

# GENiALT

småGENiALT  
Hvorfor har  
ikke mennesker  
hale?  
SIDE 18

Tidsskrift fra Bioteknologirådet // 2-2024 // 33. årgang



Nytt håp i kampen

## *mot malaria*

s. 4

Virusresistent gris  
– med gen-  
redigering s. 6

DNA-database  
på randen av  
konkurs s. 14

Leiar: Bioteknologirådet vil ha ny genteknologilov ..... 3

Nytt håp i kampen mot malaria ..... 4

Virusresistent gris – med genredigering ..... 6

CAR T-celleterapi mot autoimmune sykdommer ..... 8

GMO-banan i beredskap ..... 10

Elektrisk ål gir GMO-sjokk ..... 10

Klonet ape overlever til voksen alder ..... 11

EU-debatt om genredigerte planter ..... 12

Domstolsdrama om Golden Rice ..... 13

DNA-database på randen av konkurs ..... 14

Spinner edderkopsilke i mikrobrikke ..... 16

Påskeliljens vikar i kampen mot Alzheimers ..... 16

Mitt skip er IKKJE lasta med syfilis ..... 17

SmåGENialt: Hvorfor har ikke mennesker hale? ..... 18



6



8



13



I 2022 var det 249 millionar nye tilfelle av malaria og om lag 600 000 dødsfall grunna den myggborne parasitten. Rundt tre fjerdedelar av dei som dør er born under fem år. To nye vaksiner ser ut til å gje god beskyttelse mot sjukdommen. Illustrasjonsfoto: Renate Wefers/iStock

## GENialt 2-2024 // 33. årgang

Redaksjonen avslutta: 16.05.2024  
 Ansvarleg redaktør: Petter Frost  
 Redaktør: Mette Risa  
 Redaksjon: Anne Marit Ryen,  
 Eirik Joakim Tranvåg, Håvard Øritsland  
 Eggestøl, Stine Hufthammer Indreid.  
 Opplag: 4614

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

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

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

Bioteknologirådet har 15 medlemmer og fem vararepresentantar som er oppnemnde for perioden 2023-2027. I tillegg inviterast seks departement til møta som observatørar. For 2024 har Bioteknologirådet eit budsjett på 14 millionar kroner.



# Bioteknologirådet vil ha ny genteknologilov

**Bioteknologirådet har det siste halvåret diskutert om den 30 år gamle genteknologiloven er egnet for dagens virkelighet. Konklusjonen er enstemmig: Regelverket for genredigerte organismer må endres, slik at vi kan legge til rette for å ta i bruk ny teknologi i møte mer de store utfordringene vi og resten av verden står over for.**

Verdens befolkning vokser, og vi må dyrke mer mat. Samtidig skal vi ta vare på naturen rundt oss, og bevare mest mulig biologisk mangfold. Det betyr at vi må dyrke mer mat på samme, eller helst mindre, areal enn i dag. Og det må skje samtidig som vi står overfor et mer ekstremt klima. Da kan vi ikke ha en lov som i praksis hindrer innovasjon. Det over 30 år gamle regelverket som sikret streng kontroll med de første genmodifiserte organismene (GMO-ene) fra 80- og 90-tallet, gjelder i dag også for en mer moderne genteknologisk metode; genredigering. Dette fordi dagens lov regulerer om man bruker genteknologi, og ikke hvordan man bruker genteknologi.

Genredigering med Crispr, den vanligste formen for genredigering, kom i 2012 og gjorde det mulig å gjøre mindre endringer inne i en enkelt organismes DNA. Det kan være å slå av et gen, endre til en bedre vari-

ant av et gen, eller sette inn gen som finnes i andre eksemplarer av arten. Dette er de samme genetiske endringene som man i dag kan få til med vanlig avl og som også kan skje av seg selv gjennom naturlige mutasjoner.

Vi mennesker har avlet, og endret, på naturen rundt oss for å få mer mat i flere tusen år. Poteter som kan spises. Hvete som ikke knekker av vind. Kyr som produserer mye melk. Dette har vi fått til ved å velge hvilke planter og dyr vi ønsker å avle videre på ut fra de egenskapene vi verdsatte. Det tar mange generasjoner med prøving og feiling før vi har forbedret én egenskap uten at andre egenskaper er blitt dårligere. Fordelen ved å bruke genredigering er at vi kan gå mer målrettet inn og endre i akkurat det genet vi ønsker og få den ønskede egenskapen allerede i første generasjon.

Bioteknologirådet ønsker ikke frislipp for all bruk av genredigering, og vår anbefaling ligger tett opptil forslaget som diskuteres i EU. Det innebærer at genredigerte planter med mindre endringer, som også kan oppstå naturlig eller ved avl, i arter vi allerede kjenner genetikken til, ikke skal gjennom en tid- og kostnadskrevende GMO-godkjenning som i dag. Et flertall av Bioteknologirådets medlemmer mener at endringen også bør gjelde dyr og mikroorganismer, mens et mindretall ønsker at endringen bare skal gjelde planter.



For å sikre at vi har alle verktøyene i verktøykassen tilgjengelig i møte med en krevende fremtid, må vi gjøre det praktisk mulig å utvikle arter som er tilpasset norske forhold. Dette er spesielt viktig hvis ønsker å øke selvforsyningsgraden i norsk matproduksjon. Derfor oppfordrer jeg det politiske Norge til å gå inn i denne debatten, og ikke bare vente på at EU skal bestemme hvordan dette skal reguleres i EØS-avtalen.

*Marianne Aasen*

» For å sikre at vi har alle verktøyene i verktøykassen tilgjengelig i møte med en krevende fremtid, må vi gjøre det praktisk mulig å utvikle arter som er tilpasset norske forhold.



Barn er særleg utsett for å dø av malaria. Foto: Media Lens King/iStock

# Nytt håp i kampen mot malaria

Årelating, amputasjon, oppkast og bark har gjennom historia vore forsøkt mot malaria, oftast utan særleg effekt. Også vaksiner har hatt liten effekt, men no ser to nye vaksiner ut til å gje god beskyttelse mot sjukdommen.

Av: Eirik Joakim Tranvåg

**MEKTIGE IMPERIUM** i Kina, Egypt og Hellas frykta febersjukdommen, og nokre meiner den bidrog til Romerrikets fall. Sjukdommen tok livet av Tutankhamon, Aleksander den Store og Dante Alighieri. Under andre verdenskrig stogga malaria dei allierte framrykkingane i Italia og 60 000 amerikanske soldatar døyde av sjukdommen i Stillehavsregionen.

Diverre tilhøyrar malaria ikkje berre historiebøkene, den er òg ein sentral del av dagens globale helse-fortelling. I 2022 var

det 249 millionar nye tilfelle og om lag 600 000 dødsfall grunna malaria. Rundt tre fjerdedelar av dei som dør er barn under fem år.

– Barn er sårbare for alvorlege malaria-infeksjonar. Spedbarn har antistoff frå mor dei første månadane, men desse forsvinn gradvis i løpet av det første halve året. Deretter er barnet sårbar for alvorlege malaria-infeksjonar fram til det får bygd opp sitt eige immunforsvar. Dette skjer ved gjenteken smitte frå malariamyggen opp gjen-

nom barneåra og tek tid, og difor er det oftare barn som dør av malaria, seier Kurt Hanevik, spesialist i infeksjonsmedisin ved Haukeland universitetssjukehus og professor ved Universitetet i Bergen.

## Parasittsjukdom

Namnet malaria kjem frå *mal aria*, som betyr dårleg luft, på middelalder-italiensk. Men malaria smittar ikkje i lufta direkte, den spreiaast mellom menneske via mygg frå *Anopheles*-slekta. Malaria er ein parasittsjukdom som skuldast *Plasmodium*-parasitten. Fem ulike *Plasmodium*-artar gir sjukdom hjå menneske, og *Plasmodium falciparum* er farlegast. Vanlege symptom er feber, saman med hovudverk, oppkast og utmatting. Utan behandling er malaria dødeleg.

Livssyklusen til malariaparasitten er fascinerande og består av fleire fasar. Når ein mygg som er infisert med parasitten

stikk eit menneske, flyt nokre parasittar frå stikket ut i blodet og vidare til levera, der parasittane slår seg ned i leverceller. Her vekst og deler dei seg i rundt ei veke, heilt til cellene er sprekkfulle av parasittar. Eit ti-tals parasittar frå myggen er nok til å smitte eit menneske, og når levercellene sprekkar kan kvar enkelt celle ha fleire tusen utvikla parasittar. Fram til dette stadiet gjev sjukdommen ingen symptom.

Parasittane infiserer så raude blodceller, delar seg og øydelegg cellene. Så gjentek denne prosessen seg fleire gongar, med stadig fleire parasittar som øydelegg stadig fleire raude blodceller. Først no, om lag to veker etter myggstikket, gjev malaria symptom. Parasitten binder seg til blodåre-veggane og skadar organ som lunger og hjerne, samtidig som øydelagde blodceller gjev anemi.

Millionar av parasittar flyt no rundt i blodet. Nokre av dei slår seg mellombels ned i beinmergen, der dei gjennomgår ei modning som gjer dei klare for kjønna formeiring. Når ein ny mygg stikker, følgjer desse parasittane med tilbake til myggen. Der formerar dei seg og finn til slutt vegen til myggen sine spyttkjertlar, der dei legger seg klare til å infisere eit nytt menneske neste gong myggen stikk. Denne kjønna formeiringa i myggen er med på å gje parasitten høg grad av genetisk variabilitet, noko som gjer det mogleg å få malaria fleire gonger. Dette har gjort det vanskeleg å utvikle gode vaksiner. Fram til no.

### Nye vaksiner

Ei vaksine inneheld stoff som øver kroppen sitt immunsystem i å oppdage og nedkjempe uønskte organismar som virus, bakteriar eller parasittar. Typisk inneheld ei vaksine svekka eller døde deler av organismen som skal motarbeidast, slik at immunresponsen ikkje blir for sterk og gjer personen sjuk.

Begge dei nye vaksinane, kjend under namna RTS,S og R21, nyttar den same delen av malaria-parasitten, nemleg ein bit av eit protein på overflata av parasitten. Vaksinane siktar seg begge på den aller tidlegaste fasen i malariasmitta, når myggen har stukke og berre eit ti-tals parasittar entrar blodet. For at kroppen sin immunrespons skal bli enda sterkare, nyttar vaksinane òg eit liten bit frå hepatitt B-viruset som har vore brukt i vaksiner i fleire år. Den genetiske oppskrifta til både parasitt- og virusbitane blir satt inn i gjærceller. Desse lagar eit nytt antigen som er ei blanding av malaria-antigenet og hepatitt-antigenet.

## » Eit ti-tals parasittar frå myggen er nok til å smitte eit menneske, og når levercellene sprekkar kan kvar enkelt celle ha fleire tusen utvikla parasittar.

### Effektiv og tilgjengeleg

Sjølv om dei to vaksinane nyttar dei same grunnprinsippa ser det ut som at R21-vaksina har ei rekke føredelar. Den er enklare å lage, billigare, og den ser òg ut til å gi betre vern mot malaria. I februar kom resultatane frå ein stor klinisk studie der nesten 5000 barn fekk R21-vaksina, og den viser ein gjennomsnittleg effekt på 78%. Eit viktig funn var at denne beskyttelsen var tilnærma like god i alle områda: både der kor malaria er ein sesongbasert sjukdom òg der den er til stades året rundt.

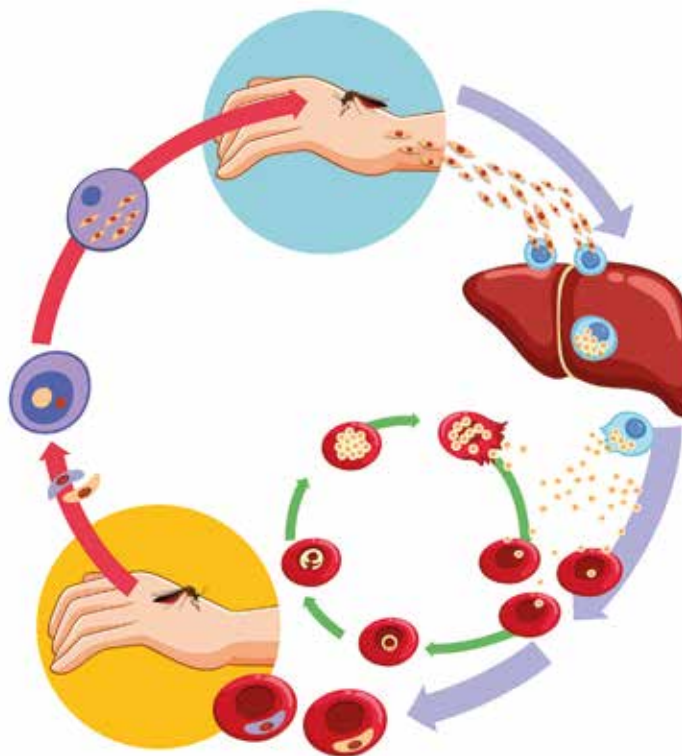
At R21-vaksina var så effektiv er viktig, men nesten like viktig er det at produksjonen av vaksinen er lisensiert ut til verdas største vaksineprodusent, Det Indiske Seruminstittuttet. Dei har lova å produsere 100 millionar dosar allereie i år, og ei dobling dei neste to åra. Tre eller fire dosar av vaksinen er naudsynt for best mogleg beskyttelse, og produksjonskapasiteten er difor viktig for at flest mogleg skal ha nytte av den. Prisen per dose vil vere om lag 30 til 50 kroner.

Hanevik trur vaksinen vil ha stor betydning i område med høg malariaprevalens:

– Vaksinen representerer eit heilt nytt verktøy i kampen mot malaria. Den angriper parasitten på det stadiet der den er mest sårbar, nemleg på veg frå myggstikk til levera i mennesket. Om ein i tillegg kan legge til ein komponent som også angriper parasittane når dei sugast tilbake i myggen, vil vaksinen bli enda betre. Ei slik kombinasjonsvaksine vil både hindre alvorleg sjukdom hjå den som blir vaksinert, men òg hindre overføring av malaria til andre personar, seier Hanevik. ♦

### Kjelder:

Dattoo et al. The Lancet 2024. [www.doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)02511-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)02511-4)  
[www.britannica.com/science/malaria/Malaria-through-history](https://www.britannica.com/science/malaria/Malaria-through-history)



Malaria parasitten infiserer menneske frå mygg (blå sirkel), delar seg inne i lever- og blodceller, før den returnerer til ein ny mygg (gul sirkel) kor parasitten formeirar seg og nye parasittar blir klare til å smitte eit nytt menneske. Figur: iStock



PRRS-viruset er spesielt dødelig under og etter svangerskapet, og for spedgrisene som overlever til fødsel er det vanskelig å die. Illustrasjonsfoto: Jevtic/iStock

## Virusresistent gris – med genredigering

Med genredigering har forskere klart å gjøre gris motstandsdyktig mot en virussykdom som koster milliarder hvert år. Dette kan hindre sykdom og lidelse hos millioner av gris, men hvor lenge vil grisen være resistent?

Av Håvard Øritsland Eggestøl

**DET BRITISKE** griseavlsselskapet Genus har utviklet en genredigert gris som er motstandsdyktig mot sykdommen PRRS (Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome). Virussykdommen kan føre til lungebetennelse, aborter, mumifiserte foster, dødfødsler og svake grisunger og forårsaker et årlig tap på 2,7 milliarder dollar internasjonalt.

Nå har det britiske selskapet søkt om godkjenning i flere land, blant annet USA.

### Rammer gris og bonde

– Når bønder får utbrudd av PRRS i besetningene går det i svart for dem. Det er en enorm påkjenning å se grisene lide, sier Eli Grindflek, forsknings- og utviklingsdirektør

i det norske avlsselskapet Norsvin, en av Genus' konkurrenter, til GENiAlt.

Det finnes vaksiner mot sykdommen, men det er utfordringer både knyttet til hvor effektive og sikre disse vaksinene er.

– Det man bruker i dag er blant annet levende vaksiner. Dette er levende virus som har blitt modifisert slik at de ikke skal forårsake sykdom, men bare gi immunitet. Men det er også beskrevet at vaksinevirusene har utviklet seg slik at også vaksinene kan gjøre grisene syke og gi smitte mellom besetninger, sier Carl Andreas Grøntvedt, fagansvarlig for svin og forsker ved Veterinærinstituttet til GENiAlt.

Og når vaksinene ikke virker, eller en ikke kan bruke dem, er et av verktøyene man



Eli Grindflek, forsknings- og utviklingsdirektør i Norsvin. Foto: Norsvin



Carl Andreas Grøndtvet, fagansvarlig for svin og forsker ved Veterinærinstituttet. Foto: Veterinærinstituttet

har igjen for å eliminere viruset og stoppe videre spredning utslaktning eller avlivning.

– Da må bonden slakte ut, eller avlive og destruere alle dyrene i en besetning, og desinfisere alt av utstyr og bygningsmasse før en setter inn griser fra besetning uten PRRS-smitte, sier Grøntvedt.

#### Én gris ikke nok

Det er to store forskningsgrupper i det britiske selskapet som har jobbet med å bruke genredigering for å utvikle en gris som er

» Dersom grisen blir godkjent, og tatt i bruk, vil det bety mye for svinenæringen i landene der viruset finnes.

resistent mot PRRS-viruset. Den genredigerte grisen de nå har søkt om godkjenning til, er en hvor forskerne klippet vekk en liten del av genet som viruset er avhengig av for å trenge inn i vertscellen i grisen. Dette er en mer målrettet endring enn man ofte bruker ved genredigering, hvor man slår ut hele genet. Resultatet ble en PRRS-resistent gris som ellers vokste like godt og hadde den samme kjøtt- og fettfyllden som vanlige griser.

Forskerne har trukket frem at det ikke er nok å lage én virusresistent gris som produserer godt. Genredigeringen må gjøres i viktige avlslinjer med tilstrekkelig diversitet. De har derfor genredigert fire viktige avlslinjer og krysset dem med ikke-genredigert

gris for å øke den genetiske diversiteten. Det vil si at de i dag har en populasjon med genredigert gris på noen hundretalls dyr.

Foreløpig er Columbia eneste land som har godkjent de genredigerte grisene. Selskapet jobber nå med å få godkjenning også i USA, Canada, Kina, Japan, Mexico og Brasil, ifølge nettstedet porkbusiness.com. Genus har uttalt i tidsskriftet Science at de venter på en beslutning fra USAs FDA, som gjennomfører en omfattende mattrygghetsvurdering innen året er omme.

#### Et virus i forandring

– Dersom grisen blir godkjent, og tatt i bruk, vil det bety mye for svinenæringen i landene der viruset finnes, sier svineforsker Grøntvedt.

Sykdommen er hittil ikke observert i Norge, men Norsvins Grindflek ser også mulige positive effekter for norske svinebesetninger om den genredigerte grisen tas i bruk i våre naboland.

– Dersom grisen blir tatt i omfattende bruk i de landene hvor viruset finnes vil det både redusere det generelle smittetrykket og samtidig redusere faren for importsmitte til Norge, sier Grindflek.

Samtidig er de to norske ekspertene usikre på om effekten vil bli langvarig. PRRS-viruset er nemlig et RNA-virus, og forandrer seg fort. Begge forventer at beskyttelsen den genredigerte grisen har fått mot PRRS-viruset kommer til å være forbigående og at det bare er et spørsmål om tid før PRRS-viruset har tilpasset seg også den genredigerte grisen. Av den grunn er Grindflek generelt skeptisk til genredigering som et verktøy mot infeksjonssykdommer av denne typen.

– Jeg tror genredigering kommer til å være et viktigere avlsverktøy mot egenskaper som ikke står i et våpenkappløp med smittsomme sykdommer. Det kan være

endring av gener som styrer kjønn slik at vi unngår kastrering av råner eller fjerning av genvarianter som i dag forårsaker defekter eller fosterdød, egenskaper som bare er bestemt av grisens biologi, sier Grindflek.

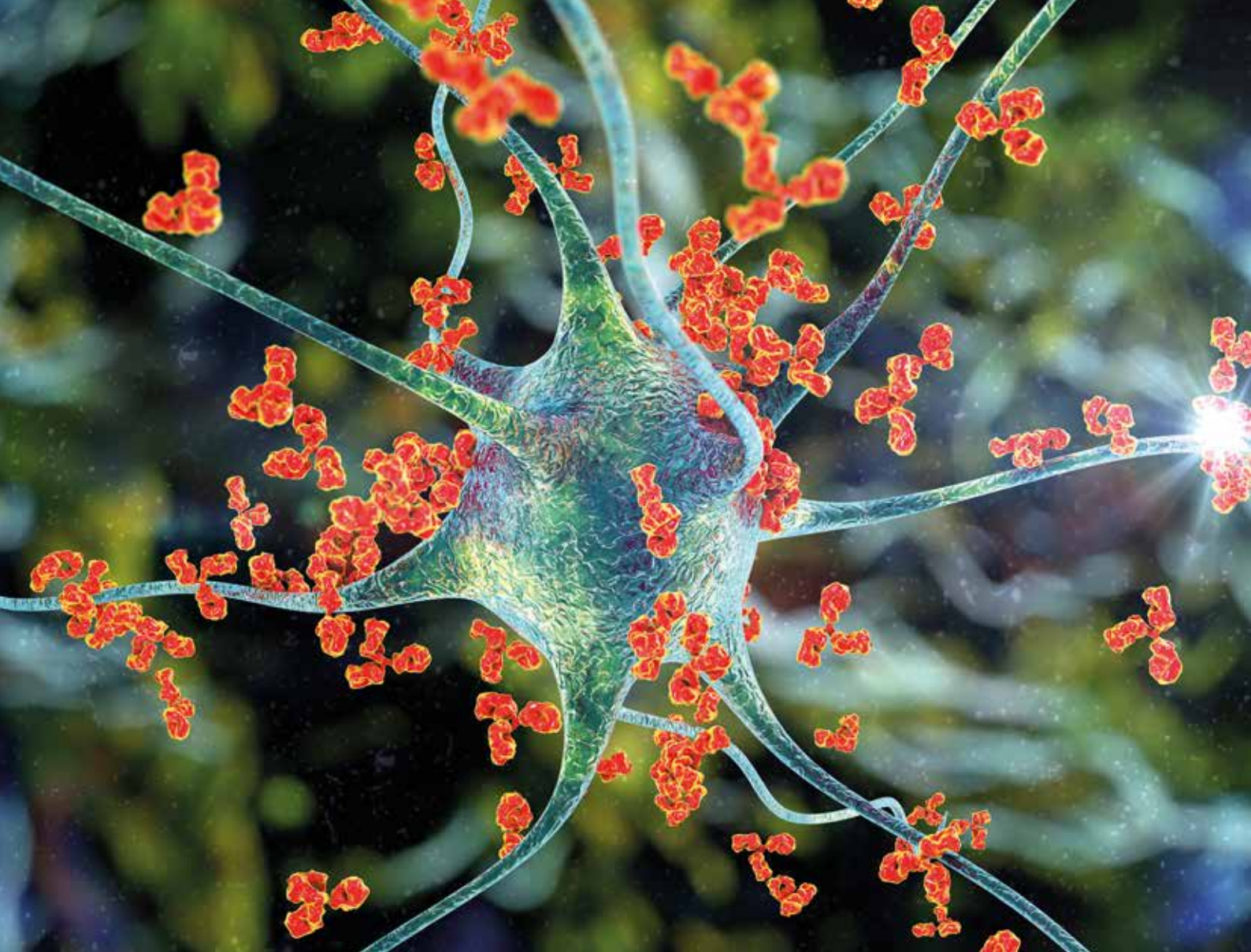
#### Hvem vil spise grisen?

Norsvin har tidligere advart mot at den strenge norske reguleringen av genredigering gjør at det norske avlselskapet, som er eid og styrt av norske svineprodusenter, kan tape markedsandeler blant annet i USA, eller at de kan se seg nødt til å flagge ut deler av avlsvirksomheten. Men om dette gjør seg gjeldende med det nåværende gjennombruddet, er Grindflek mer tvilende til. Forbedring av egenskaper med konvensjonell avl går svært raskt på gris fordi en grisunge kan bli en fødende purke på omtrent ett år. Det betyr at den genredigerte grisen kan risikere å bli hengende etter på andre egenskaper.

– Jeg forventer at videre avlsarbeid på de genredigerte grisene kan bli utfordrende da den effektive populasjonsstørrelsen bare er på noen hundretalls dyr til å begynne med. Det er en mye mindre populasjon enn hva man avler på til vanlig. I tillegg er jeg usikker på om amerikanske markedet er modent for genredigerte produkter. Uten kjøpere blir det ingen butikk, sier Grindflek. ♦

#### Kilder:

The CRISPR Journal (2024) [www.doi.org/10.1089/crispr.2023.0061](https://www.doi.org/10.1089/crispr.2023.0061)  
Front Genome Ed. (2024) [www.doi.org/10.3389/fgeed.2024.1322012](https://www.doi.org/10.3389/fgeed.2024.1322012)



Ved MS angriper immunsystemet nerveceller i hjernen og ryggmargen. Foto: iStock/Dr\_Microbe

# CAR T-celleterapi mot autoimmune sykdommer

CAR T-celleterapi har blitt kalt banebrytende kreftmedisin. Kan behandlingen også brukes mot autoimmune sykdommer?

– **JEG VIL IKKE** forskuttere noe, men muligheten for å kunne kurere autoimmune sykdommer med en engangsbehandling er ganske utrolig, det ville rett og slett være et paradigmeskifte, sier Jeffrey Dunn, nevrolog ved Stanford University i California, USA, til tidsskriftet Nature.

Dunn er en av forskerne bak en planlagt studie der man vil undersøke om CAR T-celleterapi (se faktaboks) kan hjelpe pasienter

med multipel sklerose (MS), en kronisk autoimmun sykdom som rammer hjerne og ryggmarg. Immunceller kalt B-celler antas å spille en viktig rolle i sykdomsutviklingen ved MS. Den samme celletypen er også opphavet til noen typer blodkreft (se faktaboks). Nå rekrutterer Dunn og hans kolleger, sammen med legemiddelfirmaet Kyverna Therapeutics, MS-pasienter til en fase II studie der en utradisjonell behandling skal prøves ut.

## Når immunforsvaret feiler

Immunsystemets oppgave er å beskytte kroppen mot fremmede, skadelige inntrengere, som bakterier, virus eller soppinfeksjoner. Men hos noen svikter mekanismene som skal sørge for at immuncellene klarer å skille mellom venn og fiende. Autoimmune sykdommer oppstår når immunsystemet angriper noen av kroppens egne friske celler (auto=selv). Det finnes mange for-



skjellige autoimmune sykdommer, og felles for mange av dem er at de er vanskelige å behandle. Immundempende medikamenter kan ofte bremse forløpet, men ikke stanse eller snu sykdomsutviklingen og pasienten trenger ofte livslang medisinsk oppfølging.

### Testet CAR T-celleterapi

Forskere ved University Hospital Erlangen i Tyskland har tidligere undersøkt om CAR T-celleterapi kan hjelpe pasienter med alvorlige autoimmune lidelser som ikke har god nok nytte av annen behandling. 15 pasienter med tre forskjellige autoimmune lidelser fikk en engangsbehandling med CAR T-celler. Foreløpige resultater av studien ble publisert i New England Journal of Medicine i februar 2024. De første pasientene som ble behandlet hadde da blitt fulgt opp i 24 måneder etter behandlingen. Pasientene led av enten systemisk lupus erytematosus, systemisk sklerose eller idiopatisk inflammatorisk myopati, og

viste alle symptombedring etter behandlingen. Ingen av pasientene hadde behov for immundempende medikamenter i oppfølgingsperioden.

Det er kjent at CAR-T behandling kan ha alvorlige bivirkninger og komplikasjoner som i seg selv i verste fall kan være livstruende, men bivirkningene hos pasientene i den tyske studien var håndterbare og for de fleste milde.

Den tyske studien kan ikke alene gi svar på om CAR-T celleterapi kan gi langvarig bedring eller kurere visse typer autoimmune sykdommer. Til det var antall pasienter i hver gruppe for få, og pasientene har vært fulgt over for kort tid. Studien gav likevel grunn til optimisme fordi den viser at pasientene har tolerert behandlingen godt.

### Nå på MS

Legemiddelfirmaet Kyverna Therapeutics gjennomførte de innledende studiene i sitt CAR-T-prosjekt på to MS-pasienter i Tysk-

land, og medforfatter Cristoph Heesen, professor ved Hamburg-Eppendorf uttalte i april at foreløpige funn var lovende.

Den planlagte oppfølgingsstudien i USA, som skjer i samarbeid med Jeffrey Dunn og Stanford-universitetet, har i første omgang som mål å rekruttere 12 MS-pasienter for å undersøke om spesialtrente CAR-T-celler kan hjelpe denne pasientgruppen. Pasientenes celler vil da høstes, trenes opp til å angripe immunceller man tror er viktige i sykdomsutviklingen, og deretter tilbakeføres til pasientene (se figur). ♦

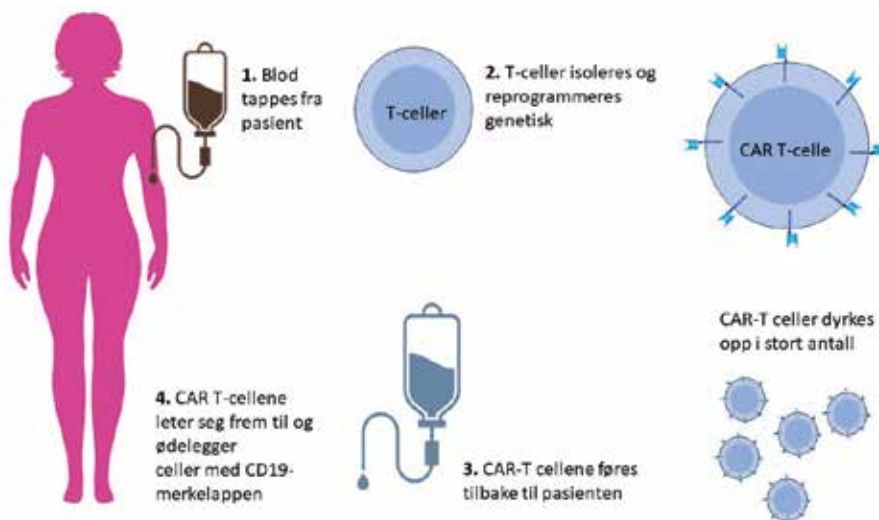
### Kilder:

Nature. [www.doi.org/10.1038/d41586-024-00470-5](https://doi.org/10.1038/d41586-024-00470-5)

Müller. N Engl J Med (2024) [www.doi.org/10.1056/NEJMoa2308917](https://doi.org/10.1056/NEJMoa2308917)

Kyverna Therapeutics. [www.shorturl.at/zNR27](https://www.shorturl.at/zNR27)

## » Ingen av pasientene hadde behov for immundempende medikamenter i oppfølgingsperioden.



### CAR T-celleterapi

**1.** T-celler høstes fra pasientens blod og sendes til et spesiallaboratorium. **2.** På laboratoriet får pasientens T-celler tilført en ny genetisk oppskrift for et overflateprotein, kimær antigenreseptor (CAR). Den nye reseptoren gjør T-celle i stand til å gjenkjenne, og ødelegge, celler som har kjennetegnet CD19 på sin overflate (B-celler og kreftceller oppstått fra B-celler). Deretter dyrkes cellene opp i stort antall. **3.** Cellene sendes tilbake til sykehuset, og settes tilbake i pasienten. **4.** De modifiserte T-celle, CAR T-celle, ødelegger B-celler med CD19 på overflaten.  
Illustrasjon: Stine Hufthammer Indrelid/Bioteknologirådet basert på iStock

### CAR T-celleterapi

CAR T-celleterapi er levende medisin laget av pasientens egne T-celler (en gruppe immunceller) hvor cellene får tilført en ny genetisk oppskrift for et overflateprotein (kimær antigenreseptor – CAR).

Metoden ble først utviklet for å behandle blodkreft som har oppstått fra immunceller kalt B-celler.

B-celler har et spesielt kjennetegn (CD19) på celleoverflaten. Ved kreftformer som har oppstått fra B-celler er det samme kjennetegnet også til stede på kreftcellene.

Mye tyder på at B-celler også kan spille en rolle i utviklingen av visse autoimmune sykdommer, som MS. Derfor håper man at CAR T-cellebehandling også vil ha behandlingseffekt ved disse sykdommene.



Panamasyken truer igjen dessertbananene. Foto: emarys/iStock

## GMO-banan i beredskap

Australske mattrygghetsmyndigheter har konkludert med at en genmodifisert banan er trygg å spise. Dermed er det duket for at bananen kan inngå i kampen mot panamasyken.

Av Håvard Øritsland Eggestøl

**PÅ 1950-TALLET** rammet panamasyken flere og flere plantasjer, og eksporten av datidens mest populære dessertbanan, Gros Michel, døde ut. Gros Michel var smakfull, søt og hadde et tykt skall som gjorde den ypperlig for eksport. Næringen måtte legge om til dessertbananen vi importerer i dag – Cavendish. Men nå er panamasyken også blitt en trussel mot Cavendish-bananen. Denne gangen er det panamasyke-stammen TR-4 som truer dessertbananene, en næring verd rundt 150 milliarder kroner verden over. Og hverken sprøytemidler, kjemisk eller fysisk behandling av jorden og plantene ser ut til hjelpe.

Den australske forskeren James Dale og hans kollegaer ved Queensland University of Technology har de siste 20 årene jobbet med å utvikle en genmodifisert banan som

er resistent mot TR-4-stammen av panamasyken. Denne har de utviklet ved å sette inn et banangen fra villbanan inn i en Cavendish-banan. Nå har den genmodifiserte bananen fått godkjenning fra australske mattrygghetsmyndigheter, som har konkludert med at den er trygg å spise.

I Australia er ikke panamasyken så ødeleggende som den har vært andre plasser i verden. Derfor vil ikke bananen bli tatt umiddelbart i bruk i produksjonen, men vil kunne dyrkes av australske bananbønder om det skulle bli nødvendig. ♦

**Kilde:**  
[www.abc.net.au/news/2024-02-16/australia-approves-first-genetically-modified-banana-panama-tr4/103476986](http://www.abc.net.au/news/2024-02-16/australia-approves-first-genetically-modified-banana-panama-tr4/103476986)



Sebrafisklarvene lyste opp grønt under UV-lys. Foto: Sakai et al.

## Elektrisk ål gir GMO-sjokk

Elektrisitet er en velkjent måte å genmodifisere på i laboratoriet. Nå ser det ut til at det kan få det til i naturen.

Av Håvard Øritsland Eggestøl

**EN GRUPPE JAPANSKE** forskere ville følge opp en elleve år gammel hypotese om at elektrisitet i naturen kan genmodifisere organismer. Hypotesen gikk ut at på strøm ville skape mikroskopiske hull i cellemembranen til organismen, slik at miljø-DNA kunne snike seg inn i cellen. Den opprinnelige hypotesen diskuterte lynnedslag som strømkilde, men de japanske forskerne fra Nagoya- og Kyoto-universitetet tenkte at elektrisk ål, som bruker strøm til å jakte med, også ville kunne genmodifisere organismer rundt seg.

Forskerne satt derfor den elektriske ålen ned i et kar sammen med en bedøvd gullfisk som den kunne jakte på. I karet var også bedøvede sebrafisklarver og nakent DNA som inneholdt et gen som



(2023) CC BY 4.0 DEED

k

modifisere organismer  
en elektriske ålen

koder for et grønt fluoriserende protein. Da den elektriske ålen spiste den bedøvde gullfisken, sendte den ut strøm på rundt 250 volt som var nok til at huden til sebrafisklarvene tok opp den nakne DNA-et i vannet rundt seg. Resultatet ble sebrafisklarver som lyste grønt som et juletre. Ettersom forskerne fikk dette til i laboratoriet, mente de at dette også burde kunne skje i Amazonas, hvor den elektriske ålen hører hjemme. ♦

Kilde:

Sakaki. PeerJ (2023) [www.doi.org/10.7717/peerj.16596](https://doi.org/10.7717/peerj.16596)



Illustrasjonsfoto: filistimlyanin/iStock

## Klonet ape overlever til voksen alder

Apen Retro, en rhesusape, er den første av sin art som er blitt til ved kloning og som har overlevd til voksen alder.

Av Stine Hufthammer Indrelid

**ETTER AT SAUEN** Dolly ble det første pattedyret som ble til ved kloning i 1996 har mange andre pattedyrarter blitt klonet. Men fortsatt overlever kun en liten andel til fødselen.

Primater har vist seg særlig vanskelig å klonе. Først i 2018 lyktes forskere ved Chinese Academy of Sciences in Shanghai med å klonе frem to individer av arten krabbemakak. I januar 2024 fortalte noen av de samme forskerne at de har klonet rhesusape – ved hjelp av en ny metode.

I studien, ledet av Falong Lu, Zhen Liu og Qiang Sun, sammenlignet forskerne klonede og normale embryo fra rhesusaper og oppdaget forskjeller i den epigenetiske signaturen som bestemmer genuttrykket under embryoutviklingen. De så også at morkaken hos mange klonede embryo ikke

utviklet seg normalt. Forskerne løste dette ved det de kaller trofoblasterstøtning.

I et tidlig embryo ligger cellene som skal bli til morkake, trofoblastcellene, som et ytre lag. Cellene som skal bli det nye individet ligger som en klump, en indre cellemasse, innenfor dette cellelaget. Forskerne flyttet den indre cellemassen fra et klonet embryo inn i et ikke-klonet embryo. Resultatet ble en klonet rhesusape som utviklet seg ved hjelp av en ikke-klonet morkake.

Effektiviteten er likevel lav. Av 113 klonede embryo ble det kun én levende-født rhesusapehann som nå har blitt tre år gammel. ♦

Kilder:

Liao. Nat Commun (2024) <https://doi.org/gtdwrh>  
Nature. <https://doi.org/mtt2>

# EU-debatt om genredigerte planter

EU diskuterer nye regler som skal gjøre det enklere å ta i bruk genredigering i planteavl. Men uenighet mellom medlemslandene og valg til Europaparlamentet har gjort at forhandlingene er på vent.

Av Anne Marit Ryen

**EU-KOMMISSJONEN** la i fjor frem et forslag om at genredigerte planter med mindre genetiske endringer ikke lenger skal vurderes etter de strenge reglene for genmodifisert organismer (GMO). For at forslaget skal vedtas må både Europaparlamentet og Ministerrådet bli enige.

– I Europaparlamentet er de positive til forslaget, men i Ministerrådet pågår diskusjonene mellom medlemslandene fortsatt. Det ser ikke ut til å bli enighet i Ministerrådet før Europaparlamentsvalget i juni, sier Birthe Ivars, spesialutsending for klima- og miljøsaker ved den norske EU-delegasjonen.

De nasjonale representantene i Ministerrådet må bli enige om en posisjon før forhandlinger med Europaparlamentet om veien videre. Nye EU-regler vil trolig også gjelde for Norge fordi GMO-feltet er en del av EØS-avtalen.

## Uenighet i Ministerrådet

I EU-forslaget brukes begrepet New Genomic Techniques (NGT). NGT er en betegnelse på metoder for å endre arvemateriale i en organisme som er kommet til etter 2001, som for eksempel genredigering med Crispr.

– Europaparlamentet mener at det skal være forbudt å ta patenter på NGT-planter, mens enkelte av medlemslandene i EU ønsker at patenter skal være lov. Forhandlingene om forslaget vil nok likevel fortsette fordi det er en oppfatning blant mange om at EUs regelverk henger etter resten av verden på dette feltet, sier Stian Johnsen, spesialutsending for matvareproduksjon ved den norske EU-delegasjonen.

Tidligere har det ofte vært store internasjonale selskaper som har utviklet GMO-er, som sprøytemiddelresistent soya og mais, og tatt patent på disse. Genredigering med Crispr er derimot en enklere, rimeligere og



Birthe Ivars, spesialutsending for klima- og miljøsaker ved den norske EU-delegasjonen.  
Foto: UD



Stian Johnsen, spesialutsending for matvareproduksjon ved den norske EU-delegasjonen.  
Foto: UD

raskere metode som er tilgjengelig for flere forskningsmiljøer. Noen mener patentrettigheter er viktig for å stimulere til investeringer, mens andre frykter at patenter vil gjøre viktige fremskritt låst til enkeltaktører.

## Hva skjer videre?

– Flere medlemsland viser også til føre-var prinsippet, behov for merking og ønsker at NGT-planter skal følge GMO-regelverket, sier Birthe Ivars.

Det har vært diskusjoner om hvilke kriterier som skal definere en NGT-plante slik at den tilsvarer en plante som har blitt til ved vanlig avl. Europaparlamentet har derfor bedt den europeiske mattrygghetsmyndigheten, EFSA, om å vurdere forslaget med frist juli 2024.

– Det er lite sannsynlig at det blir enighet mellom medlemslandene i den nærmeste fremtid. Ferdigstilling av forordningen vil derfor kunne ta tid, sier Ivars. ♦



EU diskuterer nye regler slik at det skal bli enklere å ta i bruk genredigering i planteavl.  
Foto: DesignRage/iStock

## EUs lovgivende forsamlinger

Europaparlamentet – består av 705 representanter som er direkte valgt hvert femte år.

Ministerrådet - representerer medlemslandene og reflekterer nasjonale interesser. Består av én representant fra hvert av de 27 medlemslandene.

# Domstolsdrama om Golden Rice



Det har vært 30 år med konflikt rundt det som skulle være en humanitær GMO; den gyldne risen Golden Rice. Risen ble genmodifisert for å løse et globalt folkehelseproblem knyttet til vitamin A-mangel. Foto: International Rice Research Institute (IRRI) CCBY 2.0 via Wikimedia Commons

En filippinsk domstol har trukket tilbake tillatelsen til dyrkning av genmodifisert Golden Rice. Det er nå ventet at filippinske myndigheter vil anke avgjørelsen.

Av Håvard Øritsland Eggestøl

**FILIPPINENE** var det første landet i verden som tillot dyrking av Golden Rice i 2021.

– Golden Rice ble laget for å få betakaroten, en kilde til vitamin A, inn i det som er basismaten til halve verden, fortalte professor Ingo Potrykus til GENialt nr 3-2022, som tok for seg 30-år lange historien om konfliktene rundt Golden Rice.

Vitamin A-mangel er ifølge WHO den vanligste årsaken til blindhet hos barn på verdensbasis. Årlig mister mellom 250 000–500 000 barn synet som følge av alvorlig vitamin-A-mangel. Rundt halvparten av

disse barna vil dø innen 12 måneder etter å ha mistet synet.

Nå har den filippinske ankeinstansen i Manila trukket tilbake tillatelsen. Som begrunnelse oppga domstolen at motstridende vitenskapelige syn ga opphav til alvorlige bekymringer knyttet til mat- og miljøtrygghet. Dermed fikk Greenpeace Sør-Østa Asia og tretten andre grupper medhold i sin anke om at den opprinnelige tillatelsen fra 2021 var utstedt på feilaktig grunnlag.

– Denne domsavgjørelsen er en monumental seier for filippinske bønder og det filippinske folket, som har kjempet i tiår mot genmodifiserte avlinger, sier Greenpeace-aktivisten Wilhelmina Pelegrina i en uttalelse fra Greenpeace.

Samtidig sier NGO-en CAMP (Alliansen for modernisering av jordbruket på Filippinene) at avgjørelsen er et steg tilbake for filippinske bønder. Avgjørelsen er neppe siste vending i historien om den kontroversielle risen, da det er ventet at filippinske myndigheter vil anke avgjørelsen.

– En anke vil trolig bli tatt til følge, sier Adrian Dubock, medlem i «Golden Rice Humanitarian Board», til New Scientist. ♦

» **Vitamin A-mangel er ifølge WHO den vanligste årsaken til blindhet hos barn på verdensbasis.**

**Kilder:**

[www.newscientist.com/article/2428632-genetically-modified-golden-rice-may-yet-succeed-in-the-philippines/](http://www.newscientist.com/article/2428632-genetically-modified-golden-rice-may-yet-succeed-in-the-philippines/)  
[www.barrons.com/news/philippine-court-blocks-gmo-golden-rice-production-over-safety-fears-0e487e8c](http://www.barrons.com/news/philippine-court-blocks-gmo-golden-rice-production-over-safety-fears-0e487e8c)  
[www.greenpeace.org/philippines/press/63501/greenpeace-statement-on-peoples-win-against-genetically-modified-rice/](http://www.greenpeace.org/philippines/press/63501/greenpeace-statement-on-peoples-win-against-genetically-modified-rice/)



# DNA-database på randen av konkurs

Selskapet 23andMe, som kontrollerer en av verdens største private DNA-databaser, ble hacket og risikerer konkurs etter sviktende inntekter. Hva betyr det for alle som har sendt sitt DNA til selskapet?

Av Anne Marit Ryen

**DNA-TESTSELKAPET** 23andMe har de siste årene strevd med dårlige salgstall, og da selskapet ble hacket og persondata knyttet til 6.9 millioner av deres kunder ble stjålet, stupte selskapets verdi ytterligere. Nå risikerer selskapet å bli tatt av børsen fordi aksjeprisen er for lav.

## Millioner av brukere

23andMe selger populære DNA-tester på nett til forbrukere verden over, og har også mange norske kunder. Ved å sende inn en spyttprøve til selskapet fikk kunden vite mer om sin risiko for sykdom eller kartlagt sin slekt. Samtidig har 23andMe også en

database med genetiske data fra rundt 10 millioner kunder som har samtykket til at deres DNA kan brukes til forskning.

Hva skjer med de genetiske dataene hvis slike DNA-test selskaper går konkurs? Og hva gjør man med den økende trusselen om persondata på avveie om disse DNA-databasene hackes?

## Innbrudd

Datainnbrudd hos 23andMe ble oppdaget i oktober 2023 da hackere prøvde å selge navn, adresser og genetiske data fra selskapets kunder på et nettforum. Det har kommet over 30 søksmål mot 23andMe for manglende sikkerhet i etterkant, og selskapet har



23andMe har genetiske data fra rundt 10 millioner kunder i sin database. Selskapet sliter med sviktende inntjening, at databasen ble hacket og aksjekursen stuper. Foto: Sundry Photography/iStock

gjennomført nye datasikkerhetstiltak.

Datatilsynet er bekymret for denne typen kriminalitet.

– Denne typen datainnbrudd vil bli en økende utfordring. Virkemiddelet myndigheter og private selskaper har er å møte slik kriminalitet med økt sikkerhet. Dette omfatter selvfølgelig slike ting som multifaktorautentisering, sier Ylva Marrable, seksjonssjef i Datatilsynet.

### Sviktende salg

Da 23andMe ble børsnotert i 2021 var det knyttet stor optimisme til markedet for genetiske selvtester på nett. Selskapet har de siste årene opplevd synkende salgstall og sviktende inntekt. Noe av skylden tilskrives at DNA-test-markedet er vanskelig fordi de fleste kunder kun kjøper én test.

Selskapets CEO og grunnlegger, Anne Wojcicki, mener veien videre for 23andMe er

mer informasjonsutvinning fra den enorme mengden genetiske data de har samlet inn fra sine kunder. Legemiddelfirmaet GlaxoSmithKline fikk eksklusiv tilgang til selskapet innsamlede genetiske data fra 2018 til 2023, men 23andMe gjør nå data tilgjengelig for flere forskningsgrupper.

– Vi har nå muligheten til å gjøre datautvinning selv og gi tilgang til flere grupper. Både 23andMe og GlaxoSmithKline følte at det er så mye data der at én forskningsgruppe ikke kan «grave» ut alt. Det er en ressurs som kan brukes av flere ulike organisasjoner til legemiddelutvikling, sier Wojcicki til Wired.

23andMe jobber for tiden med å utvikle legemidler rettet mot kreft og astma. Men aksjekursen har falt med 98 prosent, og selskapet risikerer å bli tatt av børsen fordi aksjeprisen er under en dollar. Wojcicki prøver nå å videreføre selskapet privat, men trenger da støtte av nye investorer og partnere, ifølge CNBC.

Hvis det ikke lykkes, er det uvisst hva som skjer med de enorme mengdene med sensitive personopplysninger selskapet har i sine databaser.

### Forbrukers rettigheter

EUs personvernforordning gir et spesielt vern om europeeres personopplysninger, og disse reglene gjelder også for selskaper utenfor EØS.

– Genetiske data regnes som sensitive personopplysninger. Så lenge selskaper behandler personopplysninger om nordmenn og andre europeere må de følge personvernforordningen. Dersom et konkursbo eller et nytt selskap behandler de genetiske dataene, vil de måtte følge regelverket på samme måte som 23andMe må i dag, sier Ylva Marrable.

Men det er ikke noen oversikt over i hvilken grad amerikanske selskaper faktisk følger de europeiske personvernreglene. Marrable tror bevisstheten rundt regelverket, og overholdelsen av det, vil variere en del, særlig når risikoen for tilsyn nok oppfattes som lav. Men det er eksempler på reaksjoner ovenfor amerikanske selskaper, som da Datatilsynet gav datingappen Grindr et vedtak om overtredelsesgebyr på 65 millioner kroner for utlevering av personopplysninger til annonseselskap uten gyldig samtykke.



Ylva Marrable, seksjonssjef i Datatilsynet.  
Foto: Datatilsynet

–Det er derfor viktig at forbrukere er klar over sine rettigheter etter personvernforordningen og at disse også gjelder for selskaper utenfor Europa. Det betyr at man kan kreve disse rettighetene som kunde, sier Marrable. ♦

#### Kilder:

[www.wired.com/story/23andme-genomic-testing-financial-results-earnings-anne-wojcicki/](https://www.wired.com/story/23andme-genomic-testing-financial-results-earnings-anne-wojcicki/)  
[www.cnbc.com/2024/04/18/23andme-ceo-anne-wojcicki-considers-taking-company-private.html](https://www.cnbc.com/2024/04/18/23andme-ceo-anne-wojcicki-considers-taking-company-private.html)

## Dine rettigheter etter personvernforordningen

### Rett til informasjon

Alle virksomheter har plikt til å behandle personopplysninger på en åpen måte. Det betyr blant annet at de må gi kort og forståelig informasjon om hvordan de behandler personopplysningene.

### Rett til innsyn

Innsynsretten går ut på at du kan spørre en virksomhet om hvordan opplysningene om deg behandles og at du kan be om å få vite hvilke opplysninger de har lagret.

### Rett til retting

Dersom du mener at en virksomhet har registrert uriktige opplysninger om deg, kan du kreve at virksomheten retter eller supplerer opplysningene.

### Rett til sletting

Du kan trekke tilbake et samtykke gitt til en virksomhet og kreve at dine personopplysninger blir slettet.

Kilde: Datatilsynet

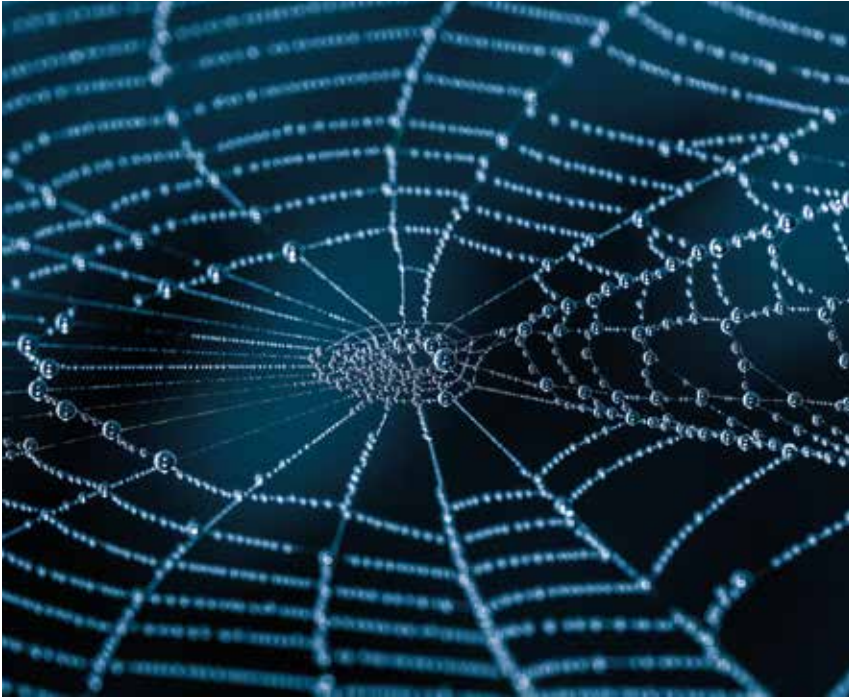


Foto: Ladislav Kubes/iStock

## Spinner edderkoppsilke i mikrobrikke

Japanske forskere har utviklet en kunstig silkekjertel som kan spinne edderkoppsilke.

Av Stine Hufthammer Indreli

**EDDERKOPPENS** silkestråd har unike kvaliteter. Tråden er lett av vekt, svært fleksibel, men har likevel en styrke sammenlignbar med stål. Edderkoppsilke er dessuten biokompatibel, det vil si at den tolereres godt av menneskekroppen uten å bli avstøtt. Denne kombinasjonen av egenskaper gjør edderkoppens silkestråd til en svært attraktiv råvare i alt fra kirurgisk tråd til skuddsikre vester. Dessverre har det vist seg vanskelig å høste nok edderkoppsilke. Edderkopper krever mye plass for å spinne sine nett, de er territoriale og de er tilbøyelige til å spise hverandre.

En rekke forskere har forsøkt å fremstille edderkoppsilke syntetisk, men også dette har vist seg vanskelig. Edderkoppsilke er en biopolymer, en kjedeformet kjemisk forbindelse satt sammen av mindre enheter, og silkestrådens unike egenskaper er et resultat av hvordan biopolymeren er satt sammen. Når

edderkoppen lager silke til nettene sine, er det med en kombinasjon av nøyaktig tidsbestemte kjemiske betingelser, endringer i saltkonsentrasjon og pH, men også med fysiske krefter i kanalene i silkekjertlene.

Forskere ved RIKEN Center for Sustainable Resource Science i Japan har funnet en løsning. Forskningsgruppen, ledet av professor Keiji Numata, har benyttet seg av såkalt mikrofluidikk, væskeflyt gjennom små kanaler i en mikrobrikke som etterligner de fysiske betingelsene i edderkoppens silkekjertel. Ved å etterligne både de fysiske og kjemiske betingelsene i silkekjertelen kunne forskerne lage silke med en struktur som etterligner strukturen i edderkoppens egen silkestråd. ♦

**Kilder:**  
Chen. Nature Communication (2024).  
[www.doi.org/gtth5r](https://www.doi.org/gtth5r)  
GEN News. [www.shorturl.at/fizKO](https://www.shorturl.at/fizKO)  
UNSW Newsroom. [www.shorturl.at/qKUO6](https://www.shorturl.at/qKUO6)



Foto: TT/iStock

## Påskeliljens vikar i kampen mot

I dag utvinnes medisin mot Alzheimers er vanskelig og dyr. Med bakterier og A mutert gen som kan gi mer og billigere

Av Håvard Øritsland Eggestøl

**GALANTAMIN** er et kjemisk stoff som påskeliljer (*Narcissus pseudonarcissus*) lager naturlig i løkene sine, og som brukes til å behandle Alzheimers. Men kun tre promille av den tørkede vekten av påskeliljeløkene er galantamin. Det har gitt en kilopris på over en halv million kroner. Derfor har forskere lett etter en erstatning.

I utgangspunktet er genmodifiserte mikroorganismer svært gode til å lage medisin, som for eksempel bakterier som produserer insulin. Men kjemien til galantamin er kompleks og stoffet er vanskelig å lage, både for påskeliljer og bakterier. Derfor lagde forsker Simon d'Oelsnitz og hans kollegaer ved Universitet i Texas en kunstig intelligens som simulerte effekten av ulike mutasjoner i genet for enzymet som produserer galantamin naturlig, for deretter å teste de muterte





# Alzheimers

s fra påskeliljer, men prosessen  
AI har forskere nå klart å lage et  
e Alzheimers medisin.

enzymenes evne til å lage galantamin. Forskerne testet så de mest lovende variantene i genmodifiserte *E. coli*-celler. Cellene inneholdt biosensorer som lyste opp når forløperen til galantaminet ble dannet. Basert på dette studiet fant forskerne frem til en variant av enzymet som produserte 60 prosent mer galantamin enn det naturlige genet som vi finner i påskeliljer.

Det må mer forskning til før en kan benytte slike *E. coli*-bakterier i kommersiell produksjon av galantamin, men denne metoden gjør det mulig å finne frem til mikrobielle vikarer også for andre blomsterløker som brukes i medisin. ♦

Kilde:  
[www.nature.com/articles/s41467-024-46356-y](https://www.nature.com/articles/s41467-024-46356-y)



Illustrasjon: St Bartholomew's Hospital Archives & Museum CC BY 4.0

## Mitt skip er IKKJE lasta med syfilis

DNA-analyser av to tusen år gamle beinrestar går langt i å frikjenne Columbus sine sjømenn frå å ha brakt syfilis til Europa.

Av Eirik Joakim Tranvåg

**DÅ CHRISTOPHER COLOMBUS** gjekk i land på øya San Salvador i 1492 var det starten på slutten for store delar av urbefolkninga. Sjukdommar som koppar, influensa og meslingar var heilt ukjende for immunforsvara deira og tok livet av opp mot 95 prosent av befolkninga i Mellom-Amerika.

Ein har lenge trudd at kjønssjukdommen syfilis kom motsett veg, frå sjømenn som vart smitta i Amerika. Men no har forskarar greve opp to tusen år gamle menneskelege leivningar sør i Brasil og funne DNA frå ein gamal variant av *Treponema pallidum*, bakterie-arten som mellom anna gjev syfilis. Analysar av DNA-et tydar på at bakterien kom til Europa 15 000 år før Columbus returnerte til Europa.

DNA-et som er funne i Brasil liknar aller mest på bakterien *T. pallidum endemicum* som gir sjukdommen bejel. Dette er den mildare fetteren til syfilis som gir fleire av dei same sår på slimhinner og i huden, men som langt sjeldnare skadar hjerne, hjarte og indre organ.

Bejel er ein tropesjukdom som rammar mange menneske i låginntektsland, kor forskning på og utvikling av medisinar har vore lite prioritert. I tillegg til å frikjenne Columbus sine sjømenn kan forskinga på evolusjonshistoria til *T. pallidum*-bakterien difor gje kunnskap som kan vere nyttig i kampen mot dagens tropesjukdommar. ♦

Kjelde:  
Majander et al. Nature 2024 [www.doi.org/10.1038/s41586-023-06965-x](https://www.nature.com/doi/10.1038/s41586-023-06965-x)

# Hvorfor har ikke mennesker hale?

Både mennesker, menneskeaper og apekatter har samme forfedre. Hvorfor er det da slik at mennesker og menneskeaper ikke har hale, mens apekattene har det?

Av Thorvald Skjærven Aas (14)

SmåGENjalt har intervjuet evolusjonsbiolog Jarl Giske ved Universitetet i Bergen om hvorfor mennesker ikke har hale og hvordan vi mennesker har utviklet oss til å bli slik vi er i dag.

## – Hvorfor har ikke mennesker hale?

– Vi skiller mellom det vi kaller østaper, som bor i Afrika, Asia og Europa og vestaper som bor i Amerika. For 25 millioner kom et skille blant østapene mellom apekatter og menneskeaper, og halen forsvant for de som etter hvert skulle bli mennesker. Det som skjedde var at det kom det en mutasjon, en endring, inn i et gen som styrer haleutvikling. Den mutasjonen gjorde at genet for hale ikke virket. Og deretter var det slik at alle de dyrene som var etterfølgere av den som fikk den mutasjonen, alle menneskeapene, de hadde heller ikke hale.

## – Men hvordan førte dette til at ingen av oss har hale i dag?

– Vi tror mutasjonen skjedde i en av foreldrene, enten i sædcellene eller en eggcelle, eller like etter at egget ble befruktet, men før embryoet utviklet seg til å få arveanlegg. Det er da en mutasjon må skje for at feilen går videre til etterkommere. Sånne mutasjoner skjer helt tilfeldig hele tiden. Vi vet at det er mange, mange mutasjoner som har skjedd i oppskriften vår, en etter en, og i de aller fleste tilfeller skjer evolusjonen ganske langsomt. Men for 25 millioner år siden så skjedde det altså en plutselig feil. Som regel vil slike feil føre til at man ikke har det noe særlig bra, men dette vesenet som var det første som ikke hadde hale, det klarte seg så bra at det ble mor eller far. Og da vil halvparten av barna også være haleløse. Etter hvert ble det å ikke ha hale en stor nok fordel til at de uten hale ble foreldre, og at de med hale ikke ble foreldre.



Thorvald Skjærven Aas intervjuet Jarl Giske, professor og evolusjonsbiolog fra Universitetet i Bergen. Foto: Mette Risa/Bioteknologirådet

For det er ikke slik at noen av oss mennesker har hale, og noen av oss ikke har hale. Halene er vekke hos alle menneskeapene. Apekatter, som lever i trær, har fortsatt hale.

## – Henger det å ikke ha hale sammen med at mennesker ble smartere og fikk større hjerne?

– Hvis du tenker på hva en gibbon, som ikke har hale, og en bavian, som har hale, kan klare å få til her i livet så er det ikke noen spesiell forskjell. Altså har ikke det å ikke ha hale hjulpet gibbonen til å bli flinkere enn en bavian. Det å miste halen var viktig for å kunne stå oppreist og gå og springe rundt, men det viktigste for det du spør om var at vi for 2,5 millioner år siden lærte oss å lage det som skulle kompensere for at kroppen vår ikke var helt bra. Hvis et annet dyr enn oss er feil i forhold til naturen, så må arten vente på at det skjer et tilstrekkelig antall mutasjoner og naturlige seleksjoner, som at tennene deres blir lengre eller at pelsen får andre farger. Mennesker lærte seg å bruke steiner, å lage økser, pil og bue, klær, og alle disse tingene der, ved hjelp av tankene våre, og ikke ved hjelp av mutasjoner. Så det var evnen vår til tanker, og at språk skulle følge med tankene, som var den viktigste grunnen til at vi mennesker ble spesielle. Hjernen hjelper oss til å gjøre gode valg. Men det koster veldig mye å ha en stor hjerne. Den utgjør to prosent av kroppsvekten til et menneske, men den bruker kanskje 20 prosent av maten vår.

## – Hva er det som styrer at en art utvikler seg?

– Vi pleier å definere evolusjon som at det er genetiske endringer i en art. Men så kan du ha en kulturell evolusjon også. Den er basert på kulturelle endringer. Hvis vi ser for eksempel på de første øksene som



Menneskeape eller apekatt? Bavianer er apekatter, og har hale. En gibbon er en menneskeape, og har ikke hale. Vi mennesker er også menneskeaper og har ingen hale, men på skjelettet ser man at vi fortsatt har halebein.  
Foto: GlobalP og libre de droit/iStock

mennesker har laget, og øksene som du kan kjøpe på en butikk i dag, så har øksene vært gjennom en voldsom kulturell evolusjon. Kulturell evolusjon går også på hva vi synes er viktig. For eksempel så synes vi nå at det er helt naturlig at folk får lov å delta i et valg, men hvis du hadde sagt det for noen tusen år siden, så ville man kanskje syntes du var en raring. Den biologiske evolusjonen er egentlig to ting: tilfeldige mutasjoner som skjer hele tiden og naturlig seleksjon. Du har kanskje ti, tjue mutasjoner i genene dine som foreldrene dine ikke hadde. Og de aller fleste merker vi ingenting til.

#### – Hva er naturlig seleksjon?

– Naturlig seleksjon er ikke noe annet enn at det er noen som reproduserer mer, eller får flere avkom, enn andre. Kanskje var en av mutasjonene gunstige, som for eksempel at dyret ble litt bedre i stand til å merke fare. Naturlig seleksjon er altså effekten av veldig mange ting i en kropp i forhold til miljøet som gjør at en organisme får mange, få eller ingen etterkommere.

#### – Kan mennesker få halen tilbake?

– Ja, genet for hale er i oppskriftsboken vår hele tiden. Vi trenger egentlig bare en ny mutasjon, slik at beskjedene om å lage hale kommer frem igjen. Men det vil ikke være en fordel å ha hale, jeg har ingen tro på at det ville vært et lykkelig liv. Det er først hvis fordelene med en genetisk endring er større enn ulempene med tanke på å få etterkommere, at en mutasjon føres videre.



Er en slange bare en lang hale? – Nei, men den har en hale. Hvis du ser på ryggraden til en slange, kan du se hvor bakbeina skulle ha vært. Det som er bak der, er halen til slangen. Så slanger har hatt andre mutasjoner som gjør at de ikke har føtter, forteller Jarl Giske. Foto: Nynke van Holten/iStock

## Menneskeaper og apekatter

Menneskeaper inkluderer mennesker, gorilla, sjimpanser, orangutang og gibbon.

Menneskeaper har ikke hale, går oppreist og lever i stor grad på bakken.

Apekatter inkluderer alle vestaper og arter som makaker, brøleaper, bavian og tamariner.

De fleste apekatter bor i hovedsak i trærne, og de fleste har hale.

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



# Bioteknologirådet på Arendalsuka 2024

## Den store surrogatdebatten

Venstre ønsker å utreie ikkje-kommersiell surrogati i Noreg.  
Andre parti ønsker å gjere det vanskelegare for nordmenn å bruke surrogati i utlandet.  
Bioteknologirådet tar surrogatdebatten til Arendalsuka.

Tysdag 13. august kl. 12.00-13.00

@ Impact Hub / Bærekraftshuset i Torvgata 7

## Ny bioteknologi for å utrydde malaria – ein prioritet for norsk utviklingshjelp?

Myggreduksjon med genmodifisert mygg og meir effektive malariavaksinar gir nye  
moglegheiter for å få bukt med ein sjukdom som tek livet av 600 000 mennesker kvart år.  
Korleis skal ein prioritera mellom nye og gamle tiltak?  
Kven skal bestemme – og kven skal betale?  
Arrangementet er på engelsk og blir arrangert i samarbeid med  
Bergen senter for etikk og prioritering (BCEPS) ved Universitetet i Bergen.

Onsdag 14. august kl. 10.00-11.00

@ Impact Hub / Bærekraftshuset i Torvgata 7

[bioteknologiradet.no](http://bioteknologiradet.no)

## Biotekquiz

### Spørsmål

1. Kva plante vert nytta i medisin mot Alzheimer?
2. Kva dyr kan genmodifisera andre artar?
3. Kva dyr lagar stoff like sterkt som skotsikre vestar?
4. Kva er dei to lovgivande forsamlingane i EU?
5. Har menneske framleis oppskrifta for hale i sitt DNA?

1. Påskelilje 2. Elektrisk ål 3. Edderkoppen 4. Europaparlamentet og Ministerrådet 5. Ja