

GENialt

Tidsskrift fra Bioteknologirådet // 3-2014// 23. årgang

Hvordan skal vi lage barn?

Side 8

Bioteknologiloven
evalueres

Side 3

Elever
gir råd

Side 7



Eggdonasjon: Gravid med en annens egg.....	4
Skal egg og sæd likestilles?	6
Vil ha råd fra skoleelever	7
Assistert befruktning: Fortell barnet hele historien	8
Vil forby gensnoking.....	10
Cellulose på tanken	11
God nyhet om antibiotika	12
Designer bakteriefabrikk	14
Bok: På sporet av neandertalernes gener.....	16
Eksperimentell ebolamedisin	17
Ungt blod gjer gamle mus nye	18
- Vi må forme framtidens bioteknologi sammen	19



7



11



16



Bioteknologiloven skal revideres, og en av paragrafene som skal diskuteres er forbudet mot eggdonasjon.

GENjalt 3-2014 // 23. årgang

Redaksjonen avsluttet: 8. september 2014

Ansvarlig redaktør: Sissel Rogne

Redaktør: Andreas Tjernshaugen

Redaksjonsmedarbeidere:

Ida Kroksæter og Audrun Utskarpen

Opplag: 7900

Kommer normalt ut fire ganger i året og sendes gratis til alle interesserte.

Utgiver: Bioteknologirådet

Adresse: Stortingsgata 10, 0161 Oslo

Internett: www.bioteknologiradet.no

E-post: post@bioteknologiradet.no

Design: Dugg Design

Trykk: RK Grafisk AS

ISSN (trykt utgave) 0804-225X

ISSN (nettutgave) 1502-7619

Bioteknologirådet er et frittstående, regjeringsoppnevnt organ, og ble første gang oppnevnt i 1991. Fram til 1. juni 2014 het organet Bioteknologinemnda. Bioteknologirådet er hjemlet i lov om humanmedisinsk bruk av bioteknologi m.m. (bioteknologiloven) og lov om framstilling og bruk av genmodifiserte organismer (genteknologiloven).

Bioteknologirådet gir råd i saker som gjelder bruk av bio- og genteknologi på mennesker, dyr, planter og mikroorganismer. Videre skal Bioteknologirådet skape debatt og tilby informasjon. I sine vurderinger skal rådet spesielt vektlegge de etiske og samfunnsmessige konsekvensene ved bruk av moderne bioteknologi.

Bioteknologirådet har 15 medlemmer og fem varamedlemmer som er oppnevnt for perioden 2014–2017. I tillegg deltar seks departementer som observatører.

Bioteknologirådets sekretariat holder til i Oslo sentrum. Bioteknologirådet har et budsjett på 8,8 millioner kroner for 2014.



Å tvile seg fram til svar

Av Kristin Halvorsen, leder for Bioteknologirådet

Bioteknologirådet har fått et år på seg av helseminister Bent Høie til å gi råd om revidering av bioteknologiloven. Denne loven regulerer bruken av blant annet assistert befruktning, fosterdiagnostikk, gentester og genterapi i Norge. Bioteknologirådet bestemmer ikke hva som skal være lov og forbudt innenfor bioteknologifeltet. Vår oppgave er å skape debatt og gi råd som regjeringen og Stortinget kan følge eller la være.

I mange politiske saker er det lett å ta klare standpunkt uten å være i tvil. Men i mange av spørsmålene Bioteknologirådet diskuterer – for eksempel om eggdonasjon skal bli tillatt i Norge – kan jeg argumentere både for og imot. Ulike syn er representert i de fleste partier og går på kryss og tvers av den politiske høyre- og venstreaksen.

I dette nummeret av GENialt har vi snakket med Kari Kjonaas Kjos (FrP) og Kjersti Toppe (SP), som begge sitter i helse- og omsorgskomiteen på Stortinget. De deler sine tanker om eggdonasjon og viser tydelig hvor komplisert spørsmålet er.

Noen vil spørre seg hvorfor vi ikke tillater eggdonasjon når vi har tillatt sæddonasjon i Norge i flere tiår. I dag kan alle være trygge på at den kvinnen som føder deg, er moren din. Dersom vi tillater eggdonasjon åpner det for at morsrollen deles mellom opptil flere personer. Et barn kan få både en genetisk mor (eggdonoren), en biologisk mor (kvinnen som føder) og en juridisk mor (kvinnen som oppdrar barnet). Er dette greit? Og hvis du svarer ja på det spørsmålet – er det greit sammen med sæddonasjon, slik at ingen av foreldrene er barnets biologiske opphav?

Eggdonasjon er mange kvinners eneste mulighet til å bli gravide selv, og slik få oppleve å bære fram og føde et barn. Det er riktignok ingen rett å få barn, men for mange er det et veldig sterkt ønske, og barnløshet kan være en av livets største sorger for dem det rammer. Dersom vi har mulighet til å

endre på dette, men velger å ikke gjøre det, så bør argumentene veie tungt.

Tre prosent av alle barn i Norge fødes nå ved hjelp av forskjellige former for assistert befruktning. Når vi som samfunn medvirker til at barn blir til gjennom assistert befruktning, har vi ansvar for at dette skjer på en måte som sikrer barnets rettigheter og interesser. Barnas beste må gå først.

Å ta hensyn til barna betyr ikke at vi alltid må ha et mest mulig restriktivt regelverk for assistert befruktning. Mange barn har en god oppvekst i utradisjonelle familiekonstellasjoner. Likevel står jeg fast ved at barnas interesser må vektlegges mest når

» Å ta hensyn til barna betyr ikke at vi alltid må ha et mest mulig restriktivt regelverk for assistert befruktning.

vi diskuterer de grunnleggende spørsmålene om assistert befruktning. Og de som utfører assistert befruktning, har et ansvar for at barnas beste settes først.

Vi som sitter i Bioteknologirådet har allerede startet diskusjonene. På rådsmøtene har vi en åpen og søkende tone. Vi lytter til hverandres synspunkter. Jeg har tidligere opplevd å komme til et møte med ett standpunkt i en sak, blitt i tvil etter å ha møtt motforestillinger og skiftet standpunkt til neste møte når vi diskuterte den samme saken på nytt. Slik er det for de andre medlemmene også. Og vi hører fra politikerne at de ofte ikke er mest interessert i hvordan vi konkluderer: De har minst like stort utbytte av å lese argumentasjonen som ligger bak de ulike standpunktene.

Innen bioteknologi gjøres det store fremskritt hver dag. Det krever også en jevnlig evaluering av lovverket. Bioteknologiloven ble sist evaluert i 2003, og et drøyt



tiår senere er den oppe til ny vurdering. Bioteknologirådet skal gjennom det kommende året gi sine innspill, så skal regjeringen gjøre sine valg, og en ny lov kan være på plass om 2–3 år. Sammen må vi jobbe for å utvikle et lovverk som kan stå i ti, eller kanskje femten, nye år. Lovverket i Norge må speile de felles verdiene samfunnet vårt er grunnlagt på. Nettopp derfor ønsker vi i Bioteknologirådet at flest mulig engasjerer seg i disse debattene det kommende året. Vi ønsker å få alle gode argumenter frem i lyset, så lovverket kan bli så godt som mulig – også for de norske barna som unnfanges ved assistert befruktning i årene som kommer.

Kristin Halvorsen

Eggdonasjon:

Gravid med en annens egg

Gjennom eggdonasjon kan kvinner bære fram og føde barn selv om de ikke selv har brukbare egg.

Av Lisa Nordøen

BIOTEKNOLOGILOVEN skal evalueres. En av lovens omstridte paragrafer er forbudet mot å overføre egg fra én kvinne til en annen.

Eggdonasjon innebærer at eggceller høstes fra en kvinne (donoren) etter en periode med hormonstimulering. Høstingen skjer under lokalbedøvelse ved at en nål føres inn i skjeden og stikkes gjennom skjedeveggen fram til eggstokkene. Nålen føres inn i modne eggposer, og eggcellene suges ut. De høstede eggcellene befruktes så med sæd og ett av de befruktete eggene settes inn i livmoren til en annen kvinne (mottakeren). Mottakeren har på forhånd blitt hormonstimulert slik at embryoet kan feste seg i livmorveggen. De eggene som ikke blir brukt, fryses ned og oppbevares til eventuelle framtidige forsøk på å få barn.

Hvem er eggdonasjon for?

Eggdonasjon ble utviklet som et medisinsk tilbud til unge kvinner med redusert eggstokkfunksjon, men ble straks etterpå tilbudt kvinner i slutten av 30-årene og begynnelsen av 40-årene. Gode resultater med eggdonasjon fra unge kvinner til eldre kvinner viste at eggcellenes alder og kvalitet var viktigere enn mottakerkvinnens alder.

Mange forbinder eggdonasjon med kvinner som får barn sent i livet, men det kan være mange grunner til at kvinner søker om eggdonasjon. Det kan være aktuelt for kvinner som kommer i tidlig overgangsalder, eller har hatt flere mislykkede forsøk med assistert befruktning, og som av en ukjent årsak har dårlige egg. Eggdonasjon kan være eneste mulighet for kvinner som har vært nødt til å fjerne eggstokkene på grunn av cyster eller svulster, eller kvinner som har fått nedsatt eggstokkfunksjon

etter cellegift- eller strålebehandling i forbindelse med kreft. Det kan også være aktuelt for kvinner med en alvorlig, arvelig sykdom som ikke ønsker å videreføre sine egne gener.

Eggdonasjon er forbudt i Norge, men er tillatt i minst 22 europeiske land, inkludert Sverige, Danmark, Finland og Island. Det finnes i dag ingen offentlig oversikt over hvor mange som ville benyttet seg av eggdonasjon dersom dette var et tilbud. Fagmiljøene tror at rundt 200 norske par i året er ufrivillig barnløse og kan tenke seg å benytte eggdonasjon. Det finnes heller ingen

man velge å donere bort de eggcellene man selv ikke bruker. I enkelte land, for eksempel Israel, er det bare kvinner som selv gjennomgår assistert befruktning, som kan donere bort eggceller.

Denne praksisen er ikke uten betenkeligheter. Det er vanlig at kvaliteten på de høstede eggcellene varierer, og at ikke alle egner seg til befruktning. Dermed kan eggdonoren oppleve at hun ikke blir gravid med de eggene hun har valgt til seg selv, mens kvinnene hun delte eggene med, blir gravide. Dette kan være problematisk for donoren, som kan føle at hun ga bort de «gode» egg-

» Mange forbinder eggdonasjon med kvinner som får barn sent i livet, men det kan være mange grunner til at kvinner søker eggdonasjon.

oversikt over hvor mange kvinner som er villige til å donere bort sine egg, eller hvordan en eventuell etterspørsel skal møtes.

Hvor kommer eggene fra?

Et spørsmål som sjeldent diskuteres når man snakker om å tillate eller forby eggdonasjon, er hvordan man skal møte en eventuell etterspørsel etter egg. Hvem skal donere bort sine egg, og hvordan skal eggdonorer rekrutteres? I de landene som tilbyr assistert befruktning, ordnes dette på forskjellige måter.

I enkelte land praktiseres det som kalles «egg sharing». Ved befruktning utenfor kroppen, såkalt prøverørsbehandling, blir det rutinemessig høstet ut flere eggceller (10–12) enn det paret selv benytter. Da kan

cellene. I tillegg kritiseres ordningen for å ofte inkludere en rabatt på behandlingen til de som donerer bort overtallige eggceller: Dette skaper et økonomisk insentiv som sår tvil om frivilligheten til donoren.

I flere land, som for eksempel Danmark, er det vanlig at donoren er i slekt med kvinnen som skal motta eggcellen og bære fram barnet. Det er også vanlig i Belgia, hvor par som søker om eggdonasjon kan velge mellom tre donasjonsløsninger: kjent donor (da bringer paret med egenrekruttert donor), «kjent, anonym» donor (paret bringer egenrekruttert donor, men eggene plasseres i en pott sammen med egg fra flere andre donorer) og anonym donor (altruistisk donerte egg).

Undersøkelser viser at motivasjonen for å donere egg varierer mellom donorer som



Skal eggdonasjon bli lovlig i Norge? Forbudet mot å overføre egg fra én kvinne til en annen er en omstridt paragraf i bioteknologiloven. Foto: iStock

kjenner mottakerparet, anonyme donorer og kommersielle donorer. Noe som likevel går igjen i flere land, er et underskudd på eggdonorer. I Norge er det for øvrig begrenset tilgang på donorsæd, og tilgjengeligheten varierer fra uke til uke. Oslo universitetssykehus meldte i mars 2014 at det må påregnes tre måneders ventetid, men den har ofte strukket seg så langt som to år. Det er naturlig å tro at man kan forvente lang ventetid også for et eventuelt tilbud om eggdonasjon.

Medisinsk og psykologisk risiko

For kvinner som ønsker å donere bort egg er den medisinske risikoen liten. Høsting av eggceller er et minimalt invasivt medisinsk inngrep. Selv om alle medisinske inngrep er forbundet med en risiko, er den medisinske risikoen for eggdonor i hovedsak knyttet til hormonstimuleringen. Det er vanlig å føle oppblåsthet eller smerte. Forskning på eggdonorer viser at de tåler donasjonsprosessen godt. I Danmark er det gjort flere

undersøkelser blant eggdonorer, og flere kvinner ga uttrykk for at det var de praktiske sidene, blant annet reising til og fra klinikken, som var det mest negative med prosessen.

Det som anses som en risiko i forbindelse med eggdonasjon, er oftere psykisk enn fysisk. I land hvor eggdonasjon er tillatt, viser undersøkelser at par som søker assistert befruktning, ofte foretrekker at eggdonor er en person de kjenner, mens sæddonor helst bør være en de ikke kjenner. Hvis et par velger en sæddonor eller en eggdonor som de er i familie med, eller en venn, løper man en psykososial risiko for at båndet kan føles for tett, og at det kan oppstå uenighet rundt barnets oppdragelse. Når barnet på et tidspunkt blir klar over at den genetiske moren er en søster eller venninne av mottakeren, kan det skapes psykologiske tilknytninger som blir problematisk for barnet, mottakeren av egget og eggdonoren.

I Danmark, hvor donoren ofte er i slekt

med kvinnen som skal motta eggcellen og bære fram barnet, gjennomgår donoren en psykologisk vurdering, slik at behandlerne er sikre på at donasjonen er frivillig.

Ulike oppfatninger

Det er ulike oppfatninger om befruktningsudyktighet er en sykdom, men det er generelt akseptert at det kan være en stor belastning å ikke kunne få egne barn, dersom et par ønsker seg det. Metoder for befruktning utenfor kroppen oppfyller derfor et stort behov for ufrivillig barnløse.

Ulike metoder for befruktning utenfor kroppen har ført til mange diskusjoner om det er en rett å få barn – og om innføring av slike metoder også betyr at det er en rett å få samfunnets hjelp til å unnfange barn, så lenge det skjer med metoder som er etisk akseptable. Bioteknologirådet vil i løpet av våren 2015 komme med en uttalelse om eggdonasjon. ♦

Les tilhørende sak på neste side.

Skal egg og sæd likestilles?

Den politiske debatten går høyt om eggdonasjon. Lederen og nestlederen av Stortingets helse- og omsorgskomite står på hver sin side.

Av Lisa Nordøen

KARI KJØNAAS KJOS fra Fremskrittspartiet er leder for helse- og omsorgskomiteen og vil tillate eggdonasjon i Norge.

– Det er én grunn; likebehandling, sier Kjønnaas Kjos til GENiAlt.

Assistert befruktning med donorsæd har nemlig vært tillatt og praktisert i Norge i flere tiår.

Første nestleder i helsekomiteen, Kjersti Toppe fra Senterpartiet, vil derimot opprettholde forbudet mot eggdonasjon. Hun mener likestilling og likebehandling mellom menn og kvinner ikke kan brukes som et isolert argument når det gjelder bioteknologiske spørsmål:

– Assistert befruktning handler i stor grad – og kanskje først og fremst – om tredjeparten, nemlig barna, og deres liv og rettigheter.

Hvem er mor?

– Med eggdonasjon får barnet en genetisk mor (eggdonoren) og en biologisk mor som bærer frem og føder det. Slik blir begrepet biologisk mor vanskeligere å forstå og akseptere for barnet, også når det blir voksent. Dette er enklere ved sæddonasjon, der det ikke er uklart hvem som er din biologiske far. Alle barn har rett til å i størst mulig grad kjenne sine biologiske foreldre. Det betyr mye for mange, sier Kjersti Toppe.

– Det er ikke slik at mor alltid har vært mor, sier Kari Kjønnaas Kjos. – Mange barn vokser opp og tror at mor er mor. Enkelte har i voksen alder oppdaget at kvinnen som bar han eller henne frem, er en annen. De fleste mener fortsatt at mor er den som de opplevde som mor gjennom oppveksten. En som bærer frem, føder og oppdrar et

» – Eggdonasjon vil gjøre grensene for å tillate surrogati mer uklare.

barn vil være like mye mor, enten man er blitt til av mors egne egg, eller av en annen kvinnes egg. Akkurat som at far som har vært der hele tiden, oppleves som far, selv om han ifølge genene ikke er det.

Mer krevende

Diskusjonen om eggdonasjon handler i stor grad om eggdonasjon kan sidestilles med sæddonasjon, eller om det finnes forskjeller som gir grunn til å ha ulike regler.

– Eggdonasjon er et inngrep hvor man flytter eggceller fra kvinne til kvinne. Det er derfor etisk og medisinsk mer problemfylt enn sæddonasjon. Assistert befruktning er et tilbud vi skal gi, men det må gå en grense, sier Toppe.

– At det ene er mer krevende enn det andre på grunn av kjønn, synes jeg ikke er noe godt argument for å forskjellsbehandle. Det vil uansett bli opp til den enkelte kvinne om de ønsker å utsette seg for en slik krevende prosess, sier Kjønnaas Kjos.

Senker terskelen?

Kjersti Toppe er opptatt av at dersom man åpner for eggdonasjon, vil dette også senke terskelen for å åpne for surrogati, altså at en kvinne bærer fram et barn for andre.

– Eggdonasjon vil gjøre grensene for å



Kari Kjønnaas Kjos (Frp) vil tillate eggdonasjon i Norge.



Kjersti Toppe (Sp) vil opprettholde forbudet mot eggdonasjon.

tillate surrogati mer uklare. Det eneste som da skiller eggdonasjon fra surrogati, er at kvinnen som bærer fram barnet, ikke er den samme kvinnen som oppdrar barnet, sier Toppe.

Kari Kjønnaas Kjos mener på sin side at et ja til eggdonasjon ikke trenger å bety et ja til surrogati.

– Om man er imot surrogati, så er man mot surrogati uavhengig av om man er for eller mot eggdonasjon. For meg har det ene ikke noe med det andre å gjøre. Jeg er mot surrogati når det handler om kjøp og salg av mennesker. Jeg skiller imidlertid noe mellom de som betaler en fremmed kvinne for å bære frem sitt barn, og søstre som stiller opp for hverandre gratis. Det er vanskeligere å si nei til det siste, men jeg er altså mot det første. ♦

Vil ha råd fra skoleelever

Bioteknologirådet inviterer videregående skoler i hele landet til å fremme sine synspunkter på fremtidens bioteknologi.

Av Truls Petersen

– **VI VIL HØRE DE** unge voksnes tanker om hvordan fremtidens bioteknologilov bør se ut, sier direktør i Bioteknologirådet, Sissel Rogne.

– De som er unge i dag vil bli stilt overfor valg som ikke fantes tidligere, om for eksempel assistert befruktning, gentester eller nye medisiner. De skal dessuten ikke bare leve i og med en annen virkelighet, men også være med å forme denne, sier leder for Bioteknologirådet, Kristin Halvorsen.

Prosjektet har fått navnet Ungdommens bioteknologiråd, og vil bestå av et undervisningsopplegg til bruk i fellesundervisningen i naturfag. Elevene skal jobbe i grupper og sende inn besvarelsene til Bioteknologirådet. Rådet skal bruke innspillene i eget arbeid, samt formidle disse videre – blant annet på egne nettsider.

Råd til politikerne

En gruppe elever vil bli invitert til Oslo for å gå gjennom besvarelsene og velge ut de viktigste synspunktene på hvordan bioteknologi bør brukes i framtiden, litt på samme måte som Bioteknologirådet jobber. Møtet skal munne ut i skriftlige råd som skal overleveres helse- og omsorgsminister Bent Høie.

Ministeren har i uttalelser lagt vekt på at debatten om bioteknologi bør gå på bred front og inkludere mange. For Bioteknologirådet er dette særlig viktig nå som loven skal revideres.

Viktige innspill

Sissel Rogne forteller at skolene alltid har vært en viktig målgruppe for Bioteknologirå-



Bioteknologirådet vil ha råd fra ungdommen om hvordan fremtidens bioteknologilov bør se ut. Foto: iStock

det. Nå som bioteknologiloven skal evalueres, ønsker rådet å styrke satsingen mot skolene.

– Dagens bioteknologilov skal gjennomgås og oppdateres. Fram til sommeren 2015 skal rådet diskutere seg fram til en rekke innspill til hvordan en ny lov bør være. Innspill fra skoleelever og mange andre er viktig i dette arbeidet, sier hun.

Faglige og etiske minefelt

I forslaget til undervisningsopplegg har Bioteknologirådet tatt utgangspunkt i læreplanene i naturfag som er felles for alle på videregående skole. I disse er det lagt vekt på både faglig kunnskap og etikk.

– Mange av spørsmålene rundt bruk av bioteknologi handler om verdier. Disse kan ikke besvares av forskere eller andre eksperter alene – vi er alle eksperter på egne liv og hva som er viktig for oss. Dette er en viktig grunn til at verdispørsmål må løftes ut av ekspertpaneler og til folket. Alle bør trene på å reflektere rundt egne verdier, sier Halvorsen.

Samtidig er fagkunnskap viktig for å gjøre gode etiske vurderinger:

– Bioteknologi er komplisert. For å drøfte etiske sider ved teknologien, trengs faglige kunnskaper. Man må rett og slett vite hva saken handler om og hva som står på spill, sier Halvorsen.

Direktør Sissel Rogne minner om at det heller ikke er slik at alle forskere alltid er enige om det vitenskapelige:

– Det er typisk for bioteknologi at det ofte er kraftig strid mellom forskere. Dette er en av grunnene til at vi også trenger tverrfaglighet og mange stemmer blant ekspertene, sier direktøren. ♦

Tilbud til skolene

Undervisningsopplegget er utarbeidet av Bioteknologirådet i samarbeid med Ann Kristin Ødegård Østvik, lærer i naturfag ved Elvebakken videregående skole i Oslo.

Innholdet er tilpasset fellesundervisningen i naturfag i videregående skole.

Oppgavene er delt inn i fire emner:

- Gentester
- Assistert befruktning
- Fosterdiagnostikk og preimplantasjonsdiagnostikk
- Genterapi, stamceller og syntetisk biologi.

Undervisningsopplegget blir klart i løpet av høsten, og gjennomføres på skolene våren 2015.

Følg med på bioteknologiradet.no/skole

Assistert befruktning:

–Fortell barnet hele historien

Familieterapeut Tone Bråten har skrevet barnebok om sæddonasjon for å få samtalen i gang,

Av Hallvard Kvale



HUN OG MANNEN hadde akkurat fått tvillinger etter fire prøverørsforsøk da hun skulle fullføre utdannelsen som familierapeut ved Diakonhjemmet Høgskole for fem år siden. Hun har bare godord om legene og sykepleierne som hjalp dem underveis, men savnet noen som hadde tid til å diskutere alle de ulike tankene og følelsene som oppstår på veien.

– Mange par får skyhøye forventninger til første forsøk med assistert befruktning – nå får de jo endelig hjelp. Da kan det bli en skikkelig nedtur hvis det ikke går første gangen. Jeg pleier å si at det er som å ha studert et fag et helt år, og så kommer du på eksamensdagen og finner ut at eksamen er avlyst og studielinja er lagt ned.

Bråten valgte å skrive sin avsluttende oppgave på høgskolen om familierapi for ufrivillig barnløse. Etter hvert ble hun skribent og rådgiver for mammanett.no og spaltist i medlemsbladet til Ønskebarn, interesseorganisasjonen for ufrivillig barnløse. Nå jobber hun fulltid i Oslo og Trondheim med å veilede par som strever med å få barn.

Magisk rumpetroll

Bråten anbefaler foreldre som bruker donorsæd, å fortelle barnet hele historien om hvordan det ble til, når det er rundt fire år gammelt. For å hjelpe foreldrene med oppgaven har hun nylig skrevet barneboka «Ole er laget av et magisk rumpetroll». Boka handler om en gutt som blir fortalt historien om hvordan foreldrene måtte ha hjelp av et magisk rumpetroll fra en annen

» Jeg tror det går veldig bra å fortelle en fireåring at mamma og pappa hadde så lyst på deg at vi måtte ha hjelp av et magisk rumpetroll.



Barneboka «Ole er laget av et magisk rumpetroll» handler om Ole som får høre historien om hvordan han ble til.

mann når de skulle lage ham – et rumpe-troll som kunne svømme like fort som en racerbil.

– Risikoen ved å fortelle dette for seint til barnet er avvisning og at barnet føler svik. Jeg tror det går veldig bra å fortelle en fireåring at mamma og pappa hadde så lyst på deg at vi måtte ha hjelp av et magisk rumpetroll, sier hun.

I kveld må det skje

Bråten har møtt over 300 par som er ufri-villig barnløse, og ser at det kan være en stor belastning. Frustrasjon og en følelse av utilstrekkelighet kan ramme både kvinnen og mannen i forholdet. Hun understreker at også mange menn synes det er vanskelig å ikke klare å unnfange et barn – selv om de ikke alltid er like flinke til å gi uttrykk for det.

– Det er ikke så sexy for mannen å finne en gul lapp på kjøleskapet på morgenen om at i kveld må det skje, i kveld må han levere. Jeg har møtt par som har kjøpt en sprøyte og inseminert kvinnen med mannens sæd, fordi sexlivet blir så vanskelig under dette presset, forteller Bråten, og legger til:

– Noen ganger sier jeg til mannen: «Vet du hva, du gjør en kjempejobb som bor sammen med en kvinne som er en hormo-nell drage innimellom».

– Googler seg i hjel

De fleste parene hun møter, er ressurssterke mennesker i solide forhold. Behandling med assistert befruktning blir likevel raskt en stor belastning hvis de første forsøkene mislykkes. Prosessen blir et energisluk og

mange sykmeldes. Spørsmålet dukker uunngåelig opp hos både mannen og kvin-nen: Er det du eller jeg som er ufruktbar? Skyld, skam og frykt for å bli forlatt melder seg hos mange.

– Noen begynner å isolere seg og vil ikke se gravide eller babyer. Kvinnen kan bli sint på mannen fordi han ikke gråter og viser mer følelser, mens mannen kan føle at han må bære hele parforholdet mens det står på. Noen menn blir sykmeldt når barnet ende-lig kommer, fordi de har holdt kjæresten oppe så lenge.

– *Hva trenger disse parene av deg som familierapeut?*

– For det første må vi unngå at de googler seg i hjel. Disse parene googler diagnoser til de blir grønne i ansiktet, og er mye inne på ulike diskusjonsforum. Hos meg får de forbud mot dette og blir fortalt at deres prosess er unik. Ingen andre har samme kropp som dem.

Truet manndom

Kvinnene er flinkere enn mennene på noen måter, mener Bråten. Hvis en kvinne har en tett eggleder, ser hun det som en medisinsk tilstand. Hvis en mann har dårlig sædkvali-tet, kan det utfordre følelsen av manndom.

– Jeg hadde en gang en stor, body-builder-aktig mann som gråt foran meg og sa at han ikke følte seg som mann nok, siden han ikke kunne gi kjæresten sin det hun ønsket seg.

Mennene får noen ganger litt for lite tid til å tenke gjennom vanskelige spørsmål i løpet av behandlingen, tror Bråten. Ofte har de ikke så mange å snakke med, heller.

– Du stikker jo ikke på pub med gutta og snakker om at du har så dårlig sædkvalitet at du ikke kan få barn. Ikke er det noe godt samtaleemne under søndagsmiddagen heller. Jeg er ofte veldig direkte når jeg snakker med mennene, det er den beste måten å nå fram til dem.

«Tore på Sporet-hjernevasket»

Hvis det er mannen i paret som er ufrukt-bar, står de overfor en ny, vanskelig disku-sjon: Skal de prøve med donorsæd?

– Jeg har snakket med mange menn om dette, gjerne på Skype. De liker å bruke Skype når de snakker om slike ting. I bunn og grunn er det to måter å reagere på: Enten å tenke at donorsæd er vår felles mulighet til å få barn sammen, eller at dette er symbolet på det vi ikke mestrer. Men for mange menn føles det jo som et nederlag først.

Mennene bekymrer seg ofte for hvordan det å bruke donorsæd vil påvirke forholdet mellom dem og barnet. Når ungen blir myndig, får den rett til å kjenne donorens identitet. Vil barnet da løpe i armene på sitt genetiske opphav, mens mannen som har oppdratt det i 18 år står forlatt igjen? Nei, tror Bråten.

– Vi er litt Tore på Sporet-hjernevasket, vi skal applaudere alle biologiske gjenfore-ningsøyeblikk og si: «Nå er lykken fullkom-men». Men vi må huske at sæddonasjon ikke er det samme som adopsjon, barnet har ikke hatt noen relasjon til donoren sin. Og det er ikke så sannsynlig at donoren står der med åpne armer og tar imot en rekke barn som han har vært donor til. ♦

Vil forby gensnoking

Det bør være forbudt å teste andres arvestoff uten deres tillatelse, mener Bioteknologirådet.

Av Truls Petersen

I DAG MANGLER klare regler for privatpersoner som bestiller gentester på det private markedet. Det er dette hullet i lovverket Bioteknologirådet nå vil tette.

I et brev til Helse- og omsorgsdepartementet skriver rådet at «testing av andres arveanlegg eller slektskap uten vedkommendes samtykke er en krenkelse av individets integritet og rett til selvbestemmelse. Rådet mener derfor at gentester uten samtykke bør forbys.»

Lovendringen ville også ramme norske aktører som i dag tilbyr anonymiserte DNA- og slektskapstester.

Utfordrer personvernet

Ifølge Bioteknologirådet kan postordretester være problematisk ut fra personvernensyn. Genetiske selvtester selges direkte til kunden over nett eller disk, uten at man trenger å gå via legen. Prøven kan tas hjemme og sendes til analyse i posten. Dermed er det vanskelig å sjekke at prøven faktisk kommer fra den personen som sender den inn. Mange selskaper krever ikke skriftlig samtykke, og en signatur lar seg uansett lett forfalske.

Foreløpig finnes det få norske aktører i denne bransjen. Private slektskapstester har vært tilgjengelig fra Norge i noen år, og flere av firmaene sender prøvene til utlandet for analyse.

Det finnes ingen tilgjengelig statistikk på hvor mange nordmenn som har benyttet seg av internasjonale postordre-gentester. Den største aktøren på markedet, det amerikanske firmaet 23andMe, har omtrent 700 000 kunder totalt. I en epost til GENiALT skriver firmaet at de ikke har informasjon om hvor mange av kundene som er norske.

Vurderer apotektester

Våren 2014 ble gentester for helse og andre egenskaper for første gang tilbudt over disk på norske apotek (se GENiALT nr. 2-2014). I likhet med flere av slektskapstestene gjen-



Når analysen skjer i utlandet, er ikke testlaboratoriet underlagt den norske bioteknologiloven. Foto: iStock

nomføres også disse testene uten noen form for ID-sjekk. Gentestene markedsføres under varemerket *yes/no* som eies av Dynamic Code AB i Linköping i Sverige. Der ligger også testlaboratoriet som kundene sender prøvene til.

Det svenske firmaet har bedt egne jurister vurdere deres tester opp mot den norske bioteknologiloven, og firmaet har sendt sin tolkning til Helsedirektoratet. I en epost til GENiALT forteller administrerende direktør Anne Kihlgren at svaret fra firmaets jurister er at «Bioteknologiloven etter vår innledende vurdering ikke vil være anvendelig».

I august kom svaret fra Helsedirektoratet, som mener at mye taler for at apotekenes salg av disse testene ikke krever godkjenning etter dagens bioteknologilov. Men Helsedirektoratet ber Helse- og omsorgsdepartementet vurdere om loven i framtiden også bør stille krav til virksomheter som tilbyr tester for sykdomsrisiko (såkalte prediktive og presymptomatiske undersøkelser) direkte til forbrukere.

Evaluerer av loven

Bioteknologirådets uttalelse om gensnoking er en del av rådets arbeid med å gi innspill til hvordan bioteknologiloven kan oppdateres og forbedres. Loven skal nemlig revideres, og myndighetene har bedt Bioteknologirådet om synspunkter. Rådet har

imidlertid ikke tatt stilling til om lovforbudet mot gentesting av andre bør inn i bioteknologiloven eller en annen lov.

Fram mot sommeren 2015 vil Bioteknologirådet komme med en rekke uttalelser om de ulike saksfeltene bioteknologiloven dekker. Rådet vil blant annet uttale seg om flere sider ved reglene for gentester. ♦

Bioteknologirådet mener et forbud bør oppfylle følgende krav:

- Forbudet bør gjelde bestilling og utføring av analyser, og bør ikke begrenses til bestemte typer bruk av analyseresultatene.
- Forbudet bør gjelde alle typer opplysninger som kan utledes av arvestoffet.
- Det bør være ulovlig å bestille eller formidle slik analyse av arvestoffet til andre selv om selve analysen gjennomføres i utlandet.
- Overtredelser bør kunne straffes og gi rett til erstatning for økonomisk og ikke-økonomisk skade.
- Straffansvaret bør gjelde også for privatpersoner.

Cellulose på tanken

En genmodifisert bakterie skal gjøre det enklere å lage sprit av gress. Det kan gi mer miljøvennlig biodrivstoff.

Av Lisa Nordøen

AMERIKANSKE FORSKERE har genmodifisert en bakterie slik at den produserer etanol (vanlig alkohol). Bakterien skal gjøre det enklere og dermed mer kostnadseffektivt å produsere biodrivstoff av gress og landbruksavfall. Dette kan bli et viktig skritt mot lavere klimautslipp.

Mye av biodrivstoffet som brukes i dag, er laget av mais. Det er fordi det er en relativt enkel prosess å lage etanol av mais. For å gjøre mais om til etanol tilsettes det først enzymer som bryter ned stivelsen i mais; lange kjeder av glukose brytes ned i individuelle glukosemolekyler, altså druesukker. Så gjærer glukosen i en fermenteringstank. Gjær omdanner sukkeret til etanol som kan brukes til drivstoff.

Førstegenerasjons biodrivstoff kommer fra matplanter som mais, sukkerrør og ulike oljevekster. Dyrkingen krever mye energi og gjødsel, og dermed bidrar førstegenerasjons biodrivstoff lite til å redusere utslippet av klimagasser.

Vanskeligere å bryte ned cellulose

Å lage biodrivstoff av for eksempel gress eller landbruksavfall kan være et mer miljøvennlig alternativ. Da utnytter man cellulose, det viktigste byggematerialet i plantene. Det har vist seg å være en mer krevende og kostbar prosess, enn å lage etanol fra spiselige råstoffer som stivelse, sukker eller olje.

Cellulose er nemlig vanskeligere å bryte ned. Cellulosefibrene som finnes i celleveggene i plantestilker og planteblader, er bygd opp av lange kjeder av glukosemolekyler. Fibrene er pakket inn i et treaktig materiale kalt lignin, som beskytter glukosen mot sultne skadedyr.

For å bli til etanol må cellulose gjennom flere prosesser. Produsentene må først male opp cellulosen, så tilsettes syre eller base for å bryte ned ligninen. Deretter kan enzymer tilsettes slik at cellulosen deles

opp i sukkermolekyler, før det kan gjære slik at etanol dannes.

Kostnadene knyttet til disse prosessene har gjort at etanol av cellulose foreløpig ikke kan konkurrere på pris sammenlignet med etanol av matplanter.

En bakterie får et nytt gen

Forskere i USA har genmodifisert en bakterie som kan bidra til å forenkle prosessen. De fant en bakterie som kan bryte ned ligninen i cellulose. Så ga de den et nytt gen som gjør det mulig for bakterien å bidra til at sukker gjæres slik at etanol dannes. Den genmodifiserte bakterien kan dermed både bryte ned og gjære cellulose, noe som gjør det enklere og mer kostnadseffektivt å lage etanol av cellulose.

Den genmodifiserte bakterien er ikke like effektiv som gjær i prosessen med å lage etanol. Bakterien kan omdanne omtrent 70 prosent av sukkeret i cellulosen til etanol. Forskerne tror at hvis de kan få bakterien til å omdanne opp mot 90 prosent av sukkeret, kan det bli så enkelt å lage etanol av cellulose at gress og landbruksavfall kan utkonkurrere matplanter som hovedingrediens i biodrivstoff. ♦

God nyhet om antibiotika

Vaksiner mot lungebetennelse har en uventet og kjærkommen bivirkning: De reduserer forekomsten av antibiotikaresistens.

Av Rune Kjekken

ANTIBIOTIKARESISTENS er en stor trussel mot menneske- og dyrehelse (se GENiAlt nr 1-2014), og problemet er spesielt alvorlig i fattige land. Det oppstår som følge av antibiotikabruk, ved at de mikrob-ene som er mest motstandsdyktige, favoriseres. Blant alle de dårlige nyhetene på dette området er det heldigvis også noen oppløftende meldinger: Bruk av vaksiner viser seg å redusere resistensproblemet.

En slik suksesshistorie er introduksjonen av vaksiner mot pneumokokker, en

antibiotikaresistens? Det viser seg å være flere årsaker, forteller vaksineekspert Christian Syvertsen ved Statens legemiddelverk.

Én årsak er at vaksinen beskytter de vaksinerte mot sykdom. Når færre blir syke, blir jo også behovet for å bruke antibiotika mindre. Over tid vil redusert antibiotikabruk medføre lavere andel resistente bakterier.

Om mange nok tar vaksine, oppnår man dessuten en viss flokkbeskyttelse, det vil si at også uvaksinerte unngår sykdom fordi

liknende studie fra Finland fant en 8 prosent reduksjon i kjøp av antibiotika som følge av vaksinerings.

Unngår multiresistens

En annen grunn til at vaksinen motvirker antibiotikaresistens, er at vaksinen er laget for å beskytte mot de variantene av pneumokokker som oftest gir sykdom. Det er nettopp disse variantene det behandles mest med antibiotika mot, og derfor er det også disse som først utvikler antibiotikaresistens. Disse variantene blir oftere multiresistente, det vil si motstandsdyktige mot flere typer antibiotika.

Blir man syk til tross for at man har tatt vaksine, skyldes dette gjerne infeksjon med en av de mindre vanlige pneumokokkvariantene. Disse har sjeldnere utviklet antibiotikaresistens. I de tilfellene der man må behandle med antibiotika, kan man derfor gjerne bruke såkalte førstelinjevalg, for eksempel penicillin. Man behøver ikke strekke seg bak på hylla etter såkalte andre- eller tredje-linje-antibiotika. Dette er antibiotikatyper man helst vil unngå å bruke, nettopp for å unngå at bakteriene også blir resistente mot disse. Da kan de fortsatt være effektive, og man kan ha dem i bakhånd når ikke de mer vanlige antibiotikatyper virker.

» Om mange nok tar vaksine oppnår man dessuten en viss flokkbeskyttelse, det vil si at også uvaksinerte unngår sykdom fordi det er færre smittebærere som kan smitte dem.

type bakterier som forårsaker lungebetennelse. Vaksinene har allerede vist seg å redusere forekomsten av antibiotikaresistente pneumokokker i en rekke vestlige land. Nylig rapporterte tidsskriftet Nature i en nyhetsartikkel fra en upublisert studie fra Sør-Afrika som viser at effekten muligens er enda større her.

Flere årsaker

Hvordan kan bruken av pneumokokkvaksiner ha slik dramatisk innvirkning på

det er færre smittebærere som kan smitte dem. Særlig blant barn er dette viktig, og flere studier har vist at det er færre tilfeller av lungebetennelse hos uvaksinerte spedbarn når eldre søsken er vaksinert.

En studie gjort i forbindelse med introduksjon av en forbedret pneumokokkvaksine i California på 2000-tallet viste at foreskrivninger av antibiotika sank med 5–10 prosent. I løpet av de 3,5 første leveårene forhindret vaksinen 35 antibiotikaforeskrivninger per 100 vaksinerte barn. En

Kan snu

– Det er imidlertid ikke gitt at den positive utviklingen fortsetter, sier Syvertsen.

– Vi vet ikke sikkert, men det er selvsagt en fare for at de bakteriestammene som ikke dekkes av vaksinen, tar over og blir mer vanlige. Over tid kan også disse utvikle høy grad av antibiotikaresistens.

Det er derfor viktig å være svært restriktiv med bruken av antibiotika. Og ikke minst må man fortsette å utvikle nye vaksiner som gir beskyttelse mot enda flere bakterietyper.

Andre velkjente sykdomsframkallende bakterier det utvikles vaksiner mot er *Clostridium difficile* (se omtale i GENialt 2-2014) og MRSA-bakterier (meticillinresistente *staphylococcus aureus*) som gule stafylokokker, som er resistente mot en rekke vanlige typer antibiotika og gir opphav til alvorlige sykehusinfeksjoner. ♦

Kilder

Palmu m.fl. Effect of pneumococcal Haemophilus influenzae protein D conjugate vaccine (PHiD-CV10) on outpatient antimicrobial purchases: a double-blind, cluster randomised phase 3–4 trial, Lancet Infect. Dis. 14, 205-212: 2014

Dagan R og Klugman, KP. Impact of conjugate pneumococcal vaccines on antibiotic resistance. Lancet Infect. Dis., 12, 785-95: 2008

Callaway, E. Hidden bonus from vaccination. Nature. 512, 7. 14-15: 2014

Nayar, A. Pneumococcal vaccine rolls out in developing world. nature.com, 11. februar 2011

Dødelig lungebetennelse

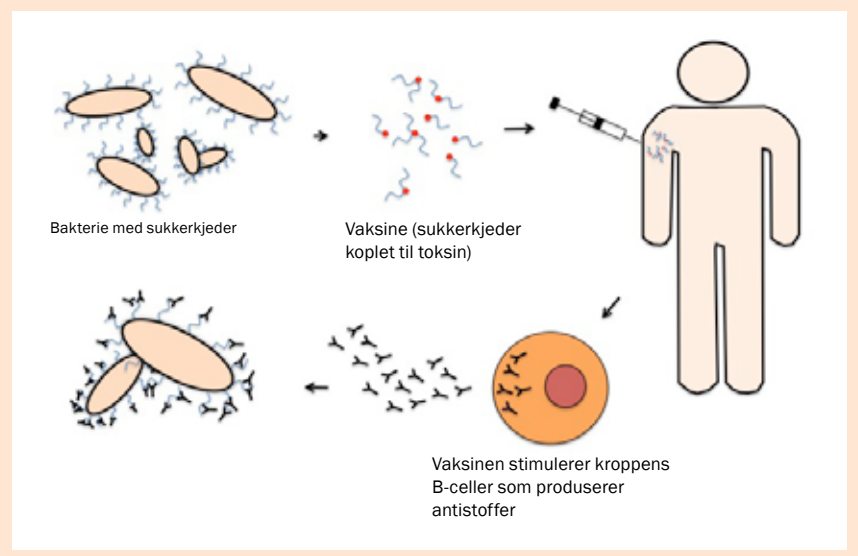
Lungebetennelse kan skyldes ulike typer virus eller bakterier. Den mest vanlige formen skyldes pneumokokker. Lungebetennelse rammer særlig barn og eldre, og over 70 prosent av dødsfallene skjer i fattige land. Årlig blir nærmere 300–400 millioner mennesker syke, og om lag fire millioner mennesker dør. Lungebetennelse tar derfor flere liv enn HIV, malaria og meslinger tilsammen. Det er utviklet en rekke vaksiner som beskytter mot pneumokokker (se figur). Siden 2010 har pneumokokkvaksiner trolig forhindre mer enn 500.000 dødsfall i Afrika alene, ifølge GAVI (Global Alliance for Vaccines and Immunisation).



Vaksineekspert Christian Syvertsen

Vaksine mot pneumokokker

I likhet med andre bakterier har også pneumokokkene lange sukkerkjeder på utsiden av cellen. Noen av disse sukkerkjedene er unike for den enkelte bakterietypen og kan derfor brukes til å lage vaksiner. Vaksinen består av en blanding av ulike sukkerkjeder fra bakteriene. Når disse injiseres i pasienten, vil immunsystemet lage antistoffer som kan angripe og drepe bakteriene. Vaksinene er såkalte konjugat-vaksiner. Det vil si at sukkerkjeder er koplet (konjugert) til et inaktivert bakterietoksin som er med på å forsterke immunresponsen mot sukkerkjedene hos pasienten og gjøre vaksinen mer effektiv, spesielt hos spebarn. Det finnes mer en 90 kjente varianter av pneumokokkbakterien. De første vaksinene, som kom for 15 år siden, beskyttet mot de sju vanligste variantene. De nyeste vaksinene beskytter mot 13 av de vanligste typene.



Designer bakteriefabrik

Studenter fra Universitetet i Oslo deltar i forskningskonkurransen iGEM. Her forteller en av dem om prosjektet deres, som går ut på å få bakterier til å samarbeide.

Av Elina Melteig

STUDENTER FRA noen av de beste universitetene i verden er med i konkurransen iGEM (International Genetically Engineered Machine). For å delta får alle lagene utdelt en «verktøykasse» med DNA-biter – også kalt biobrikker – som tidligere lag har designet. Det er som et avansert lego-sett der man skal lage nye kombinasjoner av biobrikkene. Avhengig av hvordan man kombinerer brikkene, vil organismene få ulike egenskaper. En del av konkurransen går ut på å lage nye deler som neste års deltakere kan bruke. Slik vokser samlingen med biobrikker for hvert år, og mulighetene for hva som kan bygges blir mer og mer interessante.

Bakteriefabrikker

Vi har døpt prosjektet vårt MicroOrganizer. Det er et system som på sikt vil kunne brukes til å lage små fabrikker. Målet vårt er å lage bakterier som samarbeider og kommuniserer for å løse konkrete oppgaver.

Vi gir *E. coli*-bakterier – en helt vanlig tarmbakterie – evnen til å binde seg til hverandre i et bestemt system. Dette er ikke bare en evne, men også en nødvendighet. Vi ønsker nemlig å «programmere» bakterien til å vokse etter et bestemt system. Dette er nødvendig for å kontrollere veksten, men også for å sørge for at vi ikke får bakterier på avveie som starter egne kolonier. Bakteriene med sine ulike egenskaper skal plasseres i en bestemt rekkefølge, slik at hver bakterietype kan betraktes som et ledd på et samleband. På denne måten kan bakteriefabrikken få flere funksjoner enn enkeltbakterier, slik vi har i dag. Se for deg et samleband hvor én prosess skjer i én bakterie. Produktet fra

denne bakterien sendes så videre til neste bakterie i kolonien, som har andre egenskaper og dermed kan ta prosessen videre.

Dette vil gjøre det mulig å få bakterier til å lage produkter som krever flere steg. Et eksempel kan være nedbryting eller produksjon av plast. Den store fordelene er at lag som kommer etter oss i konkurransen, kan bruke våre biobrikker til å utnytte bakterier som en enkel livsform, samtidig som man kan dra nytte av fordelene ved å ha samarbeidende enheter.

Å rydde bakterier

For å lage en mikrofabrik er det essensielt at bakteriene sitter sammen på en systematisk måte. Målet er at overflatene på bakteriene skal henge sammen. Derfor har vi laget to varianter av en *E. coli*-bakterie og bestemt oss for å bruke splittet enzym-prinsippet for å binde de to variantene sammen. Prinsippet går ut på å dele et enzym i to og uttrykke hver del på overflaten av hver sin bakterie. Enzymet vil fungere som bindingen mellom bakteriene og vil kun være aktivt når de to delene er koblet sammen.

Vi har valgt å bruke enzymet betagalaktosidase fordi de to delene binder seg spontant til hverandre. Et aktivt enzym vil, med tilgang på riktig substrat, avgi en farge som er synlig for det blotte øyet. En slik fargeobservasjon forteller at de to delene av enzymet er bundet sammen og danner interaksjoner mellom de to ulike bakteriecellene. Fordi vi har to typer bakterier som har hver sin del, kan vi organisere bakteriene lagvis.

Dersom vi lykkes med å rydde bakteriene i en ordnet rekkefølge, er vi et lite steg nærmere målet om å få bakterier til å utføre

komplekse oppgaver. For hver brikke som leveres, blir mulighetene innenfor syntetisk biologi større – en liten bit for laget, en viktig brikke i puslespillet.

Konkurranse som fag

For å kunne sette av tid og ressurser er deltakelse på konkurransen opprettet som et eget fag ved Universitetet i Oslo. Faget går over sommerferien, og eksamen er en presentasjon av prosjektet. Studenter fra alle fagområder oppfordres til å melde seg på, og i år deltar sju studenter: Tre fra molekylærbiologi og fire fra fagfeltene biokjemi, farmasi, nanoteknologi og informatikk.

Å konkurrere med andre studenter er utrolig inspirerende. Mange gode idéer oppstår fordi vi er tvunget til å tenke nytt. Det er ikke sikkert at vi lykkes med det vi prøver på, men i en slik konkurranse er alle vinnere uansett. Konkurranser som iGEM bidrar til å skape innovasjon, men er også viktig for å skape et motiverende læringsmiljø. Som student er det også spennende å få gjøre et eget arbeid så tidlig.

«Eksamen» i Boston

Alle lagene som deltar i iGEM, får presentere prosjektet sitt i Boston i november. Det er første gang alle lagene i verden skal presentere arbeidet sitt på samme sted siden konkurransen startet ved Massachusetts Institute of Technology (MIT) i 2003. I år deltar over 240 lag fra alle verdensdeler. Presentasjonen i Boston er en reell forsmak på forskerlivet, og ulike aspekter ved prosjektet bedømmes. Til sammen skal det deles ut over 20 priser, blant annet for beste formidling, beste presentasjon og beste idé. Dette oppfordrer kommende forskere til å være inspirerende formidlere og å være kreative – for det er ikke bare resultatene som er viktige, men også prosessen og tanken bak. I tillegg premieres også samarbeid. Målet er god forskning hvor alle er vinnere, snarere enn det å vinne selve konkurransen. ♦

Syntetisk biologi

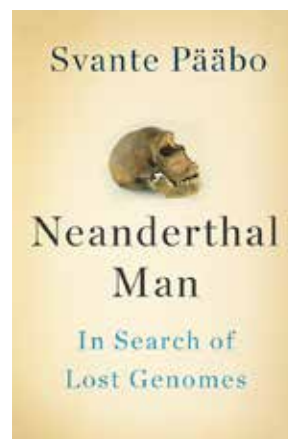
Syntetisk biologi er et begrep som brukes om å sette sammen gener på nye måter og dermed gi en organisme nye egenskaper. Det er mulig å «lime inn» gener fra helt andre organismer, for eksempel lysende proteiner fra en fisk inn i en plante, eller bygge et gen fra bunnen av på laboratoriet. Vi kaller gjerne en slik del for en biobrikke. Det vanligste er å gi en bakterie et gen fra et dyr eller en plante, men man kan like gjerne lage gener som ikke finnes i naturen. Syntetisk biologi har først og fremst blitt brukt innen ulike deler av medisindustrien. Et av de første store praktiske gjennombruddene var insulin-produserende bakterier.

Tidligere ble insulin til diabetespasienter tatt fra griser og storfe. På 1980-tallet satte forskere inn genet for insulinproduksjon i bakterier og gjærsopp. Slik ble insulin billigere, renere og mer tilgjengelig. Siden den gang har syntetisk biologi blitt brukt til alt fra å lage planter som er resistente mot ugressmidler, til forskning på ulike sykdommer.

iGem-laget fra Oslo. Foran fra venstre: Dirk Linke (veileder), Vilde Olsson, Izadora Lorrany, Sumaya Yusuf. Bak fra venstre: Elina Melteig, Håkon Høgset, Stian Lågstad, William Brynildsen. Foto: Privat.



På sporet av neandertalernes gener



Svante Pääbo
Neanderthal Man
Basic Books 2014

Svante Pääbos fortelling om jakten på forhistorisk DNA er velskrevet og overraskende spennende.

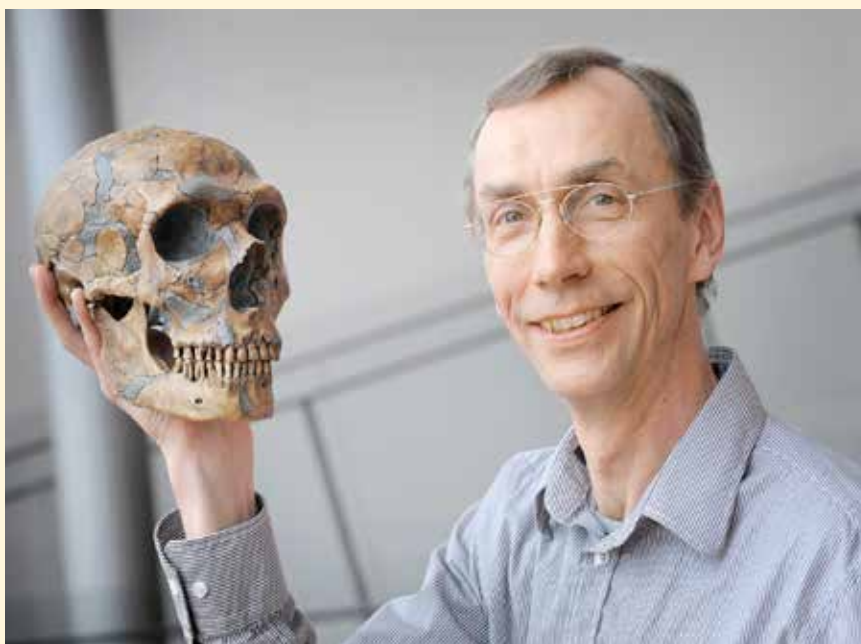
Av Andreas Tjernshaugen

TIL TROSS FOR TITTELEN forteller ikke denne boka så mye om neandertalerne, menneskearten som levde i Europa og Asia før vi moderne mennesker tok over. Den nevner bare i forbifarten hva vi vet om dem fra vel 150 år med arkeologiske studier. Tittelen spiller nok vel så mye på at svenske Svante Pääbo ble internasjonalt kjent som «han med neandertalerne» da han ledet kartleggingen av neandertalernes genom.

Dette banebrytende arbeidet avslørte at da våre forfedre vandret ut av Afrika for mellom 100.000 og 50.000 år siden, møtte de neandertalere og fikk barn med dem. Vi som har avstamning utenfor Afrika, har fortsatt noen få prosent av arveanleggene våre fra neandertalerne.

I Neanderthal Man forteller Pääbo hvordan prosjektet som kartla neandertalergenomet ble til, og hvordan han og medarbeiderne overvann en lang rekke hindre som sto i veien for å kunne isolere og analysere DNA fra rundt 40.000 år gamle beinrester. Boka er også en vitenskapelig selvbiografi hvor forfatteren forteller ganske åpenhertig om sine egne tanker og følelser underveis, om sin vurdering av forskerkollegaer og om hvordan privatlivet har virket inn på arbeidet.

Resultatet er en overraskende spennende fortelling. Jeg tok meg i å håpe sterkt på at forskergruppen skulle finne en løsning på det fortvilte problemet med innblanding av DNA fra bakterier og moderne mennesker i DNA-prøvene, og ble sittende sent oppe og lese for å finne ut hvordan det gikk.



Svante Pääbo med hodeskallen til en neandertaler. Foto: MPI-EVA

Boka gir et uvanlig detaljert innblikk i selve forskningsarbeidet – i blandingen av nysgjerrighet og ærgjerrighet som driver forskerne, det møysommelige laboratoriearbeidet og de sjeldne gjennombruddene, uenigheten om veivalgene underveis, den langtrukne publiseringsprosessen og konkurransen mellom forskergrupper om å få ut resultatene først. Slik kan den kan minne litt om The Double Helix, James Watsons klassiske skildring av hvordan han og Francis Crick oppdaget DNA-molekylets struktur.

Svante Pääbo har publisert en imponerende rekke artikler i Science og Nature, men han er ikke nådig i karakteristikken av de to stjerntidsskriftene. Han skriver at de har publisert en rekke upålitelige studier av fossilt DNA opp gjennom årene – og antyder at konkurransen om å bringe de mest sensasjonelle resultatene iblant får tids-skriftredaktørene til å være for ukritiske. Det er også interessant å lese om hvordan

forskerne på forhånd engstet seg for om resultatene deres ville bli misbrukt til å fremme rasisme, og hvordan de seriøst diskuterte å ta patent på bruken av neandertalergenomet til avstamningsundersøkelser for enkeltpersoner. Pääbo så seg nødt til å legge ideen til side på grunn av sterk prinsipiell motstand fra noen av medarbeiderne.

Det rekonstruerte neandertalergenomet er selvsagt et verdifullt verktøy i den videre forskningen på forhistoriske mennesker og vår egen avstamning, men ingen må tro at vi nå vet alt om hvordan neandertalerne var skrudd sammen. Som Pääbo skriver: «Genomforskningens skitne, lille hemmelighet er at vi fortsatt knapt vet noe om hvordan et genom oversettes til særegenhetene til et levende, pustende individ» (min oversettelse). Det er med andre ord fortsatt mange oppdagelser som gjenstår om hva genene betyr – både våre egne og neandertalernes. ♦

Ebolasmittede behandlet med antistoffer fra tobakksplanter

Det finnes fortsatt ingen godkjente medisiner for ebola, viruset som i år har tatt livet av mer enn 1500 mennesker i Vest-Afrika. En kur kan finnes i genmodifiserte tobakksplanter.

Av Rune Kjekken

EBOLAEPIDEMIEN som herjer i Liberia, Sierra Leone og Guinea har krevd over 1400 menneskeliv og er det største ebolautbruddet noensinne. Viruset har en dødelighet på mellom 60 og 90 prosent, og det finnes verken godkjente medisiner for behandling eller vaksiner som beskytter mot smitte.

Imidlertid har en rekke eksperimentelle medisiner mot ebolaviruset blitt testet på dyr. En av disse kandidatene under utvikling er ZMapp, som er en cocktail bestående av tre ulike antistoffer. Noen av disse antistoffene gjenkjenner og nøytraliserer ebolaviruset direkte. Andre fester seg til overflaten på celler som allerede er infisert, slik at immunsystemet kan drepe disse før viruset formerer seg videre. I forsøk med aper har en lignende antistoffcocktail vist seg å gi 100 prosent beskyttelse mot sykdom når den ble injisert kort tid etter at apene ble smittet. Ventet man opptil fem døgn med å behandle, og apene viste tegn på infeksjon, ble fremdeles mer enn 40 prosent av apene friske.

De første sikkerhetstestene i mennesker skulle etter planen finne sted senere i år eller neste år. Men i sommer ble antistoffcocktailen gitt til amerikanerne Kent Brantly (33) og Nancy Writebol (69) som ble smittet av viruset da de jobbet i Liberia.



Foreløpig finnes det ingen godkjente medisiner for ebola. Genmodifiserte tobakksplanter kan være en løsning. Foto: Scandinavian Stockphoto

Begge er nå friskmeldt. Samtidig ble også medisinen gitt til en liberisk lege, Abraham Borbor, som ikke overlevde viruset.

Antistoffene i ZMapp er opprinnelig utviklet i mus. Forskerne har lett blant antistoffene som musenes immunsystem produserer når de utsettes for ebolavirus eller deler av ebolavirus, og valgt ut de som virker effektivt mot viruset. Produksjonen av antistoffene, skjer derimot i genmodifiserte tobakksplanter: Ved å sette inn gener som koder for antistoffene, i tobakksplantene vil disse kunne produsere store mengder av antistoffene. Plantene males til en slags grøt, og antistoffene renses ut fra denne blandingen.

En brukerdose er på mellom 0,5 og 1 gram antistoff. Hittil er det bare laget et begrenset antall doser, og et spørsmål er nå hvor raskt det er mulig å skalere opp produksjonen for å kunne behandle flere. Et annet spørsmål er om – og i så fall hvordan – man skal bruke en ikke utprøvd behandling på mennesker i stor skala.

Selv om dette trolig er det første eksemplet der man bruker antistoffer produsert i genmodifiserte planter til behandling i mennesker, er ideen om bruk av planter til produksjon av ulike terapeutika (såkalt «pharming») slett ikke ny. Det er ikke minst interesse for å lage vaksiner på denne måten. ♦

Ungt blod gjer gamle mus nye

Resultata gjeld så langt berre for mus og kan enno ikkje overførast til menneske. Foto: iStock

Forskarar håpar dei er på sporet av metodar som kan gjere gamle menneske sprekare.

Av Åsmund H. Eikenes

BEFOLKNINGA i den vestlege verda vert stadig eldre, og det er bruk for kunnskap som kan gi ein betre alderdom. Ny forskning på mus gir håp om at nedsett muskelstyrke, svakt hjarte og redusert hjernefunksjon kan reverserast av blodet til unge personar.

Idéen om at ungt blod kan vere ei kjelde til eit langt liv har interessert forskarar og andre i mange hundre år. Mange av forsøka på laboratoriet tek utgangspunkt i å kople saman blodsystema til ei ung og ei gamal mus (såkalla parabiose) og undersøke korleis kvar av musene vert påverka av blodet til den andre.

Resultata frå slike eksperiment har vist at blod frå unge mus kan stimulere til fornying av ulike organ i gamle mus. Tre nye forskingsrapportar bygger vidare på desse funna, og i tillegg til å beskrive korleis musklar og hjernen blir fornya, har forskarane også funne eit av proteina som gir denne effekten.

I forskingsgruppa til Tony Wyss-Coray ved Stanford-universitetet i California har Saul Villeda forska på korleis hjernen endra seg i gamle mus. Saul Villeda og kollegaene hans sprøyta ungt blod inn i gamle mus og fann ut at dei gamle musene både lærte raskare og hugsa betre. Samtidig såg det ut til at hjernecellene laga fleire nye koplingar med kvarandre.

I ein artikkel publisert i tidsskriftet *Nature Medicine* i vår konkluderer dei med at «ei moglegheit er at 'ungdomsfaktorar' frå ungt blod kan reversere aldersrelaterte endringar i hjernen.» Dette er svært spennande resultat, men Wyss-Coray og teamet hans kan enno ikkje seie noko om kva denne ungdomsfaktoren i blodet er.

Fann ungdomsfaktor

I Boston har forskargruppene til Amy Wagers og Richard Lee funne ein slik ungdomsfaktor, eit protein som heiter GDF11 (growth differentiation factor 11), som det finst mykje av i blodet til unge mus, men svært lite av i gamle mus. For å undersøke effekten av å auke mengdene av GDF11 til eit ungdommeleg nivå, produserte forskarane GDF11 i laboratoriet og sprøyta det direkte inn i blodet til gamle mus.

Resultata av desse forsøka vart publiserte i tidsskriftet *Science* i vår og viser at GDF11 fornyar både musklar og hjernen. Etter å ha sprøyta GDF11 inn i blodet til gamle mus, såg forskarane at muskelstamcellene i musene vart meir aktive. Dette auka muskelstyrken til musene samtidig som dei kunne springe lenger på tredemølla.

I andre forsøk talde forskarane kor mange blodårer som fanst i hjernen til

gamle mus, og det vart mange fleire nye blodårer etter innsprøyting av GDF11. Forskarane såg at meir blod dermed strøymde til hjernen, og at produksjonen av nye hjerneceller auka.

Frå før er det kjend at GDF11 er med på å regulere spesialisering av celler i eit musefoster, men detaljane om korleis GDF11 påverkar musklar og hjernen i ei vaksen mus er framleis ukjende.

Lengre liv?

Resultata om GDF11 og ungt blod gjeld så langt berre for aldrande mus og kan enno ikkje overførast til menneske. Likevel skal det snart settast i gang eit pilotprosjekt ved Stanford-universitetet, leia av Tony Wyss-Coray, der Alzheimerpasientar skal få overført blod frå 30-åringar.

Samla representerer desse funna svært spennande gjennombrøt. Ikkje berre har forskarane oppdaga at ungt blod fornyar musklar og hjernen, men dei har også identifisert proteinet GDF11 som ein av dei viktige ungdomsfaktorane.

Seinare eksperiment vil kanskje vise om ungt blod, GDF11 eller andre ungdomsfaktorar også bidreg til at dei gamle musene lever lengre. ♦

– Vi må forme framtidens bioteknologi sammen

Bioteknologien kan bidra til å løse vår tids største utfordringer, mener den amerikanske forskeren Drew Endy.

Av Hallvard Kvale

– **VI TRENGER FLERE** positive historier om hvordan bioteknologi kan brukes til det beste for befolkningen og planeten vår, sa Endy til studenter og andre tilhørere i Trondheim og Tromsø i slutten av august.

Han er en ledende forsker og samfunnsdebattant innen såkalt syntetisk biologi, og førsteamanuensis ved det amerikanske universitetet Stanford.

– Filmer om bioteknologi er ofte mørke dystopier hvor gale vitenskapsmenn setter verdens framtid i fare. Det er viktig at vi også diskuterer og får fram potensialet til å bruke denne teknologien til positive ting, fortsatte han.

Viktige diskusjoner

Bioteknologirådet inviterte Endy til Norge for å bidra med perspektiver og ideer fra den internasjonale forskningsfronten innen bioteknologi. Rådet skal fram mot neste sommer evaluere dagens norske bioteknologilov. En viktig del av dette arbeidet er å bidra til diskusjoner om hvordan framtidens bioteknologi kan se ut, og hvilke muligheter

og utfordringer dette kan by på for lovverket i de kommende årene.

– Målet med arbeidet mitt er å effektivisere, forenkle og forbedre metodene vi bruker for å programmere levende materiale til å gjøre spesifikke oppgaver, fortalte Endy.

– Dermed kan vi bruke gjær, bakterier og andre mikroorganismer til å utvikle nye typer energi, medisiner og mer miljøvennlige måter å produsere forbruksvarer på. Slik kan vi løse mange av vår tids største utfordringer. Tenk om vi kan finne en måte å lage en type bakterie som kan omdanne biologisk avfall til drivstoff til alle verdens biler?

Åpenhet og lekenhet

Hvilke produkter vil komme i fremtiden, hva vil de bestå av og hvordan vil de se ut? Det vet vi ikke ennå, understreket Endy.

Han har derfor markert seg som en talsmann for åpenhet, lekenhet og samarbeid i utforskningen av hva de siste årenes gjennombrudd innen bioteknologi kan brukes til. Han har engasjert personer med helt

annen bakgrunn – som antropologer, sosio- loger og kunstnere – til å utforske bruks- mulighetene for bioteknologien.

Blant annet fant en gruppe studenter opp et konsept for å lage yoghurt som kan fungere som en personlig lege – hvis du er i ferd med å bli syk, gjør yoghurten at av- føringen din skifter farge. Ulike farger indi- kerer ulike sykdommer.

Mange ideer har kommet, men enda flere trengs, understreket Endy, som ba om at også norske studenter må engasjere seg i disse spørsmålene:

– Det er dere som er framtidens forskere, politiske ledere, næringslivstopper og akti- vister, sa han, og la til med et smil:

– Men ikke føl noe press, altså. ♦

Video av Drew Endys foredrag i Trondheim er lagt ut på bioteknologiradet.no

Siden sist...

I GENiAlt nr. 1-2014 skrev vi om oppsiktsvekkende resultater fra stamcelleforskningen. To artikler i tidsskriftet Nature beskrev en ny og enklere metode for å lage stamceller, men det ble raskt stilt spørsmålstegn ved resultatene. I juni valgte artikkelforfatterne å trekke artiklene tilbake fordi resultatene ikke var godt nok dokumentert. Hovedforfatteren Haruko Obokata fikk skarp kritikk fra sin arbeidsgiver Riken Institute i Japan etter en granskning.

I samme utgave av GENiAlt skrev vi om kontroversene rundt en forsknings- artikkel av Seralini m.fl., som rapporte- rer fra forsøk hvor rotter ble føret med genmodifisert mais. Artikkelen ble trukket tilbake av tidsskriftet Food and Chemical Toxicology i november 2013, selv om forfatterne protesterte. I juni 2014 ble den omstridte artikkelen republisert i et annet tidsskrift, Environmental Sciences Europe.



Den amerikanske forskeren Drew Endy holder foredrag i Trondheim.

Returadresse:
Bioteknologirådet
Stortingsgata 10
0161 Oslo



Opne møte

Bioteknologiens tidsalder

Studentkveld på Ås med korte foredrag om bioteknologien i framtida og etikkutfordringar til salen.

Tid: 6. november kl. 18.00–20.00

Stad: Noregs miljø- og biovitenskaplege universitet, Ås

I løpet av hausten arrangerer vi fleire opne møte om blant anna fosterdiagnostikk og assistert befruktning i samband med evalueringa av bioteknologiloven.

Følg oss på nett for meir informasjon om arrangementa:

bioteknologiradet.no

facebook.com/bioteknologiradet

[twitter: @biotekradet](https://twitter.com/biotekradet)

bioteknologiradet.no

Biotekquiz

Spørsmål

1. Har menneske i Europa nokre av arveanlegga sine frå neandertalarar?
2. Kva står iGEM for, og kva er det?
3. Kva hende da forskarar ved Stanford-universitetet sprøyta ungt blod inn i gamle mus?
4. Eggdonasjon er forbode i Noreg, men er det lov i andre nordiske land?
5. Kva er ZMapp?

1. Ja. 2. International Genetically Engineered Machine. Ein konkurranse i syntetisk biologi for studenter frå heile verda.
3. Musene lærte raskare og hugsa betre. 4. Ja, i Sverige, Danmark, Finland og Island.
5. Ein eksperimentell medisin mot ebola.

Svar



Bioteknologirådet