



Saken forklart

CRISPR: 5 nye debatter om genteknologi

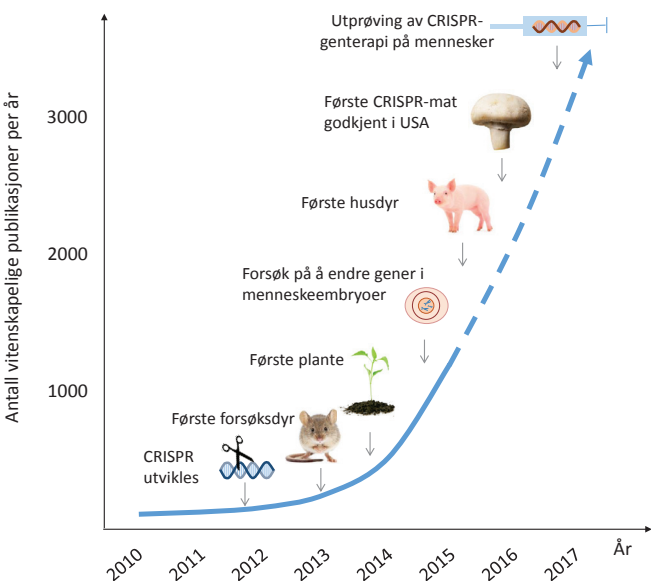
CRISPR (*Clustered regularly interspaced short palindromic repeats*) er en ny metode for å gjøre målrettede endringer i arvestoffet DNA. Metoden er hentet fra bakteriers immunforsvar og fungerer som en «gensaks» som kan fjerne, bytte ut og legge til DNA i mennesker, dyr, planter og mikroorganismer. CRISPR ble i 2015 kåret til årets vitenskapelige gjennombrudd av Science Magazine.

HVORFOR ER DET BANEBRYTENDE?

» **Enklere, billigere og hurtigere:** Genetiske endringer som før tok måneder eller år å lage, kan nå gjøres i løpet av uker og for en brøkdel av prisen. Forskingen utvikler seg dermed betraktelig hurtigere.

» **Mer presis:** Tidligere har genmodifisering som oftest blitt gjort ved å tilføre DNA fra fremmede organismer, hvor nye gener har blitt plassert tilfeldig i arvestoffet. Med CRISPR gjøres derimot målrettede endringer i DNA.

» **Allsidig:** Teknologien kan brukes i alle levende organismer, og dermed deles nyoppdagelser raskt på tvers av fagfelt. Den samme metoden kan gi nye muligheter innen alt fra kreftbehandling og medisinproduksjon til lakseoppdrett og biodrivstoff.



CRISPR-forskningen utvikler seg med rekordfart. Fremover vil dette føre til en innovasjonsbølge av nye bioteknologiske produkter.

CRISPR

- » er en nyoppdaget metode for å endre DNA
- » er billigere, raskere og mer presist enn tidligere
- » kan brukes i medisin, matproduksjon og industri
- » skaper ny debatt om GMO, genetisk endring av dyr, medisinsk behandling og forskningsetikk

HVA HAR SKJEDD ALLEREDE?

Metoden ble først tatt i bruk i 2012, og det er allerede utviklet virusresistente griser, storfe uten horn og hunder med økt muskelvekst. I USA har CRISPR-redigert sopp og mais blitt godkjent for salg. Store og små bedrifter er i ferd med å utvikle CRISPR-produkter, og det investeres milliarder av kroner i teknologien. I fjor gjorde kinesiske forskere historiens første forsøk med å modifisere menneskeembryoer.

Den raske utviklingen gjør at det nå haster å ta CRISPR-debatten også utenfor forskningsmiljøene.

FEM KOMMENDE DEBATTER

CRISPR endrer premissene for flere viktige debatter om bioteknologi og samfunn.

Skal CRISPR reguleres som GMO?

De fleste genmodifiserte (GMO) planter på markedet, har fått satt inn fremmede gener, som for eksempel insektresistent mais med gener hentet fra bakterier. Den eneste GMO-planten som dyrkes i Europa, er en slik type mais.

I Norge selges ingen GMO-produkter som mat, både grunnet streng regulering og forbrukermotstand. En del er skeptiske til å spise denne typen produkter, og det fryktes at dyrkingen fører til negative miljøkonsekvenser.

Vanlig genmodifisering er dyrt og komplisert, og multinasjonale bedrifter med stor markedsrett har ført til motstand. Med CRISPR kan planter endres uten å tilsette fremmede gener. Dermed kan man få et tilnærmet identisk resultat som med ordinært avlsarbeid, bare at det tar måneder heller enn flere år å gjennomføre. Et eksempel for mulig bruk er å hente et gen fra en soppresistent type havre og bytte ut genet i

en havresort som ikke er resistent, men ellers har gode egenskaper. Den lave kostnaden og enkelheten åpner for at små aktører kan utvikle egne produkter.

I Sverige har forskere allerede fått lov til å dyrke en type CRISPR-redigert plante, som har fått fjernet deler av et gen. Denne planten slapp unna godkjenningen som vanligvis kreves for GMO fordi den ikke hadde fremmed DNA. EU-kommisjonen diskuterer for tiden om genredigerte organismer uten fremmed DNA skal reguleres som GMO.

Skal CRISPR-redigerte planter i det hele tatt reguleres, dersom endringene som er gjort i laboratoriet teoretisk sett kunne oppstått i naturen? Eller åpnes det da et smutthull i GMO-reguleringen som må tettes?

Må vi genredigere dyr for å henge med?

Prosjekter med genmodifisering av dyr, som for eksempel å lage griser med gener fra mus og bakterier, har ført til motstand hos forbrukere grunnet unormal vekst og dårlig dyrevelferd. Med CRISPR kommer muligheten for å endre egenskaper til dyr uten å blande inn fremmede gener.

I Norge har vi gode avlsprogrammer for gris, laks og storfe som bidrar til verdifull eksport. Konkurrenter i andre land satses nå stort på CRISPR-teknologien. I USA har man for eksempel skrudd av et gen og dermed gjort griser resistente mot en virussykdom som koster amerikanske grisebønder mer enn 600 millioner dollar i året. Dette var kun mulig å oppnå ved hjelp av genredigering.

Forskere i Bergen har nylig brukt CRISPR til å lage laks som ikke blir kjønnsmoden. Dermed kan man forhindre at oppdrettslaks på rømmen formerer seg med villaks. CRISPR-redigering kan også tenkes å gi laks som er mer motstandsdyktige mot lakselus. Norsk laksenæring er tilbakeholden med å satse på dette, ettersom dagens lovgivning gjør at dette vil bli merket og regulert som GMO.

Hvis teknologien kan brukes til å gjøre dyrehold mer bærekraftig samtidig som dyrevelferd sikres, er det da noe å frykte? Eller er CRISPR-redigering en teknologisk hurtigfiks på problemer som burde løses ved å legge om dagens industri?

Skal vi endre den menneskelige arverekken?

Alle endringer som gjøres i kjønnseller eller befruktete egg, er arvelige. Over 40 land forbyr å gjøre denne typen endringer i mennesker. I Norge, til forskjell fra de fleste andre land, gjelder dette forbudet også for forskning på overtallige befruktete egg som skal destrueres.

CRISPR er et unikt forskningsverktøy til å kartlegge geners funksjoner i embryoer. Skal norske forskere fortsatt ha færre muligheter enn forskere i våre naboland?

Teknologien kan også brukes til å forhindre arvelige sykdommer før fødsel. Dette kan spare mange for store

lidelser. På en annen side medfører dette en stor risiko, ettersom feiltrinn vil få konsekvenser for alle kommende generasjoner.

Det var ikke før CRISPR kom at det var praktisk mulig å gjøre arvelige genetiske endringer. Dermed har et lenge omdiskutert etisk tema gått fra å være tankeeksperiment til virkelighet. I lys av utviklingen har Det etiske råd i Danmark vurdert om det bør åpnes for å gjøre arvelige endringer, hvor seks stemte for og elleve stemte imot.

Genredigering før fødsel er foreløpig alt for risikabelt til å prøves ut. Likevel mener stadig flere at det kun er et spørsmål om tid før teknologien er god nok. Vil det da være etisk forsvarlig å gjøre arvelige endringer for å forhindre alvorlig sykdom? Vil det være etisk forsvarlig å la være?

Behandling eller kunstig forbedring?

Med genterapi kan man reparere genfeil på pasienter, uten at dette trenger å medføre arvelige endringer. Genterapi har vært kontroversielt grunnet forsøk som har ført til alvorlige bivirkninger og dødsfall. Derfor er genterapi strengt regulert i Norge, og tillates kun i tilfeller ved alvorlig sykdom.

CRISPR åpner opp for nye former for behandlinger, ettersom man nå kan endre DNA mer presist. For eksempel vil man kunne bruke genterapi mot blindhet, muskelsvinn og HIV. Imidlertid kan CRISPR potensielt også brukes til gendoping, som å øke oksygenopptak og muskelvekst uten at det kan spores.

Grensen for hva som regnes som alvorlig sykdom i Norge tolkes i dag veldig restriktivt. Hvis vi åpner opp for bredere bruk av genterapi, hvor skal da grensen mellom behandling av sykdom og forbedring av normale kroppslige og mentale egenskaper gå?

Trengs mer eller mindre kontroll?

CRISPR gjør genredigering tilgjengelig for flere aktører. For 1100 kroner kan man kjøpe et CRISPR-sett som kan brukes til å modifisere bakterier og gjærceller hjemme på kjøkkenet.

Demokratisering av bioteknologi kan gi økt innovasjon ved at også små bedrifter får delta i arbeidet. Samtidig skiller dette seg fra innovasjon på andre områder, ettersom genetiske endringer kan få alvorlige og uforutsette konsekvenser.

Siden CRISPR-metoden er billig og ganske lett å mestre, kan den også misbrukes. Mange frykter at biologiske våpen nå kan bli enklere å lage. Amerikanske myndigheter har derfor satt CRISPR på listen over potensielle masseødeleggelsesvåpen.

Den økte tilgangen kan gi store muligheter så vel som nye farer. Hvordan kan vi legge til rette for å bruke teknologien til det beste for samfunnet, samtidig som vi holder tøylene stramt nok til å unngå store negative konsekvenser?