom nerveceller, de såkalte synapsene. Forsøk fra både mennesker og forskningsdyr viser at synapsene vokser når vi erfarer noe. Denne teorien er imidlertid ikke uten svakheter.

«Hvis minnene ble lagret i synapsene, hadde ikke vårt forsøk vært mulig», fortalte



Havsnegler er mye brukt i hjerneforskning fordi de har store hjerneceller som ligner på våre. Kanskje har de bidratt til ny kunnskap om hvordan minner lagres i hjernen. Foto: Shutterstock.

» Når snegler opplever smerte gjennom elektriske støt, aktiverer RNA-molekyler gener som er lokalisert i kjernen i hjerne-cellene.

professor David Glanzman, hovedforfatteren bak studiet fra University of California (USBL).

Tørket støv av gamle forskningsresultater

På femti- og sekstitallet viste James V. McConnell, en forsker som viet livet sitt til å få svar på hvordan minner lagres, at flatormer kan læres opp til å krølle seg sammen ved lysglimt. McConnell utnyttet at flatormer er kannibaler, og skar ut hjernene på de erfarne flatormene som han lot andre flatormer spise opp. Lykken var stor da

også de nye flatormene krøllet seg sammen ved lysglimt, uten å ha lært det. McConnell slet imidlertid med å reproducere forsøkene, og klarte aldri å vise hvilke bestanddeler i hjernen som overførte minnene om lysglimtene fra de døde flatormene.

Nesten femti år senere har vi kommet mye nærmere svaret. Det lille molekylet er et RNA-molekyl. RNA ligner på DNA-molekylet, og har som oppgave å transportere informasjon i cellene. De siste årene har vist at RNA også har andre oppgaver, blant annet å slå gener av og på. Det ser ut til at når snegler opplever smerte gjennom elektriske støt, aktiverer RNA-molekyler gener som er lokalisert i kjernen i hjerne-cellene.

Flere er imidlertid skeptiske til studien fordi RNA er et molekyl som brytes ned etter noen dager, mens minner jo skal lagres i hjernen vår i årevis. Det er dessuten bokstavelig talt store forskjeller på en menneskehjerne og en hjerne fra en 12 cm stor havsnegle. Mer forskning vil vise hvem som har rett, og om funnene i så fall vil være overførbare også til oss mennesker. ♦

Kjønnsceller laget på laboratoriet — er vi klare?

Over fem millioner verdensborgere er født etter assistert befruktning. Nå ser vi konturene av helt nye teknologier, som vil utfordre lovverk og etikk.

Av Elisabeth Gråbøl-Undersrud

SE FOR DEG NOEN ÅR frem i tid. Du er ufrivillig barnløs. Legen tar en liten hudbit fra armen din, og i løpet av noen uker omdannes cellene til tusenvis av egg og sædceller. Disse cellene kan brukes i assistert befruktning og resultere i et friskt barn ni måneder senere. Et urealistisk framtids-scenario?

Nei, teknologien er allerede med hell brukt i dyreforsøk. For snart to år siden fikk japanske forskere mye oppmerksomhet da de omdannet hudceller fra haletippen på mus til kjønnsceller. Kjønnscellene ble befruktet i laboratoriet og satt inn i en surrogatmus. Tre uker senere kom levedyktig avkom til verden. Internasjonalt foregår det mye forskning på å gjøre det samme med hudceller fra mennesker. Hvis disse cellene kan brukes i assistert befruktning, vil det utfordre både lovverket og etiske prinsipper som ligger til grunn for dagens regelverk.

Mediesensasjonen Louise Brown er blitt 40 år

I dag er assistert befruktning en vanlig metode på flere norske klinikker. I en skoleklasse vil i gjennomsnitt ett barn ha blitt til gjennom denne metoden. Da Louise Brown, verdens første barn laget ved hjelp av assistert befruktning ble født for 40 år siden, var det en mediesensasjon. Mange var kritiske til at det ville være mulig å gjøre befruktningen utenfor kroppen. Da det viste seg at barna var friske, stilnet kritikken. Siden har metodene for assistert befruktning utviklet seg videre.



Assistert befruktning er et forskningsfelt i rask utvikling. Det kan utfordre lovverk og etikk. Foto: iStock.

Kjønnsceller ikke lenger en begrenset ressurs

Hvis kjønnsceller laget på laboratoriet blir en realitet, er det en ny metode innen assistert befruktning som må godkjennes før den tas i bruk. Metoden vil reise helt nye etiske problemstillinger, samtidig som noen av dagens diskusjoner vil kunne legges døde. Et eksempel er diskusjonene rundt egg- og sæddonasjon. Hvis kjønnsceller kan lages i ubegrensede mengder på laboratoriet, kan det være at dagens behov for donasjon av egg- og sædceller blir avskaffet.

Hundreåringen kan bli mamma

Et annet eksempel er knyttet til alder. I dag

har de fleste land en øvre aldersgrense på 45 år for kvinner som ønsker assistert befruktning. En av årsakene er at kvaliteten på egg synker kraftig fra 35 års alder. Blir det en realitet å lage kjønnsceller på laboratoriet, kan man mest sannsynlig kunne lage kjønnsceller fra enhver person, uavhengig av både helsestatus og alder. Metoden vil derfor utfordre dagens aldersgrense.

Hvis kjønnsceller ikke lenger er en begrenset ressurs, kan det i teorien også være mulig å lage et stort antall embryoer. Dette kan gjøre det aktuelt å velge embryoer med ønskede gener. Med ny teknologi, som genredigeringsverktøyet CRISPR, kan man også se for seg at det blir enklere genetisk å endre embryo.

Hvordan skal vi regulere nye teknologier?

Bioteknologiloven er under revisjon. Tar politikerne høyde for nye teknologier som kan komme?

For politikere, styringsorganer og «mannen i gata» er det utfordrende å følge med på forskningen på assistert befruktning fordi feltet er spesialisert, og utvikler seg raskt.

Dagens bioteknologilov er fra 2003. Når et nytt lovverk nå er i støpeskjeen, klarer politikerne å tenke langt nok fram?



Sveinung Stensland (H), andre nestleder i Stortingets helse- og omsorgskomite og helsepolitisk talsperson for Høyre

– Hvilke muligheter og utfordringer kan en utvikling med å lage barn av kjønnsce-
ler dyrket i laboratoriet åpne for?

– Dette gir flere muligheter til å skape nye liv, og gjør at flere kan bli foreldre. Det bidrar til at forplantningen i større grad frikobles fra det naturlige, for de som ønsker seg det.

– Her er det mange utfordringer. Man tingliggjør forplantningen, og gjør det enklere å designe nye liv. I tillegg viskes en del naturlige grenser ut for hvem og hva som er barnas opphav. Man kommer raskt dit at reproduksjonen blir uavhengig av de naturgitte mulighetene, og kan på sikt bidra til at vår art blir enda mer avhengig av teknologi for å overleve.

– Klarer vi å tenke langt nok fram?

– Det er alltid krevende å tenke langt nok frem, men her som ellers må vi sørge for at det er etiske prinsipper og ikke tekniske muligheter som blir rettesnoren. Uttalelsene fra Bioteknologirådet blir i denne sammenhengen viktig. Så får fremtiden vise om vi tar høyde for alle eventualiteter.



Ingvild Kjerkholt (Ap), medlem i Stortingets helse- og omsorgskomite og helsepolitisk talsperson for Arbeiderpartiet

– Hvilke muligheter og utfordringer kan en utvikling med å lage barn av kjønnsce-
ller dyrket i laboratoriet åpne for?

– Innen bioteknologi er enhver nyvinning gjerne både en gave og et dilemma. Selv om noe er mulig, betyr ikke at det er, -eller blir, en realitet. Det er først og fremst hva vi velger å gjøre med metodene og forskningen som er viktig. Da er det viktig at vi holder oss oppdatert, men også at vi debatterer edruelig.

– Et eksempel er hvordan klonespøkelse ble diskutert da sauen Dolly kom til verden i 1996. Verden har heldigvis vist seg å være mer ansvarlig med teknologien den har forsket frem, enn vi har hatt grunn til å frykte ut fra debattene. Vi kloner ikke mennesker, selv om det er mulig, og vi har lover mot det som respekteres internasjonalt. Men en dag vil denne teknologien kanskje føre til at vi kan klonе våre egne organer. I så fall vil ikke alvorlige syke trenge å vente i transplantasjonskø, eller bruke medisiner resten av livet som kan gjøre dem mer utsatt for sykdommer som infeksjoner eller kreft.

» Klarer politikerne å tenke langt nok fram?

– Klarer vi å tenke langt nok fram?

– I Ap har vi hatt en grundig prosess med evalueringen av bioteknologiloven, og det er bred enighet i Stortinget om å innføre nye og trygge behandlingsmetoder som kan hjelpe mange mennesker.

– Jeg mener det er prematurt å ta klart stilling til problemstillinger vi fortsatt vet for lite om, basert på forsøk med mus, inn i dagens arbeid med nytt lovverk. På noen områder bør diskusjonen fortsatt løpe, før vi setter formelle begrensninger. Men blir metoden en dag trygg, har man kanskje løst utfordringene med egg- og sæddonasjon for ufrivillig barnløse. Vi må derfor både diskutere etiske grenser og framtidens muligheter innen bioteknologi, og ta stilling til metoder som kan gi bedre liv og helse etter hvert som de blir presentert. ♦



Skal norsk politi få ta i bruk nye DNA-tester som kan gi informasjon om alder, utseende og slektning? Foto: iStock.

Gentester – politiets nye våpen?

Med ny DNA-teknologi er det mulig å få informasjon om alder, utseende og slektninger. Skal norsk politi få bruke de nye metodene? Bioteknologirådet tar debatten.

Av Truls Petersen og Ole Johan Borge

2. MAI 1999 ble liket av den 16 år gamle Marianne Vaatstra funnet nær byen Veenkloster i Nederland. Politiet hadde DNA fra åstedet, men sjekk mot DNA-registeret endte uten treff. I nabobyen Kollum, hvor jenta sist var sett i live, lå et asylmottak. Både politiet og lokalbefolkningen rettet mistanken mot asyl-

søkerne, og etter hvert steg konfliktnivået.

For å roe gemyttene ba domstolen om at DNA ble analysert en gang til for å undersøke genene for geografisk opphav. Testen viste at sporet stammet fra en person med nord-europeisk utseende. Menn i området ble kalt inn for å avlegge DNA. Etter tre år og tester av

mer enn 1000 personer ble mannen som hadde begått drapet identifisert.

Hendelsen førte til at Nederland i 2013 endret lovverket og åpnet for gentester for ytre, synlige trekk. Fortsatt er Nederland det eneste landet i Europa som eksplisitt har tillatt slike tester. Selv om de nye testene kan være nyttige for politiet, er flere kritiske. Den viktigste diskusjonen handler om testene kan føre til mistenkeliggjøring av grupper, og særlig minoriteter.

Gener for utseende

De siste årene har det kommet flere gentester for ulike trekk ved utseende som er testet og tatt i bruk. Testen for geografisk

avstamming, som ble brukt i saken i Nederland, er den som er mest brukt. Resultatet kan indirekte si noe om hvordan en ukjent person kan se ut.

Nå er det også kommet gentester som sier noe om enkelttrekk. Tester for pigmenter er foreløpig de beste. En test for blå eller brune øyne skal være 95 prosent nøyaktig. Svart hår kan predikeres med 90 prosent nøyaktighet, og tester for brunt og rødt hår med 80 prosent sannsynlighet. Lyst hår er vanskeligere å fastslå. Forskere har beregnet at en kombinert test for øye- og hårfarge som brukes i dag, kan gi rett resultat i 75 av 100 tilfeller.

Det forskes også for å utvikle tester for alder, høyde, hårtype, fregner, anlegg for grått hår og tidlig skallethet. Et annet forskningsfelt er ulike trekk ved ansiktsform, såkalt ansiktsmorfologi, slik som nese, kinnbein, øreflipp og hake. Å kunne predikere spesifikke ansiktstrekk har blitt omtalt som «den ultimate drømmen» for politiet. Men foreløpig vet vi mindre om sammenhengen mellom gener og ansiktstrekk. Mange gener er involvert, og de kan ha flere funksjoner. Gener styrer heller ikke alt. Alder, hormoner, trening og ernæring spiller inn. Og utseende kan selvsagt lett endres kosmetisk.

Amerikansk politi har tatt i bruk dataprogrammer som kombinerer mange genanalyser for å lage 3D-modeller av ulike ansiktstyper. I 2017 meldte en person seg etter å ha kjent seg igjen i et bilde politiet hadde offentliggjort. Det var første gang en genbasert fantomtegning bidro til å oppklare en drapssak.

En annen mulighet som fins i dag, men som ikke brukes, er å få vite om en DNA-profil fra et åsted kan stamme fra slektninger av personer i DNA-registeret.

Kan spare ressurser

I Norge har det vært lite diskusjon om de nye metodene. Kripes, som er ansvarlig for DNA-registeret, mener testene kan være nyttige i etterforskning av alvorlig kriminalitet hvor politiet har få eller ingen spor. Heidi Frydenberg, som er leder for Seksjon for ID-registre ved Kripes, forteller at poli-

tiet kan ha nytte av tester som kan si noe om utseende og eventuelt alder til den som har lagt igjen et biologisk spor:

– I dag må politiet i noen saker innhente personprøver av svært mange personer. Hvis politiets «screening» kan bli mer målrettet, kan mange slippe belastningen med å bli testet og politiet kan spare ressurser.

Bør utredes

Riksadvokaten, som er øverste leder av påtalemyndigheten og dermed straffesaksbehandlingen i Norge, har ikke gitt noen generell uttalelse om hvordan dagens lovregler skal når tolkes når det gjelder gentester. Førstestatsadvokat Guri Lenth forteller at loven trolig ikke står i veien for at politiet kan gjøre gentester for å se etter ytre trekk ved analyse av spormateriale.

– Når det gjelder søk etter slektninger i DNA-registeret, er det derimot tvilsomt om gjeldende regelverk tillater dette, sier Lenth.

I et brev til Justis- og beredskapsdepartementet fra mars i år har Riksadvokaten anbefalt at flere sider ved bruk av DNA i straffesaker bør utredes.

Risikerer diskriminering av grupper

Internasjonale konvensjoner om genetikk er tydelig preget av et ønske om å hindre at tidligere tiders genetiske diskriminering og rasisme skal kunne skje igjen. Øyenvitner har blitt omtalt som «notorisk upålitelige», blant annet fordi fordommer kan prege hukommelsen. I dag kan det for politiet være rasjonelt å målrette etterforskningen mot en minoritetsgruppe, for eksempel ut fra kunnskap om kriminalitetsstatistikk. Dette kan føre til at en hel gruppe føler seg mistenkeliggjort. I en sak i Tyskland skulle politiet lete etter en kvinne fra Øst-Europa. Gruppen er stor, og politiet valgte å oppsøke romfolkmiljøer. Men det

» Den viktigste diskusjonen handler om testene kan føre til mistenkeliggjøring av grupper, og særlig minoriteter.

hadde ikke gentesten gitt grunnlag for. Saken viser at gentestene fortsatt gir rom for tolkninger, og dermed fordommer. Testene i seg selv er nemlig ikke presise nok til å identifisere én person. De gir et grunnlag for å snevre inn etterforskningen mot en gruppe, men grunnlaget kan være vidt.

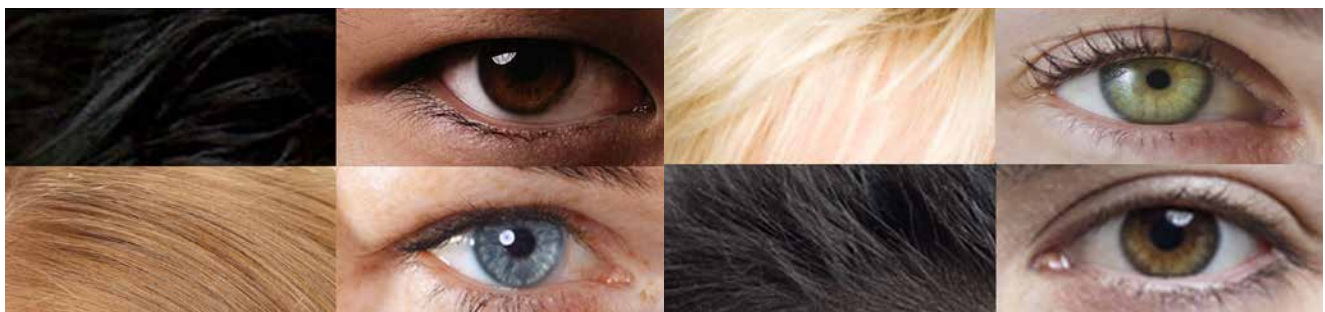
Bioteknologirådet ønsker debatt

Bioteknologirådet jobber med en uttalelse om DNA i politiarbeid, og har sett både på nytte og mulige ulemper. Rådet er spesielt opptatt av konsekvenser for minoritetsgrupper. Jurister har anbefalt at teknologien først og fremst brukes i alvorlige saker, slik loven sier i Nederland.

Et annet sentralt tema er betydningen av god kommunikasjon, både til de som er del av etterforskningen og andre som er indirekte berørt. Forskere har pekt på betydningen av dialog med representanter for minoritetsgrupper i konkrete saker, og at politiet bør være forsiktig med å offentliggjøre informasjon om en persons etnisitet i en pågående etterforskning. ♦

Fra DNA-fingeravtrykk til genanalyse

DNA-tester for identifikasjon ble utviklet av briten Alec Jeffreys i 1984, og ble første gang brukt i en britisk rettsak i 1987. Resultatet av analysen er en DNA-profil som består av en serie tall. Profilen fra åstedet må sammenlignes med profiler fra andre personer som politiet kjenner. Politiet kan be om spyttprøve fra personer de har grunn til å tro har vært på et åsted, og få utarbeidet en DNA-profil. I dag er det 80 000 profiler i DNA-registeret.



Nå er det kommet gentester som sier noe om enkelttrekk, som hårfarge og øyne. Ill: Bioteknologirådet m. foto fra iStock.

Levende medisin

Genmodifiserte bakterier kan være fremtidens medisin for flere alvorlige sykdommer som vi i dag ikke kan behandle.

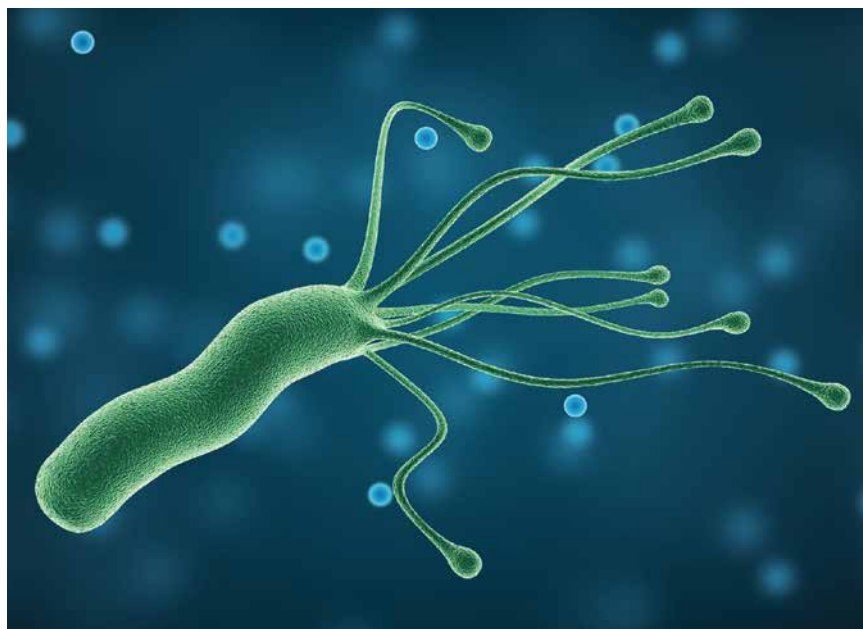
Av Sigrid Bratlie

NÅR VI SPISER, brytes maten ned til ulike næringsstoffer som kroppen trenger. I prosessen dannes også en rekke avfallsstoffer vi må kvitte oss med. Ett av disse er ammoniakk. Det er det samme stoffet som finnes i salmiakkflasken i skapet på vaske-rommet. Og det er akkurat like farlig. Hos friske mennesker sørger enzymer i leveren for at ammoniakk omdannes til urea, et vannløselig stoff som deretter skilles ut i urinen. Hos noen virker imidlertid ikke denne prosessen som den skal.

I Norge blir rundt tusen barn født hvert år med genfeil som gjør at de nødvendige enzymene ikke produseres eller fungerer. Dette fører til opphopning av ammoniakk i kroppen. Ubehandlet kan tilstanden, kalt hyperammonemi, føre til koma og irreversible hjerneskader allerede få dager etter fødsel. I verste fall er sykdommen dødelig. Også voksne med leversykdom kan få hyperammonemi. Sykdommen er i dag krevende å behandle. Men nå kan kanskje genmodifiserte tarmbakterier gjøre jobben som kroppen ikke selv klarer.

With a little help from my friends

Bare halvparten av cellene i en menneskekropp stammer fra personen selv. Resten er mikroorganismer, som bakterier og sopp, som lever i symbiose med oss. Flest finner vi i tarmen. Der hjelper de blant annet til med å bryte ned mat og holde sykdomsfremkallende inntrengere i sjakk. Vi har lenge utnyttet mikroorganismenes helsebringende egenskaper til vår fordel, for eksempel når vi tar melkesyrebakterier som probiotika for å unngå magesyke på utenlandstur. Nå jobber forskere med å utvikle neste generasjons probiotika: Genmodifiserte tarmbakterier. En av de første som testes ut, er behandling for nettopp



Kanskje kan genmodifiserte tarmbakterier gjøre jobben som kroppen ikke selv klarer. Foto: iStock.

hyperammonemi, der E.coli-bakterier har blitt genmodifiserte så de kan bryte ned ammoniakk. Behandlingen gis som en pille. Forsøk i mus og rotter med sykdommen viser at behandlingen reduserer nivået av ammoniakk i blodet dramatisk. Utprøving i friske mennesker har vist at behandlingen ikke gir bivirkninger. Nå er forsøk i

» En av utfordringene med å bruke genmodifiserte bakterier i sykdomsbehandling er at de reguleres av et komplekst regelverk.

gang på pasienter med hyperammonemi, nærmere bestemt voksne med skrumplever. De tidlige resultatene er så lovende og behovet så stort at de amerikanske legemiddelmyndighetene (FDA) har gitt behandlingen såkalt «Fast Track»-status for å fremskynde utvikling og godkjenning.

Mange behandlinger på trappene

Også andre behandlinger med genmodifiserte bakterier er under utvikling, og flere har vist lovende resultater. Blant disse er bakterier som kan kompensere for et manglende enzym i pasienter med den genetiske stoffskiftesykdommen Føllings sykdom (fenyلكetonuri – PKU) og bakterier som produserer betennelsesdempende stoffer (cytokiner) i pasienter med tarmsykdommen Crohns sykdom. Genmodifiserte tarmbakterier som spesifikt reduserer nivået av kreftfremkallende proteiner prøves også ut som behandling for en type tarmkreft.

Behov for nytt regelverk?

En av utfordringene med å bruke genmodifiserte bakterier i sykdomsbehandling er at de reguleres av et komplekst regelverk. I tillegg til de vanlige reglene som gjelder for alle legemidler, gjelder også regler for utsetting av genmodifiserte organismer (GMO). Regelverket ble imidlertid ikke utviklet med tanke på bruk av GMO i medisinsk behandling. Bioteknologirådet mener det haster med å avklare hvilke regler som skal og bør gjelde slik at pasienter får tilgang på ny og lovende behandling, samtidig som sikkerhet og andre viktige hensyn ivaretas gjennom et forutsigbart og egnet regelverk. ♦

Skal mor og far kunne genteste egne barn?

Nei, mener Bioteknologirådet

Tester som hevder å kunne avsløre om poden har talent for sprint eller musikk, er blitt rimelige og lett tilgjengelig på nett. Bioteknologirådet vil ha forbud mot at foreldre kan få utført genetiske selvtester på egne barn.

Av Liv Rønnebak Bjergene

NYLIG BLE DET KJENT at de kinesiske idrettsutøverne som stiller på startstreken i vinter-OL i 2022, vil gjennomgå gentester for å farte, utholdenhet og eksplosiv styrke inn som en del av den offisielle utvelgelsesprosessen. Er gentesting av barn for å avdekke talenter, for eksempel for idrett, noe man kan se komme også til Norge?

– Ja, så absolutt. Jeg antar at flere foreldre har bestilt og fått resultater av slike tester. Dette er «big business», sier professor ved Norges idrettshøgskole, Sigmund Loland.

Marked i sterk vekst

Tallenes klare tale levner liten tvil om at markedet for genetiske selvtester er i sterk vekst: I 2017 ble det solgt sju millioner slike tester på verdensmarkedet. Det er en dobling av alt salg for alle tidligere år. Flere firmaer retter markedsføringen mot foreldre som vil vite mer om sitt barns genetiske forutsetninger. Bioteknologirådet har vært i kontakt med Norges idrettsforbund og Olympiatoppen, men her er gentesting foreløpig ikke et tema.

– Inntrykket mitt er at de fleste foreldre, trenere og ledere har god dømmekraft. Men manglende innsyn i begrensningene til slike tester kan lede til mer bruk. Konkurransedrettens logikk kan være nådeløs: Noen vil ta i bruk alt de tror virker og som ikke er forbudt, sier Loland.

Til barnets beste

Bioteknologiloven regulerer gentesting av barn i helsevesenet, men den regulerer ikke salg av selvtester til privatpersoner. Bioteknologirådet ber om et forbud mot DNA-tester av barn utenfor helsevesenet.

– Barn bør ha rett til å velge hvilken kunnskap de ønsker å ha om egne gener til de blir 16 år og helseettslig myndig. I dag er det enkelt å finne ut hvilke genvarianter barnet ditt har. Det som imidlertid er vanskelig, er å tolke resultatene. Usikkerhet om tolkning av genvarianter gjør det problematisk å treffe valg om fremtiden basert på gentester. Men selv når vi vet mye om sammenhengen mellom genvarianter og en egenskap, er det viktig å spørre om det er riktig å teste barn, sier leder i Bioteknologirådet, Kristin Halvorsen.

Klokt å forby?

Alle er imidlertid ikke enige i at et forbud nødvendigvis vil være en god løsning.

– Diskusjonen om forbud er viktig. Jo mer informasjon som gis av testene, jo større grunn til restriksjoner. Samtidig har en gentest for idrettstalenter ingen direkte helseimplikasjoner. Jeg har større tro på at vi i en åpen og kritisk offentlighet får fram at gentester for idrettstalenter i stor grad er

bortkastede penger. De beste talentutviklere er menneskekjennere, både i idrett og innenfor andre prestasjonsarenaer. For å identifisere talenter er helhetlig observasjon best, ikke smale tester av genetiske predisposisjoner, sier Loland.

Rådet får imidlertid støtte av lege og genetiker Ellen Blinkenberg:

» Bioteknologirådet ber om et forbud mot DNA-tester av barn utenfor helsevesenet.

– Selv om det kan bli vanskelig å håndheve et forbud, vil det likevel være et tydelig signal fra myndighetene om at foreldre og andre bør tenke seg godt om før de gentester barnet sitt og gir fra seg informasjon om barnets gener til en kommersiell aktør. ♦



Markedet for genetiske selvtester er i sterk vekst. Flere firmaer retter markedsføringen mot foreldre som vil vite mer om sitt barns genetiske forutsetninger. Foto: iStock.



Vi har bare inngående kjennskap til en liten del av jordas biodiversitet. Det vil Earth Biogenome Project gjøre noe med. Foto: iStock.

Vil kartlegge verdens biodiversitet for fremtiden

Earth Biogenome Project er verdens største biologiprojekt. I løpet av ti år er målet å kartlegge alle kjente arter av sopp, planter og dyr, til sammen 1,5 millioner arter.

Av Hilde Mellegård

FOR FØRSTE GANG i historien har vi teknologi til å detaljkartlegge, sekvensere, arvestoffet til et stort antall arter, og til å kunne oppdage arter som vi i dag ikke kjenner til. Vi har også dataprogrammer som kan hjelpe oss med å finne ut hvilke deler av DNA-et som koder for gener, og hvilken funksjon genene kan ha. Kunnskapen vil være viktig i en verden hvor økosystemer er under press.

– Med 30 maskiner til å sekvensere DNA og 10 år å gjøre det på, så kan vi kartlegge hele arvestoffet til omtrent 1,5 millioner arter, sa Harris Lewin på World Economic Forum for noen måneder siden.

Professoren ved Universitetet i California er en av hovedpersonene bak det ambisiøse prosjektet, som har en prislapp på 38 milliarder kroner. Planter, dyr, sopp og

alger skal kartlegges. Bakterier må finne seg i å bli holdt utenfor.

Vet lite om arters arvestoff

Mesteparten av verdens biodiversitet kjenner vi antakelig ikke til. Omtrent 2,3 millioner arter er kjent for oss i dag, men bare rundt 15 000 arter har fått arvestoffet sitt helt eller delvis kartlagt. De fleste av disse er bakterier. Men selv om vi bare har inngående kjennskap til en liten del av jordas biodiversitet, har dette bidratt til store fremskritt innen medisin, jordbruk og bioindustri. Og gitt oss et bedre grunnlag for å ta vare på de artene vi har.

» I DNA-et til alle kjente og ukjente organismer kan det skjule seg løsninger som kan hjelpe oss til å holde jordas økosystemer i balanse.

Hvorfor kartlegge?

– Verdens biodiversitet er en global ressurs som nå er i fare, skriver forskerne bak Earth Biogenome Project (EBP) i en vitenskapelig artikkel.

I løpet av de siste 40 årene har verdens populasjoner av virveldyr blitt redusert med nesten 60 prosent, og stadig flere arter blir stemplet som utrydningstruet. Klimændringer og ødeleggelse av dyr og planter oppholdssteder gir utfordringer for verdens biodiversitet, både for viltlevende organismer og for verdens matproduksjon.

Og hvor kommer så EBP inn? I DNA-et til alle kjente og ukjente organismer kan det skjule seg løsninger som kan hjelpe oss til å holde jordas økosystemer i balanse, mener initiativtagerne. Storsatsningen vil kunne øke vår forståelse av hvordan økosystemer fungerer, bidra til bevaring av biodiversitet og økosystemtjenester, og legge grunnlaget for nyvinninger innen helse, matproduksjon og biodrivstoff. Mange av dagens medisiner kommer fra dyr og planter, og her kan det også ligge en fremtidig gullgrube. Andre ting på prosjektmenyen er oppdagelse av nye arter. Det er antatt at vi i dag kun har kjennskap til 80-90 prosent av alle alger, sopp, planter og dyr på jorda.

Kartla menneskets DNA på 13 år

Blant de relativt få artene der arvestoffet er mer eller mindre fullstendig kartlagt, er homo sapiens. The Human Genome Project

var en kjempesatsing, og ble annonsert ferdig i 2003. Da var det 13 år siden det offisielt startet. Amerikanerne sto i spissen for satsingen, men norske forskere bidro også i arbeidet med å bestemme rekkefølgen på de cirka tre milliarder byggesteinene, basene, i DNA-et. Prosjektet var ikke billig, det kostet nesten tre milliarder amerikanske dollar. Men investeringen har kastet av seg. Vi vet mer om sykdomsrisiko og slektskap enn før, vi kan stille bedre diagnoser, og vi kan gi behandling som i større grad er tilpasset hvert enkelt individ. Også på andre områder enn helse og sykdom har kartleggingen av menneskets genom hatt betydning, for eksempel for oppklaring av politisaker.

Tilsvarende har også kartlegging av arvestoffet til ulike dyr, planter, insekter og mikroorganismer gitt grunnlag for bedre biologisk forståelse og ulike nyvinninger. Ett av de som ble sist kartlagt, er genomet til hvete, som ble ferdigstilt i 2018. Arbeidet tok hele 13 år, like lenge som for mennesket fordi hvete-genomet er komplekst. Hvete har hele fem ganger så mange gener som oss mennesker. Foruten bedre bakst mener forskere at den nye kunnskapen kan hjelpe oss til å lage hvetetyper som gir større utbytte, tåler ekstremt vær bedre og er mer allergivennlige.

Utfordringer for Earth Biogenome Project

EBP har satt seg hårete mål, 1,5 millioner arter er mange. Er den skisserte «månelandingen» virkelig gjennomførbar?

– Gitt at finansieringen går i orden, så er det en stor sjanse for at Earth Biogenome Project lykkes, mener Kjetill Sigurd Jakobsen, professor ved Senter for økologisk og evolusjonær syntese ved Universitetet i Oslo.

– I hvert fall tror jeg de kan få til kartlegging av et enormt stort antall arter.

En slik omfattende livskatalog kommer imidlertid ikke i stand av seg selv. Den vil kreve en internasjonal kraftanstrengelse, skriver Lewin og kolleger i forskningsartikkelen. Nettverk og finansiering må på plass, i tillegg til gode systemer for deling av data, som skal være fritt tilgjengelige. Prosjektet skal også være i tråd med internasjonale avtaler om tilgang på og likeverdig fordeling av fordeler knyttet til biologiske ressurser. ♦

Andre sekvenseringsprosjekter

Foruten EBP er det flere andre prosjekter som tar for seg storskala sekvensering. Ett eksempel er The Earth Microbiome Project. Der er målet er å lage en katalog over mangfoldet blant verdens mikroorganismer. I fjor publiserte forskere som deltar i prosjektet resultatet fra nesten 28 000 innsamlede prøver, tatt fra ulike steder på jorda, og som omfattet alt fra havdypet til dyrs tarmkanal.

Et annet prosjekt er Vertebrate Genomes Project, der arvestoffet til alle de 66 000 virveldyrene vi har i dag skal sekvenseres. Forskerne bak prosjektet har nylig sluppet data på 14 arter, deriblant to flagggermusarter, en kanadisk gaupe og en nyoppdaget skilpaddeart.

Harris Lewin til Norge

Mandag 5. november blir det satt fokus på Earth Biogenome Project i Oslo. Harris Lewin vil delta på et åpent møte i Forskningsparken i Oslo. Møtet arrangeres av The Life Science Cluster og Bioteknologirådet. Møtet vil bli annonsert på våre nettsider.

Harris Lewin.
Foto: Gregory Urquiaga/UC Davis



Ordforklaringer

Genom

Et genom er hele arvestoffet, DNAet, til en organisme. Genomet består både av gener (DNA som koder for proteiner) og ikke-kodende DNA. Hos hver art er genomet spesielt for den arten.

Sekvensering

Sekvensering er detaljkartlegging av arvestoffet. Sekvensering gjør at informasjonen som er i DNA-et vårt, blir gjort om til tekst som en datamaskin kan lese.

skyter planter med kanon

Tenk om det gikk an å fjerne det som gjør at noen er allergisk mot nøtter. Eller legge til gener som gjør at du ikke må skjære bort deler av poteten fordi den er sort og råttent. Vi dro til Trine for å lære om genmodifiserte organismer (GMO).

Av Magnus (13) og Hilde (40)

Genmodifisering betyr at en plante eller et dyr får endret arvestoffet sitt (DNA) ved bruk av genteknologi.

– Man kan genmodifisere alt levende, som grønnsaker, fisk og mus, forteller professor i plantevitenskap ved NMBU, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Trine Hvoslef-Eide.

Selv jobber hun med planter. Hun forklarer at når man genmodifiserer, så kan man ta bort, sette inn, eller bytte ut gener. En annen mulighet er å gjøre slik at genene ikke fungerer lenger. Det er også mulig å bare skru av eller på genene uten å endre på selve arvestoffet.

– Dersom vi skal sette inn nye gener, kan de være fra samme type plante eller en slektning. De kan også være fra en helt annen art. For eksempel kan man sette inne gener fra en bakterie inn i en plante.

– *Hvordan får du genene inn i planten?*

– Du kan få de nye genene inn i cellene i planten på flere måter. Vi kan for eksempel gjøre det gjennom en jordbakterie, som egentlig gir en plantesykdom. Da limer vi inn de genene som vi ønsker å ha inn i planten, inn i bakterien først. Eller vi kan skyte inn genene med kanon, sier Trine.

Vi ønsker å se nærmere på genkanonen, og Trine tar oss med til laboratoriet.

– I bunnen av kanonen setter man en plante, forklarer hun.



Magnus dro til forsker Trine Hvoslef-Eide for å lære om genmodifisering.
Alle foto: Hilde Mellegård.

Så er det en plate på toppen, og partikler med nytt DNA er i midten. Med kanonen skytes DNA-et inn i planten. Og dermed er planten genmodifisert.

– *Vet du om noen har genmodifisert dyr?*

– Ja, blant annet laks. I Canada kan du kjøpe genmodifisert laks. Og flere steder i verden, blant annet i Bergen, forsker de på genmodifisert laks.

– *Hvilke land produserer genmodifisert mat?*

– Noen av de landene som produserer mest genmodifisert mat er: USA, Brasil, Argentina og Canada. Norge kommer nok etter hvert, tror Trine.

– *Hva tror du blir den første genmodifiserte maten som blir vanlig å spise for oss nordmenn?*

– Det tror jeg blir poteten. Genmodifiserte poteter er i butikkene i USA, og flere varianter kommer. Det er særlig motstandsdyktighet mot tørråte som er viktig,

Flere land dyrker genmodifisert mat. Vil vi i fremtiden spise for eksempel genmodifiserte jordbær her i Norge?



Trine forklarer Magnus hvordan genkanonen fungerer.



– Man kan genmodifisere alt levende, forteller Trine. Selv jobber hun med planter.

også for oss i Norge. Tørråte er en sopp som angriper og ødelegger avlingen til bøndene, så derfor må norske bønder sprøyte avlingen sin omtrent syv ganger i året. En genmodifisert potet vil ikke trenge å bli sprøytet så mye, fordi den har fått genene fra en annen plante som er immun mot sykdommen.

– Har du spist genmodifisert mat?

– Ja. Genmodifiserte matvarer er ikke i butikkene i Norge i dag. Derfor har jeg kun spist det i utlandet. For 22 år siden var jeg på et møte for forskere, og der serverte de genmodifisert mat. Jeg var gravid med den yngste sønnen min, og tenkte derfor ekstra godt gjennom hva jeg spiste. Da valgte jeg å spise en genmodifisert bakt potet. Den poteten visste jeg at ikke var blitt sprøytet med sprøytemiddel. Derfor tenkte jeg at den genmodifiserte poteten var bedre både for meg og barnet.

FAKTA: Krav til GMO-er

Å endre gener til planter og dyr er mye diskutert. For at en levende genmodifisert plante skal bli godkjent i Norge, må den være trygg for helsen vår og miljøet. I tillegg vurderer vi om den bidrar til en bærekraftig utvikling, er nyttig for samfunnet og er etisk forsvarlig.

Returadresse:
Bioteknologirådet
Stortingsgata 10
0161 Oslo



Kommande arrangement:

GMO i Afrika

Ope møte om genteknologi i bistand- og utviklingsarbeid.

Oslo, 16. oktober kl. 14.00-16.30

DNA i politiarbeid

Ope møte om nye metodar og problemstillingar.

Oslo, 1. november kl. 13.00-15.30

GMO-regulering i Noreg

Ope møte om framtidig regulering av genmodifiserte (GMO).

Oslo, 4. desember kl. 10.00-12.00

Meir informasjon og påmelding på: bioteknologiradet.no/arrangementer

bioteknologiradet.no

Biotekquiz

Spørsmål

1. Kva land i Afrika dyrkar i dag kommersielle, genmodifiserte sortar?
2. Kor mange år er det sidan verdas første barn ble født ved assistert befruktning?
3. Kva land i Europa har opna for gentestar for ytre, synlige trekk?
4. Kva er sekvensering?
5. I kva land kan du kjøpe genmodifisert laks?

Svar 1. Sør-Afrika og Sudan. 2. 40 år. 3. Nederland. 4. Detaljkartlegging av arvestoffet, DNA. 5. Canada.