

GENialt

småGENialt
Hva bestemmer
hvem som blir best?
SIDE 22

Tidsskrift fra Bioteknologirådet // 3-2021 // 30. årgang

Røte på røter

s. 4

Vil forske lenger på
befruktede egg s.20

Med naturen som
etisk rettesnor s. 8

Berekraft, matproduksjon og genteknologi	3
Røte på røter	4
GMO eller ikke GMO – ny EU-studie om genredigering	6
Med naturen som etisk rettesnor	8
Algeprotein gir lys i mørket	12
Lungefiskens genetiske løyndomar	12
Lærdom i gammel dritt	13
Datilsynet vil ha klare begrensninger på politiets bruk av DNA ...	14
Global DNA-database koples til brudd på menneskerettigheter	16
Framtidas genetiske fosterdiagnostikk	18
Vil forske lenger på befruktete egg	20
SmåGENialt: Hva bestemmer om noen blir verdens beste?	22



12



14



18



Tørr-røte er eit aukande problem for potetbønder, og det kjem berre til å bli våtare i Noreg i framtida, spesielt på Austlandet og i Trøndelag. Kan genredigering hjelpe potetbønder mot soppjukdomen?
Foto: iStock

GENjalt 3-2021 // 30. årgang

Redaksjonen avslutta: 3. sept. 2021
 Ansvarleg redaktør: Petter Frost
 Redaktør: Mette Risa
 Redaksjon: Eirik Joakim Tranvåg,
 Truls Petersen, Anne Marit Ryen,
 Stine Hufthammer Indreliid og Håvard
 Øritsland Eggestøl
 Opplag: 5900

Utgivar: Bioteknologirådet
 Adresse: Bioteknologirådet,
 Edvard Griegs vei 3b, 5059 Bergen
 Internett: www.bioteknologiradet.no
 E-post: post@bioteknologiradet.no
 Design: Dugg Design AS
 Trykk: Byråservice AS
 ISSN (trykt utgave) 0804-225X
 ISSN (nettutgave) 1502-7619

Bioteknologirådet er eit frittståande, 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 mikroorganismar. Rådet skal óg 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 2019-2023. I tillegg inviterast seks departement til møta som observatørar. For 2021 har Bioteknologirådet eit budsjett på 12,4 millionar kroner.



Berekraft, matproduksjon og genteknologi

Vi går ei usikker framtid i møte. Klimapanelet i FN har varsla at vi kjem til å få stadig meir ekstremvær over heile kloden. I sommar har vi kunna lese om hetebølgjer og mange skogbrannar i Sør-Europa, og den enorme brannen i Sibir, der røyken nådde heilt til Nordpolen. I Tyskland og nabolanda var det store overfløymingar. I Noreg skisserer Norsk klimaservicesenter at vi må vere førebudde på større regnmengder, særleg på Austlandet og i Trøndelag. Korleis vil dette verke inn på matproduksjonen, og kva for verktøy kan vi bruke for å handtere denne situasjonen?

Det sitjande Bioteknologirådet ønskjer å sjå på bruk av genteknologi og bioteknologi i lys av berekraftmåla, og då er den globale matproduksjonen særleg interessant. Korleis skal vi klare å brødfø befolkninga på jorda i ei verd med stadig meir ekstremvær? Korleis kan genteknologi nyttast for å redusere svolt og ulikskap i verda? Kan ein ved å nytte genteknologi bidra til å redusere bruken av sprøytemiddel og fremje biologisk mangfald?

Genredigering, der ein nyttar genteknologi til å endre arvematerialet og eigenskapane til til dømes planter og dyr, blir framheva som eit av verktøya vi kan bruke for å sikre ei meir berekraftig utvikling. I denne utgåva av GENiALT møter du mellom

anna potetbonden Knut Jarle Repstad, som slåst mot tørr-røte og stadig større nedbørmengder. I dag er det plantevernmiddelet som er løysinga, men det har sine ulemper. Kanskje hadde genredigerte poteter utan genvarianten som gjer dei mottakelege for tørr-røtesoppen vore ei betre løysing? Norske forskarar arbeider med å finne ut korleis dei kan gjere den norske poteta mindre sårbar, men med dagens strenge føre var-regulering kjem det neppe genredigerte poteter i butikken i Noreg. Kva er då løysinga – å utvikle nye, sterkare sprøytemiddel, endre reguleringa, eller å bruke konvensjonelle avlsmetodar som vil ta mykje lengre tid?

» Korleis skal vi klare å brødfø befolkninga på jorda i ei verd med stadig meir ekstremvær?

Det står mykje på spel når det gjeld matproduksjon, og mykje er òg uvisst. Uvisse om effekten av genredigering, uvisse og diskusjon om genredigering skal klassifiserast som GMO, og uvisse om kva som skal vege tyngst, føre var-prinsippet eller nytte og berekraft. For å nå berekraftmåla treng vi



matproduksjon som er berekraftig, men som òg er trygg og innanfor etisk akseptable rammer. Er genredigerte produkt tryggare enn gammaldags genmodifisering, slik mange forskarar hevdar? Debatten har byrja i EU, det kan du òg lese meir om i denne utgåva, og det er på høg tid at dette blir diskutert i Noreg.

Ole F. Norheim



Eit våtare klima gir store problem i heile landbruket. Potetbøndene ser mellom anna at infeksjonar med tørr-røte aukar. Ei potetsjuke som har gjort, og som framleis gjer, stor skade på potetavlingar. Foto: iStock

Røte på røter

I norske potetåkrar kjempar bøndene mot tørr-røtesoppen. Soppen vil ete potetene, medan bøndene vil selje dei. Ny teknologi kan skiple kampbalansen, men vil potetbonden bruke denne teknologien?

Av Håvard Øritsland Eggstøl

POTETBONDE Knut Jarle Repstad frå Reddal utanfor Grimstad har drive gardsbruk i eit heilt arbeidsliv. Han har sett korleis tørr-røten har utvikla seg frå å ikkje vere eit tema på 80-talet, til å krevje fast sprøyting på 90-talet – og i dag må enkelte av avlingane hans sprøytast opp til ti gongar per sesong.

Åket på åkeren

– I Reddal hadde vi i mai 250 mm nedbør, mot ein såkalla årsnormal på 80 millimeter.

Det gjer at når vi skal ut på felta og sprøyte, så kjem vi ikkje utpå, fortel Knut Jarle Repstad på eit møte om genredigering i matproduksjon som Bioteknologirådet arrangerte på Arendalsuka 2021.

Repstad må ut med traktoren for å sprøyte så tidleg som mogleg etter regnet, samstundes veit han at ein tung traktor på blaut jord øydelegg jordsmonnet. Men tørr-røten ventar ikkje. Potetbonden må velje mellom å øydelegge jorda med maskinar, eller å risikere at avlinga går tapt til tørr-røten.

Arven etter hungersnøda

Poteta kom til Noreg med ivrige potetprestar. Ho breidde om seg i norske grender og bygder på 1700-talet, og brøyta seg veg i norske bygg- og kveiteåkrar. Potet produserte fleire gongar meir mat per meter dyrka mark enn det kornvekstar kunne klare. Men midt på 1800-talet kom det eit skjebnesvangert potetskip til Europa frå Amerika, lasta med sjuk setjepotet.

I 1840-åra spreidde sjukdomen seg i Europa, og på kort tid vart store delar av potetproduksjonen i Nord-Europa utradert. Verst var det i Irland. Der døydde 1 million menneske av svolt og det som følgde i kjølvatnet. Meir enn 1,5 millionar menneske flykta ut av landet, mesteparten til Amerika. Vest i Irland blei befolkninga så kraftig tynna, at befolkningsendringa først stabiliserte seg 150 år seinare.

I dag har vi plantevernmiddele vi kan bruke i kampen mot tørr-rôte, men som Repstad seier, kan bruken av desse òg by på praktiske utfordringar når det kjem meir nedbør på kort tid. Klimaforskarar skriv i den sjette klimarapporten frå FN at ekstremvêr, mellom anna styrtregn, kjem til å bli hyppigare og sterkare. I Norsk klimaservicesenter sine framskrivingar for nedbør i Noreg er biletet krystallklart – det kjem til å bli mykje våtare. Det må potetbønder og andre gardbrukarar, særleg på Austlandet og i Trøndelag, førebu seg på.

Sleipe soppar

Potetsjuka viste seg å vere ein sopp-liknande organisme kalla eggsporesopp. Dei er snodige saker. Ikkje er det sopp, ikkje er det plante og ikkje er det dyr, men heller noko midt i mellom. Sjølve eggsporesoppen som forårsaka potetsjuka blir kalla tørr-rôte. Eller som ivrige biologar seier, *Phytophthora infestans*, som tyder noko slikt som angripande planteødeleggar.

Når tilhøva ligg til rette for tørr-røten, kan han på nokre få dagar ta livet av ein heil åker. Først slår han rot i bladverket, og stikk hårtynne røyr inn i planten og syg i seg plantesaft direkte frå plantecellene. Etter kvart som planta blir tappa for livskraft, døyr cellene og etterlet seg store, brune flekkar på bladverket. Då kjem det mjukrøte-bakteriar til og bryt ned restane. Dette gir ein fæl stank av røte. Tørr-røtesporane treng berre litt regn for å spreie seg vidare ned til potetknollane og øydelegge dei òg. Eit vindkast kan ta sporane vidare til neste åker.

Det finst mange variantar av tørr-rôte, og sjukdommen tilpassar seg lett nye forhold. Potetavlarar prøver å utvikle nye sortar poteter som er meir resistente mot tørr-rôte, men dette er vanskeleg med tradisjonelle avlsmetodar, då tørr-røten stadig utviklar seg og bryt nyvunnen resistens.

Ei potet for framtida?

Norsk forskning kan vere løysinga. Kristin Børresen er direktør i Graminor, eit planteoredlingselskap eigd av både statlege og private norske aktørar. Dei har eit forskingsprosjekt der dei ved hjelp av genredigering utviklar potet som er motstandsfør mot tørr-rôte. Denne metoden gjer det mogleg for forskarane å klippe vekk uønskte gen og setje inn nytt genmateriale ved å bruke poteta sin eigen genetik. Målet med arbeidet til Graminor er i første omgang å utvikle kunnskap og kompetanse.

– Det vi skal gjere, er å klippe vekk det genet som gjer poteta mottakeleg for tørr-

rôte. Vidare er et mogleg neste mål å setje inn gen som gjer poteta resistent mot tørr-rôte. Slik blir poteta motstandsfør, sa Kristin Børresen under Arendalsuka.

I eit intervju med GENiAlt om denne poteta fortel Anne-Ingeborg Myhr, direktør i GenØK, senter for biosikkerhet, at poteta har heilt klare positive eigenskapar, men det er viktig at myndigheitene er opne om vurderingane sine, slik at forbrukarane skal kunne ha tillit til dei som utviklar og produserer poteta. Om vegen vidare seier ho:

– Det som vil vere viktige steg vidare no, er å undersøkje tryggleiken til poteta og om

» Det finst mange variantar av tørr-rôte, og sjukdommen tilpassar seg lett nye forhold.

ho er velegna for dyrking under norske forhold samt om resistensen mot tørr-rôte held seg over tid.

Genetik og politikk

Med dei reglane som gjeld i Norge, EU og New Zealand i dag, er ei slik potet ein genmodifisert organisme (GMO), men slik er det ikkje i resten av verda.

– Vi må tore å bevege oss inn i dette, sjølv om føre-var er viktig, sa Guro Angell

Gimse, stortingsrepresentant frå Høgre, under Arendalsuka.

Partiet hennar har som programfesta politikk å modernisere den lovgivinga som regulerer genredigerte organismar, men dei held fast ved at det skal skje innanfor ei etisk ramme.

MDG var òg til stades i den politiske debatten, representert ved landbrukspolitisk talsperson Harald Moskvil.

– Haldninga vår er å vere varsame og ha eit veldig klart fokus på at forskinga som går føre seg, skal vere uavhengig, open og ikkje betalt av gigantane i agro-bransjen. Vi må såleis ha ei offentlig forskning, der det er mogleg å stole på forskingsresultata, sa Moskvil.

Kunden har alltid rett

Potetbonde Knut Jarle Repstad såg fleire positive sider ved å bruke genredigering til å få fram ei potet som var motstandsfør mot tørr-rôte.

– Vi slepp å bruke ein haug med plantevernmiddele, vi kan forvente oss ei viss inntekt og vi vil sleppe unna dei trykkskadane som vi påfører jorda. Det er klart at det ville bety mykje for oss, sa Repstad.

Men med dagens reglar må slike poteter merkast som GMO i butikken, og så lenge forbrukarane ikkje ønskjer GMO-mat, vil han ikkje plante det.

– Tillit hos forbrukaren er alfa og omega, seier Repstad. ♦



Potetbonde Knut Jarle Repstad og direktør i Graminor, Kristin Børresen, deltok på Bioteknologirådet sitt møte om genredigering og global matproduksjon. Foto: Mette Risa.



EU importerer i dag store mengder GMO-soya til bruk i dyrefôr, mens Norge kun importerer GMO-fritt dyrefôr. Med genredigerte avlinger i for eksempel Brasil vil det ikke være mulig å finne ut om genteknologi er brukt. Foto: iStock

GMO eller ikke GMO

– ny EU-studie om genredigering

Er EUs regelverk for genredigering et hinder for innovasjon og konkurransekraft? Kan det skape handelskonflikter om EU har forskjellig GMO-definisjon enn land de importerer fra? Og hva skal veie tyngst; føre var-prinsippet eller andre hensyn, som nytte og bærekraft?

Av Mette Risa

DETTE ER BLANT spørsmålene som stilles i en ny studie fra EU-kommisjonen om moderne genteknologi. Nå foreslår de at man bør vurdere mer enn mat- og miljø sikkerhet når EU bestemmer seg for hvordan de skal bruke genredigering. Hvis EU kommer med nytt regelverk på dette området, vil dette også bli gjeldende i Norge gjennom EØS-avtalen.

Juss og biologi

Studien tar for seg såkalte NGT-er, *new genomic techniques*. NGT er definert som metoder som kan endre det genetiske materialet i en organisme, og som har kommet til eller blitt utviklet etter 2001, da dagens EU-lovgivning om genmodifiserte organismer (GMO) ble innført. I praksis dreier det seg

om genredigering, som er en mer presis metode å gjøre endringer i arvematerialet på enn tradisjonell genmodifisering. En ren juridisk vurdering EU-domstolen gjorde i 2018 medførte at i dag vil alle genredigerte organismer være underlagt GMO-lovgivningen i EU og dermed også i Norge. Men utvikling innen genteknologi, i kombinasjon med manglende definisjoner (eller usikre betydninger) av nøkkelterminologi, kan føre til regulatorisk usikkerhet, skriver studiens forfattere.

Metode eller resultat?

Genredigering kan brukes både for å få endringer som kan oppstå naturlig, men også til å sette inn gener fra andre arter, også kalt «fremmed DNA».

» GMO-er skal kunne spores, men det vil, av tekniske grunner, være umulig å finne ut om produktet har blitt til med genredigering når en slik organisme ikke inneholder «fremmed DNA».



Petter Frost, direktør i Bioteknologirådet.

– I dag vil alle organismer som genredigeres bli regulert som GMO i EU, og derav også i Norge, mens i andre deler av verden er GMO-begrepet begrenset til organismer med «fremmed DNA», sier Petter Frost, direktør i Bioteknologirådet.

I studien stiller de spørsmål om det er teknologien man skal ha som utgangspunkt for regulering, eller resultatet (organismens egenskaper), eller begge deler?

Organismer utviklet med NGT-er er allerede på markedet i andre deler av verden, og Kina og USA kiver om topplasseringen i antall patentsøknader med bruk av genredigeringsmetoden Crispr. Europa ligger på tredjeplass, men langt bak de to andre ifølge en studie i Nature Biotechnology. Det er ikke et forbud mot GMO i verken Norge eller EU i dag, men i praksis er den omfattende søknadsprosessen en barriere som få prøver å komme seg over. Selv om det dyrkes svært få GMO-er i EU, så importerer EU-landene blant annet mye GMO-soya fra Sør-Amerika, regulert gjennom et eget mat- og fødeproduktdirektiv som Norge ikke har implementert og dermed ikke er bundet av.

Ensom nellik

Den eneste GMO-en som er godkjent i Norge i dag er en blålilla nellik som det er tillatt å selge som snittet blomst. Det blir forsket på genredigering i Norge, blant annet har NIBIO laget genredigerte markjordbær på laben, og det arbeides i Norge også med genredigerte poteter som ikke må sprøytes mot tørråte så hyppig som de fremavlede matpotene vi dyrker i dag. Ved Havforskningsinstituttet har forskere brukt genredigering til å lage laks som er steril, en egenskap som vil kunne hindre at rømt oppdrettslaks kan blande seg med vill-laksstammen.

Etiske spørsmål

De fleste etiske spørsmål som kom frem i EU-studien dreide seg om hvordan genredigering ble brukt, ikke genredigeringen i seg selv. Flere av produktene som er fremstilt med genredigering har mulighet til å gjøre landbruket mer klimavennlig, og vil kunne bidra EUs Green Deal og FNs bærekraftsmål om et mer robust og bærekraftig landbruk. Eksempler som trekkes frem er planter som er mer motstandsdyktige mot sykdom, bedre tilpasset lokale miljøforhold og klimaendringene, som har forbedrede landbruks- eller næringsverdier, redusert bruk av for eksempel plantevernmidler og raskere planteforedling.

Noen av ekspertene mener dette er mulig å oppnå med andre metoder enn gen-teknologi, og at fordelene er hypotetiske. Blant annet trekker disse ekspertene frem at hvis genredigering ble tillatt utenfor reguleringen til GMO-er, så kan det undergrave tilliten forbrukerne har rundt økologisk og GMO-fri dyrket mat.

Ikke GMO overalt

Genredigering vil bli brukt i land utenfor Europa hvor GMO-begrepet er begrenset til organismer med «fremmed DNA». Det vil si at mat og dyrefôr fremstilt fra genredigerte organismer uten fremmed DNA vil være GMO for en europeisk importør, men ikke for eksportøren.

– GMO-er skal kunne spores, men det vil, av tekniske grunner, være umulig å finne ut om produktet har blitt til med genredigering når en slik organisme ikke inneholder «fremmed DNA». Samtidig er handel og transport av GMO-produkter regulert globalt i avtaler som Cartagena-protokollen, hvor GMO er definert annerledes enn det er i EU, sier Frost.

EU-studien viser at forskjellige juridiske definisjoner av hva som er GMO vil kunne gjøre EU mindre konkurransedyktig, resultere i problemer med frihandel og utløse handelskonflikter mellom EU og handelspartnere. ♦

Hør mer om dette i Biotekpodden.



Slik er de genmodifiserte nellikene merket i blomsterbutikken. Ville du kjøpt matvarer som var merket som GMO? Foto: Casper Linnestad.



Med naturen som etisk rettesnor

Har det noe å si om en genredigert potet er «naturlig» eller ikke?
Og hva betyr det egentlig, at noe er «naturlig»?

Av Truls Petersen

«JEG HATER ORDET 'NATURLIG'!»

Det var tittelen på et blogginnlegg og en kronikk i Dagbladet for noen år siden, skrevet av kjernefysiker og forskningsformidler Sunniva Rose. Rose var frustrert over at skepsis til alt fra mat ingredienser til ny teknologi begrunnes med at det er «unaturlig». For hva med sol, vann, uran og klor – er ikke dette «naturlig», men likevel veldig skadelig i små eller store doser? Og hva med briller og solkrem? Klær og hus som beskytter oss mot vær og vind? Vi

bruker stadig teknologi for å beskytte oss mot naturens farer.

400 år med kritikk

Listen med eksempler kan lett utvides. Moderne landbruk, medisin og høyteknologiske vaksiner – er ikke det i bunn og grunn teknologier for å forbedre naturen og beskytte oss mot den?

Like lett er det å finne eksempler på at moralsk bruk av naturlig og unaturlig har blitt brukt til å begrunne undertrykkelser

av mennesker. Kvinner i arbeidslivet og homofili har vært sett på som unaturlig og derfor galt. Slaveri ble forsvart med henvisning til filosofers bevis på at noen mennesker er «naturlige slaver» fra fødsel av. Mange kamper for økt frihet, likestilling og rettferdighet har handlet om å angripe slike appeller til det naturlige.

Kjernefysiker Rose er med andre ord i godt selskap. Helt siden 1600-tallet har filosofer, naturvitere og andre fagfolk rettet kritikk mot det naturlige som ideal. Resultatet



Hvor går skillet mellom det naturlige og det menneskeskapte? Lovatnet i Stryn.
Foto: iStock

er at det naturlige som verdi i dag er på vikende front blant fagfolk og i miljøetikken. Samtidig er naturlig / unaturlig fortsatt del av hverdagsspråket og med de «gamle» assosiasjonene bevart. «Naturlig» er bra og brukes for å selge alt fra hudkrem og boller til opplevelser. Det «unaturlige» har fortsatt klang av fare og umoral.

– Blant de mest kompliserte ordene i språket

Men hva er det denne kritikken egentlig viser? Den viser åpenbart at ligningen naturlig=god ikke alltid går opp. Men viser den at det naturlige aldri kan være moralsk relevant?

Lignende spørsmål var utgangspunktet for forskningen til filosofen Svein Anders

Noer Lie ved Universitet i Tromsø. Han forteller at han var «utrolig frustrert» over det han oppfattet som lettvinnt kritikk.

– Naturlighetsbegrepet er problematisk, og mye av kritikken treffer. Men ved å gå bort fra å bruke begrepet får vi noen temmelig problematiske oppfatninger om virkeligheten, sier Noer Lie.

Han forteller at filosofer har sagt at «natur» og naturlighet er blant de mest kompliserte ordene i språket vårt. Samtidig skrives det veldig lite om dette. Noer Lie mener både klimasaken og regulering av bio- og genteknologi trenger et begrep om det naturlige.

– Det gir ikke mening å snakke om menneskeskapte klimaendringer om vi ikke har en idé om et klima som ikke er påvirket av mennesker. To-gradersmålet er et mål om å ikke overskride to grader over det som ellers ville vært naturlig, sier han.

På samme måte er bio- og genteknologi kraftige teknologier som utvider hva som kan påvirkes av mennesker. I dagens lovverk er «det naturlige» en viktig referanse når myndighetene skal vurdere fordeler og ulemper ved for eksempel genredigerte matplanter. Å rydde i begrepsbruken kan ifølge Noer Lie gjøre det lettere å skille mellom ulike betydninger.

Det naturlige og unaturliges historie

Noer Lie sporer kildene til det naturlige som ideal tilbake til «gullalderen» for gresk filosofi. Hos filosofen Aristoteles (384-322



Filosof Svein Anders Noer Lie.

» Det gir ikke mening å snakke om menneskeskapte klimaendringer om vi ikke har en idé om et klima som ikke er påvirket av mennesker.

f.vt.) fins viktige premisser for tanken om naturen som moralsk målestokk. Lie forteller at et kjernebegrep hos Aristoteles er teleologi. *Telos* betyr mål på gresk.

– Det handler om at alt i naturen – et tre, en mygg, et menneske – har et medfødt og iboende formål og hensikt som er godt. Å hindre denne prosessen var derfor galt.

Også mennesker hadde formål. I Platon (Aristoteles sin lærer) sin teori om idealstaten skulle mennesker deles inn etter medfødte egenskaper som ga dem ulike oppgaver i samfunnet. Tanken om at samfunnet skal virke slik naturen virker, kommer tydelig fram i metaforen om «samfunnskroppen»: På samme måte som kroppen er avhengig av at leveren og nyren har ulike funksjoner, er staten avhengig av at menn og kvinner, slaver og frie, håndverkere og filosofer gjør det som er naturlig for dem. I sum var alt som fantes del av en orden som var god.

Med den vitenskapelige revolusjonen på 1600-tallet kom oppgjøret med Aristoteles. I dette oppgjøret forsvant tanken om mening og formål i naturen. Dette nye synet på naturen fikk konsekvenser.

– Den skotske filosofen David Hume sier vi ikke kan slutte fra «er» til «bør». Hvis noe er naturlig så er det verken bra eller dårlig. Det er opp til oss å bestemme hva som er moralsk riktig og ikke – ikke naturen, påpeker Noer Lie.

De som i dag hevder at vi må kvitte oss med naturlighetsbegrepet hevder altså at vi



nå endelig må forstå at Aristoteles' natursyn er noe vi forlot for flere århundrer siden. Noer Lie mener både naturvitenskapen og samfunnsvitenskapen er enige om dette.

Behov for opprydding

En utfordring med naturlighetsbegrepet er at det kan bety så mye forskjellig. Noer Lie skiller mellom 12 ulike betydninger. Blant disse er det naturlige som tingens essens, som uberørt av mennesker, det opprinnelige og som en motsetning til kultur, det kunstige eller det syntetiske. Flere betydninger går tilbake til førmoderne filosofi.

– Det er opp til oss å bestemme hva som er moralsk riktig og ikke – ikke naturen. Men det betyr ikke at det som er naturlig er irrelevant for å vurdere hva som er moralsk riktig eller galt, sier han.

I 2015 gjennomførte britiske Nuffield Council et prosjekt der de kartla bruken av *naturalness*. I en sluttrapport anbefalte de at begrepet brukes med forsiktighet. Andre fagfolk vil gå lenger og forsøker å tømme ordet for mening. En vanlig måte å gjøre det på er å problematisere det underliggende skillet mellom det naturlige og det menneskeskapte. Ser du ut over et landskap, er det vanskelig å si hvor naturen slutter og kulturen begynner. Menneskets påvirkning på

naturen har kommet så langt at geologer har foreslått en ny geologisk epoke, kalt antropocen, eller «menneskets tidsalder».

En annen innvending tar utgangspunkt i at mennesket er del av naturen. Hvordan kan da noe mennesket gjør være unaturlig?

Et trekk ved mennesket?

I en ny bok, *Against nature*, spør den amerikanske vitenskapshistorikeren Lorraine Daston om hvorfor vi fortsatt bruker bilder fra naturen for å uttrykke moral. Er det mulig for mennesket å slutte å gi naturlig og unaturlig moralsk mening?

Daston heller mot å svare nei og viser til trekk ved mennesket som art. Når vi vurderer om noe er moralsk bra eller ikke, så spiller følelser inn, ikke bare refleksjon. Og noen fenomener og handlinger vekker «sterke følelser», slik som krysning av menneske og dyr. I møte med slike fenomener er ord som naturlig / unaturlig vanskelig å komme utenom. For Daston handler dette også om hva moralske normer er og om språk. En norm er en orden som vi orienterer oss ut fra. Vi tenker og uttrykker moralske ordener med hjelp av språklige bilder –, ord vi «låner» fra områder som i seg selv ikke har noe med moral å gjøre. Slike metaforer kan

hentes fra menneskelige fenomener som kunst, matematikk, spill eller teknologi. Men ifølge Daston er naturen spesielt vel-egnet. Vi tenker på naturen som en orden og den er overalt.

Det naturlige i bio- og genteknologi

Det har blitt vanlig å hevde at det naturlige står svakt i fagmiljøer, men brukes av journalister, aktivister og i produktomtaler, og ofte på upresise måter. Noer Lie mener ganske enkelt at det naturlige finnes.

– Det er mye som ikke gir mening og ikke naturlig som noe som ikke er menneskeskapt skal finnes.

Det naturlige står også sentralt i norsk lovverk. Dyrevelferdsloven har regler om at husdyr skal få leve ut «naturlige behov». Naturens egenverdi er sentral i miljølovgivningen. I faglige utredninger om bio- og genteknologi har ord som kan knyttes til det unaturlige, som «kunstig» og «manipulert», over tid blitt byttet ut med ord som minsker inntrykket av teknologisk inngripen. Det naturlige er likevel sentralt i lovverket. I genteknologilovens bestemmelser om GMO-er, er det avgjørende om en endring som skjer med genteknologi «kunne skjedd naturlig» eller ikke. Loven sier også at allmenmoralens syn på naturlighet skal vektlegges ved vurderinger av nye GMO-er.



Kunstneren Patricia Piccinini vil utfordre våre følelsesmessige reaksjoner på «det unaturlige». «The Long Awaited». Med tillatelse fra kunstneren, Tolarno Galleries og Roslyn Oxley9 Gallery.

Alt henger sammen med alt

Spør vi hvorfor det naturlige er relevant i lovene, er det vanlig å skille mellom to begrunnelser. En handler om risiko: Vi bør være forsiktige med å overskride det naturlige fordi det kan gi skader. En annen handler om at det naturlige har en egenverdi.

Noer Lies forsvar for naturligheten bunner i et nytt natursyn, basert på det man kaller disposisjonsteori. Gener disponerer mot en bestemt adferd. Denne disposisjonen er skapt gjennom en lang evolusjonshistorie i et samspill med andre gener. I begrepet disposisjon ligger også det at denne egenskapen ikke nødvendigvis må manifesteres. Vi kan endre på prosesser i naturen og således handle «mot naturen».

– Men dette systemet har en type orden skapt gjennom naturhistorien som jeg da kaller naturlig. Å vite hva som er naturlig er viktig for å vite hvordan man eventuelt skal gjøre endringer.

Det vi oppfatter som årsak og virkning er ifølge Noer Lie et resultat av at flere ting virker sammen.

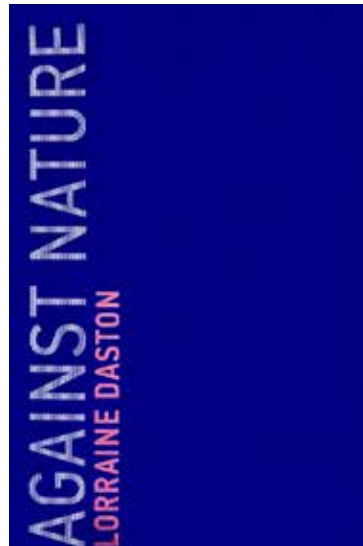
– Egenskapene til et gen ligger ikke «i genet», men i samspillet med andre gener. Tar du bort et gen vil ofte virkningen utebli, men det betyr ikke at dette ene genet er årsak til denne uteblivelsen. Genet er nød-

vendig for at virkningen skal inntreffe, men ikke tilstrekkelig.

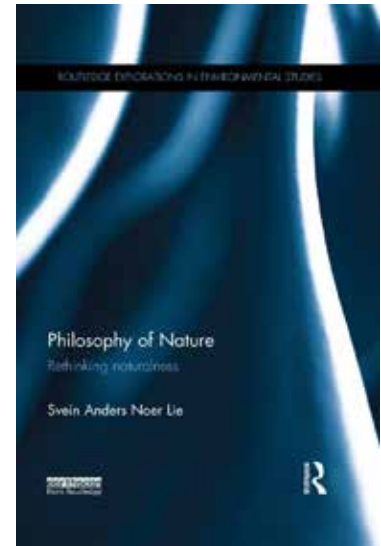
I sitt hovedverk *Om artenes opprinnelse* (1859) skrev Darwin om komplekse sammenhenger i naturen, og advarte mot å overse disse. Noer Lie mener mangel på ydmykhet kan være farlig.

– Jeg mener vi ikke bør utvikle teknolo-

gier som er basert på en såkalt essensialistisk oppfattelse av at gen x gjør ditt og gen y gjør datt. Skal man endre naturen, så er det lurt å vite hvordan den fungerer – hvordan alle egenskapene vi forsøker å utnytte er vevet sammen med et utall andre egenskaper. Å overse dette i utviklingen av ny teknologi kan være farlig, sier Noer Lie. ♦



Against nature av Lorraine Daston.



Philosophy of Nature - Rethinking naturalness av Svein Andres Noer Lie.



Belgisk blå er en storferase der genet for begrensning av muskelvekst, myostatin, er inaktivt. Belgisk blå har blitt til med avl og ikke genmodifisering, og er derfor ikke regulert av genteknologiloven. Foto: Roby, Creative Commons.



Algeprotein gir lys i mørket

En mann som har vært blind i over 40 år fikk deler av synet tilbake etter å ha fått satt inn algegener i øyet.

Av Stine Hufthammer Indreliid

LYSSENSITIVE proteiner, kalt opsiner, er viktige for synet. Opsiner i fotoreseptorceller i menneskets øyner har som oppgave å omdanne lys til elektriske impulser som kan sendes videre til hjernen via synsnerven. Alger har ikke øyne, men kan likevel sanse og respondere på sollys. Også de bruker opsiner for å oppfatte lyset.

Nylig undersøkte en gruppe internasjonale forskere om algeopsiner kan gi pasienter med retinitis pigmentosa synet tilbake. Retinitis pigmentosa er et samlebegrep som brukes om en gruppe arvelige sykdommer som fører til at celler i netthinnen svekkes og slutter å fungere. Hos mannen i studien er fotoreseptor-cellene ødelagt, mens nerve-

cellene som sender impulsene vider til hjernen er intakte. Forskerne pakket gener for algeopsin inn i uskadeliggjorte virus som er spesialister på å levere genmateriale inn i celler. Virusene med algegenene ble så sprøytet inn i et av mannens øyne.

Med spesielle briller som oppfatter endringer i lysintensitet kunne mannen kjenne igjen, telle og berøre objekter plassert foran ham på et bord. Mannens syn er fortsatt svært begrenset, men forskerne bak studien mener at resultatene gir nytt håp om bedring til en gruppe pasienter som hittil ikke har hatt noe behandlingstilbud. ♦

Referanse: J.a. Sahel Et. Al., Nature Medicine (2021) 10.1038/S41591-021-01351-4

Lungefiskens genetiske

Lungefiskens har verdens største dyregenom – eit arvemateriale 14 gonger større enn vårt. Genomet blei nyleg sekvensert av forskarar som ville finne ut korleis vårt opphav tilpassa seg eit liv på land.

Av Håvard Øritsland Eggestøl

SOM KJEND trivs fisk flest dårleg på land. Ikkje kan dei puste, lukte eller symje. Men lungefisk er ikkje som fisk flest. Den har ei lunge, nasebor tilpassa luft og kjøttfulle finnar som kan brukast til å krabbe. Ganglaget er ikkje heilt på vårt nivå, men eit vesentleg steg opp frå å slå med halen



Lungefisk lever i vatn, men trivs også på land. Den finst artar som overlever tørkeperiodar ved å kapsla seg inn gjørme når vatnet tørkar ut.

Foto: iStock.



Noe av avføringen ble funnet sørøst i den amerikanske delstaten Utah.

løyndomar

slik fisk flest gjer. Naturleg nok har forskarar latt seg fasinera.

Då forskarane leita i verdas lengste genom fann dei gen som dei meiner tilpassa landvirveldyr, deriblant menneske, til eit liv på land. Blant anna peika forskarane på dei mange gena som forenkla gassutvekslinga i lunga deira, eller gen som førebudde luktesansen til et liv på land. Men den genetiske nyvinninga dei to- og firbeinte av oss bør sende ei særskild takksemd til er at lungefisken skrudde på utviklingsgena *hoxc13* og *sall1* i finnane deira. Det var dette som ga oss landvirveldyr moglegheita til å utvikle armar og bein. ♦

Referanse: Meyer et al., Nature 590 284-289 (2021)

Lærdom i gammel dritt

For å undersøke hvordan menneskets tarmmikrobiom har endret seg siden forhistorisk tid lette amerikanske forskere etter svar i 1000-2000 år gammel uttørket bæsje.

Av Stine Hufthammer Indrelid

MENNESKER BESTÅR ikke bare av menneskeceller. I tarmen bærer vi med oss minst like mange mikroorganismer som vi har celler. Tarmens mikroorganismer, bakterier, sopp og virus kalles samlet tarmmikrobiomet og er viktig for helsen vår.

Forskerne fra blant annet Harvard isolerte bakterie-DNA fra åtte eldgamle etterlatenskaper fra Utah, USA og Mexico og sammenlignet disse med avføring fra moderne mennesker. I den gamle bæsjen var tarmmikrobiomet mer likt den man finner hos mennesker som i dag lever som jegere, sankere eller i tradisjonelle jordbruksamfunn enn hos dem som lever i byer. Tarmen til mennesker som lever i industrialiserte samfunn har lavere bakteriemangfold enn mennesker med mer tradisjonell livsstil. De er også mer utsatt for kroniske betennelsesykdommer og syk-

dommer som skyldes feilregulert immunrespons.

Studien viste at mennesketarmen har mistet en rekke arter de siste tusen årene. Forskerne mener at kunnskap om tarmbakteriene som har gått tapt kan brukes til å tilbakeføre tarmmikrobiomet i moderne mennesker til en mer opprinnelig sammensetning.

Forskerne valgte å informere urbefolkning fra samme område om resultater av studien, selv om gammel avføring ikke reguleres som kulturminner i USA. Noen stammer påpekte at avføringen er en forbindelse til deres forfedre. Studien viser slik at tarmbakterier knytter oss sammen med menneskene som levde før oss på mer enn en måte. ♦

Referanse: Wibowo, et al. (2021). Nature 594(7862): 234-239

Datatilsynet vil ha klare begrensninger på politiets bruk av DNA

Norsk politi vurderer nå å ta i bruk nye DNA-metoder som har vist seg å løse drapssaker i andre land. – Dette stiller krav til lovgiver om et bevisst forhold til den enkeltes privatliv, sier Datatilsynet.

Av Anne Marit Ryen

POLITIET I USA OG SVERIGE har brukt DNA fra åsteder til å gjøre søk i databasene til private slektsforskningselskap. Kombinasjonen av slektsforskning og søk i kommersielle DNA-databaser er en av de mest aktuelle nye metodene som norsk politi vurderer.

– Vilkårene for politimyndigheters bruk av DNA-profiler bør være like strenge som om de hadde samlet dem inn selv, sier Jan Henrik Mjønes Nielsen, juridisk seniorrådgiver i Datatilsynet.

Tester hvor man oppdager slektninger og geografisk avstamning er populære, og kjøpes ofte på nett fra internasjonale selskaper. Dette har gjort at flere private selskaper har bygget opp enorme DNA-databaser. Bare ett av firmaene som selger denne tjenesten har over 80 millioner slektstrær lagret.

Spores via slektninger

Norsk politi gjør i dag kun søk i egne DNA-register, og politiets innsamling og bruk av DNA er strengt regulert. Politiets identitetsregister består av personer som er idømt frihetsstraff, og har i overkant av 100 000 registrerte. Til sammenligning har rundt 320 000 nordmenn tatt en privat gentest, ifølge Forbrukerrådet. Forskere ved Oslo universitetssykehus har beregnet at det ikke skal mer til enn prøver fra to av firmennene dine for at du kan oppspores. Det innebærer at tilnærmet alle i Norge kan bli funnet gjennom DNA-slektsgranskning.

Et dobbeltmord i Linköping i Sverige var uløst i 16 år, før søk i en kommersiell slektskapsdatabase gav et gjennombrudd i 2020. DNA-sporet fra åstedet ledet til fjerne slektninger fra 1800-tallet, og over 700 personer

ble kartlagt før drapsmannen ble ringet inn. Så kom Datatilsynet i Sverige, Integritetsskyddsmyndigheten, på banen i vår og sa at denne typen DNA-søk fra politiet var i strid med svensk lov. Deres tilrådning til politiet er at metoden bør utredes nærmere før den eventuelt kan tas i bruk igjen.

Et informert samtykke

Biometriske data er kjennetegn som er unike for deg som enkeltperson, for eksempel fingeravtrykk eller DNA. Friheten til selv å velge hvordan slike personopplysninger skal brukes er beskyttet av både norsk og internasjonal rett. Ikke alle selskap som selger DNA-slektskapstester utleverer opplysninger til politiet, det er opp til hvert enkelt selskap.

– Når det gjelder biometriske opplysninger, så kreves det et uttrykkelig informert samtykke som er spesifikt og mulig å trekke tilbake like lett som det ble gitt. Det er tvil om samtykke som er utformet av noen av de internasjonale DNA-databasene oppfyller dette kravet. Forbrukermyndigheter i flere land er kritisk til praksisen, sier Jan Henrik Mjønes Nielsen fra Datatilsynet.

DNA vil i tillegg kunne gi mye mer informasjon utover identifikasjon, blant annet



Jan Henrik Mjønes Nielsen, juridisk seniorrådgiver i Datatilsynet, mener at friheten til selv å velge hvordan opplysningene skal brukes, om det er å oppsøke helse tjenester eller finne slektskap, er noe den enkelte må kunne bestemme selv uten at det innebærer en forpliktelse til å gjøre opplysningene tilgjengelig for politimyndigheter. Foto: iStock.



Mareile Kaufmann, førsteamanuensis ved Institutt for kriminologi, Universitet i Oslo. Foto: Privat.



Jan Henrik Mjønnes Nielsen, juridisk seniorrådgiver i Datatilsynet. Foto: Datatilsynet.



Leif Morten Eide, politiadvokat i Kripes. Foto: Kripes.

om etnisitet eller risiko for arvelig sykdom. Et annet viktig spørsmål er derfor hvilke opplysninger politiet bør ha tilgang til.

– Dette stiller krav til lovgiver om et bevisst forhold til den enkeltes privatliv og maktbalansen i samfunnet ved å utforme klare begrensninger for myndighetenes innhenting, påpeker Mjønnes Nielsen.

Bioovervåkning

Mareile Kaufmann forsker på digital kriminologi ved Universitetet i Oslo. Hun etterlyser en vurdering av om nytten er proporsjonal med det inngripende tiltaket det vil være å ta i bruk kommersielle slektsdatabaser.

– Funn av DNA betyr ikke nødvendigvis at noen er skyldig, og mange åsteder har heller ikke brukbart DNA. Hvor mange forbrytelser kan egentlig løses, spør Kaufmann.

Leif Morten Eide, politiadvokat i Kripes, er en del av arbeidsgruppen som utreder bruk av nye DNA-metoder i politiet. Han mener det kan dreie seg om «ganske mange saker».

– Metoden er tenkt forbeholdt alvorlig kriminalitet som drap, drapsforsøk og voldtekt. Det skjer rundt 30 drap i året i Norge, og de fleste blir oppklart. Antallet voldtekter er rundt 2000 i året, men her er oppklaringsandelen langt lavere, forteller Eide.

Datatilsynet advarer om at dette i et større perspektiv handler om et stort overvåkingspotensial ettersom innsamlingen av data er så total.

– Vi ser dette som en del av en større trend, hvor politimyndigheter i økende grad vil ha tilgang til data samlet inn av private aktører. I en verden hvor datainnsamlingen om den enkelte nærmest er grenseløs, så vil overvåkingspotensialet være stort, sier Jan Henrik Mjønnes Nielsen.

Samtidig er det en avveining mellom nytten ved å løse alvorlig kriminalitet, spesielt med ofre og etterlatte i tankene, og den enkeltes personvern. Hvor går balansen mellom fellesskapets sikkerhet og privatlivets fred?

Politiet har tidligere gjennomført masseundersøkelser hvor DNA-prøver tas av alle som har vært innom et sted, i et bestemt tids-

» Metoden er tenkt forbeholdt alvorlig kriminalitet som drap, drapsforsøk og voldtekt.

rom. Men denne metoden har sine svakheter ettersom den er svært ressurskrevende, og politiet må vite hvilke personer som er aktuelle for en test. Og selv om undersøkelsen er frivillig er det en form for underliggende «tvang» ved at man blir mistenkeliggjort hvis man ikke avlegger en prøve.

En mulig større utredning

En annen mulig metode er søk i politiets registre etter DNA-treff som inkluderer treff på familiemedlemmer. Nå søker politiet kun etter den spesifikke DNA-profilen fra åstedet, men slektsøk vil gjøre det mulig å spore langt flere personer. Riksadvokaten mener det vil kreve en lovendring.

DNA-spor kan også brukes for å skissere en mulig gjerningspersons utseende, dette kalles DNA-fenotyping. Gjennom DNA vet man kjønn, og man kan anslå hårfarge,

øyenfarge og etnisitet. Rettsgenetisk senter ved Universitetet i Tromsø forsker på bruk av DNA-fenotyping. Men det kan by på utfordringer om DNA-spor antyder at en mulig gjerningsmann tilhører en etnisk minoritet.

– Hvis politiet går ut med denne antagelsen offentlig, kan det føre til mistenkeliggjøring og diskriminering av en hel etnisk minoritet, sier Mareile Kaufmann.

Hun mener at det vil være nyttig med en større utredning om hva som er god bruk av nye metoder for DNA i politiet. Tidligere har både Bioteknologirådet og flere fagmiljøer bedt om en offentlig utredning.

Eide sier at Kripes i første omgang skal utrede alle aspekter ved nye DNA-metoder, blant annet retningslinjer for bruk.

– Kripes arbeider med å ha en anbefaling klar til høsten til Riksadvokaten. Så får man se om det åpnes opp for en større utredning eller begrenset bruk, forteller Eide. ♦

Datatilsynet krever svar fra MyHeritage

I en rapport fra Forbrukerrådet kommer det frem at informasjonen som blir gitt brukerne av gentestingsselskapet MyHeritage er så uklar at det strider mot personvernforordningen. Datatilsynet krever nå en redegjørelse fra MyHeritage innen 24. September. Dersom Datatilsynet lander på å gi selskapet bot, kan den beløpe seg på inntil 20 millioner euro.



Global DNA-database

Uighurer i Xinjiang-provinsen i Kina er blant gruppene som har blitt DNA-testet uten samtykke. Foto: iStock.

koples til brudd på menneskerettigheter

En tysk DNA-database som brukes av politi verden over får kritikk. Forskere hevder opplysninger kan være innhentet under tvang og bli brukt til å undertrykke minoriteter i Kina.

Av Truls Petersen

POLITI VERDEN OVER bruker DNA-analyser for å identifisere en gjerningsperson eller lete etter savnede. Et av verkøyene de bruker er analyse av Y-kromosomet (hvis det er DNA fra en mann) opp mot det som kalles Y-databaser. Dette gjør man for eksempel når en åstedsprøve inneholder en stor mengde DNA fra en kvinne iblandet en liten mengde DNA fra en mann, men der DNA-profilen ikke gir nok informasjon til å søke mot politiets register.

Den største Y-databasen heter YHDR og drives av to ildsjeler ved et universitetssykehus i Berlin, Charité. Databasen ble lansert i 2000 og brukes nå verden over, også i Norge. Men nå koples YHDR til brudd på menneskerettigheter i land som Kina og Afghanistan.

Kartlegging av minoriteter

De siste årene har det blitt dokumentert at kinesisk politi driver systematisk overvåking og internering av uighur-befolkningen i provinsen Xinjiang nordvest i Kina. Her blir hjem jevnet med jorden, barn blir skilt fra familiene sine og foreldre blir internert i egne leire for «etterutdanning». Myndighetene begrunner tiltakene mot den i hovedsak muslimske minoriteten som kamp mot terror. Som del av et «helseprogram» har myndighetene også gjennomført omfattende DNA-testing av den samme befolkningen.

Nå mener kritikere at både YHDR og ledende forskningstidsskrifter inneholder data som kan være hentet inn med tvang. Både enkeltforskere og organisasjoner som GeneWatch i England mener dette er et etisk problem for alle som bruker databasen.

Kritikk mot forskningen

Våren 2019 kom den belgiske forskeren Yves Moreau over en oversiktsartikkel med 38 000 Y-profiler som er i YHDR. Moreau oppdaget at personer fra politi- og sikkerhetstjeneste i Kina var medforfatter av studien sammen med de som driver YHDR. I en artikkel i Nature fra juni i år framkommer det at 10 prosent av dataene i YHDR ikke hadde vært publisert i tidsskrift, til tross for at YHDR oppfordrer bidragsyttere til å publisere i tidsskrift først. Bakgrunnen for det er at tidsskrifter har redaksjonelle retningslinjer som blant annet sikrer at forskningen er utført etter etiske standarder som krav informert samtykke og godkjenning fra en etisk komité.

Moreau mente arbeidsplassen til de som driver databasen, Charité, burde undersøke saken. Sykehuset avviste dette. De som driver databasen, Sash Willuweit og Lutz Roewer, svarte at det ikke var deres jobb å være en etikk-komitee.

Moreau så også på praksisen til tre av de ledende forskningstidsskriftene innen DNA-testing. En gjennomgang av 529 forsknings-

artikler med data fra folkegrupper i Kina viste at uighurer og minoriteter fra Tibet ble studert 30-40 ganger så ofte som Han-folket, som utgjør majoriteten i Kina. Moreau kunne dokumentere at halvparten av artiklene i disse tre tidsskriftene hadde medfattere fra politi, militæret og rettsvesen. I en kommentarartikkel i 2019 skriver Moreau at dette burde «heise noen røde flagg hos fagfeller og redaktører».

Forlaget Springer Nature som står bak flere av tidsskriftene har reagert med å trekke én artikkel om kinesiske minoriteter og 28 andre artikler har fått redaksjonelle advarsler. YHDR har nå valgt å fjerne profiler fra kinesiske minoriteter som var beskrevet i artiklene som ble trukket tilbake. Våren 2021 stengte Charité-sykehuset hele avdelingen for rettsgenetikk, etter sigende av økonomiske årsaker.

I den nevnte artikkelen i Nature sier Lutz Roewer at DNA-profiler som ikke har vært publisert i tidsskrift bør gjennomgås av et

» YHDR-databasen er helt essensiell for vurdering av bevisvekten når profilen skal brukes som bevis i straffesaker.

egget etikk-panel. Det arbeides nå for å etablere et slikt panel. Men databasen brukes fortsatt, også i Norge.

Unngår å publisere

I Norge er det to fagmiljøer innen rettsgenetikk. Ett i Oslo og ett i Tromsø.

Thomas Berg ved Rettsgenetisk senter driver med forskning som kan være relevant for YHDR. Han forteller at senteret har diskutert hva de skal gjøre.



Solveig Jacobsen, seksjonsleder ved Avdeling for rettsmedisinske fag, OUS.

– Dette er en nyttig datakilde for rettsgenetisk analysevirksomhet, men vi har landet på å ikke laste opp våre data i YHDR inntil videre. Vi avventer en avklaring for de etiske og personvernmessige utfordringer for bruk av denne databasen, sier Berg.

Det andre fagmiljøet er Avdeling for rettsmedisinske fag ved Oslo universitetssykehus. Seksjonsleder Solveig Jacobsen forteller at de i liten grad driver forskning som er relevant for databasen, men bruker databasen når de analyserer Y-markører i sine oppdrag for politiet.

Nyttig i voldtektssaker

Jacobsen forteller at databasen er særlig viktig i voldtektssaker der prøvene ofte inneholder store mengder DNA fra kvinnen og små mengder fra en mulig gjerningsmann.

– Da er ofte Y-kromosomanalysen det eneste verktøyet som kan gi informasjon om mannens DNA. Ved treff mellom Y-profilene for spor og person er neste spørsmål hvor sjelden Y-profilen er. Da gjør vi et søk med Y-profilen mot YHRD.

Siden 2013 har Y-profilene i databasen blitt lengre. Det gjør at Y-analysen blir bedre og bedre til å skille mellom ubeslektede menn.



Thomas Berg, daglig leder ved Rettsgenetisk senter, UiT.

– YHDR-databasen er helt essensiell for vurdering av bevisvekten når profilen skal brukes som bevis i straffesaker, forteller Jacobsen.

For OUS er det viktig at de kan stole på at dataene har blitt innhentet på en måte som er etisk forsvarlig. Hun mener kinesiske data sjelden er relevante for sakene de jobber med.

– Det er europeiske profiler som stort sett er relevante for de søk vi gjør.

Jacobsen mener likevel det er en utfordring at databasen kan inneholde data som ikke er avgitt frivillig. De støtter planene om at databasen gjennomgås av et eget etikk-panel. ♦

Kilder

Moreau, Yves 2019. Nature 576, 36-38 doi <https://www.nytimes.com/2019/02/21/business/china-xinjiang-uighur-dna-thermo-fisher.html>
Schiermeier, Quirin 2021. Nature 594, 320-322 doi <https://www.nytimes.com/2020/06/17/world/asia/China-DNA-surveillance.html>

Y-databaser

- Analyse av Y-kromosomspesifikke markører gjøres for å lage mannlige DNA-profiler.
- Y-markørene nedarves fra far til sønn, og mannlige slektninger i samme farslinje vil ha identiske Y-profiler.
- Søk med Y-profil mot Y-database kan vise hvor hyppig en slik profil forekommer i befolkningen.
- YHDR har Y-profiler fra 380 000 anonyme menn verden over som ikke er i slekt.
- Et søk i YHDR kan si noe om hvilken slekt profilen tilhører, hvor vanlig profilen er og hvor i verden personen kommer fra.

Ikke bare forskernes ansvar

Internasjonalt pågår en diskusjon om hvilke aktører som kan sies å være indirekte medansvarlige for brudd på menneskerettighetene i Kina.

Det amerikanske firmaet Thermo Fisher er ledende på teknologi for analyse i politisaker. I februar 2019 kunngjorde selskapet at de ville stoppe salg av maskiner til myndighetene i Xinjiang. Også andre aktører har innført restriksjoner mot Kina. I mars 2019 kvittet investeringsselskapet Goldman Sachs seg med alle aksjer i Hikvision, et kinesisk firma som produserer videoovervåkingsteknologi.



– Da Stortinget i 2020 vedtok store endringer i bioteknologilova medførte det at genetisk fosterdiagnostikk no blir tillat for alle gravide. I lys av den raske teknologiske utviklinga opnar dette for ei rekke etiske spørsmål om kva moglegheiter og utfordringar dette vil gje oss i framtida, seier Ole Frithjof Norheim, leiar i Bioteknologirådet. Foto: iStock.

Framtidas genetisk fosterdiagnostikk

Fjorårets endringer i bioteknologiloven var eit første steg inn i ei verd kor genetisk fosterdiagnostikk er tilgjengeleg for alle. Kor går vegen vidare?

Av Eirik Joakim Tranvåg

– **DA STORTINGET I 2020** vedtok store endringer i bioteknologilova medførte det at genetisk fosterdiagnostikk no blir tillat for alle gravide. I lys av den raske teknologiske utviklinga opnar dette for ei rekke etiske spørsmål om kva moglegheiter og utfordringar dette vil gje oss i framtida. Denne debatten ønskjer Bioteknologirådet å løfte fram, seier Ole Frithjof Norheim, leiar i Bioteknologirådet. I sommar kom rådet med ei utsegn om framtidas genetiske fosterdiagnostikk. Samtidig har dei

fyrste private aktørane no starta å tilby NIPT-basert fosterdiagnostikk.

Ulike testtilbod

Alle gravide som ønskjer det kan no undersøkje om fosteret har auka risiko for anten trisomi 13, 18 eller 21. Dei aller fleste av oss har 23 par med kromosom. Nokre få har eit ekstra kromosom, slik at eit av para blir til ein trio. I Noreg er det desse tre trisomiane, også kjend som Pataus syndrom, Edwards syndrom og Downs syndrom, som NIPT er

godkjent for. I høva der NIPT påvisar ein auka risiko, trengs det ei fostervassprøve for å stadfeste diagnosen. I tillegg blir NIPT òg nytta til kjønntesting og blodtying av foster i nokre spesielle tilfelle. For gravide som er 35 år eller eldre ved termin, eller som har ein medisinsk grunn til å gjere genetisk fosterdiagnostikk, blir NIPT tilbode og betalt av den offentlege helsetenesta. For alle andre gravide er tilbodet privat, noko som inneber at dei sjølve må betale for testen hjå ein privat tilbydar.

I Sverige, Danmark og fleire andre land kan ein i tillegg til dei tre trisomiane teste for fleire tilstandar. Fosterets arvemateriale kan undersøkjast for ei rekke andre kromosomendringar og i enkelte land òg for meir enn hundre ulike enkeltgensjukdommar, som til dømes cystisk fibrose og sigd-celleanemi. Slik testing er ikkje lov i Noreg.

Kva skal ein teste for i framtida?

Det er ikkje mogleg å spå framtida, men teknologien som er tilgjengeleg i dag kan allereie undersøke heile arvematerialet til

– Eg er opptatt av sjølvråderetten. Det viktigaste for meg er at om informasjonen frå genetisk fosterdiagnostikk er viktig for nokre kvinner, så skal det veldig gode grunnen til for at samfunnet skal forby metodar som kan gje denne informasjonen. Samtidig ser eg at det er usemje om dette i samfunnet og at det er fleire legitime syn på dette spørsmålet, seier Jakob Elster, var medlem i Bioteknologirådet.

Nestleiar i Bioteknologirådet Kristin Solum Steinsbekk er einig.

– Informasjon er viktig. Informasjon gir

gravide, eller skal den gravide sjølv kunne avgjere dette? Den siste av dei tre hovudproblemstillingane handlar om finansiering. Kor skal grensa gå mellom kva den offentlege helsetenesta skal betale for og kva som betalast privat? Eller bør det ikkje vere eit slikt skilje?

Semje om usemje

Kva samfunnet og kvar einskild meiner om desse problemstillingane avheng av korleis ulike verdiar og omsyn vektleggast.

– Det fine med Bioteknologirådet er at mange ulike livssyn, perspektiv og syn på teknologi og fosterdiagnostikk er representert, noko som òg speglar ulike syn i samfunnet. I rådet er det usemje om fleire av desse problemstillingane rundt framtidas fosterdiagnostikk, ei usemje som òg er til stades i samfunnet. Med utsegna ønskjer ikkje rådet å konkludere, men heller å syne usemjene og opne opp debatten. For trass i usemjene må vi som samfunn einast om korleis framtidas genetiske fosterdiagnostikk skal regulerast, seier Norheim. ♦

» Det er ikkje mogleg å spå framtida, men teknologien som er tilgjengeleg i dag kan allereie undersøke heile arvematerialet til barn og vaksne.

barn og vaksne. Det er difor svært truleg at ei slik heilgenomsekvensering og vil kunne bli ein del av fosterdiagnostikken. Ei slik utviding inneber at lista over kva slags tilstandar og eigenskapar ein kan leite etter vil auke.

I utsegna til Bioteknologirådet blir testmogleheitene presentert i fire kategoriar. I første kategori er genetiske tilstandar som alltid gjev sjukdom og som har eit kjend alvorleg sjukdomsforløp. Døme på slike tilstandar er spinal muskelatrofi (SMA). Andre kategori er tilstandar som og alltid gjev sjukdom, men der det er med ein veldig variabel alvorgrad. Her er DiGeorges syndrom eit døme. DiGeorges syndrom skuldast at ein bit av kromosom 22 manglar og symptoma kan variere frå berre litt lavt nivå av kalsium i blodet, til alvorlege hjartefeil og immunsvikt. I mange land kan NIPT i dag nyttast for å teste for mange av tilstandane i desse to kategoriane.

For dei to siste kategoriane er ikkje genetisk fosterdiagnostikk tilgjengeleg i Noreg. Den tredje kategorien gjeld gentestar som ikkje påvisar sjukdom, men genfeil som gjev auka risiko for sjukdom seinare i livet. Eit døme på dette er genfeil i BRCA-gena, som gjev auka risiko for mellom anna bryst- og eggstokkreft. I den siste kategorien kjem gentestar som finn genvariantar som er knytt til ikkje-medisinske fysiske eigenskapar og personlegdomstrekk.

Ulik vekt på ulike verdiar

oss innsikt, kontroll og moglegheita til å ta informerte val. Men sjølvråderetten i fosterdiagnostikk handlar ikkje berre om kvinna, men og om eit mogleg framtidig barn. Ei anna utfordring er at sjølv om teknologien gir oss moglegheit til å produsere meir og meir data, så står det framleis att mykje arbeid når det gjeld å omdanna data til informasjon og kunnskap, seier Solum Steinsbekk.

Rådsmedlem Synne Lerhol synes det er viktig at Bioteknologirådet si utsegn og trekker fram bioteknologilovas formålsparagraf.

– Det er grunn til å tru at denne formålsparagrafen vil bli utfordra av framtidas genetiske fosterdiagnostikk, og at dette er ein debatt som er større og meir prinsipiell enn diskusjonar om kva for enkeltdiagnosar og -testar som skal inn i dei spesifikke undersøkingane, seier Lerhol.

I utsegna trekk rådet fram tre hovudproblemstillingar som samanfattar mange av dei etiske utfordringane som samfunnet må einast om. Den første handlar om kva slags tilstandar og eigenskapar ein skal kunne teste foster for. Skal det vere noko avgrensing for kva slags testar som skal godkjennast, eller skal det og vere mogleg å undersøkje ikkje-medisinske evner og eigenskapar? Ei anna problemstilling er korleis tilgangen til ulike testar skal regulerast. Bør tilgangen til genetisk fosterdiagnostikk avgrensast til bestemte grupper

Bioteknologilovas formålsparagraf §1-1

«Formålet med denne loven er å sikre at medisinsk bruk av bioteknologi utnyttes til beste for mennesker i et samfunn der det er plass til alle. Dette skal skje i samsvar med prinsipper om respekt for menneskeverd, menneskelige rettigheter og personlig integritet og uten diskriminering på grunnlag av arveanlegg basert på de etiske normer nedfelt i vår vestlige kulturarv.»

Genetisk fosterdiagnostikk

- Genetisk fosterdiagnostikk er undersøkingar som finn informasjon om fosterets genetiske eigenskapar.
- NIPT (non-invasiv prenatal testing) er ein slik metode der arvemateriale frå fosteret kan analyserast frå ein blodprøve av mor.
- I prinsippet kan heile fosterets arvemateriale analyserast.

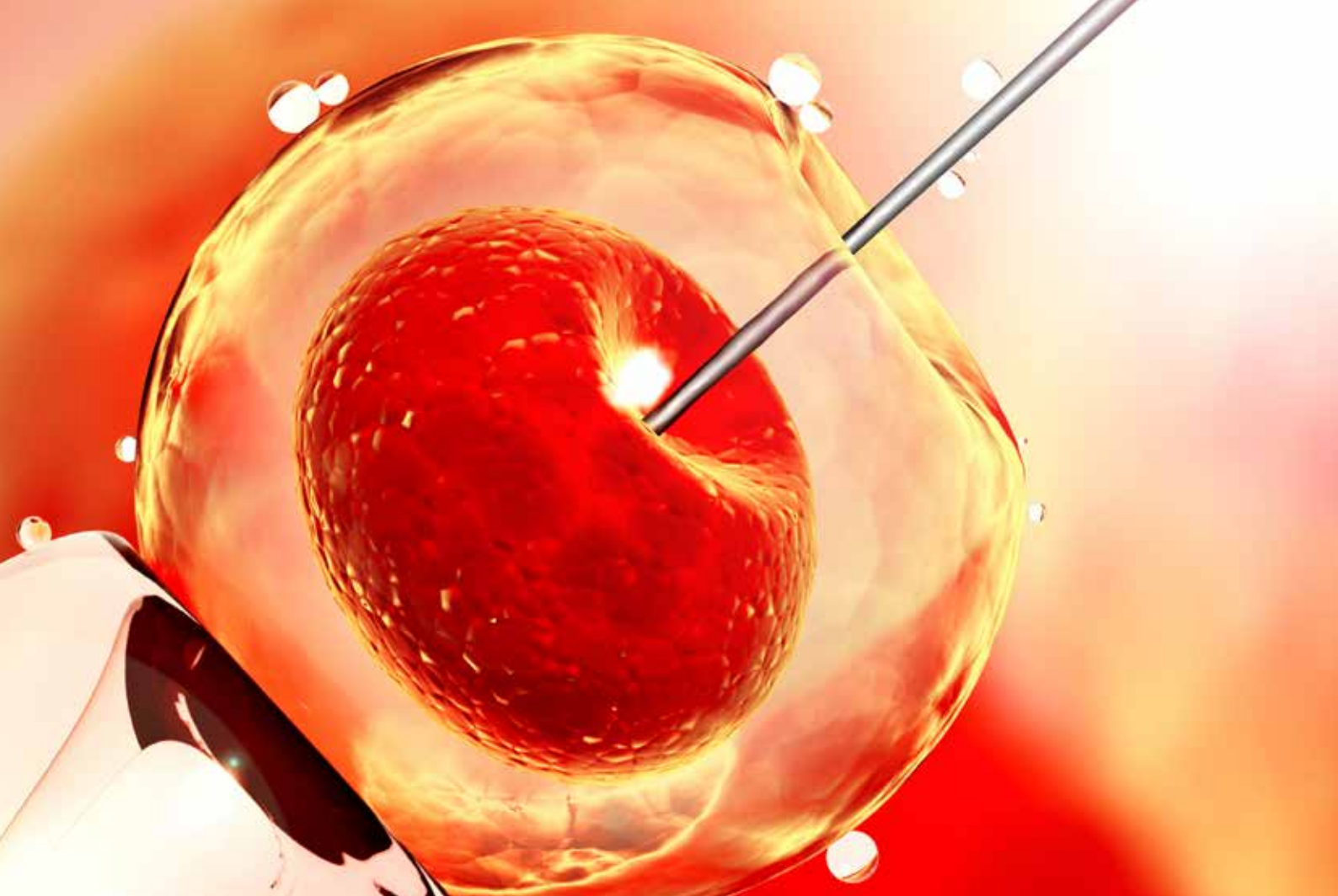


Foto: iStock.

Vil forske lenger på befruktede egg

I over 40 år har 14-dagersregelen satt grenser for forskning på befruktede egg. Nå anbefaler den internasjonale foreningen for stamcelleforskning at det skal bli lov å forske lenger.

Av Stine Hufthammer Indreli

DA LOUISE JOY BROWN ble unnfanget i England i 1978 skjedde det i en skål i laboratoriet til professor Robert Edwards. Louises tilblivelse fikk stor oppmerksomhet i medier verden over. Samtidig startet debatten om hvor langt vitenskapen skal ha lov til å gripe inn i menneskelivets begynnelse.

In vitro-befruktning, IVF, var et medisinsk fremskritt som gjorde det mulig å hjelpe mange ufrivillig barnløse. Men metoden gjorde det også mulig å studere noe

som til da har vært skjult for forskere: De aller første dagene av menneskets utvikling.

Vil forske lenger

– Fordelene ved å dyrke humane embryo til uke tre, fire eller fem er uvurderlige. Jeg synes slike eksperimenter i alle fall burde vurderes. Hvis vi kan dyrke frem et mer utviklet humant embryo kan vi lære så mye nytt, sier professor Jacob Hanna, en israelsk embryoforsker til MIT Technology Review.

Hanna har selv forsket på museembryo og har klart å dyrke museembryo i laboratoriet i halve svangerskapet, og helt frem til stadiet da alle lemmer og organer er formet. Ved å studere perioden mellom 14-28 dager etter befruktning på mennesker håper han og andre forskere å lære mer om hvordan utviklingsdefekter oppstår, hvorfor det er vanskelig for noen å bli gravide, og hvorfor mange svangerskap ender med spontanabort.

Den internasjonale foreningen for stamcelleforskning, ISSCR, har anbefalt å ikke ha noen fast grense for hvor lenge etter befruktning det skal være lov å forske på befruktede egg og embryo.

– Hvert prosjekt må vurderes individuelt ut ifra om forskningen er forsvarlig både når det gjelder hva slags kunnskap den kan bidra til, og om det finnes alternative metoder

» I land der 14-dagersregelen ikke er lovbestemt har forskere og de etiske organene som godkjenner forskningsprosjekter hittil likevel ofte valgt å respektere 14-dagersgrensen.

som kan gi samme informasjon. Jo flere embryo som må brukes og jo lenger de må holdes i kultur, desto høyere terskel for godkjenning, skriver Robin Lovell-Badge, stamcelleforsker, utviklingsbiolog og leder av komitéen som har oppdatert ISSCRs retningslinjer i en kronikk i Nature.

Når får embryoet menneskeverd?

Forskning på befruktede egg og embryo er kontroversielt. Dette henger sammen med forskjellige syn på det befruktede eggets moralske status forklarer Ole Frithjof Norheim, leder for Bioteknologirådet.

– For noen er det uakseptabelt å forske på befruktede egg da det befruktede egget har potensialet i seg til å bli til et menneske. Et menneske har rettigheter. Det skal respekteres og har menneskeverd. Et embryo som blir forsket på kan ikke gi sitt informerte samtykke. Dette er viktige argumenter for å regulere denne type forskning. Andre vil mene at et befruktet egg ikke har menneskeverd fordi det enda ikke har blitt et individ. Ut ifra et slikt standpunkt er det uproblematisk å forske på det befruktede egget, sier Ole Frithjof Norheim.

Et kompromiss

14-dagersgrensen er satt ved et bestemt trinn i embryoutviklingen. Omtrent 15 dager etter befruktning dannes primitivstreken, en synlig milepæl i embryoets utvikling. Dette markerer starten på dannelsen av organer, vev og embryoets sentralnervesystem. Ved å stanse forskningen før dette tidspunktet er en helt sikker på at embryoet verken kjenner smerte eller har primitiv bevissthet. Dannelse av primitivstreken markerer også grensen for når embryoet kan dele seg og gi opphav til eneggede tvillinger og kan derfor også sees som det første uttrykk for individuell utvikling hos embryoet. Bioteknologirådet skrev i en uttalelse i 2018 at 14-dagersgrensen ikke er ment å gi svar på embryoets moralske status,

men er satt som en grense som kan aksepteres både politisk og vitenskapelig.

Flytter grenser

Reglene for forskning på befruktede egg bestemmes av lovverket og nasjonale retningslinjer i hvert enkelt land. Noen land har forbud mot forskning på humane befruktede egg, mens andre land ikke har noen tidsbegrensning for slik forskning. I Norge er det kun tillatt å forske på befruktede egg som er til overs etter assistert befruktning. Denne forskningen reguleres i Bioteknologiloven, og her er også 14-dagersregelen tatt inn.

I land som Norge, der 14-dagersregelen er lovbestemt, vil de nye anbefalingene ikke ha umiddelbar effekt. På sikt kan de likevel føre til mindre streng regulering fordi både lovgivere, beslutningstakere og tidsskriftene som publiserer embryoforskning leser ISSCRs retningslinjer og lytter til deres råd.

I land der 14-dagersregelen ikke er lovbestemt har forskere og de etiske organene som godkjenner forskningsprosjekter hittil likevel ofte valgt å respektere 14-dagersgrensen. Den israelske forskeren Jacob Hanna har ventet på de oppdaterte retningslinjene. Til MIT Technology Review sa han tidligere i år at han ville søke israelske etiske råd om å få dyrke humane embryo ved hjelp av den samme metoden som han brukte på mus dersom ISSCR ville anbefale å fjerne 14-dagersregelen:

– Så snart retningslinjene er oppdatert kan jeg søke, og det vil bli godkjent. Det er et veldig viktig eksperiment, sier Hanna.

Da 14-dagersgrensen ble introdusert for 40 år siden, var den teoretisk da ingen hadde klart å holde et embryo i live så lenge i laboratoriet. Men i 2016 klarte en gruppe forskere i England å dyrke befruktede egg helt frem til 13 dager etter befruktning. Forskere som Hanna tror det vil være mulig å dyrke humane embryo enda lenger dersom de fikk lov til å jobbe med å utvikle dyrkningsmetodene videre.

Hva med Norge?

Hva vil de nye anbefalingene bety for embryoets vern i fremtiden? Bør Norge følge etter om andre land velger å åpne for å utvide grensen for forskning på humane embryo?

– Forskingen vil bidra til å produsere viktig kunnskap som vi i Norge kan ha nytte av selv om vi har strengere regler. Det blir et dilemma for meg: Skal vi i Norge dra nytte av kunnskap og nye medisinske metoder som er utviklet med denne typen forskning i andre land uten at vi selv tillater slik forskning? spør Ole Frithjof Norheim.

43 år etter at det første barnet kom til verden etter in vitro-befruktning er tiden igjen moden for å diskutere både nytten og de etiske utfordringene knyttet til forskning på livets begynnelse. ♦

Hør mer om dette i Biotekpodden.

Referanser:

ISSCR(2020). Guidelines for the Field of Stem Cell Research and Regenerative Medicine. Nature 593, 479 (2021) doi: <https://doi.org/10.1038/d41586-021-01387-z>
MIT Technology Review 17. mars (2021)
Shahbazi, M. N. et al. Nature Cell Biol. 18, 700–708 (2016)

14-dagersregelen

14-dagersregelen: Regelen ble første gang foreslått av en etisk komité i USA i 1979. I 1984 kom en britisk komité frem til samme grense. Siden er regelen tatt inn i lovverk og nasjonale retningslinjer i minst 17 av landene som tillater embryoforskning.

In vitro (fra latin «i glass») befruktning: Metode der en eller flere eggceller hentes ut fra eggstokk og befruktes i laboratoriet.

Hva bestemmer om noen blir verdens beste?

I sommer har det vært både fotball-EM og OL i Tokyo, med norske OL-gull i både triatlon, friidrett og sandvolleyball. Hva skal bli til for å bli best? Og hvor stor rolle spiller genene våre?

Av Henrik Glette (11 år)

Noen selskaper selger gentester (se faktaboks), der de kan finne ut om du for eksempel har raske eller utholdende muskler ved hjelp av en spyttprøve. Er det genene dine som bestemmer om du kan bli verdens beste? For å finne ut mer om dette har jeg intervjuet Morten Kristoffersen som er førsteamanuensis ved Høgskulen på Vestlandet (HVL). Kristoffersen har en doktorgrad i idrettsvitenskap, og jeg traff ham på testlaboratoriet til HVL og Olympiatoppen der blant annet OL-vinner Kristian Blummenfelt tester effekten av trening.

I noen idretter er det tydelig at de som er best har en spesiell kroppstype. Er gener like viktige i forskjellige idretter?

– Du blir ikke best i verden i svømming uten riktig form og størrelse, men håndball og fotball er eksempler på to idretter hvor de har plass til forskjellige kvaliteter. Noen er veldig hurtig, noen har god utholdenhet, noen er små, noen er store. Der er nok ikke spesifikke gener like viktig som om du snakker om ren utholdenhetsidrett, eller ren kraftidrett. Men hvis du hadde gentesetet de tre triatlonutøverne fra Bergen som alle kom blant topp ti i OL, så hadde du garantert fått ulike svar på hvilke egenskaper de har. De er veldig forskjellige skrudd sammen, men presterer alle på toppnivå.

Hvor stor rolle spiller gener for å bli verdens beste i en idrett?

– Gener har noe å si hvis du vil bli best i verden i en gitt idrett, men det er forskjell fra idrett til idrett hvor



Kan en gentest si hvilken idrett jeg kan bli best i? Morten Kristoffersen, ekspert på idrettsvitenskap, mener ikke det. – Jeg tror ikke det finnes gener hvor man kan si at du vil bli veldig god i en spesifikk idrett, vi vet for lite om genetik og hvordan ting henger sammen, sier Kristoffersen. Foto: Mette Risa.

mye de spesifikke genene har å si. Hvor rask du er til å lære noe nytt kan nok ha en del med gener å gjøre også. Samtidig så ser det ut som om man skal øve fryktelig mye på den idretten man vil bli god i fra man er ganske liten. Men det kommer også an på hvilken idrett man velger. Hvis man har holdt på med mye forskjellig, og så satser på sin idrett, så kan man begynne å satse på en idrett også når man har blitt litt eldre og fortsatt bli veldig god.

Er det spesielle gener for å ha rett innstilling, det å ha vinnerkalle?

– Det mentale, hvordan du tenker, er kjempeviktig i idrett, men det er ikke så lett å avdekke ved å se på genene. Når man er ung driver man ofte idrett fordi man har lyst til å vinne, men hvis man virkelig vil bli god så må man også ha fokus på veien til å bli god. Og da er det ofte de som synes det er veldig kjekt som også blir flinke, fordi de er litt tålmodig. Hvordan man er som menneske er genetisk og arvelig, men hvordan du har blitt oppdratt har også veldig mye å si for hvordan du for eksempel håndterer motgang.

» Det viktigste for å bli god, ligger inni hodet. Du må ville det. Det er vanskelig å genteste, sier Morten Kristoffersen.



Nordmannen Kristian Blummenfelt vant OL-gull i triathlon i år. Det hadde han sagt var målet allerede ni år tidligere. Faksimile: Bergens Tidende, 27. juli 2021.



Lionel Messi ser verken ut som den raskeste eller den sterkeste på fotballbanen, men har blitt kåret til verdens beste fotballspiller seks ganger. Han har sagt at han stadig prøver å bli bedre. – Om jeg ikke fikk betalt for å spille fotball, så hadde jeg gladelig spilt gratis. Faksimile: FourFourTwo, desember 2012



Svømmeren Michael Phelps var ti centimeter lengre fra fingertupp til fingertupp enn han var høy. Det hjalp ham med å bli verdens mestvinnende svømmer noensinne, med hele 23 OL-gull. De fleste av oss har omtrent samme vingespenn som høyde. Faksimile: Sports Illustrated, desember 2016.

Det viktigste for å bli god, ligger inni hodet. Du må ville det. Det er vanskelig å genteste.

Er det noen vits i å teste hvilke gener jeg har for å bli god i en idrett?

– Det synes jeg ikke det er. Det er veldig, veldig få som blir best i verden i sin idrett og det er veldig få i lagidretter som spiller på eliteserienivå eller Premier League i fotball, hvis du ser på hvor mange som driver med det. Jeg tenker at idrett skal være noe du driver med, og som skal være kjekt å drive med. Miljøet du er i har også veldig mye å si for å bli flink i idrett. Foreldre, lagkameratene dine, klassen din. Alt dette vil påvirke deg som person og hvordan du blir som idrettsutøver.

Er det problematisk å bruke gentesting på noe vis?

– Etikken rundt gentesting er mye diskutert. Det ene er at man ikke er sikker på hvor pålitelige testene er og hva de faktisk kan vise, det andre er at det er mange faktorer som spiller inn for å bli en god idrettsutøver. Og så er det også idrettens egenart at man skal holde på med noe fordi det er kjekt. Da er det dumt hvis

noen forteller at dette bør du ikke holde på med fordi du ikke har gener til å bli best i det. Mitt personlige synspunkt er at vi ikke skal bruke gentesting for å snakke om prestasjoner, for å få frem verdensmestre.

Fakta

- *Gener* - Alle mennesker har en unik oppskrift, en genetisk kode, for kroppen vår. Mennesker har tusenvis av gener, men forskere vet ennå ikke akkurat hvor mange.
- *Gentesting* - er når man kartlegger den detaljerte oppskriften for «din» variant av et gen. Dette skjer ved å analysere arvematerialet, DNA, i en spyttprøve.

Returadresse:
Bioteknologirådet,
Edvard Griegs vei 3B,
5059 Bergen



Biotekpodden

Har du fått med deg podkasten vår?



I Biotekpodden pratar vi i Bioteknologirådet med spennande gjestar og ekspertar om aktuelle tema innan gen- og bioteknologi. Kor lengje skal det vere lov å forske på befrukta egg? Kva betyr endringane i bioteknologilova for gravide? Treng vi to kjønn? Korleis vart genteknologi nytta til å lage vaksine mot Covid-19? Dette og meir til kan du høyre om i Biotekpodden. Det kjem ny episode kvar månad. www.bioteknologiradet.no/podkast

bioteknologiradet.no

Biotekquiz

Spørsmål

1. Kva er *Phytophthora infestans*?
2. Er storferasen Belgisk Blå genmodifisert?
3. Kva slags fisk har verdas største dyrogenom?
4. Kor mange nordmenn har teke ein privat gentest?
5. Er det lov å forske på befrukta egg frå menneske i Noreg?

1. Tørr-røte, ein eggsporesopp som rårakar potet og tomat. 2. Nei, storferasen er avla fram med vanleg avl. 3. Lungefisken. 4. Rundt 320 000, følgje Forbrukerrådet. 5. Ja, men berre på egg som er overtalige etter IVF-behandling.