

GENialt

småGENialt
Hvorfor digger
forskere sebrafisk?
SIDE 22

Tidsskrift fra Bioteknologirådet // 2-2018 // 27. årgang



Hva kan en gentest egentlig fortelle?

Side 11

Bioteknologilov i endring

Side 3, 6

Hvorfor livets tre er et uoverskuelig kratt

Side 4

Bioteknologiloven vil bli endret	3
Livets kratt	4
Bioteknologiloven – her er Stortinget sine endringer	6
30 år med assistert befruktning: Havnet vi på et skråplan?	8
Analyser av kreftgener gir håp til pasienter med spredning	10
Lyst til å sjekke genene dine?	11
Avlsmateriale: Ingen tilgang?	14
Matproduksjon basert på DNA-informasjon	16
Din innebygde klokke er styrt av gener	18
Biobank over hele Norges befolkning	19
Utvikler medisin til personer med Downs	20
småGENialt: Forsøksdyret som ikke får deg til å nyse	22

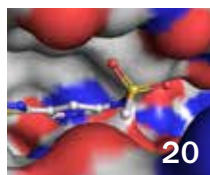


Foto: iStock.

GENjalt 2-2018 // 27. årgang

Redaksjonen avslutta: 7. juni 2018
 Ansvarleg redaktør: Ole Johan Borge
 Redaktør: Liv Røhnebæk Bjergene
 Redaksjon: Elisabeth Gråbøl-Undersrud,
 Hilde Mellegård, Truls Petersen og
 Sigrid Bratlie.
 Gjesteskribentar: Åsmund Bjørnstad
 og Graciela López Loop.
 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 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 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.



Bioteknologiloven vil bli endret

Det er ikke hver dag en regjering legger fram en stortingsmelding uten klare anbefalinger til Stortinget. Det skjedde da regjeringen la fram stortingsmeldingen om bioteknologi.

Det er heller ikke hver dag at partiene finner sammen på kryss og tvers av regjeringskonstellasjoner og danner helt nye flertall i Stortinget. Det skjedde da meldinga om bioteknologiloven ble behandlet i Stortinget. På

Alle disse temaene visste vi ville stå sentralt når meldingen skulle behandles.

Stortingsflertallet har også gått inn for at overtallige befruktete egg som destrueres etter 14 dager kan benyttes til forskningsformål og andre oppmykninger av loven.

Men, kom det noen overraskelser gjennom Stortingsbehandlingen?

Jeg ble overrasket over at stortingsflertallet har hastverk med å åpne for mitokondriedonasjon. Dette er en svært eksperimentell

» **Jeg ble overrasket over at stortingsflertallet har hastverk med å åpne for mitokondriedonasjon.**

viktige områder vil nå bioteknologiloven bli endret – og flertallet bak endringene er som oftest Arbeiderpartiet, Fremskrittspartiet, SV og Venstre. Men, endringene vil ta tid – det kan fort gå flere år før regjeringen har utarbeidet et lovforslag, en offentlig høringsrunde er gjennomført og de konkrete lovendringene fremmes for Stortinget.

Stortingsflertallet ønsker at eggdonasjon skal bli tillatt i Norge etter samme prinsipper som sæddonasjon, men flertallet går ikke i detalj om hvem som skal mobiliseres som eggdonorer. Nå er det helseminister Bent Høie som skal overta stafettspinnen og konkretisere en lovendring som han selv er imot, men som Stortinget og Høyre har gått inn for.

Stortingsflertallet ønsker også at enslige skal få rett til assistert befruktning, og vil samtidig at alle som får et slikt tilbud skal ha en barneomsorgsattest.

Det er svært bred enighet i Stortinget om at surrogati ikke skal tillates i Norge (bare Venstre er for altruistisk surrogati), og Stortinget vil at Norge skal arbeide aktivt i internasjonale fora for å hindre at kvinner utnyttes som surrogatmødre.

behandling, og det første barnet som er unnfanget etter en slik metode i Europa er ennå ikke født. Det er langt fram til at en slik metode overhode kan være aktuell å tilby kvinner i Norge. Her har Bioteknologirådet vært positivt avventende, mens stortingsflertallet er klare til å si ja allerede nå.

Jeg ble også overrasket over at stortingsflertallet åpner for donasjon av befruktete egg som er overtallige etter IVF-behandling. Dette har det vært lite offentlig debatt om, og vil bety at barnet som blir født ikke har genetisk tilknytning til noen av sine foreldre.

Stortinget har hatt mange store og prinsipielle spørsmål til behandling på kort tid. Slik blir det når man skal gå igjennom en hel lov som omfatter mange krevende spørsmål. For ettertiden bør man nok legge opp til at viktige spørsmål i loven tas opp til behandling når endringen kan være aktuell. Stortinget holder fast på verdien av formålsparagrafen i loven. Det er et godt utgangspunkt for å navigere når enkeltsakene kommer. Loven ble vedtatt i 2003, men fordi de politiske skillelinjene i disse sakene ofte går på tvers av vanlige flertallskonstella-



sjoner, var det vanskelig å bli enige internt både i en rødgrønn regjering og i dagens regjering. Dermed gikk det 14 år mellom en grundig debatt om disse spørsmålene i Stortinget. Det kan ikke gå 14 år til neste gang. Dette er et område hvor vi kan forvente oss betydelige endringer i årene framover. At man en gang i hver stortingsperiode har disse spørsmålene oppe til debatt og refleksjon, kan gjøre Stortinget bedre rustet til å navigere i krevende farvann.

Kjetil Kjørsvick



At DNA-et vårt blir stokket om på ulike måter, er en sentral del av evolusjonen. Det gjør at livets tre, i realiteten er et uoverskuelig kratt. Ill: Sigrid Bratlie, Bioteknologirådet med bilder fra Freepik.com.

Livets kratt

Virus-mennesker, bakterie-veps og slange-kyr. Nei, det er ikke et utdrag fra en science fiction-roman eller et fjernt parallelt univers – det er vår virkelighet.

Av Sigrid Bratlie

VISSTE DU AT KUA tilsynelatende er kvart reptil? Omtrent 25 prosent av kuas arvestoff, DNA, består nemlig av et hoppende gen – kalt *BovB* – som forskere mener stammer fra slanger. Teorien er at det en gang for lenge siden ble overført til kua via flått. Det genetiske slektskapet mellom ku og slange er imidlertid ikke den eneste overraskelsen evolusjonen har å by på.

Kartlegging av DNA har gitt oss mye kunnskap om hvordan livet har utviklet seg på jorda siden det først oppstod for nesten fire milliarder år siden. Det skjer nemlig hele tiden små og store endringer i DNA-et som gjør at vi utvikler oss og tilpasser oss omgivelsene. Det er dette vi kaller evolusjon. Over tid vil hver generasjon av etterkommere bli stadig mer ulike stamforelderen og slektninger i de andre grenene av slektstreet. Ved å sammenligne DNA-et til ulike organismer og individer kan man derfor se hvor nært eller fjernt de er i slekt. Aller mest informasjon får vi fra genene, de to prosentene av DNAet som koder for proteiner og

andre funksjonelle molekyler. Disse molekylene er viktige byggestener i alle levende organismer.

Genetisk fellesskap med mus og banan

Mennesker deler omtrent 90 prosent av genene sine med mus. Det vil si at rundt 90 prosent av våre gener ligner ett eller flere gener i mus, og vice versa. I tillegg kan man sette disse genene opp mot hverandre og se hvor mange av basene, altså hvor stor andel av «koden», som er lik. Også dette er rundt 90 prosent likt mellom mus og mennesker. Funnene tyder på at mennesker og mus skilte lag fra en felles stamforelder for omtrent 75 millioner år siden.

Til sammenligning deler vi «bare» 50 prosent av genene våre med bananer, og den felles stamforelderen er omtrent 1,5 milliard år gammel. Enda færre gener deler vi med bakterier og sopp. De vi deler, er imidlertid svært like. Slike gener er nemlig viktige for helt fundamentale prosesser i en celle, som for eksempel celledeling. End-

ringer i disse genene kan få katastrofale konsekvenser hvis de fører til at genene ikke virker som de skal. De holder seg derfor stabile over generasjoner.

Hva med resten av DNA-et?

Gener utgjør som sagt bare to prosent av det totale DNA-et. Lenge trodde man at de resterende 98 prosentene stort sett bestod av «skrot»-DNA uten noen særlig funksjon. Nå vet vi at de inneholder en rekke ulike elementer med forskjellige oppgaver. For eksempel blir aktiviteten til genene, det vil si om de er skrudd av eller på og hvor mye de produserer, styrt av DNA-elementer som vi

«Mennesket er også et genetisk lappeteppes, viser det seg. Visste du for eksempel at du er omtrent åtte prosent virus?»

kaller 'promotorer' og 'enhancere'. Enkelte andre elementer har tilsynelatende ingen viktige oppgaver, i hvert fall ingen vi så langt har oppdaget, men fungerer heller som «mellomrom» mellom genene. Ofte er det

ikke så viktig akkurat hvordan disse «mellomrommene» er satt sammen, og de tåler derfor mye større endringer enn gener og andre spesielt viktige deler av DNA-et. I «mellomrommene» er det derfor mye større variasjon mellom arter og mellom individer av samme art. Gjør man for eksempel sammenligninger av mennesker og mus basert på hele DNA-et, ikke bare genene, blir likheten redusert til rundt 40 prosent.

Det kan skje store omorganiseringer av DNA-et som ikke nødvendigvis har så dramatisk effekt på et individ, men som over tid bidrar til evolusjonære endringer. Blant annet er det antatt at mennesket sitt kromosom 2 er resultatet av en fusjon mellom to apekromosomer som klistret seg sammen i endene. Dette har bidratt til at mennesker og aper har utviklet seg forskjellig, og ikke lenger kan få avkom sammen fordi kromosomtallet er ulikt.

Et annet eksempel er malariamyggen. Denne tror forskere har blitt litt bedre tilpasset lokale klimaendringer som følger av at deler av DNA-et har snudd seg baklengs og gitt nye genkombinasjoner.

Horisontal DNA-arv

Det er heller ikke sånn at DNA bare arves fra mor og far, slik man lenge trodde. Man kan nemlig også få tilført nytt DNA fra andre individer, til og med fra andre arter. Dette kalles horisontal genoverføring. Særlig blant mikroorganismer som virus og bakterier er fenomenet vanlig, for eksempel når bakterier utveksler gener som gir resistens mot antibiotika.

Selv om fenomenet ikke forekommer like hyppig i høyerestående organismer, ser vi at horisontal genoverføring likevel har satt sine spor i alle grener av livets tre. Blodap-



Hils på bananen, din stamforelder for omtrent 1,5 milliarder år siden. Foto: iStock.

pelsinen er et eksempel fra planteriket. Dens dype røde farge skyldes antocyaniner – antioksidanter som blant annet reduserer risikoen for hjerte- og karsykdommer. Mengden antocyaniner som blir produsert, kontrolleres av et gen som stammer fra virus.

Et enda mer oppsiktsvekkende eksempel er en parasitt-veps, som har tatt flere gift-gener fra både virus og bakterier. Disse bruker vepsen til å paralisere larver og andre byttedyr den ønsker å legge egg i.

Hoppende gener

Mennesket er også et genetisk lappeteppes, viser det seg. Visste du for eksempel at du er



Vi mennesker deler omtrent 90 prosent av genene våre med mus. Foto: iStock.

risiko for noen typer kreft. Men andre ganger kan slike hendelser være gunstige for evolusjonen. Blant annet har vi mennesker fått noen viktige immungener fra virus.

En enda større del av menneskets arvestoff består av såkalte transposoner, eller hoppende gener. Disse har en slags copy-paste-funksjon, som har latt dem duplisere seg og spre seg over hele DNA-et i tusentalls

«Det er heller ikke sånn at DNA bare arves fra mor og far, slik man lenge trodde. Man kan nemlig også få tilført nytt DNA fra andre individer, til og med fra andre arter.»

omtrent åtte prosent virus? Gjennom menneskets historie har vi nemlig samlet opp omtrent 100 000 biter av virus-DNA, som er blitt en del av vårt eget arvestoff. Noen ganger har dette uheldige effekter. For eksempel vet vi at virus-DNA kan gi økt

kopier. Slike elementer kan utgjøre så mye som halvparten av det menneskelige arvestoffet. De fleste transposoner har trolig liten betydning, men noen av dem spiller viktige roller for hvordan cellene fungerer, for eksempel ved at de skrur av og på andre gener.

Livets kratt

At DNA blir stokket om på uventede måter, har altså vært en sentral del av evolusjonen. Med økt kunnskap om genetik og evolusjon kan derfor kjente sannheter bli snudd opp ned, og utfordre våre oppfatninger om hva som er naturlig og unaturlig. Slik historien om BovB illustrerer. For det er ikke bare i storfe-familien dette hoppende genet har skapt kaos. I BovBs verden er nemlig en hest nærmere beslektet med en gekko enn med en sau. Og blant dyrene der BovB er kartlagt, utgjør for eksempel den afrikanske elefanten, et børstepinnsvin og en klippegrevling en egen gren i slektstreet. Livets tre, som vi vanligvis tenker har rette, fine og adskilte grener, er plutselig blitt et liv og uoverskuelig kratt. That's life. ♦



Synes du de ligner? Omtrent 25 prosent av kuas arvestoff stammer trolig fra slanger. Foto: iStock.

Bioteknologiloven

– her er Stortinget sine endringer

Stortinget vil ha omfattende endringer av bioteknologiloven, og sier blant annet ja til eggdonasjon, å donere bort overtallige befruktede egg og mitokondriedonasjon.

VEDTAKENE som ble fattet 15. mai, gir klarsignal til regjeringen om å utforme forslag til en mer liberal lov. Stortingspolitikkerne verner om bioteknologiloven sin formålsparagraf som skal: «sikre at medisinsk bruk av bioteknologi utnyttes til beste for mennesker i et samfunn der det er plass til alle». Etikk og verdier skal legge føringer for bruk av bioteknologi, ikke hva som er teknologisk mulig.

Føre-var

Ifølge Stortinget skal føre-var-hensynet være en nødvendig avgrensning for medisinsk forskning som kan berøre kommende generasjoner, inkludert metoder for assistert befruktning. At andre land tillater noe som bryter med vårt syn på etikk og verdier, skal ikke være avgjørende for norsk

regulering.

– Samtidig må etiske hensyn og verdier drøftes og avveies i lys av samfunnsutviklingen og de mulighetene teknologien gir oss, sa Høyres Sveinung Stensland (H).

Stortingspolitikkerne mener vi historisk har klart å balansere hva som er teknologisk mulig og etikk og verdier.

– Skremmebildene vi kjenner fra tidligere år, om dyrking av genetisk perfekte mennesker, kloning eller sortering, har heldigvis ikke blitt virkelighet, sa Arbeiderpartiets Ingvild Kjerkhof.

Lovverk under press

Det er nå 15 år siden loven sist ble evaluert. Mye av utviklingen skjer i andre land, uavhengig av norsk lovverk. I innstillingen er flertallet enig om at den raske utviklingen

innen bioteknologi utfordrer lovverket, og ber regjeringen se på hvordan en «dynamisk evaluering av loven best kan foregå». Et nesten likelydende forslag fra AP, SV og Venstre ba regjeringen gi «en vurdering av hvordan bioteknologiloven i framtiden kan evalueres mer dynamisk og løpende for å holde tritt med den raske utviklingen i bioteknologien». Dette forslaget falt.

Høy temperatur om embryodonasjon

Selv om stortingspolitikkerne synes enige om grunnleggende verdier og prinsipper for bioteknologiloven, er de uenige om hvor langt loven kan liberaliseres uten å gå på tvers av verdigrunnlaget. Mens Senterpartiet og KrF ønsker å begrense antall egg som befruktes ved assistert befruktning, vil flertallet at alle egg skal befruktes, samt åpne for at befruktede egg som er til overs, skal kunne doneres til andre barnløse.

Helseminister Bent Høie er kritisk til at stortingsflertallet vil åpne for at befruktede egg som er til overs ved en fertilitetsklinikk, skal kunne doneres til andre barnløse.



15. mai 2018 sa Stortinget ja til en rekke oppmykninger av bioteknologiloven. Foto: Stortinget.

– Dette tar kun hensyn til de voksnes behov. Det kan stilles spørsmål ved om man faktisk bryter lovens formål om at bioteknologi skal utnyttes til beste for mennesket.

Selv om meningene om bioteknologi-loven er sterke, både mellom og innad i partier, oppsummerte Carl-Erik Grimstad i Venstre debatten slik:

– Denne debatten har blitt akkurat det jeg håpet på; lavmælt, reflekterende og med rom for tvil. ♦

Fra stortingsmelding til lov

- I juni 2016 presenterte regjeringen en stortingsmelding om hvordan fremtidens lovverk om bioteknologi bør være. Siden januar i år har helse- og omsorgskomiteen jobbet med å evaluere bioteknologi-loven.
- 8. mai presenterte de innstillingen. 15. mai debatterte og diskuterte Stortinget innstillingen, og vedtok at de ønsker flere endringer.
- Regjeringen vil komme tilbake til Stortinget med forslag om lovendringer, som Stortinget skal stemme over. Hele prosessen kan ta flere år.

Her er Stortingsflertallets avgjørelser:

Eggdonasjon

Ja til eggdonasjon etter samme retningslinjer som ved sæddonasjon. I avstemningen 15. mai ble det riktignok stemmetrøbbel, slik at forslaget uventet ikke fikk flertall. I praksis vil imidlertid regjeringen trolig komme tilbake til Stortinget med et lovforslag som ivaretar stortingsflertallets mening.

Assistert befruktning

Inseminasjon skal ikke telle som bruk av de tre offentlige forsøkene med assistert befruktning.

Enslige skal få rett til assistert befruktning.

Surrogati

Nei til surrogati. Personer som benytter surrogati i utlandet, skal ikke straffefølges i Norge. Norge skal jobbe aktivt for å bekjempe utnyttelse av kvinner i den internasjonale surrogati-industrien.

Overtallige befruktede egg fra IVF-behandling

Det skal bli tillatt å donere bort overtallige befruktede egg fra IVF-behandling til par som selv ønsker å få barn.

Lagring av ubefruktede egg og eggstokkvev

Unge kvinner, som tidlig mister sin fertilitet på grunn av sykdom, skal få lagre ubefruktede egg.

Ja til lagring av egg og eggstokkvev også for friske kvinner, finansiert ved full egenbetaling. Det settes en øvre aldersgrense for bruk av de lagrede eggene.

Sæddonasjon

Begrensninger for bruk av donorsæd blir satt til antall familier per donor, ikke antall barn per donor.

Donoridentitet

Donor skal fortsatt være kjent og aldersgrensen for når barnet skal ha rett til å vite donors identitet senkes fra 18 år til 15 år. Foreldre får en plikt til å fortelle barnet at det er unnfanget med kjønnseller fra en donor.

Vurdering av egnethet for assistert befruktning

Plikt til å legge fram en barneomsorgsattest for alle som søker assistert befruktning.

Forskning på overtallige befruktede egg

Egg kan ikke befruktes til forskningsformål alene, kun tillatt å bruke overtallige befruktede egg. Forskning tillatt på visse vilkår (som metodeforbedring og kunnskap om alvorlig sykdom), men embryoene skal destrueres senest etter 14 dager.

Flertallet vil åpne opp for genmodifisering på overtallige befruktede egg og kjønnseller for forskning.

Mitokondriedonasjon

Ja til mitokondriedonasjon. Metoden brukes for å hindre overføring av sykdommer som skyldes defekte mitokondrier. Metoden må brukes sammen med assistert befruktning. Barna som fødes vil ha DNA fra tre personer ved at mitokondriene, som kommer fra en mitokondriedonor, har sitt eget lille arvestoff med 13 gener. Til sammenligning har kromosomene som kommer fra mor og far ca. 22 000 gener.

Fosterdiagnostikk

Ja til at gravide som oppfyller vilkårene for fosterdiagnostikk får tilgang til den nye metoden Non-Invasive Prenatal Testing, NIPT, uten først å måtte benytte KUB-testen som i dag.

Genterapi og genredigering

Genterapi skal kun brukes til medisinske formål. Forbudet om at genterapi ikke skal kunne gi endringer som går i arv opprettholdes. Dagens krav om at sykdommen må være alvorlig utgår. Regelverket forenkles, slik at genterapi blir vurdert etter samme kriterier som annen behandling.

Genetiske undersøkelser i helse-tjenesten

Prediktive tester brukes for å undersøke hvilken risiko en frisk person har for å få en sykdom senere i livet. Stortinget er enig med regjeringen og vil:

- At kravet om veiledning bør bestå, men justeres. Utarbeide retningslinjer for å unngå skjønn.
- Oppheve krav om godkjenning for sykdommer friske kan testes for fordi de virksomhetene som skal bruke testene må godkjennes.
- Fortsatt skriftlig samtykke ved prediktive tester.
- Videreføre dagens regler for prediktive tester av barn.

Genetiske selvtester

Flertallet vil ikke forby salg av genetiske selvtester, og mener det er tilstrekkelig å presisere gjeldende rett om at det er straffbart å teste andre.



«Skråplan handler om at A kan være moralsk akseptabel, mens B er noe vi ikke ønsker. Sier vi ja til A, kan vi over tid ende i B.

30 år med assistert befruktning:

Havnet vi på et skråplan?

Da Norges første prøverørsbarn ble født i 1984, advarte kritikere mot at det var starten på en vei nedover et moralsk skråplan. Fikk de rett?

Av Truls Petersen

18. JULI 1984 hadde VG en sak med overskriften «De stolte 'faddere'». Bildet viser seks ansatte ved det som da het Regionsykehuset i Trondheim. De smiler. En holder en blomsterkvast i hånda.

Gleden skyldtes at «Norges første prøverørsbarn» var født dagen før. Barnet var blitt til etter befruktning utenfor kroppen: Med en glasspipette hadde legene blandet et egg og mange sædceller, og et liv var begynt i en petriskål. Ifølge legene hadde sykehuset over 100 par som ventet på den samme behandlingen.

Men ikke alle delte gleden. Metoden de hadde brukt, var ikke regulert. Skulle dette være tillatt i Norge?

Skråplan eller rulletrapp?

Et sentralt argument på nei-siden var metoden ville gjøre det vanskelig, kanskje

umulig, å si nei til annen bruk og andre teknologier senere.

– Det er typisk skråplansargumentasjon, sier Bjørn Myskja, som er professor i filosofi og nestleder i Bioteknologirådet.

Skråplanet handler om at A kan være moralsk akseptabel, mens B er noe vi ikke ønsker. Ja til A vil åpne for «en serie små steg», som over tid ender i B. Et svar kan være at vi derfor må si nei til noe som isolert sett er et gode, nemlig A.

Skråplansargumentet kan brukes på mange temaer, men er mest kjent fra diskusjoner om bioteknologi. Argumentet har ifølge Myskja en konservativ slagside for å advare mot nye teknologier. Motsatsen til skråplan er det såkalte «rulletrapp-argumentet», der bevegelsen oppover symboliserer framskritt.

Myskja har sett nærmere på hva man advarte mot den gang, og om advarslene slo

til. «B» kunne bety tre ting: At flere grupper enn ektepar ville få tilbud om assistert befruktning, at vi ville åpne for andre metoder, og at menneskeverdet ville bli svekket.

Barn som rettighet?

En av kritikerne i 1984 var magister i filosofi og feminist, Nina Karin Monsen. I en kronikk i Aftenposten advarte hun mot at «Et fremtidig krav om å få stilt til disposisjon egg og en kunstig livmor, vil kunne bli en politisk sak for dem.»

«Dem» var de homofile. Den gang var det få, om noen, som protesterte på at metoden burde være forbeholdt gifte par. I 1984 var et gift par en dame og en mann.

Monsen mente vi ikke ville klare å stoppe der. Enslige og lesbiske ville ønske den samme behandlingen. Det ville bli press om å åpne for eggdonasjon og surrogati. Og hun var bekymret for såkalt teknologisk tingliggjøring, der barn i økende grad blir sett på som et svar på et behov foreldre har, ikke som et individ med rettigheter. Denne trenden var ifølge Monsen historisk ny. Det som drev denne utviklingen, var en kombinasjon av rettighetstenkning og nye medisinske teknologier. Ny teknikk hadde gjort det mulig å overskride naturlige begrensinger.

Rettighetstenkningen gjorde det vanskeligere å si nei til disse mulighetene.

Ullen teknologideterminisme

Skråplansargumenter har blitt mye kritisert. En kritikk handler om at det ofte er uklart hva advarslene om fremtiden gjelder. En annen at det er utydelig hvorfor vi skulle bevege oss fra A til B.

– I en sterk versjon er forbindelsen mellom A og B logisk og nødvendig. Problemet med en slik determinisme, utover at den ikke er troverdig, er at den kan brukes til å stoppe ethvert fremskritt og svekke tiltroen til at bruk av teknologi kan styres, sier Myskja.

Ifølge Myskja fantes det spor av en slik determinisme i debatten på 80-tallet, uten at den dominerte.

– En svakere versjon var vanligere. Her ser man for seg at innføringen av en metode A vil føre til at oppfatningen av at det er en avgjørende moralsk forskjell mellom A og B, svekkes over tid.

«Vi har fått noen liberaliseringer. Flere grupper har fått adgang til å bruke metodene.

Gir kritikerne delvis rett

Norge fikk verdens først lov om kunstig befruktning i 1987. I dag synes Monsen det er trist å se tilbake på debattene:

– I 2009 fikk vi ny barnelov som innførte begrepet medmor, og som tok fra barnet retten til en far hvis det hadde en medmor. Nå skal det visstnok innføres fire foreldre, de virkelige og de sosiale/juridiske. Mange barn skal altså vokse opp i planlagt far- og morløshet. Barn trenger virkelige, levende foreldre, ikke navnet deres når de er 18 år.

Bjørn Myskja mener kritikerne har fått rett i mye.

– Vi har fått noen liberaliseringer. Flere grupper har fått adgang til å bruke metodene. Presset om å åpne for assistert befruktning til enslige og å tillate eggdonasjon har økt.

Dette er ifølge Myskja eksempler på at vi er på et skråplan, uavhengig av om man syns denne utviklingen er et gode eller ikke.

Styrket menneskeverd og nei til anonymitet

Ifølge Myskja er det derimot ikke rett å si at menneskeverdet er svekket. Mulighetene



Filosof Nina Karin Monsen. Foto: Rune Berentsen, Bergens Tidende.



Bjørn Myskja er professor i filosofi og nestleder i Bioteknologirådet. Foto: Bioteknologirådet.

for det som kalles «sortering» har økt. Men samtidig har menneskeverdet på mange måter blitt styrket.

– Ta utviklingshemming som eksempel. Det er blitt enklere å hindre at de kommer til. Samtidig har rettighetsvernet blitt bedre, slik at det legges til rette for å delta i samfunnet på en helt annen måte enn for tretti år siden. Det er også mindre diskriminering i dag.

Kritikeren kan imidlertid alltid svare: Ikke ennå.

Historien gir et interessant eksempel på at lover også kan bli skjerpet. I 2005 ble bioteknologiloven endret, slik at et barn fikk rett til å kjenne sitt biologisk opphav. Dermed var det slutt på over 70 års praksis med anonym donor.

Ikke teknologien alene

Myskja mener årsakene til liberaliseringene er sammensatte, og at det neppe er rett å si at det var teknologien alene som førte oss hit.

– Utviklingen er også bestemt av en rekke sosiale endringer som har skjedd parallelt. Noen av disse, som den sosiale aksepten av homofilt samliv og den nye ekteskapsloven, er uavhengig av at vi fikk assistert befruktning. Samtidig har teknologien påvirket forståelsen av de nye familiestrukturene. Disse sosiale endringene har igjen påvirket praktiseringen av assistert befruktning.

Fortsatt aktuelt

Stortingsmeldingen om ny bioteknologilov nevner hverken skråplan eller utglidning. Myskja påpeker at argumentet om faren for skråplanet fortsatt holder stand i fagfilosofien og i de politiske debattene. Han mener vi særlig ser det i spørsmål om eggdonasjon, i fosterdiagnostikk og forskning på befruktede egg.

– Skråplansargumentasjon er et sentralt argument hos dem som ønsker en restriktiv lov. ♦



Motsatsen til skråplan er det såkalte «rulletrapp-argumentet», der bevegelsen oppover symboliserer framskritt. Foto: iStock.

Analyser av kreftgener gir håp til pasienter med spredning

Er du kreftpasient i Norge i dag, blir ikke gener i svulsten undersøkt. Et norsk forskningsprosjekt kan sette ny standard for diagnostikk og behandling.

Av Elisabeth Gråbøl-Undersrud

– **VI HAR FÅTT TIL NOE** som aldri er gjort før i Norge. Ved å finne genfeil i svulster fra kreftpasienter som har fått spredning, har vi funnet ny behandling til pasienter det ellers ikke var håp for, forteller kreftforsker Gunhild Mari Mælandsmo ved Oslo Universitetssykehus.

Spesialtilpasser behandling til DNA-feil

Kreft med spredning er den mest dødelige og aggressive formen for kreft. En kreftsvulst sprer seg når celler løsriver seg. Cellene fraktes med blod- og lymfekanaler, og danner nye svulster i andre deler av kroppen.

Mælandsmo har ledet forskningsprosjektet «MetAction» ved Oslo universitetssykehus og Akershus universitetssykehus, sammen med kirurg Kjersti Flatmark, onkolog Anne Hansen Ree og patolog Hege Russnes. 26 pasienter med ulike former for kreft med spredning deltok. Mælandsmo og kollegaer hentet ut DNA fra svulstene og analyserte 140 gener. Disse genene er velkjente kreftgener, og det finnes medisiner som er virksomme mot en del av disse genfeilene.

– Kreft starter alltid med en feil i DNA. Hos en pasient som har fått spredning, kan de nye svulstene ha andre feil i DNA enn i den opprinnelige svulsten. Derfor virker ikke nødvendigvis behandlingen pasienten først fikk mot nye svulster som oppstår. Ved å identifisere de nye genfeilene klarte vi å finne ny behandling til noen av pasientene.

Etterlyser DNA-sekvensering som standard

Såkalt DNA-sekvensering av svulster, hvor man går inn og analyserer genene, har blitt tatt i bruk ved flere store sykehus i utlandet. I USA har Dana-Farber kreftinstitutt, som er verdensledende innen kreftforskning og behandling, bygget opp én av verdens største samlinger av kreftprøver. Ved

å hente ut og analysere DNA fra svulster til over 50 000 pasienter, har legene fått økt kunnskap om hvilke mutasjoner som får kreftsvulster til å utvikle seg. I tillegg har de laget en analyseplattform hvor over 400 gener inngår. Dette er en plattform som kan brukes av andre sykehus for å identifisere mutasjoner i kreftsvulster.

«Kreft starter alltid med en feil i DNA.

Gunhild Mari Mælandsmo håper vi snart kommer lenger på dette i Norge.

– I dag er det ikke standardbehandling å analysere mange gener i svulster hos norske kreftpasienter. Hvis det gjøres, blir som regel bare ett gen undersøkt. Ved å bruke DNA-sekvensering kan mange gener analyseres samtidig. Det kan gi god informasjon om andre medisiner som kan være effektive

mot de mutasjonene som finnes i svulsten.

Mange kreftmedisiner virker nemlig mot spesifikke genfeil. Mælandsmo forteller at en medisin mot lungekreft kan virke for brystkreftpasienter hvis begge krefttypene er forårsaket av den samme mutasjonen.

Avgjørende med tverrfaglig samarbeid

Men DNA-sekvensering er ingen «quick-fix». Tverrfaglig samarbeid er avgjørende for å lykkes. I dette forskningsprosjektet arbeidet et team av kirurger, patologer, molekylærbiologer, kreftleger og bioinformatikere sammen.

– Å analysere en svulst gir enorme mengder data. Det er utfordrende å håndtere slike datamengder, og samtidig ha kunnskap om hvilke genfeil som forårsaker kreft og hva som skjer i cellene når genfeilen er til stede. Vi trenger mer kunnskap og mer samarbeid på tvers av fagfelt og avdelinger, forteller Mælandsmo. ♦



Gunhild Mari Mælandsmo er kreftforsker ved Oslo Universitetssykehus



Ved å analysere DNA fra svulster har forskere fått mer kunnskap om hvilke mutasjoner som får kreftsvulster til å utvikle seg. Foto: iStock.



Stadig flere ønsker å finne ut mer om genene sine. Ønsker vi å vite? Og hva kan testene faktisk fortelle? Foto: iStock.

Lyst til å sjekke genene dine?

Salg av gentester på internett øker som aldri før. Er det nyttig informasjon eller penger ut av vinduet?

Av Elisabeth Gråbøl-Undersrud

VISSTE DU AT det finnes en gentest som kan fortelle deg hva slags vin du bør drikke? Firmaet som selger gentesten kaller seg Vinome (Vino + genome). Bor du bor i California, kan du for rundt 80 dollar få en analyse av 400 gener som skal bestemme smak og lukt, pluss noen utvalgte vinflasker levert på døren. Smart, ikke sant? Eller blir vi bare lurt?

Gentestrevolusjonen

Markedet for såkalte sosiale DNA-tester, som er gentester som selges av private aktører utenfor helsevesenet, har blitt storindustri. Så langt er det solgt om lag 12 millioner gentester over nett. I 2017 alene ble det solgt sju millioner tester, mange av dem på den store handledagen Black Friday til sterkt reduserte priser. Testene tilbyr deg svar på alt fra hvilken idrett du bør satse på, til risiko for å utvikle alvorlige sykdommer som Alzheimers og kreft.

– Vi står på terskelen til en revolusjon som er like gjennomgripende som datarevolusjonen, skriver den danske forskningsjournalisten Lone Frank i boken «Mine vidunderlige gener».

Her forteller hun hvordan det var å få genene sine analysert, og hvordan det er å leve videre med kunnskapen om hvilke sykdommer hun er disponert for.

Catrine Bjorvatn er genetisk veileder ved Regionalt kompetansesenter for arvelig kreft ved Haukeland sykehus. Hun snakker daglig med mennesker som tar en gentest for å finne ut om de har en alvorlig sykdom, og er ikke overrasket over at salget av gentester går rett til vær.

– Mange er opptatt av helse, og vi omgir oss med ny teknologi på alle kanter. På mobilen finnes apper som måler søvnkvalitet, skritt og trening. Selvtester har blitt som en ny selskapslek, og er gaven til 50-åringen som har alt, sier Bjorvatn.

Saken fortsetter >>



Gir du barnet ditt et forsprang hvis du basert på genetik staker ut hobbyene det bør satse på? Foto: iStock.

Kan gener fortelle deg hva du bør spise?

Det er enkelt å ta en gentest hjemme: Stryk en vattpinne på innsiden av munnhulen, legg pinnen i en ferdigfrankert konvolutt og send den til utlandet. Noen dager senere kommer svaret på mail. Internasjonalt er det en økende trend at treningssentre tilbyr gentester. Her i Norge tilbyr blant andre Sportsclub Sarpsborg det til sine kunder:

– Vi vil hjelpe folk med å få bedre helse. Myndighetene sine offisielle anbefalinger passer ikke for alle fordi det er individuelt hvordan vi forbrenner karbohydrater og lagrer fett, sier Mathias Thoze, personlig trener ved treningssenteret.

Han forteller at mange kunder er nysgjerrige på gentester. Hver måned selger de femseks tester som analyserer seks gener som skal fortelle hvordan kroppen bryter ned ulike typer mat. Testen koster rundt 2000 kroner hvis du er medlem av treningssenteret.

– Hvilke kunder er det som er interessert i dette?

– De som har et sterkt ønske om å nå spesifikke mål innen kosthold og trening.

«Jeg fikk vite at jeg bør unngå å spise mettete fett og meieriprodukter. Etter at jeg sluttet med det, har jeg fått mer overskudd i hverdagen.

Vi kan skreddersy en diett spesielt for kunden, basert på gener, livsstil og mål.

– Hva tenker du om skepsisen i fagmiljøene til slike tester?

– Vi samarbeider tett med firmaet Gen-diett, som ledes av flere leger og en ernæringsfysiolog. Vi føler derfor at det faglige er i trygge hender.

– Har du selv tatt gentesten Sportsclub Sarpsborg tilbyr kundene sine?

– Ja, de fleste som jobber her på treningssenteret har tatt testen selv, og merker på kroppen hvor stor effekt det har. Jeg fikk vite at jeg bør unngå å spise mettete fett og meieriprodukter. Etter at jeg sluttet med det, har jeg fått mer overskudd i hverdagen.

Catrine Bjorvatn er skeptisk til slike tester.

– Antagelig kaster kunden penger ut av vinduet. Det er fremdeles lite kunnskap om hvor-

dan gener virker sammen, og betydningen av ett enkelt gen er sannsynligvis liten. Men jeg vil også understreke at selv om kunnskapen i dag er lav, kan det være at vi om noen år i større grad kan optimalisere trening og kosthold basert på hvilke gener den enkelte har.

Ønsker du at barnet ditt skal bli toppidrettsutøver?

Om du selv ikke ønsker å ta en gentest, kan det jo være at du har ambisjoner for barna dine. Drømmer du om å se barnet ditt på pallen i en idrett? Eller spille piano i de store konserthusene i Europa? Salg av gentester til barn er big business. Ifølge reklamen gir du barnet ditt et forsprang hvis du basert på genetik tidlig kan stake ut hobbyene barnet ditt bør satse på.

Forskning viser at skal du lykkes i idrett, er gener viktig. Skal du bli toppidrettsutøver,

bør du velge foreldre med omhu. Uten eksplosive muskelfibre arvet fra sine foreldre, hadde nok ikke Usain Bolt hatt sine OL-gull i sprint. Når det gjelder gener og pianospilling, antyder enkelte tvillingstudier at noen gener, kan gi økt musikalitet og talent for enkelte instrumenter.

De fleste eksperter innen feltet er imidlertid samstemte om at det ikke har noe for seg å analysere et barns gener for å finne ut hvilke talenter han eller hun har. Forfatteren David Epstein skriver i boken «The sports gene» at motivasjon er nøkkelen til å bli toppidrettsutøver. Du må orke å trene de 10 000 timene som må til for bli eliteutøver. I stedet for å ta en gentest er det ifølge Epstein bedre å ta med barna ut på en gresslette og la dem løpe om kapp for å se hvem som har talent for idrett.

De fleste firmaer som selger gentester for eksplosiv muskelstyrke, tester bare for ett enkelt gen. Hva da hvis barnet ditt skårer lavt på det ene genet, og derfor velger en annen idrett? Barnet kan jo ha en rekke andre gener for muskelstyrke som testen ikke viser.

Granske slekten med DNA-test

Det ruller reklame for gentester for slektsforskning på norsk tv om dagen, og det største salget av gentester på nett er det slektsforskning som står for. Ifølge ABC-Nyheter har så langt 5000 nordmenn sendt inn DNA-prøver til amerikanske firmaer for analyser. Prislappen ligger på rundt 1500 kroner. Testene er særlig populære for å prøve å finne slektskap mellom mulige søsken langt tilbake i tid, og lete opp foreldre hvor far er ukjent. Er du nysgjerrig på hvor mye av arvematerialet ditt som stammer fra neandertalerne, eller hvilken verdensdel du opprinnelig stammer fra, kan du få svar på det også.

Årlig blir det født ca. 2500 barn i Norge med ukjent far, ifølge tall fra Medisinsk Fødselsregister. I Norge er det ikke lov til å DNA-teste et barn for å fastslå farskap i svangerskapet, kun når barnet er født. «Nå har alle råd til å få vite sannheten», reklamerer ett av firmaene som for rundt 1000 kroner selger slike tester.

Risiko for alvorlig sykdom

Genetikk er et fagfelt som endrer seg raskt. Det er derfor utfordrende selv for fagmiljøene og avgjøre om et gen gir økt risiko for sykdom eller ikke. Ett av verdens største firmaer innen salg av DNA-tester, 23andMe, ble for noen år tilbake stoppet av amerikanske myndigheter fordi de var redde for at tolkningen av kundenes gener var for usikker.



Catrine Bjorvatn er genetisk veileder ved Regionalt kompetansesenter for arvelig kreft ved Haukeland sykehus. Foto: Bioteknologirådet.



Mathias Thoze ved Sportsclub Sarpsborg forteller at mange kunder er nysgjerrige på gentester. Foto: Privat.

Et eksempel som ble trukket frem, omhandlet brystkreftgenene BRCA1 og BRCA2, hvor en feiltolkning av genene kan føre til drastiske tiltak som fjerning av bryster eller eggstokker. I april 2017 fikk 23andMe tillatelse til å selge en gentest hvor genetisk risiko for syv sykdommer er inkludert, blant dem Alzheimers og Parkinsons sykdom.

En av dem som har tatt en gentest, er forfatter Karl Ove Knausgård.

– Jeg vet hva jeg kommer til å dø av, fortalte han på tv-programmet Skavlan for noen år siden.

Ved å undersøke hva slektingene hans døde av, har Knausgård funnet ut hvilken sykdom som mest sannsynlig vil ta livet av

han. Han har ikke fortalt hvilken sykdom det er av hensyn til barna sine.

«Selvtester har blitt som en ny selskapslek, og er gaven til 50-åringen som har alt.

Hvis salget av gentester fortsetter i samme rivende tempo, er det en problemstilling mange av oss vil møte. Spørsmålet er om vi ønsker å vite. Og hva de ulike testene faktisk kan fortelle deg. ♦



I California kan du bestille vin tilpasset gene dine. Foto: iStock.

For å avle fram planter som taklar utfordringar som klima og plantesjukdommar, er tilgang til gen viktig. Foto: iStock.



Avlsmateriale:

Ingen tilgang?

Avlsmonopol og internasjonale avtalar – ei tvangstrøye for planteforedling?

Av: Åsmund Bjørnstad

I 1918 VENDE ein fransk gartnar heim frå krigen og såg fram til å lansere den nye eplesorten sin, men så var den alt på marknaden. Først i 1961 fekk foredlarar einerett på sal av nye sortar, mot at andre fekk bruke dei i kryssing, og bønder formeire til eige bruk (UPOV-konvensjonen). Vernet skapte ein stadig straum av betre sortar og ei høg verdiskaping.

Parallelt vart patent på plantesorar, dyrerasar og vesentleg (i hovudsak) biologiske prosessar forbodne i den europeiske patentkonvensjonen (EPC). I 1993 blei forbodet med i WTOs TRIPS-avtale om immaterielle rettar.

Grunnane er fleire. Patent forbyr nemleg kryssing og formeiring utan kontrakt. Andre foredlarar treng lisens, ikkje berre for tilgang til sorten (genotypen), men til grunnressursen, gena. Næringa ynskte ikkje dette. Dessutan sat krig og matmangel enno i minnet i 1961. Patent på mat (liksom medisinar) var politisk umogleg, fordi dei kan fordyre livsviktige varer i krisetider. Mange land tenkjer med god grunn stadig slik.

USA, EU og bioteknologi

I USA var utviklinga heilt annleis. Alt i 1930 vart patent på plantesorar tillate i vegetativt formerte vekstar – men ikkje potet, som var mat. I 1970 vedtok USA eit system a la UPOV, for alle vekstar.

Inn kom bioteknologien, med nye aktørar frå kjemisk/farmasøytisk industri som var vane med patent. USA tillet i 1980 «patent på liv», i 1985 på gen, i 2001 på plantesorar. Dette førte, steg for steg, til press også i

Europa. Det Europeiske Patentverket EPO nærma seg av konkurranseomsyn raskt amerikansk praksis, UPOV oppheva patentforbodet i 1991, og omsider, etter mykje strid, gav EU i Patentdirektivet (1998) dei gamle forboda nye tolkingar. Dette vart norsk patentlov i 2005, med dissens frå dåverande statsminister Kjell Magne Bondevik og tillegg om at vår patentpraksis skal vera «restriktiv». Stortinget bad om evaluering av dette i 2008. Etter ein høyringsrunde om eit nytt lovutkast i 2012, har saka lege i Nærings- og fiskeridepartementet.

I Europa er sortar og metodar allmenningar. EU «nytolka» derfor allmenningen og gjorde den mindre. Ordet «plantesor» vart avgrensa til ein viss namngjeven sort. Ei plante med eit patentert gen er derimot patenterbar, berre den ikkje er ein 'sort'. Og finst genet i fleire sortar, dvs. «ikke teknisk begrenset til en bestemt plantesor, vil patentet omfatte alle sortane som gruppe».

Ta som eit tenkt eksempel den nye norske

kveitesorten 'Mirakel'. Genet Grain protein content (Gpc1) gir den meir protein og betre bakeevne (pluss meir jern og sink). Den er derfor blitt vår hovudsart. Om Gpc1 hadde vore patentert, ville ikkje patentet omfatta bare 'Mirakel', fordi den er ein sort etter UPOV-reglane. Men fordi mange (utanland-ske) sortar også har genet, vil patentet omfatte alle, også 'Mirakel'. Resultat: genet er fjerna frå allmenningen, trass i at genet har levd umerka i norske avlsmaterial i 100 år.

Strid om brokkoli og tomat

Så den andre allmenningen – metodar som er essensielt biologiske. To patent i brokkoli og tomat førte til årelang strid. EPO hevda at om planter er produserte med frie metodar, ikkje hindrar å patentere avkoma. Dessutan gjaldt begge patentane naturlege eigenskapar som høgare tørrstoffinnhald i tomat. Slike patent hindrar konkurranse, sa såvareindustrien. Etter år med strid – til slutt instruert av EUs Ministerråd – måtte EPO i 2017 erklære patentane ugyldige.

Kvifor så sterke kjensler? I ei tid då naturen set grenser for menneskets dominans, finn mange det noko støytande over å kalle seg «oppfinnar» av ein viss plante. Dessutan gjeld det kontrollen med matproduksjonen. Dei tre store (Monsanto+Bayer, DuPont+Dow, Syngenta +ChemChina) har i dag minst 2/3 av frøsektoren.

Patent eller privat?

I USA er tendensen nå private avlsmaterial, *Proprietary germplasm*, dvs. hemmeleg-hald. Foredlingsfirma behøver ikkje patent, for sortane er berre å få på lisens, slik det lenge har vore i til dømes fjørfe. Avlsmaterial vert ulovleg å røre, også til grunnforskning. Amerikanske forskarar får ikkje sjekke om gen dei har levert ut fritt, er i bruk i sortane.

I Europa er det ein politisk tendens for opnare tilgang. Fire EU-land tillét fri bruk av patent, men lisens først når ein marknadsfører ein ny sort (det norske lovutkastet har dette med). Industrien finn ut at patentane er uproductive hinder. Når talet aukar fort og gjerda er utydelege, gror det opp «patentkratt» og kostbare tvistar. Syngenta opna i 2012 for e-lisensar til faste takstar, med mottoet «Fri tilgang, men ikkje gratis». Det kan vere starten på å gjera patentane om frå vegsperrer til bomstasjonar, noko som kan vise seg å gi langt betre resultat både for patenteigar og samfunnet.



I den nye norske kveitesorten 'Mirakel' gjer genet Gpc1 meir protein og betre bakeevne. Foto: iStock.

Frå allmenning til bilaterale avtalar

Men utanfor lurar andre hinder – Konvensjonen om Biologisk Mangfald, som definerer alt biomangfald som nasjonal eigedom. Liksom for patent, krev tilgang ein tosidig avtale. Konvensjonens Nagoyaprotokoll prøver å balansere tilgang med rettferdig og gjensidig nytte, men innser at kulturvekstar er annleis. Dei fleste land får nemleg det

at Biomangfaldkonvensjonens prinsipp om gjensidig og rettferdig nytte kjem gjennom effektiv tilgang og felles forsvar, framfor kontraktar frå gen til gen.

Både i kveite og ris fungerer stadig allmenningen frå den Grøne Revolusjonen, der tilgangen var heilt fri. Problemet er at mange land som då drog nytte av allmenningen, no satsar på bilaterale avtalar.

Mellom private avlsmaterial, tosidige avtalar om patent eller «nasjonal eigedom» blir planteforedlingas handlingsrom stadig strammare. Skal vi få tilpassa sortar raskt i møte med trugsmål som klima og rust, er det viktig at tilgangen til gen blir halden oppe. ♦

Åsmund Bjørnstad er professor ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.

«Skal vi få tilpassa sortar raskt i møte med trugsmål som klima og rust, må tilgangen til gen bli halden oppe.»

meste av maten sin frå planter henta i andre land for tusenvis av år sidan, og frø finst i internasjonale genbankar. Difor kom den Internasjonale Plantetraktaten til i 2004, med gjensidig tilgang til frø i dei fleste viktige jordbruksvekstane, på vilkår av at tilgangen til gena i dei blir respektert.

Eit aktuelt eksempel: nye rasar av rustsoppar treng ingen pass over landegrensene, og utprøving og utveksling av resistente frø har stort sett fungert. Rusten viser

Kva er eit patent?

Eit visst territorium (her bioteknologi) blir opna for landnåm. Ein som finn nytt land, vil gjerde inn mest mogleg, med einerett i 20 år. Ei styresmakt granskar om oppfinninga er nyskapande og nyttig, dvs. patentierbar, og kvar gjerdet skal gå. Det må vere tydeleg teikna for å unngå konflikhtar og ikkje krenke allmenningar, dvs. «fellesinteressa».



Matproduksjon

Med genomisk seleksjon er det mulig å velge dyr og planter til avl basert på informasjon om DNA. Foto: iStock.

basert på DNA-informasjon

Kyr som produserer mye melk og samtidig har god fruktbarhet og helse. Laks som vokser raskt og er mer motstandsdyktig mot sykdom enn før. Hvete med høyt proteininnhold av god kvalitet. Mye av hemmeligheten ligger i genene.

Av Hilde Mellegård

FLERE AV OSS TENKER nok ikke så nøye på hvorfor vi spiser akkurat de plantene eller dyrene som vi gjør i dag. Ei heller på hvilke teknikker som brukes for å få dem frem. Visste du at informasjon om DNA-et er et viktig verktøy?

Små forskjeller, stor betydning

En nyfødt kalv får scannet arvestoffet sitt. Det samme gjelder for en annen kalv født et helt annet sted. Ørsmå forskjeller mellom individer er avgjørende for om oksekalven vil leve lenge som avlsokse eller havne på noens tallerken i ung alder.

Vi vet stadig mer om arvestoffet til planter og dyr, og hva det betyr for deres egenskaper. Denne informasjonen blir i dag brukt innen

dyre- og planteavl. Noe av det «hotteste» innen feltet kalles for genomisk seleksjon.

– Ved å bruke informasjon fra DNA-et til tusenvis av oksekalver til å forutsi avlsverdien deres, kan vi velge ut de beste oksene mye tidligere enn vi gjorde før. Dermed reduserer vi generasjonsintervallet dramatisk og øker avlsfremgangen for alle egenskapene i avlsmålet til kua, sier Håvard Melbø Tajet.

Han er leder for forskning og utvikling i Geno, som driver avlsarbeid på melkeku i Norge.

Geno satser enda tyngre på genomisk seleksjon fremover.

– For å kunne velge ut de beste avlsdyra, får vi årlig informasjon om DNA-et til

6000 oksekalver og 6000 kvigekalver. I tillegg bruker norske bønder metoden på 15-20 000 kyr for avlsarbeid i egne besetninger, forteller Tajet.

All informasjonen bidrar på sikt til at den genomiske seleksjonen i ku-populasjonen blir mer treffsikker. Geno arbeider også med å utvikle teknologien videre.

Flere bruksområder

Borghild Hillestad er genetikkseksjonssjef hos SalmoBreed, et avlsselskap som leverer lakseegg til oppdrettere i Norge og andre land. Hun mener genomisk seleksjon er et viktig verktøy også innen lakseavl.

– Motstandsdyktighet mot virussykdommer og lakselus har vært sentralt siden vi tok metoden i bruk i 2015, sier genetikkseksjonssjefen.

– Når vi velger ut fisk til avl, er det viktig med mest mulig informasjon om enkeltindividet. Det får vi ved å se på DNA-et.

Hillestad forteller at de også nå tar inn slaktevekt og andre produksjonsegenskaper i arbeidet med genomisk seleksjon.

Også hos Graminor, som utvikler plantesorter for jord- og hagebruk i Norge, skal de ta i bruk genomisk seleksjon i sine avls-

programmer. Korn er særlig i fokus. Men det er ingen enkel jobb.

– Mange planter har en komplisert genetik, og er i tillegg veldig påvirket av miljøet. Det gjør arbeidet med genomisk seleksjon vanskelig, forteller Susanne Windju, som er plantebioteknolog.

Men Graminor har planer.

– Motstandsdyktighet mot sykdom kommer til å bli et satsingsområde for oss. I første omgang resistens som blir styrt av et fåtall gener for å teste ulike modeller for genomisk seleksjon, og etter hvert resistens der mange gener er involvert.

Windju legger til at hun på lengre sikt tror avling og egenskaper knyttet til dette, for eksempel lite kvalitetsskader, vil ha en plass innen genomisk seleksjon.

Ulike egenskaper

Når informasjon fra DNA blir brukt i avlsarbeid, kan avlsorganisasjonen velge å fokusere på et fåtall eller mange gener. Hvilke og hvor mange egenskaper som blir vektlagt i arbeidet med genomisk seleksjon, varierer. Eksempler på ulike kategorier av egenskaper er bedre sykdomsresistens, økt produksjonskapasitet og bedre kvalitet på matproduktet. Egenskaper som blir vektlagt er definert i avlsmålene hos de ulike organisasjonene, og målene blir også ofte endret med tiden. For eksempel kan klimaendringer gi nye mål, særlig innen planteavl. Hva som blir regnet som nyttige egenskaper, vil også variere med hvor man befinner seg i verden og hvilken produksjonsform som blir benyttet, for eksempel om det er konvensjonell eller økologisk produksjon.

Genteknologi

I genomisk seleksjon blir genteknologi brukt til å detaljkartlegge DNA. Men arvestoffet hos planten eller dyret blir ikke endret. Utvalget er derfor begrenset til den variasjonen som allerede finnes i en populasjon eller hos en art. Små endringer i arvestoffet, mutasjoner, oppstår spontant i naturen og gir genetisk mangfold. Vi kan deretter påvirke sammensetningen av gener i en populasjon ved å velge ut ulike individer som får formere seg og føre genene sine videre. Dersom det er behov for andre egenskaper, kan genteknologi brukes til å gjøre endringer i DNA-et eller justere hvordan gener blir uttrykt. Her er det imidlertid spesielle regler som gjelder for godkjenning til produksjon av mat eller fôr.

Men for planter er også andre metoder tilgjengelige for å skape større basis for utvalg, uten at de er definert som genmodifisering i lovverket.



– Vi bruker genomisk seleksjon i vårt avlsarbeid og satser enda tyngre fremover, sier Håvard Melbø Tajet, forskningssjef i Geno. Foto: Geno.



– Informasjon om DNA hjelper å velge ut individer med god motstandsdyktighet mot virus sykdommer og lus, forteller Borghild Hillestad fra SalmoBreed. Foto: Privat.



– Vi skal implementere genomisk seleksjon i våre foredlingsprogrammer, sier Susanne Windju fra Graminor. Foto: Fotograf Klingwall.

Kjemiske og fysiske metoder

Bestråling og kjemikalier gir nemlig brudd og dermed endringer av DNA-et. Resultatet kan bli planter med karaktertrekk som ikke foreldreplantene har. Metoden har vært i bruk innen planteavl i flere tiår. Men det er nesten helt tilfeldig hvor endringene oppstår. Man kan heller ikke styre hvilke endringer som skjer.

Internasjonalt er det registrert flere hundre plantesorter som er utviklet på denne

måten. Men Graminor har ikke benyttet seg av stråling eller kjemikalier.

– Vi får med for mange uønskede mutasjoner. Det er en altfor ressurskrevende metode for å få frem en god plante, sier Windju.

Graminor legger heller innsats i å bruke genetisk informasjon i sitt avlsarbeid.

Det er nemlig i genene at mye av hemmeligheten bak gode råvarer ligger. ♦



Ved å se på DNA-et til hver enkelt laks, håndplukker avlsselskap de beste individene til avl. Foto: iStock.

Genomisk seleksjon

Kort fortalt går genomisk seleksjon ut på å velge ut dyr og planter til avl basert på informasjon om deres DNA. Mesteparten av arvestoffet til et individ er identisk med arvestoffet til andre individer av samme type. Men på noen posisjoner, som kalles genetiske markører, er det små forskjeller mellom individene. Markørene ligger ofte inntil gener. Og markørene og genene blir som regel nedarvet sammen. Ved å lese av markørene får man dermed informasjon om hvilke genvarianter dyret eller planten har, og dermed hvilke egenskaper som kan komme til uttrykk. Avlsarbeidet går mye raskere fordi man ikke trenger å dyrke planten eller se på avkom etter dyret for å vurdere egenskaper. Det er også mulig å teste et større antall individer med potensiale for avl enn med tidligere metoder.

Din innebygde klokke er styrt av gener

Har du lurt på hvorfor vi jobber om dagen og sover om natta? Eller hvorfor blomstene åpner seg om morgenen og lukker seg om kvelden? Svaret finner du i genene.

Av: Graciela López Loop.

VI LEVER I EN VERDEN omgitt av klokker: På mobiltelefon, håndleddet og på datamaskinen. For de fleste går det ubemerket hen at også kroppen vår har klokker med syklus på 24 timer, som rytmisk finjusterer og koordinerer kroppens fysiologi med påvirkninger utenfra.

Fra bananflue til cirkadiske rytmer

Kunnskapen om denne biologiske klokka, eller cirkadisk rytme, går helt tilbake til 1700-tallet. Astronomen Jean Jacques d'Ortous de Mairan plasserte mimosablomster inni en hule med konstant lys, og observerte at blomstene åpnet og lukket bladene uavhengig av

solen. Etter hvert ble det kjent at både mennesker, planter og dyr har biologiske klokker som styrer døgnrytmen, men lenge visste man ikke hvordan de fungerte.

Bananfluer har spilt en viktig rolle i arbeidet med å klargjøre hva som styrer den biologiske klokka. På 1970-tallet oppdaget nemlig genetikere som arbeidet med bananfluer en genmutasjon som forstyrret de normale aktivitetsperiodene hos bananfluene. Forskerne kalte genet period (klokkegenet).

I løpet av de neste tiårene oppdaget forskerne at klokkegenet lager et protein, kalt klokkeprotein, som bygges opp om natten og brytes ned om dagen. I fjor ble forskningen kronet med Nobelprisen i medisin.

Organismenes tidsvoktere

Livet på jorda har med andre ord utviklet et system for å forutse de konstante endringene i miljøet. Det er mange miljøfaktorer som påvirker organismer, som matinntak, fysisk aktivitet, temperatur og søvn. Men det aller viktigste eksterne signalet for organismer når de skal synkronisere seg med miljøet, er lys.

Vi tror i dag at en indre klokke oppsto i alle organismer for rundt 700 millioner år siden. Gjennom tusenvis av år har de mole-

kylære klokkene i cellene utviklet seg fra enkle livsformer til multicellulære organismer. I mennesker er klokken lokalisert i en liten del av hypothalamus som heter supra-chiasmiske kjerne, som er på størrelse med et knappenålshode. Denne klokken er det som oppfatter hvilken tid av døgnet det er.

Hos organismer foregår det så et samspill mellom den sentrale klokken og de perifere klokkene ute i cellene, som fanger opp og koordinerer påvirkninger utenfra. For eksempel kopierer enkelte bakterier arvestoffet sitt om natten. Slik unngår de å bli skadet av UV-stråling fra dagslys. Hos oss mennesker blir kroppen fylt av søvnhormon om natten, som igjen brytes ned om dagen. I tillegg er klokken med på å styre søvn og våkenhet, blodtrykk, kroppstemperatur og avføring – som varierer gjennom et døgn.

Mer kunnskap om biorytme og sykdom

Hos pattedyr er det seks hovedgener som styrer denne cirkadiske rytmen i cellene. I våre moderne samfunn har den teknologiske utviklingen for lengst overgått evolusjonen. Det skaper både muligheter og utfordringer for vår indre klokke.

Ytre påvirkninger, som lys hele døgnet i form av kunstig lys, mat tilgjengelig i alle døgnetts 24 timer, oppvarming for jevn innnetemperatur, nattarbeid og en stillesittende livsstil, er på kollisjonskurs med programmerte kroppsoppgaver som er regulert av cirkadiske rytmer. Ubalansen kan forårsake søvnproblemer og metabolske syndromer som fedme og diabetes. Ny forskning viser at det kan være sammenheng mellom det å endre kroppens biologiske rytme og depresjon, og at for lite søvn kan gi økt risiko for å utvikle Alzheimers sykdom. ♦

Graciela López Loop er molekylærbiolog med doktorgrad fra Universitetet i Oslo i molekylærgenetikk.



Både mennesker og dyr blir styrt av en indre klokke, der klokkegenet lager et protein som bygger seg opp om natten og brytes ned om dagen. Foto: iStock.

Biobank over hele Norges befolkning

Nå skal blodprøver fra alle nyfødte lagres i evig tid. Hva innebærer det?

Av Elisabeth Gråbøl-Undersrud.

ALLE NYFØDTE I NORGE får et lite stikk i hælen et par dager etter fødsel. Blodprøven brukes til å undersøke om barnet har én av 25 alvorlige og sjeldne sykdommer. Hvert år får om lag 50 barn en diagnose etter positivt svar på screeningen. Flere av sykdommene er stoffskiftesykdommer som kan føre til hjerneskadene. Ved å starte behandling tidlig er det mulig å hindre varige skader. Flere av barna kan leve normale liv ved å unngå visse matvarer og leve på spesialdiett.

Nasjonal biobank

Blodprøvene fra hele landet blir analysert og oppbevart ved Nyfødtscreeningen ved Oslo Universitetssykehus. Til nå har blodprøvene blitt destruert etter seks år. Nå har Stortinget bestemt at prøvene skal lagres i til evig tid for å legge til rette for mer forskning. Det

«Ved å kartlegge hele arvematerialet får man en lang rekke opplysninger om barnets gener og sykdomsrisiko.

har ført til debatt i fagmiljøene og mediene.

Endringen fra seks år til varig lagring vil i praksis, over tid, innebære at vi får en biobank med prøver fra alle som er født i Norge. I høringsrundene før forslaget ble vedtatt, var mange kritiske til utvidet lagring, deriblant Bioteknologirådet, Datatilsynet og Nyfødtscreeningen selv. Alle var positive til utvidet lagring, men ønsker å begrense lagringstiden til 10-16 år. Andre instanser, som Kreftforeningen og Norsk forskningsråd, er positive til lovendringen. I Danmark lagres blodprøvene i 40 år, og blodprøvene blir i



Blodprøvene ved Nyfødtscreeningen har til nå blitt destruert etter seks år. Nå skal alle prøvene lagres til evig tid. Foto: Shutterstock.

større grad enn her hjemme brukt til forskning. Instanser som ønsker endringen velkommen, mener den vil gjøre det mulig for norske forskningsmiljøer å få de samme mulighetene som i Danmark.

Hvorfor er det så mye uenighet?

Det er enkelt å isolere DNA fra en blodprøve. Ved å kartlegge hele arvematerialet får man en lang rekke opplysninger om barnets gener og sykdomsrisiko. Nyfødtscreeningen er frivillig, med nær sagt 100 prosent oppslutning. Fagmiljøene ved Nyfødtscreeningen er bekymret for at tilliten skal svekkes når det blir varig lagring. Fører det til at nybakte foreldre sier nei til screeningen, kan barn få varige skader fordi de ikke fanges opp tidlig nok.

Det er også en potensiell fare for misbruk av dataene, med befolkningsovervåking og kontroll hvis dataene kommer i gale hender. Selv om det i Norge i dag er helt usannsynlig, vet vi ikke hvor vi står om 50, 100 eller 200 år.

«Data fra nyfødtscreeningen inneholder svært sensitive og private helseopplysninger som av personvern hensyn ikke bør koples til personopplysninger», skrev stortingsrepresentant Bent Høie i et spørretimespørsmål

til daværende helseminister Anne-Grete Strøm-Erichsen i 2011.

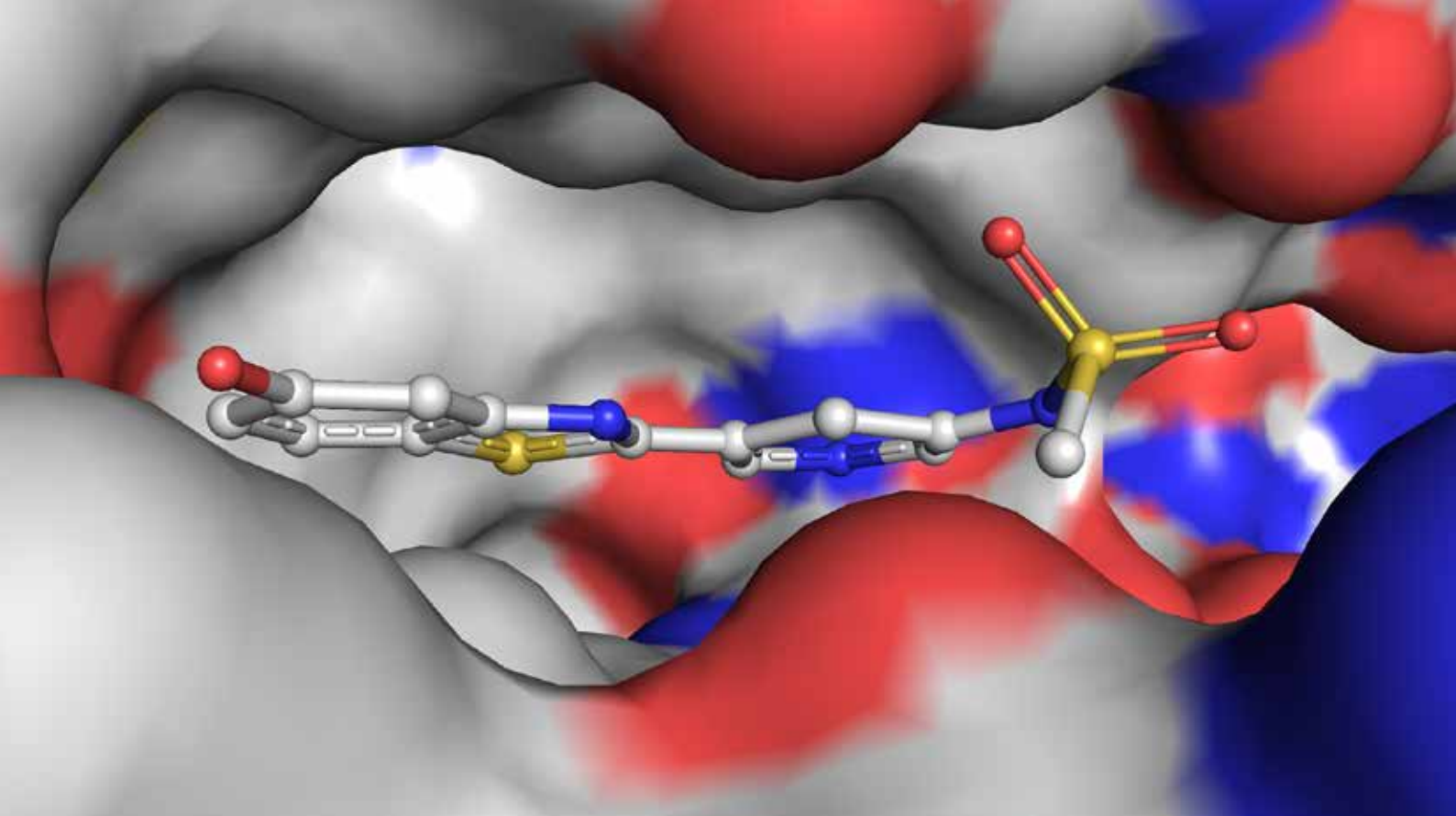
Nå sju år senere har regjeringen med Høie som helseminister innført varig lagring. Departementet legger i disse dager den siste finpussen på de praktiske detaljene rundt hvordan nyfødtscreeningen skal gjennomføres, med utforming av samtykkeskjema, god informasjon til foreldrene og muligheter til å reservere seg. ♦

Nyfødtscreeningens historie:

Nyfødtscreeningen startet i Norge allerede på 1960-tallet, og i 1976 ble den et tilbud til hele landet, hvor alle nyfødte ble screenet for Føllings sykdom. I dag screenes det for 25 sykdommer.

Internasjonalt varierer praksisen for hvor mange sykdommer nyfødte screenes for. I USA screenes det for 60 tilstander, mens England bare screener for ni.

Praksisen i de skandinaviske landene er ganske lik den i Norge.



Bildet viser hvordan et potensielt legemiddel passer inn i et område av enzymet DYRK1A. Aktiviteten av enzymet kan dermed bli påvirket. Modellen er laget etter kartlegging med røntgenkrystallografi. Foto: Ulli Rothweiler, UiT.

Utvikler medisin til personer med Downs

Personer med Downs har økt risiko for å utvikle Alzheimers sykdom. Om få år håper bioteknologiselskapet Pharmasum å kunne teste ut et medikament på mennesker. Løsningen fant de i havet.

Av Hilde Mellegård

ALZHEIMERS SYKDOM er den vanligste formen for demens, og gir ofte problemer med hukommelse, orienteringsevne og språk. Etter hvert som sykdommen utvikler seg, blir det vanskeligere å klare seg selv i hverdagen og personligheten svinner hen. Personer med Downs er spesielt utsatt. Det vil bioteknologiselskapet Pharmasum gjøre noe med.

– Mennesker med Downs syndrom har ti ganger større risiko for å utvikle Alzheimers sykdom enn andre mennesker. I tillegg slår sykdommen ofte ut tidligere i livet. Og personer med Downs er en gruppe som fortsatt ikke får så mye fokus i helsevese-

net, sier Anders Fugelli, som er daglig leder i Pharmasum.

Det ligger i genene

Men hvorfor er mennesker med Downs mer utsatt for demens?

– Kromosomene, som inneholder DNA-et vårt, opptrer i par. Mennesker med Downs har som regel en ekstra kopi av kromosom nr. 21 (trisomi 21), forteller Fugelli.

Nettopp på kromosom nr. 21 sitter det gener som man antar har betydning for utviklingen av Alzheimers. Disse personene får dermed en overdose fra genene sine.

Enzymer under lupen

Proteinkinaser er navnet på en gruppe enzymer som styrer mange ulike prosesser i cellen.

– Det finnes rundt 500 slike hos mennesker, (faktaboks). En av deres viktigste oppgaver er å regulere hvordan gener blir uttrykt, sier Fugelli.

Han forklarer hvordan proteinkinase kan slå gener av og på, og at de også kan fungere som en volumknapp ved at de demper prosesser eller gjør dem mer aktive.

– Prosesser som har med celledeling å gjøre, er typisk styrt på denne måten.

Overdose av DYRK1A

En type proteinkinase har fått navnet DYRK1A. Genet som koder for dette enzymet, sitter på kromosom nr. 21. DYRK1A styrer tidspunktet for når en celle i tidlig utvikling, en stamcelle, har delt seg nok ganger før den skal bli til en spesialisert celle, for eksempel en nervecelle. En over-

«Vi sikter mot utprøving på mennesker i 2020, det er for oss en viktig milepæl.



PST-900 er et lovende medikament mot demens hos Downs-personer, mener Anders Fugelli, daglig leder i Pharmasum. Foto: Hilde Mellegård

dose av dette enzymet fører til at stamcellene blir til nerveceller for tidlig, før det er laget et tilstrekkelig antall celler.

Fugelli forteller at DYRK1A påvirker flere biologiske prosesser som har betydning for utviklingen av Alzheimers. For mye av enzymet kan dermed bidra til at Downs-personer oftere og tidligere utvikler denne sykdommen.

Betydning for hjernens utvikling

Selv om for mye av enzymet kan knyttes til demens, så klarer vi oss dårlig uten.

– DYRK1A er viktig for hjernens utvikling. Dyrestudier har vist at det å slå ut genet, kan være dødelig eller gi utviklingsforstyrrelse, sier Fugelli.

Pharmasum utvikler nå et medikament som i stedet hemmer aktiviteten til DYRK1A. Medikamentet har de gitt navnet PST-900.

Lette i havet

Hvordan fant så gründerne i bioteknologiskapet frem til PST-900? Tidligere arbeidet Fugelli sammen med forskere ved Universitetet i Tromsø (UiT), der de lette etter stoffer fra havet som kunne brukes mot kreft. Men ingen av stoffene som forskerne fant hindret kreftutvikling. I testingen snublet de imidlertid over noe helt annet. Noen av stoffene som forskerne brukte for å utføre selve testingen, hadde potensiale til å hemme utvikling av demens.

Spesialtilpasset nøkkel

Denne oppdagelsen var nemlig utgangspunktet for PST-900 og etableringen av Pharmasum. Siden den gang har forskerne

endret på og prøvd ut ulike varianter av dette stoffet.

Det er ved UiT mesteparten av aktiviteten i selskapet foregår. Her jobber også John Sigurd Svendsen, som er medgründer og professor i kjemi. Forskerne bruker blant annet røntgenkrystallografi, som er en teknikk der man tar røntgenbilder av proteiner for å se på struktur og binding mellom protein, i dette tilfellet DYRK1A, og et mulig legemiddel. Slik kan man finne den perfekte «nøkkel-i-lås»-kombinasjonen. Ut fra bildene ser forskerne om medikamentet («nøkkelen») må «files» eller justeres ytterligere for å kunne passe i protein-«låsen» for å ha effekt.

Foruten aktiviteten i Tromsø leier Pharmasum også arbeidskraft i Storbritannia og India. En samarbeidspartner i USA skal hjelpe til med kliniske studier.

Forsøk i mus

Forskerne har testet PST-900 i studier med mus som har genetiske forandringer som tilsvarer Downs syndrom hos mennesker. Forsøksmusene har også redusert evne til læring og dårligere hukommelse. Resultatene fra studiene er lovende.

– Når forsøksmusene fikk medikamentet i maten, oppførte disse seg på en tilnærmet normal måte. Hos kontrollgruppen derimot, som ikke fikk dette medikamentet, oppførte musene seg som før – de husket dårlig.

Fra nerveceller på laboratoriet til testing på mennesker

Men mus er ikke nødvendigvis gode modeller for å studere sykdom i hjernen hos mennesker. Første utprøving av medikamentet

var derfor på en samling nerveceller på laboratoriet. Hudceller fra Downs-personer med demens ble først programmert tilbake til stamceller, før de ble tilsatt ulike faktorer som gjorde at de utviklet seg til nerveceller. Og disse cellene hadde også problemer med å utvikle seg på riktig måte.

– Ved å tilsette PST-900 til stamcellene økte vi antall nerveceller, sier Fugelli.

Det er imidlertid lang vei fram før medikamentet kan være på markedet. Effekt og sikkerhet må være grundig dokumentert, noe som vil kreve flere dyrestudier.

– Men vi sikter mot utprøving på mennesker i 2020, det er for oss en viktig milepæl. ♦

Pharmasum Therapeutics AS

Etablert: 2014

Formål: Utvikler nye medisiner for behandling av sykdommer knyttet til hjernen og immunsystemet.

Mottar støtte fra Norges Forskningsråd og Innovasjon Norge.

Proteinkinaser

Proteinkinaser er en stor gruppe av enzymer. Enzymer er katalysatorer, som påskynder kjemiske prosesser i cellene hos levende organismer. Proteinkinaser katalyserer fosforylering av proteiner, som betyr at fosfatgrupper settes fast på proteinkjedene.

Forsøksdyret som ikke får deg til å nyse

Sebrafisken er den moderne forsøkskaninen. Men hva brukes den egentlig til? Og hvordan forsker vi på den?

Av Eeden (14), Alisha (13), Karla (13) og Hilde (40)

Alisha, Karla og Eeden dro på besøk til professor Peter Aleström og kollega Erik Rasmussen for å lære om sebrafisk, som blir brukt i forskning over hele verden. Peter og Erik har, sammen med andre forskere, flere tusen fisk ved Veterinærhøgskolen i Oslo (Norges miljø- og biovitenskapelige universitet).

En supermodell

– Kan forskning på sebrafisk hjelpe mot sykdom hos mennesker?

– Ja, det kan det. Sebrafisken er et bra modelldyr for mange sykdommer hos mennesket, forteller Peter.

Forskere kan finne ut hvilke gener som er viktige for at fisken blir syk. Og de kan gjøre endringer i genene og se hvordan fisken blir påvirket. Kanskje den blir frisk.

– Det vi lærer ved å studere fisken, kan være viktig for å forstå hvorfor mennesker blir syke. Da kan vi også lettere lage medisiner som virker.

– Hvorfor blir sebrafisk ofte brukt til forskning?

– Sebrafisken passer godt til forskning. Blant annet fordi fisken lever i et akvarium og tar liten plass, sier Peter.

Sebrafisken får også ofte og mange barn. Hunnfisk gyter egg og hannfisken sprøyter melke (sæd) over eggene. Dette skjer ukentlig på laboratoriet. De befruktede eggene, embryoene, er gjennomskjinnelige. Det er derfor lett å studere cellene og etter hvert

Peter forteller at de har i dag 2-3000 fisker i laboratoriet sitt. De svømmer rundt i gjennomskjinnelige kar.
Alle foto: Hilde Mellegård



organene i mikroskop uten at fisken blir skadet.

En annen grunn til at det er bedre å bruke sebrafisk enn for eksempel mus, er at mus kan gi allergiske reaksjoner hos enkelte forskere, forteller Peter.

Stråling og miljøgifter

– Hva forsker dere på?

– Vi studerer hvordan fiskeembryoet blir påvirket av radioaktiv stråling og miljøgifter. Da bruker vi naturlige mengder stråling, som mennesker også blir utsatt for hver dag. På den måten kan man sammenligne påvirkning fra stråling mellom sebrafisker og mennesker, sier Peter.

Peter og andre forskere har funnet ut at ved de laveste dosene av stråling og miljøgifter blir omtrent 17 gener påvirket. Høyere dose stråling gjør at enda flere gener blir påvirket. Genene kan bli skadet.

Sebrafisk-forskerne har også gjort endringer i fiskens gener. Da kan fiskene få helt andre egenskaper enn de egentlig ville hatt. De kan for eksempel bli gjen-



En del undervisningsvideoer kan ses gjennom VR-briller. Morsomt, synes Eeden.



Videoer i appen gjør at det blir lettere å forstå hvordan et fiskeegg utvikler seg.

nomsiktige om man fjerner et gen som gir farge, eller de kan bli selvlysende dersom et gen fra ildflue blir satt inn. Endring av gener kan fortelle oss om hvordan genene fungerer og hvilke oppgaver de har.

App og VR-briller

Hvis du vil vite mer om sebrafisken, så har Peter og andre på universitet laget en app, «The Zebrafish App» for studenter og elever. Eller hva med å studere fiskene gjennom VR-briller? Forskerne ved Veterinærhøgskolen har nemlig også produsert 360 graderfilmer. De planlegger også å sende ut «e-ZF (elektronisk sebrafisk) kits» til skoler, slik at de kan gjennomføre forsøkene som blir demonstrert i appen.

Men det stopper ikke der. Det er også laget egne sanger om den moderne forsøkskaninen.

– Vil dere høre litt musikk før dere går? spør Peter, og setter på en lystig sang om sebrafisken. Vi nynner fortsatt på de muntre tonene da vi går derfra.

FAKTA: Sebrafisk

Sebrafiskene kommer fra varme strøk i India. Den liker ikke kaldt vann, og vil ha omtrent 28 grader i vannet. Den lille stripete fisken brukes til mange typer forskning, blant annet fordi forskerne enkelt kan studere utviklingen fra befruktet egg til voksen fisk. De befruktede eggene utvikler seg utenfor fiskekroppen og er gjennomsiktige. Forskerne kan se om denne utviklingen går normalt eller ikke i mikroskop.

Utviklingen til voksen fisk går raskt. Etter fem dager har fiskeembryoet utviklet seg til en larve som må mates. Da må forskerne følge bestemte regler dersom de vil forske mer på fiskene. Omtrent 70 prosent av genene til sebrafisken og mennesket er like. Men sebrafisken har flere gener enn oss. Den har omtrent 26 000 gener, mens vi mennesker har kun cirka 22 000.

Returadresse:
Bioteknologirådet
Stortingsgata 10
0161 Oslo



Takk for alle innspel om genteknologilova!

Bioteknologirådet bad om folks meiningar om korleis framtidens genteknologilov bør vere. Vi er svært fornøyde med responsen. Til saman har vi fått inn 49 innspel. Desse synspunkta er viktige når Bioteknologirådet i løpet av hausten 2018 leverer den endelige tilrådinga om korleis framtidens GMO-regelverk bør sjå ut. Takk!

Oversikt over alle innspel, Bioteknologirådet sitt forslag til korleis framtidens GMO-regelverk bør sjå ut og bakgrunnsinformasjon finn du på www.bion.no

Kommande arrangement:

Arendalsuka: Korleis skal genredigert mat regulerast i framtida?
Heile verdikjeda, frå forskning og matproduksjon til politikk og forbrukarorganisasjonar, tar GMO-debatten i:

Arendal, 15. august kl. 12.00 – 14.30

For meir informasjon og påmelding: bioteknologiradet.no/arrangementer

bioteknologiradet.no

Biotekquiz

Spørsmål

1. Kva land var først ute med ei lov om kunstig befruktning?
2. Kva for eit forskingsdyr har vært viktig i kunnskap om den biologiske klokka?
3. Eit politisk parti i Noreg seier ja til altruistisk surrogati. Kva for eit?
4. Kor mange barn i Noreg får kvart år avdekka alvorlige og sjeldne sjukdommar ved nyfødtscreening?
5. Om lag kor mange prosent av gena til sebrafisk og mennesket er like?

Svar 1. Noreg, i 1987. 2. Bananflua. 3. Venstre. 4. Om lag 50 barn. 5. Om lag 70 prosent.