

GENialt

Tidsskrift fra Bioteknologirådet // 1-2026 // 35. årgang

Iskald jakt

på kjemiske skatter

s. 6

Kjønntesting s.4

Bioteknologi skal
*styrke NATOs
forsvarsevne* s.12

Leiar: Idrettens gentesting bør skje i Norge	3
Vil tillate gentesting av idrettsutøvarar	4
Iskald jakt på kjemiske skatter	6
Kripos vil prøve familiesøk i eget register	10
Fant eldgammelt mammut-RNA	10
Genredigert helsekost skal testes på mennesker	11
Bioteknologi skal styrke NATOs forsvarsevne	12
EU nær nytt regelverk for genredigerte planter	15
Patentflokken	17
Ungdomskilde på dypt vann	18



6



12



18



Norske forskere og bioteknologer leter etter ny kjemi og fremtidens legemidler i de iskaldde miljøene nord for polarsirkelen.
Foto: muzzyco/iStock

GENjalt 1-2026 // 35. årgang

Redaksjonen avslutta: 28.01.2026
Ansvarleg redaktør: Petter Frost
Redaktør: Mette Risa
Redaksjon: Anne Marit Ryen, Caroline Bianchi Strømme, Håvard Mallinson Eggsetøl, Stine Hufthammer Indreliid, Svein Isungset Støve
Opplag: 3950

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

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

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

Bioteknologirådet har 15 medlemmer og fem vararepresentantar som er oppnemnde for perioden 2023-2027. I tillegg inviterast seks departement til møta som observatørar. For 2026 har Bioteknologirådet eit budsjett på 14,5 millionar kroner.



Idrettens gentesting bør skje i Norge

I Norge er det i dag strenge regler for bruk av gentester og andre genetiske undersøkelser på mennesker. Denne typen undersøkelser skal bare brukes til medisinske formål, ikke til å bestemme kjønnstilhørighet, som idretten ønsker. Et flertall i Bioteknologirådet vil endre dette.

Helt siden vi for første gang lærte å lese DNA-koden, har genetisk informasjon blitt betraktet som noe helt unikt. Ditt DNA er unikt for deg. Ved genetiske undersøkelser kan man finne informasjon om en persons helse og andre egenskaper, men man kan også finne mer enn det man leter etter, og det er heller ikke all informasjon man ønsker å få. Dagens lovverk er der for å beskytte den enkeltes personvern, unngå diskriminering på bakgrunn av arveanlegg

» Norske utøvere som skulle stille i kvinneklassene i VM i boksing eller friidrett, måtte ta en gentest for å sjekke at de ikke hadde SRY-genet.

og for å sikre at ingen får informasjon de ikke ønsker. Den sikrer også at genetiske undersøkelser i Norge kun skjer i kombinasjon med genetisk veiledning fra kvalifisert helsepersonell.

I fjor høst ble det stilt spørsmål ved det norske forbudet. Norske utøvere som skulle stille i kvinneklassene i VM i boksing eller friidrett, måtte ta en gentest for å sjekke at de ikke hadde SRY-genet. Dette er et gen som er knyttet til mannlig kjønnsutvikling og testosteronproduksjon. På grunn av den norske bioteknologiloven måtte de ta gentesten i utlandet - uten assistanse fra norsk støtteapparat. Høsten 2025 ble Bioteknologirådet derfor bedt å vurdere om bioteknologiloven bør endres på dette punktet.

Det har vi i Bioteknologirådet nå gjort. Et flertall av Bioteknologirådets medlemmer, 11 av 15, mener det bør bli lov å gjennomføre genetiske undersøkelser for å bestemme kjønnstilhørighet i Norge – også uten medisinsk formål. Tre av medlemmene mener man kun skal tillate det i forbindelse med internasjonal toppidrett, mens åtte mener det ikke en nødvendig å begrense dette til idretten. Overordnet vil det være et gode for de personene som ønsker det, om de kan få tilgang til slik informasjon om egen kropp.

Et mindretall på fire av Rådets medlemmer mener at vi ikke bør endre dagens lov. De fire fremhever at slik testing tar fra den enkelte retten til ikke å vite, retten til en



åpen fremtid, og at det er problematisk at noen må ta en slik test for å få delta i visse konkurranser. Vi i rådet har ulike vurderinger, noe som ikke er uvanlig. Du kan lese mer om begrunnelsene på de neste sidene.

Hva tenker du som leser dette? Og hva mener politikerne, som vil måtte ta stilling til om loven skal endres? Jeg håper at du tar deg tid til å lese artikkelen på neste side, og at du også ser på hele uttalelsen som ligger på vår hjemmeside, slik at debatten blir så kunnskapsbasert som den fortjener.

Marianne Aasen

Vil tillate gentesting av idrettsutøvarar

For å kunne delta i kvinneklassa i VM i friidrett og boksing hausten 2025, måtte norske landslagsutøvarar ta ein gentest som er ulovleg å gjera i Noreg. No ønsker fleirtalet i Bioteknologirådet å endre forbodet.

Av Svein Isungset Støve

DET ER OL I RIO I 2016. Startskotet nærmar seg i finalen på 800 meter for kvinner. På startstreken står åtte av verdas beste løparar, klare for å springa sitt livs løp. Blant dei var sør-afrikanske Caster Semenya, som ufrivillig har vorte ein av dei mest kontroversielle deltakarane i kvinneklassa i friidrett på 2010-talet. Semenya har kvinnelege kjønnskarakteristikkar, men er fødd med mannlege kjønnskromosom og ein genetisk variant som påverkar korleis kroppen responderer på testosteron. Dette vert kalla variasjon i kroppsleg kjønnsutvikling (VKK), også ofte kalla DSD (sjå faktaboks). I finalen i Rio la Semenya seg tidleg i front, og vann til slutt

gull. Sølvet gjekk til Francine Niyonsaba frå Burundi og bronzen til Margaret Wambui frå Kenya. Alle dei tre utøvarane har mannlege kjønnskromosom og ein DSD-tilstand. Resultatet frå denne OL-finalen sette fart på diskusjonar kring kor vidt desse utøvarane har ein urettferdig fordel i konkurranse med personar fødd med kvinnelege kjønnskromosom, og kring kven som burde, og kven som ikkje burde, få lov til å delta i kvinneklassa.

Kven skal ut?

Heilt sidan kvinner for første gong fekk konkurrere i idrett, har ulike kriterium vore lagt til grunn for kven som kan delta i

kvinneklassa. Visuell inspeksjon (også kalla naken-paradar), kromosomanalyse og SRY-testing har vorte brukt i tidlegare tider. Dei siste 20 åra har vore prega av diskusjonar om ulike grenser for kor mykje testosteron ein kan ha i kroppen. No har friidretten gått bort frå hormongrenser, og hausten 2025 innførte det internasjonale friidrettsforbundet på nytt reglar om at alle som deltar i kvinneklassa på øvste nivå skal ta ein genetisk screeningtest for SRY-genet. Alle som testar positivt på SRY-testen får tilbod om vidare medisinsk utgreiing for å undersøke om dei har hatt fordel av testosteronproduksjon i puberteten. Testen er også innført i boksporten, men her både

Norske VM-kvinner må kjønntestes i utlandet

Lederne kapper om å være tøffest om kjønn

Krever at kvinnene skal ta ulovlig kjønntest: Forbundet kan risikere straff

Norske VM-kvinner har gjort unna kjønntestene – måtte fikse transport selv

Bokseforbund innfører obligatoriske kjønntester – sendte advarsel til OL-mester

luel har fødd barn – blir tvinga til å bevisе at ho er kvinne

FIS innfører kjønntester

VM-grepet: Venter på kjønntesting av norske og franske utøvere

Vil kjønnteste menn – Noreg reagerer kraftig

Faksimiler frå NRK, VG, Nettavisen, Aftenposten, TV2 og abcnyheter.no

for kvinneklassa og herreklassa. Samtidig jobbar FIS, det internasjonale skiforbundet, med ei mogleg implementering av den genetiske testen i skisport. SRY-testen er svært enkel å gjennomføre, men denne testinga er forbode i Noreg etter bioteknologilova fordi det er rekna som ei genetisk undersøking utan «eit medisinsk formål [...]». Forboda i Bioteknologilova gjer også at norske idrettsforbund ikkje kan bistå, dersom enkeltpersonar reiser til utlandet for å få gjennomført ein SRY-test.

Fleirtalet i Bioteknologirådet seier ja

Nyleg har Bioteknologirådet drøfta dette forbodet, og om det bør opnast for denne typen genetisk testing i Noreg. Saka vart diskutert prinsipielt, utan å ta stilling til om ein SRY-test er ein god parameter for å avgjere deltaking i kvinneklassa i friidrett eller ikkje, eller kva prinsipp idretten bør legge til grunn i sine vurderingar.

– Ein kan like, eller ikkje like, at det er innført krav om slike testar i internasjonal toppidrett, og så er det vår oppgåve å tenke på om norske utøvarar bør kunne ta den nødvendige testen i trygge rammer her heime, eller om dei må reise til utlandet for å verte testa, seier Marianne Aasen, leiar i Bioteknologirådet.

Aasen var del av eit fleirtal på 11 av 15 medlemmar som meiner at denne typen testing bør verte lovleg også i Noreg. Tre av desse elleve medlemmane ønska eit unntak frå regelverket berre for toppidrettsutøvarar som skal delta i konkurransar i utlandet der ein SRY-test vert kravd, medan åtte av dei elleve, Aasen inkludert, meiner at det kan opnast for å gjennomføre denne typen genetisk test utan å legge avgrensingar til internasjonal toppidrett til grunn.

– Det vil vera eit gode for dei som ønsker å få denne typen informasjon, å få tilgang til informasjon om eigen kropp og helse, og det kan vera gunstig å få denne informasjonen tidleg i livet, seier Marianne Aasen.

Dei tre medlemmane som ønskte å berre opne for testing i samanheng med idrett der slike testar vert kravde for å kunne delta, grunnjev dette med at testing i Noreg kan gi tryggare rammer, mellom anna ved å sikre god informasjon, rettleiing og oppfølging frå idretten sitt støtteapparat og helsepersonell både i forkant og etterkant av testen.

Felles for alle dei elleve var at dei meiner denne typen genetiske testar, utan eit medisinsk formål, ikkje bør vera finansiert av helsevesenet, og at det berre skal verte tillate for dei over 16 år.



Marianne Aasen, leiar i Bioteknologirådet.
Foto: Bioteknologirådet



Synne Lerhol, medlem av Bioteknologirådet.
Foto: Bioteknologirådet

Mindretallet vil bevare forbudet

Eit mindretal på fire av medlemmane i Bioteknologirådet meiner at forbudet mot genetiske undersøkingar for å bestemme kjønnsstilhøyrle, utan medisinsk formål, bør verte oppretthaldt. Dei peiker på at det er gode grunnar til at genetiske undersøkingar er strengt regulerte, og at argumenta for å oppheve forbudet i samband med idrettsutøving ikkje er sterke nok til å sette denne reguleringa til side. Synne Lerhol var ein av rådsmedlemmane som argumenterte mot å tillate genetisk testing av denne typen. Ho meiner det er eit paradoks at regelverket til internasjonale idrettsorganisasjonar kan få så stor innverknad på norsk lovgeving at lovendringsar vert drøfta.

– I utgangspunktet tenker eg og at genetisk testing for å ekskludere personar frå kvinneklassa er diskriminerande all den tid det også finst andre genetiske variantar som kan vere prestasjonsfremjande. Dette kan vere genetiske variantar som til dømes gir betre O2-opptak, påverkar muskelbygging, høgd eller andre eigenskapar, seier Lerhol.

Bioteknologirådet har no levert si fråsegn til departementet, og så vert det opp til politisk leiding å bestemme om eit forslag om å tillate denne typen genetisk testing i Noreg vert lagt fram for Stortinget. ♦



SRY-testen blir brukt til å påvise Y-kromosom. Dersom testen er positiv, er vidare medisinske undersøkingar nødvendig for å avgjere om vedkomande har ein prestasjonsmessig fordel av dette, og om utøvaren skal delta i herre- eller kvinneklasse. Figur: Svein Isungset Støve/Bioteknologirådet

SRY-genet, kjønnsormon og kjønns testing i idrett

SRY er eit gen som ligg på Y-kromosomet og er nødvendig for å starte utvikling av testiklar i fosterlivet. Testiklar produserer hormona testosteron og AMH, som påverkar vidare kjønnsutvikling.

Testosteron har innverking på muskelmasse, styrke og oksygentransport.

Personar med mannlege kjønnskromosom og variasjon i kroppslig kjønnsutvikling (46, XY DSD) har ofte genvariantar som gjer at kroppen utviklar både mannlege og kvinnelege kjønnskarakteristikkar.

Nokre sjeldne DSD-diagnosar inneber fullstendig manglande respons på testosteron. Det vil si at ein har mannleg kjønnskromosom, men at testosteronet som produserast ikkje har innverking på muskelmasse, styrke eller oksygenopptak. Personar med desse diagnosane får framleis konkurrere i kvinneklassa.



Iskald jakt på kjemiske skatter

Svalbard sett fra drone. Droner er nyttige for å identifisere interessante lokaliteter i områder som er sårbare eller vanskelig tilgjengelige. Foto: Scienseed

Kulde, vind og næringsfattige forhold presser organismene som lever i Arktis til å utvikle unike overlevelsesmekanismer. I de iskalde miljøene nord for polarsirkelen leter forskere og bioteknologer etter ny kjemi og fremtidens legemidler.

Av Stine Hufthammer Indrelid

EN KALD, KLAR HØSTDAG svever en drone lavt over snøen på Svalbard, som et mekanisk insekt over et landskap der få mennesker setter sine spor. Noen hundre meter unna studerer forskere fra forskningsinstituttet NORCE det frosne landskapet på en skjerm. De er på jakt etter mikroorganismer spesielt tilpasset et liv i ekstreme omgivelser.

Det var en gang

Gjennom millioner av år med evolusjon har enkelte mikroorganismer utviklet tilpasninger som gjør dem i stand til å overleve i miljøer der de fleste andre arter ikke kan eksistere.

– Arter som lever i ekstreme miljøer må tåle betingelser som ville ødelagt DNA, proteiner og cellefunksjoner hos de fleste andre organismer. For å fungere under slike for-

hold har mikroorganismene som lever her utviklet spesialiserte biokjemiske løsninger, i form av særegne gener, enzymer, proteiner og andre molekyler, forteller Antonio Garcia-Moyano, seniorforsker hos NORCE og prosjektleder for EU-prosjektet XTREAM, til GENialt.

I prosjektet XTREAM samler forskerteam fra flere europeiske land inn mikrober fra noen av klodens mest ekstreme miljøer; fra isbreer og arktiske dyphavsområder til varme kilder, sure gruvemiljøer, og innsjøer med høyt saltinnhold.

– Vi leter for eksempel etter varme- eller kuldetilpassede enzymer, som kan ha mange ulike anvendelser innen farmasi eller industri, og ser også etter molekyler



Seniorforsker ved NORCE, Antonio Garcia-Moyano leder EU-prosjektet XTREAM. Her tar forskeren prøver på Svalbard. Foto: Scienseed

» Bruk av droner er særlig nyttig i områder som er vanskelig tilgjengelige, og i verneområder der det er avgjørende å begrense påvirkningen på naturen.

eller proteiner som gir motstandsdyktighet mot ekstreme forhold, ulike typer bioaktive forbindelser og medisinske stoffer, men også mikroalger tilpasset et liv i kulden, forteller forskeren. (Les mer om hva forskerne leter etter i faktaboksen på side 9.)

Til lands, til havs og i luften med

Garcia-Moyano forteller at prosjektnavnet XTREAM spiller både på at forskerne leter i ekstreme miljøer, og på ambisjonen om å

forskningsgruppen Marbio ved Universitetet i Tromsø (UiT) på nye medisinske virkestoffer også i større, marine organismer.

I over 20 år har Marbio samlet inn prøver fra havområdene i nord, fra strandkanten utenfor Tromsø, og fra dypet av Nordishavet.

– Prøveinnsamling kan være alt fra å vasse i fjæren, til å sende avansert utstyr ned til havbunnen fra forskningsskip, forteller professor Jeanette Hammer Andersen, leder for Marbio, til GENialt.

Tilgangen på forskningsskip gjør det mulig å samle prøver samtidig med annen kartlegging.

– Vi bruker både trål, skrape, dykkere og sedimentbokser som tar med seg hele biter av havbunnen opp fra dypet, forteller hun.

Jeg fant, jeg fant

På kjølerommet til Marbio i Forskningsparken i Tromsø står prøveglass tett i tett. De rommer alt fra sjøpølser og svamper til merkelige edderkopplignende skapninger fra havdypet. I ett av glassene ligger et tilsynelatende beskjedent nesledyr, en fjern slektning av brennmaneten.

– Da vi undersøkte stoffene dette dyret produserer, fant vi et molekyl som dreper kreftceller effektivt og selektivt. Kreftceller dør, mens friske celler blir spart, forteller Andersen.

Nesledyret ble hentet opp fra havbunnen utenfor Bjørnøya, som ligger mellom Tromsø og Svalbard.

– Dette funnet ble et gjennombrudd for oss. Det bekreftet hypotesen vår om at hvis vi drar langt nord og samler inn organismer, så kan vi finne helt ny kjemi, forteller Andersen.

Hva fant du nå da?

Men å finne frem til det aktive stoffets kjemiske struktur, skulle vise seg å være alt annet enn enkelt. Forskerne måtte samarbeide med kollegaer rundt i verden for å løse den tredimensjonale strukturen til stoffet de hadde funnet. Det viste seg å være noe helt nytt.

Den virkelige skattejakten begynner nemlig først etter at prøvene er samlet inn.



I laboratoriet deles organismene opp i rå-ekstrakter og fraksjoner som testes i en rekke biologiske analyser.

– Én organisme blir raskt til mange underprøver. Totalt har vi gjort kanskje hundretusener av screeningtester for å finne noen få treff det er verdt å gå videre med, sier Andersen.

Og det er sjelden mulig å vite på forhånd hvilke organismer som kan skjule noe interessant.

– Det handler først og fremst om å jobbe systematisk og teste bredt, forklarer forskeren.

Langt og lenger enn langt

Selv etter at forskerne har identifisert et stoff med lovende egenskaper, er jobben langt fra over. Veien fra et spennende funn i laboratoriet til et ferdig legemiddel eller produkt er nemlig både lang og kostbar.

– Å finne et virksomt stoff er bare starten. Derfra kan det ta ti til femten år før et nytt virksomt stoff er ferdig utviklet til å bli et legemiddel på markedet, forklarer Andersen.

For en forskningsgruppe ved et universitet er det vanskelig å ta denne reisen alene. Utvikling av legemidler krever omfattende testing, dokumentasjon og betydelige investeringer som overstiger det akademiske mil-

jøer kan stå for alene.

– Vi er helt avhengige av støtteordninger og samarbeid med aktører som kan ta en del av risikoen og kostnadene i den videre utviklingen, sier forskeren.

Hun forteller at en utfordring er at både private investorer og det offentlige virkemiddelapparatet ofte har kortere tidshorisonter og lavere risikovilje enn det som kreves for å ta et nytt, lovende legemiddel fra forskning og frem til markedet.

– Skal flere funn fra norske forskningsmiljøer faktisk bli til nye medisiner, må det finnes mekanismer som gjør det mulig å tenke langsiktig, også når utfallet er usikkert, understreker Andersen.

Et norsk biotekeventyr

Historien til det børsnoterte Tromsø-baserte bioteknologiselskapet ArcticZymes Technologies viser at funn fra arktisk natur kan bli til internasjonale produkter og arbeidsplasser. Selskapet har rundt 55 ansatte og spesialiserer seg på å utvikle, produsere og selge enzymer. Disse brukes til molekylær forskning, diagnostikk, og i biofarmasøytisk produksjon av blant annet vaksiner og gen- og cellerapiet for kreftbehandling.

– Kunnskapsgrunnlaget fra marin bioprospektering har vært helt sentralt for



Olav Lanes, direktør for FoU- og applikasjon i ArcticZymes Technologies. Foto: ArcticZymes Technologies

innovasjonen vår, forteller Olav Lanes, direktør for FoU- og applikasjon i ArcticZymes Technologies, til GENialt.

Selskapet spesialiserte seg på enzymer som er effektive ved lave temperaturer og høyt saltinnhold, men samtidig er varmelabile. Det betyr at enzymet inaktiveres ved oppvarming til rundt 50 grader.

– At enzymer er varmelabile kan være en stor fordel i analytiske og industrielle prosesser som krever flere trinn. Da må hver reaksjon være presis, men også kunne stoppes effektivt, uten å skade prøven eller produktet, forklarer Lanes.

Og nettopp slike enzymer kan man finne i marine arter som lever i kalde farvann. En av selskapets største suksesshistorier startet bokstavelig talt i fjorden utenfor Tromsø. Enzymet Cod UNG, som i dag brukes i diagnostikk og forskning verden over, kan spores tilbake til én enkelt torsk. Torsken halte Lanes opp fra fjorden da han var doktorgradsstudent ved Universitetet i Tromsø (UiT). Senere ble genet som koder for det spesielle enzymet i torsken identifisert og karakterisert gjennom et forskningssamarbeid ved UiT. I dag produseres det samme enzymet i mikrobielle produksjonsorganismer i ArcticZymes Technologies lokaler.

Trenger gode hjelpere

Selve kunnskapsgrunnlaget for selskapets produkter var forskning bygget opp over mange år ved Universitetet i Tromsø, men tilgang på kapital, samarbeid med industrielle kunder og god oppstartshjelp fra et støttende innovasjonsmiljø ble helt avgjørende for å ta enzymet fra forskningslaboratoriet og ut i markedet.

– Dette startet som offentlig finansiert forskning ved Universitetet i Tromsø. Men



Medlemmer av forskningsgruppa Marbio er ute på tokt og venter på at prøver skal komme på dekk. På bildet: Teppo Rämä, Jeanette Hammer Andersen og Espen Holst Hansen. Foto: Yannik Schneider

» Tidlig utvikling og god timing var også viktige suksessfaktorer.

helt avgjørende for at vi har lyktes, er at vi har hatt et miljø rundt oss med industrikompetanse, kapital, og infrastruktur, som egnede industrilokaler. Det var helt nødvendig for å komme i gang med produksjon og utvikling, sier Lanes.

Tidlig utvikling og god timing var også viktige suksessfaktorer. Torskeenzymet Cod UNG ble kommersialisert allerede på midten av 2000-tallet. Det første gjennombruddet kom da enzymet ble tatt i bruk i en test for å detektere HIV-virus.

– Det var da vi forsto at dette kunne bli starten på en kommersiell suksess, sier Olav Lanes.

Denne tidlige anvendelsen gjorde at selskapet investerte videre i produksjon og tidlig etablerte en robust produksjonslinje for enzymet. Et valg som skulle vise seg avgjørende flere år senere. Da covid-19-pandemien traff og behovet for raske og presise PCR-tester eksploderte, hadde selskapet både teknologien og produksjonskapasiteten på plass, og torskeenzymet ble tatt i bruk i diagnostiske tester verden over.

En verktøykasse for framtiden

For Jeanette Andersen i Marbio handler bioprospektering ikke bare om enkeltfunn og produkter, men om å bygge en kunnskaps- og ressursbase for framtiden.

– Hvis vi skal ha en verktøykasse i framtiden, blant annet i kampen mot antibiotikaresistens, må vi ha flere ting klare i skuffen. Marin bioprospektering er en av strategiene, sier hun.

Drømmen er at noe som i dag ligger i et glass på et kjølerom i Tromsø, en dag kan gjøre en reell forskjell.

– Det er det som er drivkraften: At noe vi finner i naturen til slutt skal komme pasienter og samfunnet til gode, sier Andersen. ♦



Marbanks samling, som Marbio analyserer, rommer mange spennende skapninger. I det lille nesledyret i glasset i midten fant forskerne et stoff som kan drepe kreftceller Foto: Stine Hufthammer Indreliid/Bioteknologirådet

Hva slags molekyler er forskerne på jakt etter?

Forskerne er på jakt etter biologisk aktive molekyler med potensial for medisinsk og industriell bruk. Dette kan for eksempel være:

Enzymer og enzymhemmere

Enzymer er proteiner som fungerer som naturens egne katalysatorer, og sørger for at kjemiske reaksjoner i celler skjer raskt og kontrollert. Dette kan også utnyttes til å skape nye industrielle prosesser, og gjøre dem mer effektive og bærekraftige. Enzymhemmere kan brukes til å bremse eller regulere slike reaksjoner. Enzymer og enzymhemmere som fungerer under ekstreme betingelser, som svært lave eller høye temperaturer, kan ha stor verdi innen blant annet industri, bioteknologi og farmasi.

Gener, proteiner og molekyler som gir stresstoleranse

Et annet mål er biologiske mekanismer som gir organismer motstandsdyktighet mot ekstreme forhold, som UV-stråling, tørke, eller stoffer som beskytter celler mot fryseskader. Gener, genprodukter eller andre molekyler som gir slik beskyttelse, kan på sikt få anvendelser blant annet innen jordbruk, for eksempel ved utvikling av planter som tåler mer ekstreme vekstforhold.

Bioaktive forbindelser med medisinsk potensial

Mange arter produserer forsvarsstoffer som en del av sitt naturlige forsvar og i konkurranse med andre arter. Det kan dreie seg om molekyler som hemmer vekst av bakterier, virus, eller kreftceller, og som på sikt kan danne grunnlag for nye antibiotika, antivirale legemidler eller kreftmedisin. Andre eksempler er forbindelser som ikke nødvendigvis dreper mikroorganismer direkte, men som påvirker deres funksjon, for eksempel ved å forstyrre genregulering og kommunikasjon mellom bakterier, eller stoffer som kan virke immundempende eller immunstimulerende.

Peptider, bakteriofager og spesifikke enzymer som kan hemme biofilm og begroing.

En biofilm er et samfunn av mikroorganismer som kan vokse festet til en overflate og som holdes sammen av et selvprodusert slimlag. Dette kan skape problemer både i helsevesenet, matproduksjon og industri. Naturstoffer som hemmer biofilmdannelse eller algevekst for eksempel i rør, på medisinsk utstyr eller på skipsskrog, kan bidra til mer miljøvennlige løsninger innen industri, helse og maritim sektor.



Foto: ruzanna/iStock

Kripos vil prøve familiesøk i eget register

Kripos anbefaler å prøve ut søk etter nære slektninger i politiets DNA-register over straffedømte. Målet er å undersøke om metoden kan bidra til å oppklare alvorlig kriminalitet i Norge.

Av Anne Marit Ryen

NÅR NORSK POLITI har en DNA-profil fra en ukjent gjerningsperson, kan de i dag søke i DNA-registeret over straffedømte og vil få treff ved identiske profiler. Det er imidlertid teknisk mulig også å søke etter treff med personer som deler mye DNA, som foreldre, barn eller søsken. Kripos anbefaler nå å prøve ut om et slikt søk etter nære biologiske slektninger kan bidra til å oppklare alvorlig kriminalitet der andre metoder ikke har ført frem. Metoden har vært avgjørende for å løse enkelte eldre saker i Sverige og Danmark.

Metoden er mindre ressurskrevende enn søk i internasjonale kommersielle DNA-databaser. Samtidig sier Kripos at familiesøk innebærer en ny bruk av politiets DNA-register, og at det må vurderes om metoden er forenlig med retten til privatliv etter

Den europeiske menneskerettskonvensjon (EMK) artikkel 8.

Terskelen for registrering i det norske DNA-registeret er lav, og omfatter også personer dømt for mindre alvorlige lovbrudd som enkelte tilfeller av promillekjøring og narkotikabruk. Kripos mener det må utredes om det er behov for endringer i regelverket dersom familiesøk skal tas i bruk i tråd med EMK, for eksempel ved å begrense hvor lenge personer dømt for mindre alvorlige lovbrudd kan være registrert.

Anbefalingen legges frem i en rapport til Riksadvokaten første kvartal 2026. ♦



Foto: Cyclonaut, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons

Fant eldgammelt mammut-RNA

En ny studie gir et enestående innblikk i øyeblikk – nesten 40 000 år etter at k

Av Stine Hufthammer Indreliid

FOR RUNDT 38 000 år siden segnet den unge, ullhårede mammuten Yuka om i det nordøstlige Sibir. Permafrosten i området har siden fungert som et naturlig fryseskap gjennom titusenvs av år og bevarte både vev og biomolekyler usedvanlig godt. Nå har et internasjonalt forskerteam isolert RNA fra mammutkalvens celler, de eldste RNA-molekylene noen gang funnet.

RNA er nært beslektet med DNA, men har en annen rolle i cellene. Mens DNA inneholder hele den genetiske oppskriften og er den samme i alle kroppens celler, fungerer RNA-molekyler som midlertidige «arbeidskopier» av genene som er aktive i et bestemt vev på et gitt tidspunkt. Fordi RNA vanligvis brukes og brytes ned raskt, har det lenge vært ansett som for skjørt til å overleve i eldgamle prøver.

I en studie nylig publisert i Cell analyserte forskerne RNA-profiler fra levningene



k i mammutkalven Yukas siste
kalven døde.

etter ti forskjellige ullhårede mammuter. Slike analyser kan gi informasjon som ikke kan hentes ut fra DNA alene. Selv om det meste av RNA-et var fragmentert, var vevet fra Yuka så godt bevart at forskerne kunne identifisere biologiske prosesser som skjedde like før mammutkalven døde, knyttet til blant annet skjelettmuskelmetabolisme. RNA-analysen avslørte også noe uventet: Sekvenser fra gener som kun finnes på Y-kromosomet viste at Yuka, som man hittil har antatt at var en hunn, faktisk var en hann.

Studien utfordrer forestillingen om RNA som flyktige molekyler og åpner for nye måter å studere genuttrykk hos utdødde arter, tilbake til deres siste leveøyeblikk. ♦

Kilde:
Mármol-Sánchez. Cell (2025) doi.org/10.1016/j.cell.2025.10.025



Foto: Phil Robinson

Genredigert helsekost skal testes på mennesker

Et forsøk innen ernæring er i gang i England. Deltakerne skal i tre uker spise en porsjon tomatsuppe hver dag, kokt på genredigerte tomater rik på vitamin D.

Av Håvard Mallinson Eggestøl

VITAMIN D-MANGEL er utbredt i England og Norge. Mangel på vitamin D har blitt satt i sammenheng med en rekke helseplager, blant annet svekket muskel- og skjeletthelse. Kroppen kan selv omdanne provitamin D til ekte vitamin D når huden er eksponert for sollys, men i vinterhalvåret er sollyset for svakt i Nord-Europa. Derfor anbefales det å ta vitamin D-tilskudd om vinteren, gjerne i form av tabletter eller tran.

Utpøvingen skal rekruttere 76 deltakere med lave nivåer av vitamin D. Deltakerne deles inn i fire grupper som i tre uker skal spise ulike typer tomatsuppe: to kontrollsupper og to testsupper kokt på genredigerte tomater, med og uten UV-behandling. Underveis skal deltakerne avgi blodprøver og bærer samtidig en UV-sensor i et halskjede, slik at forskerne kan måle faktisk opptak av vitamin D.

Tomatene er genredigert, uten å tilføre fremmed DNA, for å slå av et gen. Resultatet av genredigeringen er at planten produserer høye nivåer av provitamin D i tomatene – et naturlig forekommende forløpermolekyl som omdannes til vitamin D ved eksponering for UV-lys. I utpøvingen benyttes UV-lamper, men forskerne mener samme effekt kan oppnås for eksempel ved soltøking av tomatene.

Studien beskrives som blant de første utpøvingene av genredigert mat i mennesker. ♦

Kilder:
www.bbc.com/news/articles/cy4jnz987lwo
www.jic.ac.uk/press-release/gene-edited-tomatoes-could-be-a-new-source-of-vitamin-d/
www.nature.com/articles/s41477-022-01154-6



Soldater under NATO-øvelsen Cold response i Norge i 2022 hvor over 30 000 soldater fra 27 land deltok. Foto: Torbjørn Kjosvold/Forsvaret

Bioteknologi skal styrke NATOs forsvarsevne

– Vår sikkerhet avhenger av evnen til å innovere og ta i bruk ny teknologi. Bioteknologi er blant de høyest prioriterte områdene, sier NATOs generalsekretær Mark Rutte.

Av Anne Marit Ryen

– **SIKKERHET I DAG** handler ikke bare om stridsvogner, jagerfly, fartøy, droner og ammunisjon, men også om å utvikle og ta i bruk bioteknologi i forsvarsevnen, sa NATOs generalsekretær Mark Rutte da han åpnet alliansens første konferanse om bioteknologi og menneskelig forbedring i Brussel oktober 2025.

NATO vedtok sin første strategi for bioteknologi og menneskelig forbedring i 2024. Gjennom tettere samarbeid mellom forskningsmiljøer, industri og forsvarssektoren, skal alliansen fremover sikre både innovasjon og innlemmelse av bioteknologiske løsninger.

Vil ligge i forkant

– NATO satser på bioteknologi fordi denne utviklingen har et enormt potensial. Når teknologien beveger seg så raskt, må alliansen

være samordnet for å sikre at vi ikke overlater dette strategiske handlingsrommet til andre aktører, sier statssekretær Eivind Vad Petersson i Utenriksdepartementet.

I strategien peker NATO på et bredt spekter av forsvarsrelaterte anvendelser av bioteknologi (se faktaboks) – fra biosensorer som kan overvåke soldaters helse og oppdage kjemiske eller biologiske trusler, til bioproduksjon av kritiske ressurser som drivstoff og medisiner i felt. Flere av disse teknologiene testes allerede i operativ sammenheng.

Samtidig legger strategien vekt på å følge utviklingen i et lengre tidsperspektiv, blant annet innen syntetisk biologi for utvikling av nye og forbedrede materialer, og mulige fremtidige former for menneskelig forbedring.

NATO har etablert innovasjonsfondet NIF på 12 milliarder kroner og akseleratoren DIANA for å styrke innovasjon innen-

for såkalte brytningsteknologier, inkludert bioteknologi.

Stormaktenes maktspill og «dual-use»

NATOs generalsekretær fremhevet i sin tale på konferansen at flere land, blant annet Russland og Kina, investerer tungt i bioteknologi for både sivile og militære formål.

– Russland har gjennomført skjult biologisk forskning, blant annet gjennom sitt biologiske våpenprogram. Vi kan ikke tillate at verken Russland, Kina eller andre får et strategisk fortrinn. Vi vet også at disse landene samarbeider med Nord-Korea, Iran og flere andre, sa Rutte.

Han pekte også på utfordringer knyttet til «dual use» eller flerbruk, det vil si at teknologi og forskning utviklet for samfunnsnyttige formål kan misbrukes. Eksempelvis kan kunnskap om arvestoffet og egenskapene til virus være viktig for å utvikle en vaksine, men den samme kunnskapen kan også brukes til å utvikle biologiske våpen.

I følge Rutte brukte den kinesiske stat minst tre milliarder amerikanske dollar på nasjonal forskning innenfor bioteknologi i 2023. Han viste også til at Kina har gjort

raske fremskritt innen bioteknologi, inkludert genredigering og syntetisk biologi, med både militære og dual-use-anvendelser.

Biosensorer for overvåking

Flere norske forskere deltar i NATOs arbeid med bioteknologi, blant dem Susanne Glenna og Øyvind Voie fra Forsvarets forskningsinstitutt (FFI). Begge deltok på NATOs bioteknologikonferanse og trekker frem flere områder i strategien for bioteknologi og menneskelig forbedring som det nå pågår forskning på i NATO-land.

– Erfaringene fra en langvarig krig som i Ukraina viser for eksempel hvor avgjørende raske og effektive forsyninger i felt er. NATO ser derfor på mulighetene for bioproduksjon i felt med små «biofabrikker» som kan produsere alt fra mat og drivstoff til medisiner og andre kritiske ressurser, ved hjelp av bakterier, sier forskningsleder Øyvind Voie.

Biosensorer er en annen teknologi som har utviklet seg fra enkle blodsuktermålere til kontinuerlig sanntidsovervåking av kroppens biokjemi med bærbar og kroppsnære sensorer. Enkelte NATO-land bruker allerede slike sensorer i trening, operasjoner og sanitet for å overvåke soldatenes helse.

– Mer avanserte løsninger, som både måler og griper inn, er på vei gjennom forsvarsfinansierte programmer, som for eksempel smarte bandasjer som oppdager og automatisk behandler infeksjon. Slike løsninger ligger imidlertid trolig flere år unna operativ bruk, forteller FFI-forsker Glenna.

Etter hvert som biosensorer blir mer integrert i kroppen, blir også skillet mellom medisinsk behandling og forbedring mindre tydelig.

– Det reiser grunnleggende etiske spørsmål om frivillighet, kontroll, kroppslig autonomi og hvem som definerer hva som er «normal» menneskelig funksjon, sier Glenna.

Maskiner som del av kroppen

Øyvind Voie deltok i en NATO-forskergruppe som nylig publiserte en artikkel om blant annet mulighetene for bruk av hjerne–maskin–grensesnitt i militæret. Hjerne–maskin–grensesnitt gjør det mulig å styre proteser og eksoskjeletter direkte med hjernesignaler, enten via hjelmer eller implantater i hjernen. Eksoskjeletter er «ytre skjeletter» som bæres utenpå kroppen for å gi økt støtte og styrke.

– En særlig interessant erfaring er at når kunstige lemmer styres direkte fra hjernen, kan hjernen etter hvert oppleve lemmet som «sitt eget». Det kan i praksis gi mer presis kontroll. Den samme mekanismen kan også



Statssekretær Eivind Vad Petersson i Utenriksdepartementet. Foto: Sturlason



Forskningsleder Øyvind Voie ved Forsvarets Forskningsinstitutt. Foto: Privat



Forsker Susanne Glenna ved Forsvarets Forskningsinstitutt. Foto: FFI

gjøre trening i virtuelle miljøer mer effektiv og realistisk, sier Voie.

Dette er spesielt relevant der realistiske øvelser ellers ville vært for farlige eller for kostbare.

Hjerne–maskin–grensesnitt kan også brukes til å kontrollere droner og roboter direkte med hjernesignaler. Teknologien kan også bidra til raskere beslutninger i stressede

» Russland har gjennomført skjult biologisk forskning, blant annet gjennom sitt biologiske våpenprogram.

situasjoner gjennom bedre situasjonsforståelse og tilpasset informasjonsmengde.

– Hjerne–maskin–grensesnitt kan få en rolle i det som omtales som kognitiv krigføring, der målet ikke bare er å vinne terreng, men å oppnå kognitiv overlegenhet og ta raske beslutninger. Det gjør etikk og sikkerhet helt avgjørende i NATOs strategi, sier Voie.

Genredigerte soldater?

Menneskelig forbedring i form av genredigering er en mulighet på lengre sikt. Egen-skaper som forbedret konsentrasjon, økt fysisk yteevne og redusert søvnbehov er for eksempel gunstige for en soldat.

I en rapport fra 2020 beskriver Glenna og Ingunn Helene Landsend Monsen både mulighetene og implikasjonene ved å bruke genredigering i en militær kontekst.

– Det gjenstår betydelige hindringer før dette kan tas i bruk på en forsvarlig måte, blant annet risikoen for utilsiktede genetiske endringer og de store etiske utfordringene ved inngrep i mennesker, særlig når

det gjelder arvelige endringer, sier Glenna.

Samtidig understreker Glenna at det er avgjørende å følge utviklingen nøye, siden vi på et tidspunkt kan risikere å møte en motstander som styrker sine operative evner ved hjelp av genredigering, før vi selv er villig til å gjøre det.

Ny teknologi kan påvirke utviklingstakten.

– Kunstig intelligens og kvanteteknologi kan gjøre det mulig å modellere og beregne effekter av genredigering uten å teste direkte på mennesker, sier Glenna.

Etiske minefelt

Både dual-use-teknologier og teknologier for forbedrede soldater, som genredigering av mennesker, reiser grunnleggende spørsmål om rettigheter, sikkerhet, etikk og den enkeltes autonomi. Statssekretær Eivind Vad Petersson understreker at all bruk av bioteknologi i forsvarssammenheng i NATO skal skje innenfor klare etiske og juridiske rammer.

– For Norge er det helt grunnleggende at all utvikling og bruk av bioteknologi i forsvar skjer innenfor rammene av folkeretten. NATO har gjort dette tydelig i bioteknologi-strategien. Vårt felles arbeid handler om å utnytte fordelene på en trygg måte, samtidig som vi beskytter oss mot misbruk og nye trusler, sier Vad Petersson. ♦

Kilder:

www.nato.int/en/about-us/official-texts-and-resources/official-texts/2024/04/12/summary-of-natos-biotechnology-and-human-enhancement-technologies-strategy
www.nato.int/en/multimedia/multimedia/audios/2025/10/28/speech-by-nato-secretary-general-mark-rutte-at-the-nato-biotechn
www.nationaldefensemagazine.org/articles/2025/7/28/army-looks-to-bring-biomanufacturing-to-forward-deployed-troops
www.sociable.co/military-technology/darpa-smart-bandages-sense-treat-prevent-infections/
Gisselsson Et al. Biotechnology Advances (2025) doi.org/10.1016/j.biotechadv.2025.108695

NATOs satsing på bioteknologi

Bioproduksjon og syntetisk biologi

Bioproduksjon er bruk av enzymer eller mikroorganismer til å produsere produkter som medisiner, plast, energi og mat. Syntetisk biologi er å endre organismer slik at de får helt nye egenskaper eller å utvikle nye proteiner eller organismer som ikke finnes i naturen ved hjelp av genteknologi. NATO ser for seg flere områder hvor bioproduksjon og syntetisk biologi kan gi muligheter:

- Produsere kritiske innsatsfaktorer og gjøre NATO mindre avhengig av import fra ikke-allierte land.
- Små «biofabrikker» i felt som kan produsere for eksempel mat, drivstoff, medisiner og andre forsvarskritiske materialer. USA har etablert en fullskala pilot ved Aberdeen Proving Ground, med planer om å teste mobile biofabrikker i felt fra 2026.
- Bruke syntetisk biologi til å utvikle nye materialer med forbedrede egenskaper som kan benyttes i forsvarsmateriell, blant annet lettere, sterkere og mer motstandsdyktige materialer.

Biosensorer

Biosensorer bruker enzymer, bakterier eller andre typer celler til å oppdage og reagere på for eksempel virus, giftstoffer eller biomolekyler. Når den biologiske delen reagerer, omdannes dette til et signal vi kan lese av, for eksempel som en fargeendring eller et elektrisk signal. NATO fremhever ulike bruksområder:

- Overvåking av soldaters helse for å forebygge sykdom og skader. Biosensorer kan gi kontinuerlig overvåking av kroppens biokjemi med bærbare og kroppsnære sensorer, som i dag brukes i militær trening, operasjoner og sanitet. Mer avanserte løsninger som også griper inn er under utvikling. Et eksempel er bandasjer med innebygde biosensorer som skal oppdage og behandle infeksjoner i sår (DARPA BEST-programmet).
- Detektere kjemiske, biologiske, radioaktive og nukleære trusler (CBRN-deteksjon). Biosensorer utvikles i kombinasjon med ubemannede plattformer for å redusere risikoen for personell. Slike sensorer kan også brukes til måling av for eksempel vannkvalitet.

Hjerne-maskin-grensesnitt

Såkalte hjerne-maskin-grensesnitt gjør det mulig å styre data-maskiner eller maskiner direkte med hjernesignaler, uten muskler, tale eller tastatur. Kan gjøres både som implantater i hjernen, med direkte koblinger til nerveceller, og som sensorer plassert på hodet som kan tolke hjernebølger. NATO ser for seg ulike bruksområder i militærsammenheng:

- Styre proteser og eksoskjelett i fysisk krevende og farlige oppgaver. Eksoskjeletter er bærbare støttestrukturer som festes utenpå kroppen og er laget av sterke, men lette materialer som karbonfiber og aluminium, for å øke styrke, utholdenhet eller stabilitet.
- Kommunisere med autonome systemer, slik som droner og roboter. En operatør kan også styre flere enheter samtidig, for eksempel en sverm av droner.
- Tankebasert kommunikasjon fra hjerne til hjerne.



Droner som kan operere i sverm ble demonstrert under NATO-øvelsen Cold Response i 2022. I framtiden kan slike systemer bli styrt direkte av menneskelige hjernesignaler. Foto: Torbjørn Kjosvold/Forsvaret

Menneskelig forbedring (human enhancement)

Med menneskelig forbedring menes inngrep eller tiltak som endrer menneskekroppen for å forbedre funksjon eller ytelse utover en normaltilstand. NATO fremhever disse områdene i sin strategi:

- Militærmedisin og rehabilitering av personell, blant annet gjennom bedre behandlinger og proteser.
- Økt mobilitet og kraft for soldater, blant annet ved hjelp av eksoskjeletter.
- Styrket kognitiv situasjonsforståelse og forbedret beslutningstaking i komplekse operasjoner, for eksempel gjennom samspill mellom mennesker og maskiner.

Andre generelle eksempler på mulig menneskelig forbedring er medikamenter som kan minske søvnbehov eller øke konsentrasjon, hormonpreparat som kan gi bedre oksygenopptak, samt på lengre sikt bruk av genredigering for å gi soldater egenskaper som for eksempel økt fysisk yteevne.



Eksoskjeletter bæres utenpå kroppen og kan gi økt styrke, utholdenhet og stabilitet. Foto: gorodenkoff/iStock



EUs nye regelverk for genredigerte planter er EØS-relevant, det vil si at det påvirker reglene for EUs indre marked. Norge kan derfor bli forpliktet til å ta det inn når EU har vedtatt det endelig. Illustrasjon: DesignRage/iStock

EU nær nytt regelverk for genredigerte planter

Etter over ti år med uenighet er EU nær et nytt regelverk som kan åpne for raskere innovasjon i jordbruket. Samtidig har prosessen reist grunnleggende spørsmål om eierskap, tillit og kontroll over maten vi spiser.

Av Håvard Mallinson Eggestøl

DAGENS GMO-REGELVERK i EU har vært ansett som lite egnet til å regulere genredigerte planter og blitt pekt på som et hinder for innovasjon. Rett før jul ble forhandlere fra EUs tre sentrale lovgivende organ; EU-kommisjonen, EUs ministerråd og Europaparlamentet, enige om et nytt regelverk. Samtidig måtte utsendingen som representerer EUs 720 parlamentarikere strekke mandatet sitt langt for å sikre enighet, og spørsmålet rundt patenter forble uavklart (se saken om Patentflokken på side 17).

Optimisme

Det nye regelverket grupperer genredigerte planter i to kategorier: NGT 1 og NGT 2 (se faktaboks). Planter i den første kategorien

skal unntas fra GMO-reguleringen for å gjøre det enklere å utvikle nye, mer bærekraftige sorter. For planteforedlere åpner dermed regelverket for nye muligheter.

– Vi ser på genredigering som et nyttig verktøy, og de positive signalene gjør at vi ser på flere forskningsprosjekter, forteller Susanne Windju, molekylær foredler i Graminor, Norges eneste kommersielle planteforedler-selskap.

Graminor er eid av den norske stat og en rekke aktører i norsk matproduksjon, og har som oppgave å utvikle nye plantesorter for norske forhold. Selskapet er allerede involvert i et forskningsprosjekt for å genredigere potet slik at den blir mer resistent mot tørråte.

– Foredlerne våre er spesielt nysgjerrige på mulighetene for å bygge sykdomsresistens i norske sorter, ettersom dette er en viktig strategi i å bygge robuste planter som tåler klimaendringene enda bedre, forteller Windju.

I tillegg til utfordringene et endret klima skaper for norske bønder, har Norge i lang tid stått overfor en krevende situasjon når det gjelder matkorn.

– I dag er det svært usikkert for en kornbonde hvilken kvalitet hveten vil ha ved høsting. Om hveten blir matkorn eller fôrkorn, er avgjørende for bondens økonomi og norsk selvforsyning. I uår, når store deler av hveten går til fôr, er vi i dag helt avhengige av å importere matkorn. >>

» Bærekraft handler om mer enn genetiske trekk – det handler om komplekse matsystem.



Marte von Krogh, daglig leder i GMO-nettverket.
Foto: Baard Henriksen



Susanne Windju, molekylær foredrer, Graminor.
Foto: Graminor

Her kan genredigering spille en rolle, forteller Windju.

Skepsis

Den andre kategorien – NGT 2-planter – altså genredigerte planter med mer omfattende genetiske endringer, eller som er utviklet med egenskaper som plantevern-middelresistens eller insektgift – skal fortsatt reguleres som GMO-er.

– At slike egenskaper ikke er tillatt for NGT 1-planter er et viktig signal om å bruke teknologien for bærekraft, men det er ikke en fullgod løsning. Bærekraft handler om mer enn genetiske trekk – det handler om komplekse matsystem, forteller Marte von Krogh, daglig leder i GMO-nettverket.

GMO-nettverket er også bekymret for hva det nye regelverket vil bety for forbrukerne og deres tillit til maten de ser i butikken.

– Når NGT-1-planter kan omsettes uten sporbarhet eller merking i verdikjeden, blir det vanskelig for vanlige forbrukere å gjøre informerte valg. En slik usynlig innføring av ny teknologi kan, forståelig nok, skape uro blant forbrukere. Og grunnleggende sett handler dette ikke bare om teknologi, men om tillit til matsystemet, sier lederen for GMO-nettverket.

Hvor går veien videre?

GMO-nettverket stiller seg også spørrende til om NGT-regelverket vil passere den siste behandlingen i EU-parlamentet.

– Parlamentets opprinnelige posisjon rundt patenter ble i stor grad ofret i kompromisset. Det ser ut til å bli en spennende avstemming, sier von Krogh.

I slutten av januar 2026 stemte et betydelig flertall ja (59 stemte for, 24 mot og to avsto fra å stemme) til det nye regelverket i EU-parlamentets komite for klima, miljø og

matsikkerhet. Om forhandlingsresultatet også blir vedtatt av hele EU-parlamentet, eller om det trengs nye forhandlingsrunder, gjenstår å se. Men hvis regelverket blir vedtatt, så vil det ha direkte innvirkning på Norge. NGT-regelverket er EØS-relevant, det vil si at det påvirker reglene for EUs indre marked. Norge kan derfor bli forpliktet til å ta det inn når EU har vedtatt det endelig.

I dag har Norge verdens mest restriktive GMO-regelverk, med blant annet krav til bærekraft, samfunnsnytte og etikk. Det har ikke blitt dyrket GMO-er på friland i Norge siden før genteknologiloven kom i 1992, og det finnes i dag ikke en eneste spiselig GMO i norske matbutikker.

Dersom det nye regelverket blir endelig vedtatt, og så passerer EØS-komiteen, vil også Stortinget bli involvert. Men da er saken kommet så langt at spørsmålet ikke lenger vil være om NGT 1-planter skal unntas fra GMO-regulering i Norge, men hvordan. Det nye regelverket griper rett inn i spørsmål rundt beredskap med tanke på matproduksjon og selvforsyningsgrad, men det er også viktige politiske valg som må tas knyttet til forbrukerinformasjon og tillit.

I mellomtiden har England, etter Brexit, innført et nytt regelverk for genredigerte planter der planter som kunne oppstått gjennom vanlig avl (tilsvarende NGT 1), i stort behandles som konvensjonelle planter.

Kilde:

Siste versjon av regelverksforslaget ptt.:
data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-16660-2025-INIT/en/pdf

Dette ble forhandlerne enige om i EU

- NGT står for nye genom-teknikker, som i praksis betyr genredigering.
- EU har laget to kategorier: NGT 1 og NGT 2.
- NGT 1-kategorien er for planter som teoretisk sett kan oppstå gjennom vanlig avl eller naturlige mutasjoner.
- NGT 2-planter har endringer som kun kan oppstå gjennom bruk av genteknologi.
- I EU har man valgt å kategorisere alle planter som er utviklet med egenskaper som plantevern-middelresistens eller evne til å lage insektgift som NGT 2.
- NGT 1-planter er regulatorisk fortsatt definert som GMO, men blir unntatt fra GMO-reglene. Det betyr at de:
 - ikke skal underlegges den GMO-spesifikke risikovurderingen, ikke merkes i butikken og det er ikke krav til sporbarhet
 - kan patenteres etter gjeldende patentrett i likhet med NGT 2-planter
- NGT 2-planter skal fortsatt reguleres som GMO.
- Alle NGT-planter skal registreres i en offentlig database, som skal inneholde informasjon om alle eksisterende patenter og innleverte patentsøknader
- En kommisjonsstudie om hvordan patenter på NGT-1-planter påvirker frøtilgang og innovasjon er forventet etter at regelverket trer i kraft

Patentflokken

Forhandlingene om NGT-regelverket var lenge strandet på et avgjørende spørsmål: Skal man kunne ta patent på genredigerte planter?

Av Håvard Mallinson Eggestøl



Stian Johnsen, spesialutsending for matvareproduksjon, Norges delegasjon til EU. Foto: UD

EU-PARLAMENTETS utsendinger gikk inn i forhandlingsrommet med et klart mandat – få inn et forbud mot patenter på NGT-1-planter. Dette for å unngå juridiske uklarheter og økte kostnader for foredlere og bønder som et resultat av at selskaper kan ta patent på den tekniske utnyttelsen av også naturlig forekommende gensekvenser. På andre siden av bordet satt forhandlerne fra kommisjonen og ministerrådet. De holdt fast på at en ikke kunne åpne for å endre patentlovgivningen i forhandlingene om NGT-regelverket, og at det ville skape rettslig usikkerhet og kunne svekke investeringer i teknologien.

Balansekunsten

Mens EU-institusjonene sto steilt mot hverandre, advarte Det Etske Råd, Bioteknologirådets søsterorganisasjon i Danmark, om konsekvensene. I uttalelsen *Bioteknologi, patent og etik* som ble publisert høsten 2025, skrev Det Etske Råd at dersom gen-

patent på gensekvenser for NGT 1-planter, mens et mindretall ville godta patenter så fremt det var et unntak for planteforedlere.

Samtidig omtaler Det Etske Råd patentretten som en samfunnskontrakt, der samfunnet gir en midlertidig enerett i bytte mot innovasjon som er til nytte for fellesskapet. For planteforedlere som Graminor er dette spørsmål som griper direkte inn i kjernevirksomheten.

– Hvis patenter på NGT 1-planter gjør det vanskeligere å bruke genetikk fritt, blir det et problem for små foredlere, sier molekylær foredler Susanne Windju i Graminor.

Windju understreker at tilgang til genetisk materiale er en forutsetning for videre sortsutvikling.

Enigheten og utsettelsen

Etter nesten ett år med forhandlinger gikk forhandlerne ut av møterommet med en enighet. Det vil ikke bli lagt ned et forbud mot patenter på NGT 1-planter nå, men det skal

skaper, mens tilhengerne svarer at det vil styrke innovasjon og hjelpe bønder med å håndtere klimautfordringer, forteller Stian Johnsen, spesialutsending for matvareproduksjon ved Norges delegasjon til EU.

Siste skritt på veien for regelverket er endelig godkjenning i EU-parlamentet, hvor saken skal behandles i plenum, trolig i første halvdel av 2026. ♦

Kilde:

Bioteknologi, patent og etik (2025) Det Etske Råd, www.etiskraad.dk/media/5jbjl5c/etisk-rdbioteknologi-patenter-og-etikendelig.pdf

Patenter og planteforedling

Et patent er en form for immateriell eiendomsrett som gir oppfinneren enerett til kommersiell utnyttelse av en teknologisk oppfinnelse i en viss tidsperiode.

Patentsystemet er basert på en balanse mellom å oppfordre til innovasjon og samfunnets behov for tilgang til kunnskap og biologiske ressurser.

Planteforedlerretten skiller seg fra patentretten ved at den har et foredlerunntak. Det vil si at en foredler kan kreve å få utlevert en lisensiert sort fra en annen foredler. På denne måten sikres en bred tilgang til genetiske ressurser for både store og små aktører.

Et ubesvart spørsmål når det gjelder patenter og NGT 1 er hvordan det vil fungere hvis man innvilger patent på den tekniske utnyttelsen av en gensekvens som også oppstår naturlig.

» Hvis patenter på NGT 1-planter gjør det vanskeligere å bruke genetikk fritt, blir det et problem for små foredlere.

sekvenser som også kan oppstå naturlig kan patentbeskyttes, så kan det gjøre utvikling av planter til det europeiske markedet langsommere, dyrere og dårligere.

– Patentbeskyttelse av gensekvenser fra NGT1-planter kan dermed i alvorlig grad true planteforedlernes frie og like tilgang til plantegenetisk råmateriale, skriver Det Etske Råd i uttalelsen sin.

Et flertall av Det Etske Råd anbefalte derfor at det ikke burde være mulig å ta

gjennomføres en senere evaluering av hvilke virkninger patentering av NGT 1-planter vil ha på innovasjon og tilgang til frø.

– EU-landene har blitt enige om NGT-regelverket, men flere venstreorienterte og grønne parlamentsmedlemmer har allerede lovet å stemme mot kompromisset når saken skal behandles i Europaparlamentet. Motstanderne av det nye regelverket hevder det svekker forbrukerbeskyttelsen og favoriserer store frøsel-



Ungdomskilde på dypt vann

Grønlandshvalen (*Balaena mysticetus*) kan bli over 200 år gammel. Illustrasjon: CoreyFord/iStock

Grønlandshvalen kan leve i over to århundrer – og får ikke kreft. Nå begynner forskere å forstå hvordan det er mulig. Hvalen har nemlig et usedvanlig effektivt system for å reparere skader i cellenes DNA.

Av Caroline Bianchi Strømme

I ISFYLTE FARVANN i Arktis svømmer en hval som ble til lenge før deg, før dine besteforeldre, og kanskje også før dine tipp-oldeforeldre. Med sine 16 meter og 80 tonn kan grønlandshvalen virke fryktinngytende ved første øyekast. Men det er ikke bare størrelsen som er oppsiktsvekkende. Forskning viser at hvalen kan bli mer enn 200 år gammel (se faktaboks). Nå har aldringsforskere dykket ned i hvalens biologi og gjort overraskende oppdagelser.

Reparasjon av DNA

– Vi har forsøkt å avdekke mekanismene bak grønlandshvalens eksepsjonelt lange levetid. Det vi har funnet, tyder på at en del

av forklaringen kan ligge i en svært presis og effektiv reparasjon av skader på DNA-et, sier Vera Gorbunova, professor ved University of Rochester i New York, til avisen The Guardian.

Gorbunova har ledet studien som nå er publisert i det anerkjente tidsskriftet Nature.

Aldring er en kompleks og sammensatt prosess, drevet av flere molekylære mekanismer som virker over tid. Et sentralt kjennetegn ved aldring er at skader på DNA gradvis hoper seg opp. Slike skader kan oppstå spontant, eller som følge av ytre påvirkning som UV-stråling eller kjemikalier. Etter hvert som skadene på DNA-et øker, fungerer cellene stadig dårligere. Skader på DNA er også tett

koblet til utvikling av sykdommer som kreft. Hos mennesker øker risikoen for kreft derfor med alderen. Slik er det imidlertid ikke for grønlandshvalen.

Grønlandshvalen er verdens lengstlevende pattedyr og nest lengstlevende virveldyr etter håkjerringen. Arten er et klassisk eksempel på Petos paradoks – observasjonen at enkelte store dyr har lavere forekomst av kreft sammenliknet med mindre dyr, som mennesker, til tross for at de består av langt flere celler. Men hva er det i hvalen som gir den denne superegenskapen? Forskerne bak studien peker spesielt på et protein kalt CIRBP, som er uvanlig høyt uttrykt hos hvalen. Proteinet er involvert i flere cellu-



lære prosesser, blant annet DNA-reparasjon (se faktaboks), hvilket kan forklare hvorfor hvalen nesten aldri får kreft. Mekanismen ser også ut til å være spesialtilpasset hvalens levestandard, da CIRBP-aktiviteten økes ved kaldere temperaturer.

Grønlandshvalen er ikke det eneste dyret som lever lenge. Nakenrotta, for eksempel, lever usedvanlig lenge sammenliknet med andre gnagere. Dyr på samme størrelse blir kanskje rundt syv til åtte år, mens nakenotta kan bli opptil 40 år gammel og har i tillegg en særdeles lav forekomst av kreft. Nyere studier viser også at nakenrotta har utviklet biologiske mekanismer som gjør den spesielt god til å beskytte, reparere og bevare sitt DNA.

Hva betyr det for oss?

Kan kunnskapen om hvalen og nakenrottas biologiske hemmeligheter være nyttig for oss mennesker? Forskerne håper det, men det er fortsatt uklart om mekanismene disse dyrene har utviklet er relevant for aldring i mennesker.

Når det gjelder hvalen, produserer den mer enn 100 ganger så mye CIRBP som det

mennesker gjør. Da Gorbunova og kolleger gav mer CIRBP til menneskeceller i laboratoriet, så de at cellene ble bedre til å reparere DNA. Men det gjenstår fortsatt å se om man får samme effekt i menneskekroppen, og om dette vil gi noe helsemessig fordel. Siden CIRBP-nivå påvirkes av temperatur, ønsker forskerne nå å sjekke om nivåene er høyere hos vinterbadere, som regelmessig utsettes for kuldesjokk.

Så er du blant dem som har hoppet på isbading-trenden, eller tar deg en kalddusj i ny og ne, kan det hende at det har noe for seg. Er du ikke en av dem, er det likevel håp. Forskerne forteller at de også undersøker andre måter å forbedre DNA-reparasjonen hos mennesker.

– Ikke alle liker å ta seg en kalddusj, sier Gorbunova til The Guardian. ♦

Kilder

www.theguardian.com/science/2025/oct/29/can-bowhead-whales-with-their-200-year-lifespan-help-us-to-slow-ageing
Firsanov, D. et al. Nature (2025) doi.org/10.1038/s41586-025-09694-5

» Grønlandshvalen er verdens lengstlevende pattedyr og nestlengstlevende virveldyr etter håkjerringen.

Grønlandshvalens alder

Hvordan anslår man egentlig alderen på en hval? Forskere skjønte at grønlandshvalen kunne bli usedvanlig gammel da man i 2007 fant en harpunspiss fra 1800-tallet i en levende hval. Funnet tydet på at hvalen hadde overlevd med harpunspissen i kroppen i mer enn hundre år. Senere har det blitt mulig å anslå hvalens alder med større nøyaktighet, blant annet ved å analysere aldersrelaterte endringer i øyelinsen.

DNA-reparasjon

DNA-reparasjon er cellens system for å rette opp feil som oppstår i arvematerialet (DNA). Skader på DNA oppstår kontinuerlig i kroppens celler, for eksempel på grunn av UV-stråling, kjemikalier eller feil under kopiering av DNA. Når en skade oppdages, stopper cellen midlertidig med å dele seg og reparasjonsenzymer strømmer til for å rette opp feilen. Slik hindres mutasjoner og cellen kan fungere normalt. Noen ganger lykkes det imidlertid ikke å reparere DNA-et, hvilket kan føre til feil i arvematerialet som gir sykdom, som for eksempel kreft.



Nakenrotten (*Heterocephalus glaber*) kan bli opptil 40 år gammel og er naturens lengstlevende gnager. Dette dyret er, som grønlandshvalen, spesielt god til å reparere DNA.
Foto: GlobalP/iStock

Organismer som lever lenge	Hvor lenge?
Nesledyret <i>Hydra vulgaris</i>	udødelig?
Maneten <i>Turritopsis dohrnii</i>	udødelig?
Haien <i>Somniosus microcephalus</i> (Håkjerring)	250-500 år
Nakenrotten <i>Heterocephalus glaber</i>	40 år
Grønlandshvalen <i>Balaena mysticetus</i>	200 år

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



Undervisningsmaterieil

Bioteknologirådet si heimeside har ei rekkje digitale ressursar som er eigna til bruk i undervisning.
Du finn alle ressursane på www.bioteknologiradet.no/skole/

Animasjonsfilm



DNA, genar og protein
– proteinsyntesen

Videoforedrag



Kloning av utdøyde dyr
– er det mogleg?

Podkastepisodar



Genetisk arv
– korleis vart eg til akkurat meg



Genredigering med Crispr



Nevroteknologi



Livets kode: kva er eigentleg DNA,
genar og protein?

bioteknologiradet.no

Biotekquiz

Spørsmål

1. Kva for ein kval kan leva til han blir over 200 år?
2. Kva heiter det når ein leitar i naturen etter nyttige organismar, enzym, gen og molekyl?
3. På kva kromosom finn ein SRY-genet?
4. Kva heiter mammutkalven som forskarar henta ut RNA frå?
5. Kva for ein ny DNA-metode ønskjer Kripos å prøva ut i Noreg?

1. Grønlandskvalen 2. Bioprospektering 3. Y-kromosomet 4. Yuka 5. Familliesøk i polittet sitt DNA-register over straffedømde



Bioteknologirådet