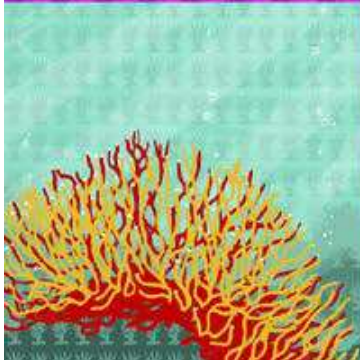
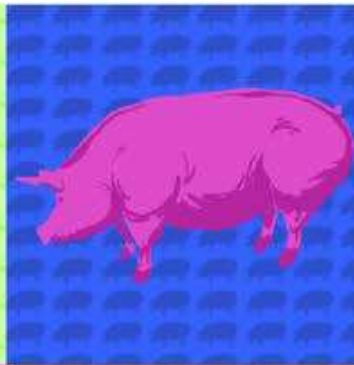
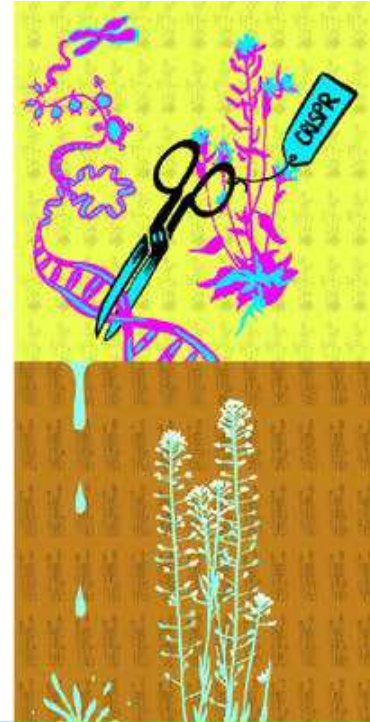


10 eksempler på
hvorfør de nye
genteknikker kræver
strikt offentlig
kontrol



Genteknologi bringer kommende generationers levebrød i fare

– hvorfor nye genteknikker kræver strikt offentlig kontrol

Set fra et sundheds- og miljøbeskyttelsesperspektiv er det tekniske potentiale ved de nye genmodificeringsteknikker alarmerende, især anvendelsen af CRISPR/Cas. Dette anerkendes tilmed af opfinderne af teknologien. For eksempel skriver Jennifer Doudna, der har indgivet mange patenter på CRISPR-teknologi: "I betragtning af hvor radikale konsekvenserne af genmodificering er for vores arter og vores planet, har det aldrig været mere vigtigt at åbne kommunikationslinjerne mellem videnskab og offentlighed, end det er nu" (Doudna & Sternberg "A Crack in Creation", 2017).

Målet med eksemplerne i dette hæfte er, at illustrere en række kendte risici forbundet med ny genteknologi. Hvis genmanipulerede organismer ikke forbliver strikt regulerede, har frigivelse af dem potentiale til at bringe biodiversiteten og vores livsgrundlag i fare (se rapporten [Genetic engineering endangers the protection of species](#)).

Mange interessenter forsøger at undgå en åben diskussion af disse risici. Ofte skyldes det økonomiske interesser i forskning, udvikling og markedsføring af genmodificerede produkter.

Vores mål er her at gøre opmærksom på de mulige påvirkninger af mennesker, natur og miljø, der kan finde sted, og at gøre det baseret på den tilgængelige videnskabelige information.

De nye teknikker muliggør markante ændringer i genomet, også selv om der ikke indsættes nye ekstra gener. I mange tilfælde er resultatet ændringer i de biologiske egenskaber, for eksempel ændringer i planternes sammensætning, der går langt udover, hvad der kunne opnås med tidligere forædlingsmetoder.

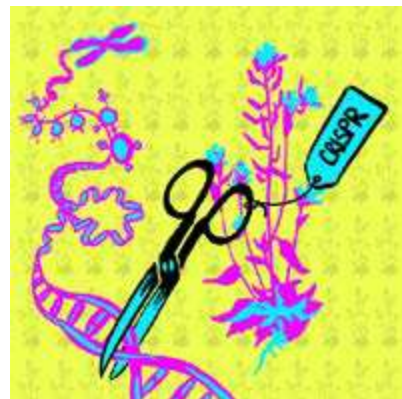
I modsætning til hvad der ofte hævdes, kan de nye teknikker til genetisk manipulation ikke sidestilles med konventionelle forædlingsmetoder eller naturligt forekommende mutationer. Gensakse, såsom CRISPR/Cas, er bioteknologiske mutagener, der kan bruges til at omgå naturens egne mekanismer til regulering af gener og arv. De gør genomet tilgængeligt for ændringer på en ny og meget mere gennemgribende måde. De genetiske ændringer, det resulterer i, adskiller sig ofte markant fra ændringer, der er sket ved spontane eller tilfældige mutationer.

Desuden medfører de nye genteknikker i mange tilfælde også specifikke utilsigtede og uønskede konsekvenser. Eksempelvis sker der indsættelse af utilsigtede ekstra gener og ændringer på det forkerte sted i genomet.

Derudover kombineres de nye teknologier ofte med ældre gensplejningsmetoder, såsom beskydning med en genkanon, der yderligere medfører en lang række risici. Desuden stiller det store udfordringer til miljørisikovurdering, for eksempel kan der være ændringer i planternes sammensætning, som igen kan forårsage ændringer i fødekæderne eller i, hvordan planterne interagerer og kommunikerer med det omgivende miljø.

Genmodificerede organismer, der kan overleve og reproducere sig i det omgivende miljø, udgør en anden og meget alvorlig risiko.

I dette hæfte viser vi nogle eksempler på, at de genetiske og biologiske egenskaber ved genmodificerede organismer skal undersøges grundigt fra sag til sag under hensyntagen til de specifikke teknikker, der er anvendt, før der kan træffes en beslutning om sikkerheden i forbindelse med dem. Selv små indgreb i den genetiske struktur kan have kolossale konsekvenser.



I [Testbiotechs videoer](#) og [brochure](#) forklarer vi de grundlæggende forskelle mellem konventionel planteforædling og 'gamle' og 'nye' metoder til genetisk manipulation i planteforædling.



"Monarkflyer"

– et lille indgreb med kæmpestore konsekvenser ...

Små ændringer i individuelle basepar i et gen kan gøre bananflyer resistente over for toksiner produceret af specifikke planter. Det medfører, at fluerne kan absorbere giften og blive giftige for deres prædatorer ... Hvis genetisk manipulerede organismer er i stand til at overleve og reproducere sig i det omgivende miljø, vil det lykkes nogle af dem at sprede sig som aliens igennem de naturlige populationer. At denne proces er i gang, bliver måske ikke opdaget med det samme eller er ikke umiddelbart synlig set udefra. Men på det tidspunkt, hvor problemet ses tydeligt, kan det være for sent. Genmodificering kan således bringe bevarelse af oprindelige arter i fare.

Et eksempel: Ét gen i bananfluen (*Drosophila melanogaster*) blev manipuleret ved hjælp af gensaksen CRISPR/Cas til at fungere som et gen, der findes i monarksommerfugle (*Danaus plexippus*). Ved kun at skifte fire basepar i alt blev bananflyerne resistente over for toksiner produceret af bestemte planter. Bananflyerne kunne derefter absorbere toksinerne og blive giftige for rovdyr. Udsætning af store mængder af sådanne fluer kan have alvorlige konsekvenser for fødekæderne og økosystemerne.

Dette eksempel viser, at mindre ændringer af ét enkelt gen kan have væsentlig indflydelse på naturen, selv om der ikke indsættes nye ekstra gener i genomet.

Hvis sådanne organismer ikke er strikt reguleret i lovgivning om genteknologi, kan de ubemærket slippe ud i miljøet. På den måde kan genteknologi blive en trussel mod beskyttelse af arter.

Udgivelsesår: 2020

Yderligere information: [Karageorgi et al. \(2019\)](#)
[Genome editing retraces the evolution of toxin resistance in the monarch butterfly](#), Nature

Hornløst, genmodificeret kvæg

– fejl i gensaks blev først opdaget flere år senere ...

Kvæg blev genmanipuleret med gensaks for at forhindre hornvækst. Flere år senere fandt forskere komplette DNA-sekvenser, der giver antibiotikaresistens i kvægets genomer. ...

At bruge gensaks er ikke så ukompliceret, som det ofte antydes. En del af problemet: gensaksen skal indsættes i cellen, før den kan aktiveres. I første trin indsættes gensaksens DNA som regel i cellerne fra planter og dyr ved at bruge supplerende hjælpemidler såsom gener fra bakterier. I den proces sker det ofte, at ekstra gener utilsigtet indsættes i planternes og dyrenes arvemateriale. Der er flere mulige konsekvenser, for eksempel kan der dannes farlige og problematiske stoffer i organismerne. Planter og dyr kan også blive mere modtagelige for sygdomme, hvis indgrebet forårsager genetiske defekter.

Fejl, der er sket ved brug af gensaks, kan let overses, når og hvis man ser bort fra den reelle kompleksitet i procedurerne. Dette var tilfældet med kvæg, der i 2015/2016 blev genetisk manipuleret for at forhindre hornvækst. Men først i 2019 opdagede forskere, at genmateriale fra bakterierne, der blev brugt i processen, også var indsat i kvægets genom. Blandt andet fandt man komplette DNA-fragmenter, der kunne overføre resistens over for antibiotika. Hvis det genmanipulerede kvæg, som planlagt, bruges til avl, kan de uønskede gener hurtigt sprede sig gennem besætninger af malkekvæg.

Dette eksempel viser, at hvis der anvendes genteknologiske metoder i landbrugsplanter eller dyr, skal alle nye organismer, der udvikles, undersøges i detaljer. Ellers kan utilsigtede ændringer i genomet let overses. Brug af genteknologi må ikke føre til spredning af dyresygdomme eller bringe vores fødevarer i fare.

Udgivelsesår: 2020

Yderligere information: [Norris et al. \(2020\)](#)
[Template plasmid integration in germline genome-edited cattle](#), Nature Biotechnology.



Genetisk modificeret camelina

– truer hjemmehørende, regionale sorter ...

CRISPR/Cas-gensaksen blev benyttet til at ændre 18 steder i afgrøden camelina genom (camelina sativa eller sæddodder). I USA er disse planter allerede deregulerede fra lov om GMO-teknologi, selv om de er i stand til at overleve og sprede sig i naturen og desuden kan krydse med oprindelige arter ...

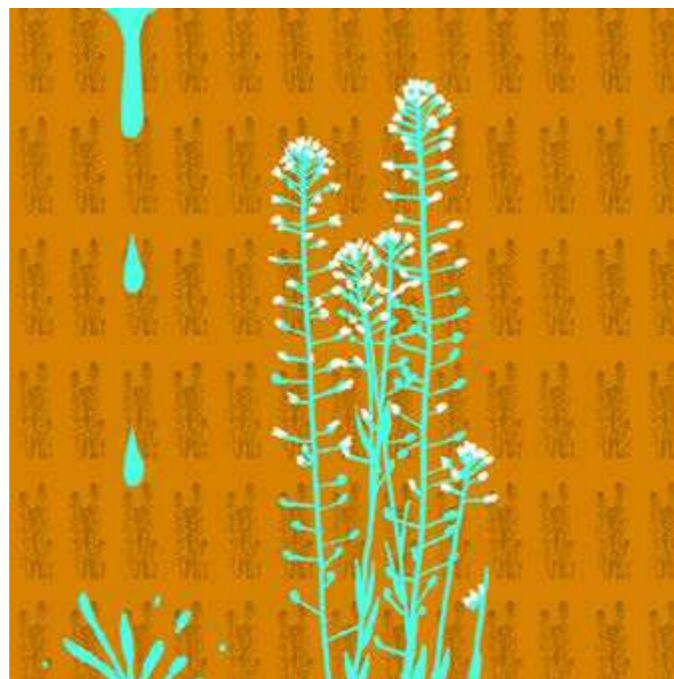
Nogle af disse genmanipulerede planter har egenskaber, der gør det muligt, at egenskaberne kan sprede sig i GMO-frit landbrug, i naturen og overalt i oprindelige populationer. I Europa er dette for eksempel raps og camelina. Dette kan ødelægge bestræbelserne på at bevare oprindelige arter og regionale sorter.

Mange videnskabsfolk i USA og EU er interesserede i at ændre camelina sativa ved hjælp af de nye genteknikker. Et fokus er på produktion af agrobrændstof. Nogle planter, hvor der er blevet ændret 18 steder i genomet ved hjælp af



CRISPR/Cas-gensaksen, er allerede frigivet til dyrkning. Selv om der ikke er indsat yderligere gener, udviser disse planter mønstre af genetiske ændringer og ændringer i kvaliteten af den producerede olie, som ikke ville være mulig, eller i det mindste meget vanskelig, at opnå ved konventionel forædling.

Camelina er en af de tidligst dyrkede afgrøder i Europa. Arten kan overleve og formere sig i naturen samt krydse ind i oprindelige bestande. Eksperter advarer om, at der kan opstå risici ved dyrkning af de genmanipulerede planter på grund af deres ændrede olie kvalitet og potentiale for ukontrolleret spredning: for eksempel kan oliesyrerne, der dannes i de genmanipulerede planter, ændre vækst og reproduktionshastighed hos vilde dyr, der spiser dem. Der kan desuden opstå problemer, hvis oliefrøene ved et uheld tilsættes til fødevarer og foder. I 2018 blev genmanipuleret camelina sativa frigivet til dyrkning i USA uden betingelser.



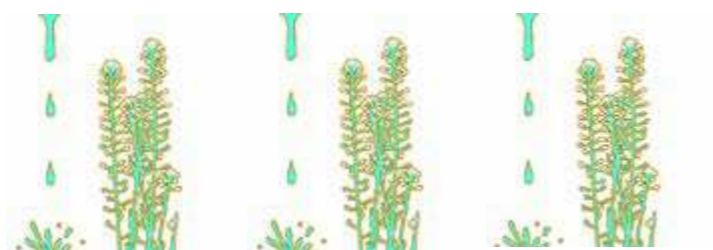
Det er tydeligt, at amerikansk lovgivning endnu ikke er i stand til at forhindre spredning af organismer, der er modificeret med de nye teknikker: genmanipuleret græs og raps spreder sig allerede ukontrollabelt i nogle regioner i USA.

Dette eksempel viser, at en lovpligtig, obligatorisk myndighedsgodkendelse er nødvendig for at få præcise oplysninger om de genetisk manipulerede ændringer. Først da kan planterne om nødvendigt identificeres og ukontrolleret spredning forhindres.

Hvis ikke det sker, vil et stort antal organismer, hvis genetiske sammensætning ikke er tilpasset økosystemerne, kunne undslippe og sprede sig i naturen. De kan forringe beskyttelsen af vores livsgrundlag og utilsigtet finde vej til fødevarerproduktionen.

Udgivelsesår: 2020

Yderligere information: [Testbiotech \(2019\) Am I Regulated?](#)



Genetisk modificerede "supermuskuløse svin"

– en ambition om industriel fødevarerproduktion, et mareridt for svinene ...

Nye metoder til at manipulere gener bruges til at producere dyr med øget vækst af muskler. Men det, der lyder som en drøm for den industrielle fødevarerproduktion, er et mareridt for dyrene ...

Nye genteknikker, såsom CRISPR/Cas-gensaksen, bruges for eksempel til at udvikle husdyr med øget muskelvækst. Imidlertid er brugen af gensakse ofte problematisk for kvæg og svin: I processen fjernes enkeltceller fra huden, og med CRISPR/Cas omdannes de til embryonale celler ved hjælp af kloningsprocesser som dem, der blev brugt til fåret Dolly. Som et resultat er der ikke kun problemer med de ændrede gener, men også med reguleringen af genudtrykket, som i særlig grad forstyrres af kloningsprocessen. Mange dyr fødes syge og dør kort tid efter fødslen.

Ét projekt, som forskerne arbejder på, er at bruge nye genteknikker til at fremstille såkaldte "dobbeltmuskelstyr". I forskellige eksperimenter med svin, køer, får og geder er der gjort forsøg på at slukke for myostatingenet (MSTN), der kontrollerer vækst af muskler. Som resultat af dette skulle muskelcellerne formere sig med unaturlig hastighed. Men det kan medføre betydelige sundhedsproblemer for dyrene: eksperimenter i Kina viser, at kun otte smågrise ud af 900 genetisk manipulerede fostre overlevede med de ønskede genændringer. Derudover døde mange i løbet af de første par måneder. Grisene led af sundhedsproblemer som for eksempel fortykkede tunger. Efter mange flere forsøg blev der født tilsyneladende sunde "prøver". Det er dog vanskeligt at udtale sig om deres faktiske helbred, da de blev slagtet tidligt og før, grundigere undersøgelser kunne ske.

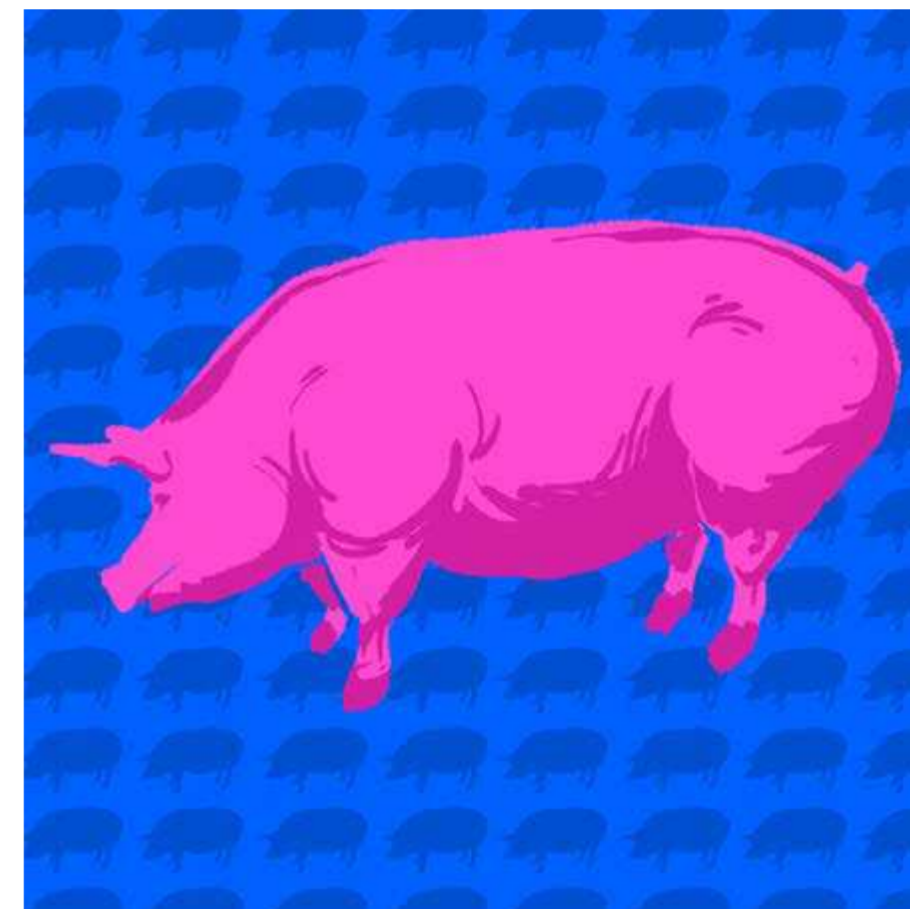
Dette eksempel viser, at genmanipulation af husdyr på ingen måde er fri for bivirkninger og ofte er forbundet med lidelse hos dyr. Mad, der stammer fra disse dyr, kan også udgøre en sundhedsrisiko for mennesker.

Udgivelsesår: 2020

Yderligere information:

[Wang K., et al. \(2016\)](#)

[Efficient Generation of Orthologous Point Mutations in Pigs](#)



Genetisk modificerede svampe

– sikkerhed er kun fantasi ...



Svampe udviklet ved hjælp af de nye genteknikker er blevet godkendt til salg i USA uden at blive risikovurderet. Forklaringen var: gener blev "kun" fjernet og ingen gener tilføjet ...

Brugen af CRISPR/Cas fører ofte til uundgåelige, typiske mønstre af ændringer i generne. I planters og spiselige svampes genomer findes specifik genetisk information ofte gentagne gange. Gensaksen klipper alle de steder, hvor der er korresponderende gensekvenser. Som resultat udviser disse planter et bestemt mønster af genetiske ændringer, som ofte ville være vanskeligt eller umuligt at opnå ved konventionel forædling, også selv om der ikke indsættes ekstra, nye gener. De nye genkombinationer, der fremkommer, er også forbundet med nye biologiske egenskaber og nye risici.

I USA blev spiselige svampe skabt ved hjælp af de nye genteknikker, det vil sige

CRISPR/Cas, for at forhindre, at snitflader blev brune: svampene skulle kunne ligge længere på lageret og på hylderne i butikkerne. Det blev opnået ved at ødelægge strukturen af et bestemt gen i svampen, som var til stede i flere kopier. Anvendelsen af CRISPR-teknik betød, at svampen blev ændret flere steder i genomet på samme tid. Et sådant mønster af genetisk forandring ville ikke kunne opstå spontant.

Den ansvarshavende amerikanske myndighed, APHIS, godkendte svampene i april 2016. Det skyldtes, at det efter deres opfattelse var tilstrækkeligt, at udviklerne af svampen udtalte, at der ikke var indsat ekstra DNA. Der blev ikke stillet krav om yderligere undersøgelser for at kontrollere, om andre stoffer i svampen var blevet ændret. Der blev ikke indsendt data om uønskede ændringer i genomet. Derfor findes der ingen videnskabelige publikationer, der beskriver nøjagtigt, hvordan egenskaberne for

disse svampe blev ændret, det være sig tilsigtet eller utilsigtet.

Dette eksempel viser, at uden en lovligt besluttet godkendelsesprocedure er der ikke tilstrækkelige data til at vurdere risikoen for alle, der spiser genmanipulerede organismer.

Desuden er det næppe muligt at udvikle pålidelige metoder til identifikation af den type fødevarer. Men hvis de relevante data var tilgængelige, vil verifikationsmetoder som regel ikke være et problem.

Udgivelsesår: 2020

Yderligere information:
[Waltz, E. \(2016\) Gene-edited CRISPR mushroom escapes US regulation \(Nature\)](#)

Gendrivere

– indgriben i den naturlige kimlinje og dermed i den naturlige diversitet ...

Gendrivere er især beregnede til at ændre vilde arter, og spredningen begrænses derfor ikke af distrikter, landegrænser eller laboratorier. Der verserer p.t. diskussioner om, hvorvidt den slags teknologi skal bruges på insekter, vilde dyrearter eller på plantearter, der betragtes som ukrudt ...

De nye teknologier til at manipulere gener kan bruges til at ændre naturlige populationer. De såkaldte gendrivere er udviklet til at ændre, decimere eller endda udrydde naturlige populationer, for eksempel skadedyr. Det væsentligste træk ved en gendrivers er, at den kan omgå reglerne for naturlig arv. Desuden kan indsatte gener sprede sig hurtigere i en population, end det ville kunne ske naturligt. CRISPR/Cas-gensaks er et af de vigtigste værktøjer, der bruges til det formål: Den genmanipulerede organisme vil kopiere sig selv igen og igen i de følgende generationer, og dets afkom bærer det ekstra gen. Under naturlige forhold ville det kun kunne forekomme for halvdelen af afkommet i hver generation, i gennemsnit.

Teknologien er beregnet til brug på for eksempel bananfluer, der betragtes som skadedyr i landbruget, eller til myg, der kan overføre sygdomme, samt til skadevoldende gnavern. Den kan også bruges til at bekæmpe invasive arter eller planter, der betragtes som ukrudt.

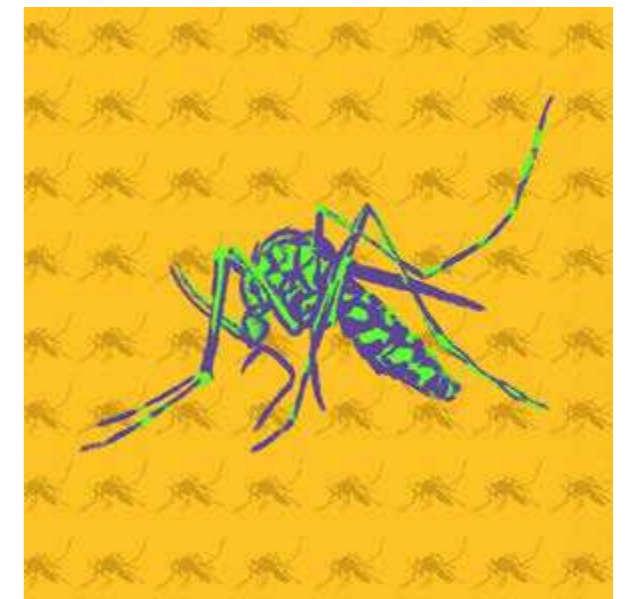
Problemet: når en gendrivers først er frigivet i naturen, er det næsten umuligt at stoppe eksperimentet. Selv hvis mennesker og natur udsættes for skade, vil der ikke eksistere nogen effektiv metode til at fjerne de genetisk manipulerede organismer fra miljøet. De langsigtede konsekvenser kan ikke estimeres pålideligt. Den tekniske beskrivelse af genetisk manipulerede organismer, eller endda eksperimenter i laboratoriet, er utilstrækkelige til at vurdere alle de relevante risici, der kan opstå i fremtidige generationer og i samspejlet med miljøet. Ud fra et forsigtighedsprincip kan ukontrollerbar udsætning derfor ikke godkendes.

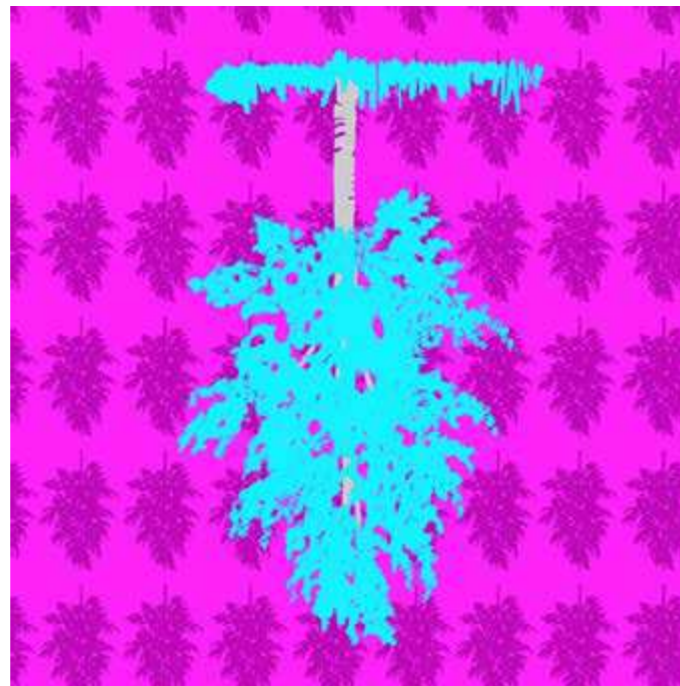
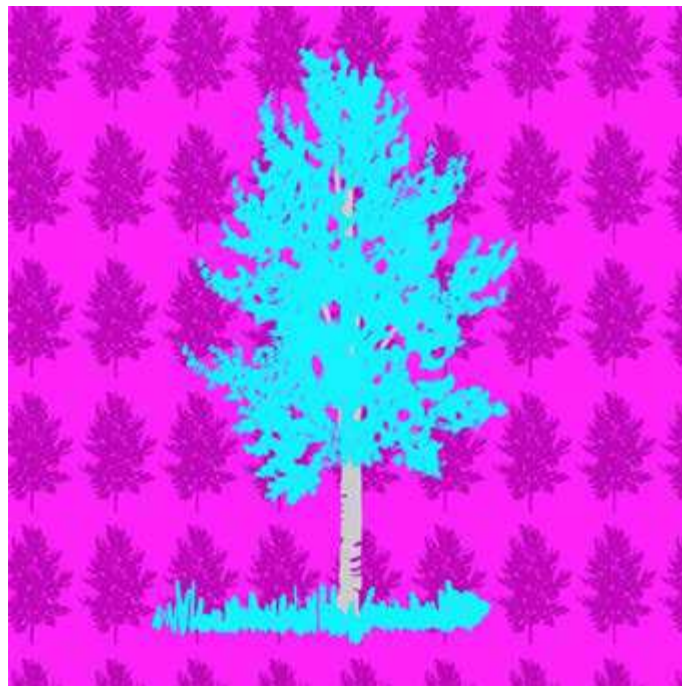
Dette eksempel viser, at udsætning af genetisk manipulerede organismer, hvis spredning ikke kan kontrolleres, ikke bør være tilladt.

Der eksisterer ingen metoder til at estimere de langsigtede konsekvenser pålideligt. Hvis det ikke lykkes at kontrollere de genmanipulerede organismer, kan økosystemer blive alvorligt beskadigede, og udryddelsen af arter vil accelerere. Der er desuden betydelig risiko for menneskers sundhed, hvis der for eksempel skulle blive overført nye sygdomme.

Udgivelsesår: 2020

Yderligere information: [Gantz V.M. & Bier E. \(2015\) The mutagenic chain reaction: A method for converting heterozygous to homozygous mutations.](#)





Genetisk modificerede træer

– genmodificerede skove?

Skovtræer såsom popler ændres i dag også med manipulation af gener. Problemet: der findes ingen metode til at gennemføre pålidelige risikovurderinger, da skovtræer har forskellige og komplekse interaktioner med miljøet ...

Bør vi anvende genteknologi i forsøget på at undgå, at træarter udrykkes? I USA siges det, at kastanjetræer er gjort resistente over for nogle svampesygdomme, ved at gener er overført fra hvede. I øjeblikket debatteres det derfor, om disse genetisk manipulerede træer nu skal frigives til plantning uden yderligere krav. Mange eksperter advarer om, at træerne kan leve i hundrede år og gennemgå forskellige stadier af vækst, blomstring, frødannelse og aldring inden for denne periode. Der kan derfor dukke virkninger op, der ikke blev opdaget i de første få år.

I løbet af træernes levetid vil de desuden blive udsat for forskellige ændringer i deres miljø, som eksempelvis klimaændringer. Den stress, det medfører, kan ændre deres genregulering og biologiske egenskaber. Skovtræer interagerer med deres miljø på mange måder, for eksempel gennem svamperod (mykorrhizza), insekter, vilde dyr og andre plantearter. I løbet af deres liv producerer træer enorme mængder pollen og frø, som vinden kan føre milevidt omkring. Det genmanipulerede materiale kan spredes via pollen, frø og i poplens tilfælde gennem rodkud. Hvis de genetisk manipulerede træer spredes til naturlige populationer, er konsekvenserne meget vanskelige at forudsige.

Kort sagt er de tidsperioder, der ville skulle overvejes i forbindelse med risikovurderingen, for lange, og de mulige

interaktioner for komplekse. Det er på ingen måde usandsynligt, at træerne, eller deres afkom vil udvikle karakteristika som respons på de forskellige stressfaktorer, som ikke er blevet observeret i første generation af de genetisk ændrede træer. Dette kan svække naturlige populationer af træer og forstyrre eller endda ødelægge tilknyttede økosystemer.

Videnskabsfolk i Kina, USA og Sverige bruger CRISPR til genetisk at manipulere skovtræer. Den første udsætning af de genmanipulerede popler skete i Sverige i 2016. Disse træer viser en hel række af uønskede ændringer i deres genom: blomstring, vækst, dannelse af grene, blade og rødder er alle påvirket. Forskernes mål er at skabe træer med markant anderledes vækstmønstre og udseender. De økonomiske mål omfatter accelereret vækst og ændring af træets kvalitet, så det passer til anvendelse i træ- og papirindustrien.

Dette eksempel viser, at udsætning af genetisk manipulerede træer bringer skovens økosystem i fare, især hvis de kan sprede sig i miljøet, og deres manipulerede gener når ud til naturlige populationer. Set ud fra forsigtighedsprincippet kan ukontrollerbar udsætning af genetisk konstruerede træer ikke tillades.

Udgivelsesår: 2020

Yderligere information: [Testbiotech report „Genetically engineered organisms are a threat to nature conservation“](#)

Genetisk modificeret hvede

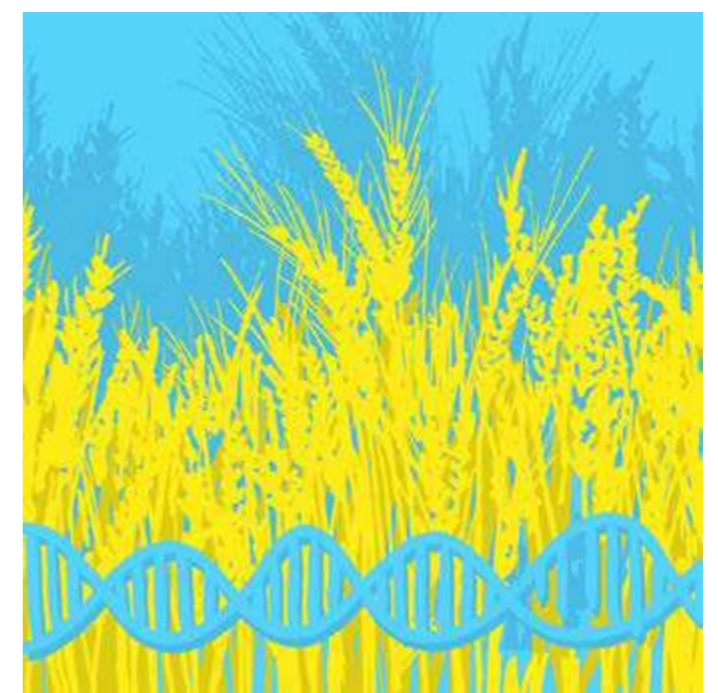
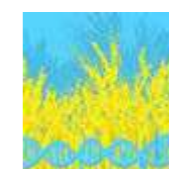
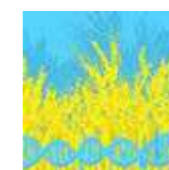
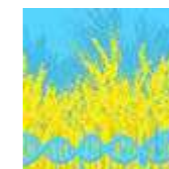
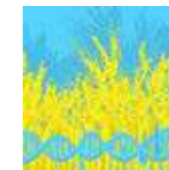
– specifikke mønstre af genmanipulation ...

Hvedens genom er enormt. Ved brug af gensaks såsom CRISPR/Cas, udvikles der nye ændringer i specielle mønstre, og dermed ændres hvedens egenskaber. Ændringerne er ofte unikke og kan ikke opnås med konventionel forædling ...

Inden de nye genteknikker, som for eksempel CRISPR/Cas-gensaksen, kan tages i brug, anvendes der ofte ældre gensplejningsmetoder til at indsætte gensaksen i organismens genom. Det kan udløse specifikke uønskede ændringer. Desuden er det genetiske mønster, og dermed de ændrede egenskaber i hveden, der ses efter genetisk ændring ved brug af de nye metoder, ofte unikt, og kan ikke opstå ved konventionel forædling. Dette gælder også, hvor der ikke indsættes yderligere gener i genomet.

Forskere, der arbejder for det amerikanske firma Calyxt, har rettet fokus mod en gruppe glutenproteiner (gliadiner) i hvede, der menes at forårsage inflammatoriske tarmsygdomme (cøliaki). Disse gener findes i en stor familie af gener, der er til stede i såkaldte genklynger (det vil sige i flere kopier) på forskellige steder i genomet. Indtil videre har konventionel forædling ikke været i stand til at reducere det store antal gener og genkopier. Ved hjælp af CRISPR/Cas-gensaks lykkedes det i 2018 for første gang for forskerne at slukke for et stort antal af disse gener: 35 af 45 gener, der producerer gliadiner, blev slukket. Resultatet er genetiske modifikationer i et unikt mønster i hveden. Men dette kan imidlertid udløse utilsigtede biologiske konsekvenser, for eksempel ændringer i indhold af næringsstoffer. Planterne skal derfor undersøges i detaljer, for at risici kan bestemmes, selv om der ikke er indsat ekstra gener for at opnå den nye genkombination.

Der indgik flere trin i ændringen af planterne: først blev transgene hvedeplanter produceret ved brug af ældre gensplejningsmetoder – det vil sige den såkaldte genkanon. Forklaring: proteinet (enzymet), som gensaksen bruger, skal først indbygges i planterne. For at gøre dette skal et bakteriegen, der danner enzymet, indsættes i planternes genom. Først i næste trin bruges de nye genteknikker, ved at der klippes i de respektive gener, så disse mister deres funktion. Denne tottrinsproces er typisk for anvendelse af gensakse, som altid skal indsættes i cellerne, før saksene bliver aktive. Den type procedurer er blevet brugt på næsten alle de genetisk manipulerede planter, der hidtil er registreret eller godkendt til dyrkning i USA. Én konsekvens: komponenter af transgenerne – inklusive dem fra bakterierne – er også til stede i de planter, som forskerne forsøger at fjerne på et senere tidspunkt i forædlingen.

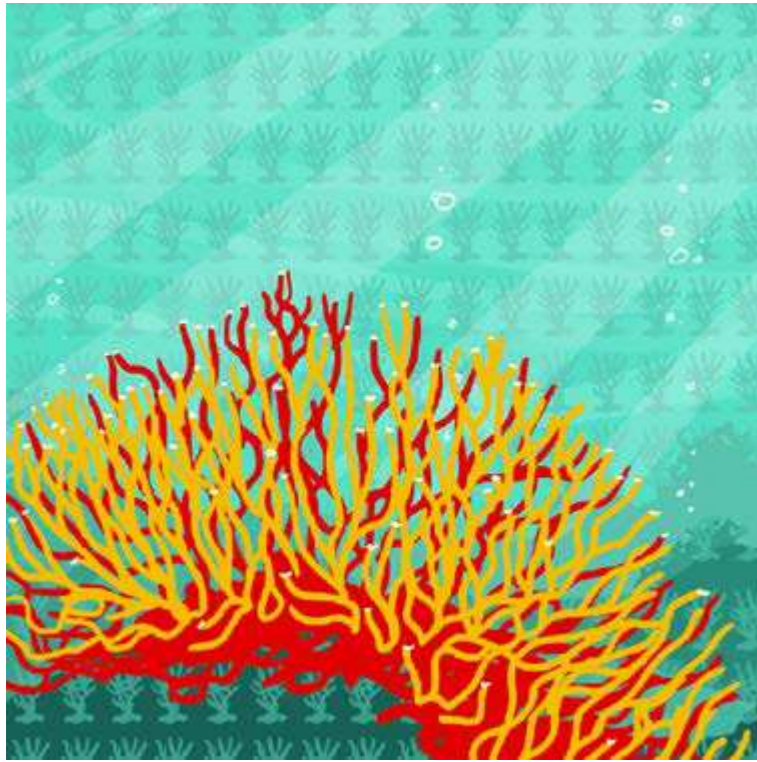


Derudover udløser denne "haglgeværmotode", der ofte bruges i ældre genteknologi, en række andre uønskede ændringer i genomet. Nye stoffer og stoffer, der ikke forventes, kan dukke op, og de er vanskelige at opdage.

Dette eksempel viser, at 1) planter, der ændres ved hjælp af de nye genteknikker, skal undersøges omhyggeligt for uønskede ændringer. Alle trin i den respektive proces skal indgå i undersøgelsen. 2) Derudover viser eksemplet, at de genmodificerede planter ofte udviser genkombinationer og egenskaber, der er vanskelige eller umulige at opnå ved traditionel forædling. Risici for mennesker og miljø skal undersøges nøje.

Udgivelsesår: 2020

Yderligere information: [Sanchez-Leon et al. \(2018\) Low-gluten, nontransgenic wheat engineered with CRISPR/Cas9. Plant Biotechnology Journal](#)



Genetisk modificerede koraller

– *genmanipulerede med henblik på tilpasning til klimaændringer ...*

Målet med genetisk manipulation af koraller ved brug af CRISPR ser ud til at være at styrke korallernes tilpasningsevne til klimaændringer og øgede temperaturer. Koraller er imidlertid komplekse organismer og er afhængige af symbiose med mikroorganismer ...

Kan genteknologi hjælpe ved klimaændringer og udryddelse af arter? Det er en almindelig påstand, for eksempel når de koraller og respektive mikroorganismer, der lever i symbiose med dem, skal ændres med CRISPR/Cas9 for at styrke deres tilpasningsevne til klimaændringer og øgede temperaturer. Koraller er imidlertid komplekse organismer, der er afhængige af en symbiose med mikroorganismer, der producerer stoffer, som er nødvendige for korallernes overlevelse. Forskere tror, at denne symbiose også spiller en vigtig rolle, når koraller blegner. De første ideer til, hvordan man bruger de nye genteknikker, herunder gensaksen CRISPR/Cas, til at beskytte koraller mod varmeinduceret skade, lægges allerede frem.

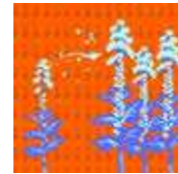
Der findes forskellige mekanismer, med hvilke korallerne naturligt kan tilpasse sig klimaændringerne, men disse er

langt fra fuldt ud forstået. Samtidigt er det uvist, hvordan interaktionen mellem koraller og deres symbionter (organismer, som lever i symbiose med korallerne) vil kunne ændre sig med genteknologiske indgreb. Derudover er der det problem, at de genetisk manipulerede organismer ikke kan fjernes fra koralrevne, når først de er blevet sat ud. Genteknologiske indgreb i sådanne komplekse systemer kan resultere i betydelig langsigtet forvrængning af interaktioner mellem koraller og deres symbionter.

Dette eksempel viser, at den skødesløse anvendelse af genmanipulation bringer beskyttelse af arter i fare. Der er en betydelig risiko for, at økosystemerne bliver destabiliseret, og at tabet af arter accelererer.

Udgivelsesår: 2020

Yderligere information: [Testbiotech report „Genetically engineered organisms are a threat to nature conservation“](#)



Turboukrudt

– *risiko for at ukontrolleret spredning overses ...*

Størstedelen af de genetisk manipulerede planter, der dyrkes i øjeblikket, har et meget højere potentiale for ukontrolleret spredning i miljøet end forventet. I mere end 20 år er denne risiko blevet overset ...

Det hævdes ofte, at brugen af genetisk manipulerede planter indtil videre har vist, at teknologien er sikker. Men det er ikke sandt. Mange risici er ikke undersøgt i detaljer. Og selv om ikke alle bekymringer har manifesteret sig, er der nok eksempler til at vise, hvad der er gået galt, og hvad der er blevet overset i længere tid.

Et af disse eksempler har haft betydelige konsekvenser for miljø og landbrug: genetisk manipulerede, glyphosatresistente planter er blevet dyrket kommercielt i over 20 år, og frø fra dem er de mest anvendte GMO-frø verden over. Et gen, der skulle danne et ekstra enzym, blev indsat i planternes arvemateriale. Dette gen findes også naturligt i planter, men i den naturlige form er det ikke nok til at beskytte planterne mod herbicidet. Derudover har de fleste af de genetisk manipulerede planter, der dyrkes i Argentina, Brasilien og USA (sojabønner, majs, bomuld, sukkerroer og raps), fået ændret deres genetiske sammensætning, så de indeholder andre varianter af EPSPS-enzymerne (5-enolpyruvylshikimate-3-fosfat (EPSP) syntase).

I henhold til forskningsresultater fra kinesiske forskere, som i 2018 undersøgte en type almindelig gåsemad, der ofte bruges som modelplante, gør de ekstra enzymer, der dannes i planterne, ikke kun planterne modstandsdygtige over for glyphosat, de påvirker også planternes metabolisme, der kontrollerer vækst og frugtbarhed. Dette kan føre til, at næste generation planter danner flere frø og er mere modstandsdygtige over for miljøbelastninger. Som en mulig forklaring på de observerede effekter skriver forskerne, at der sker interaktioner med det naturlige plantehormon auxin. Dette plantehormon regulerer vækst, fertilitet og tilpasning til miljøbelastning.

Dette fund ændrer tidligere antagelser om risikovurdering, når det gælder mulig ukontrolleret spredning: hvis de genetisk manipulerede planter krydser med naturlige populationer, har afkommet en tydelig fordel, når det gælder overlevelse, og kan sprede sig væsentligt hurtigere end tidligere antaget. De nye undersøgelser viser, at denne miljørisiko afhænger af selve det indsatte gen og det derpå dannede enzym – og ikke, som man tidligere antog, udelukkende af brugen af glyphosat. Stressbetingelser som varme og tørke kan intensivere effekten yderligere. Bevis for et uventet stort spredningspotentiale af disse transgene planter har været påvist i tidligere undersøgelser. Ikke desto mindre har Den Europæiske Fødevarer sikkerhedsautoritet EFSA og biotekindustrien hævdet, at det yderligere EPSPS-enzym ikke ville give



en overlevelsesgevinst for planterne, hvis de ikke blev behandlet yderligere med glyphosat. Imidlertid viser den nye forskning fra Kina, at de gener, der yderligere er indarbejdet i planten, kan øge risikoen for spredning i miljøet, selv om der ikke anvendes glyphosat. Derfor vil genetisk manipulerede planter kunne blive invasive og på længere sigt fortrænge hjemmehørende arter.

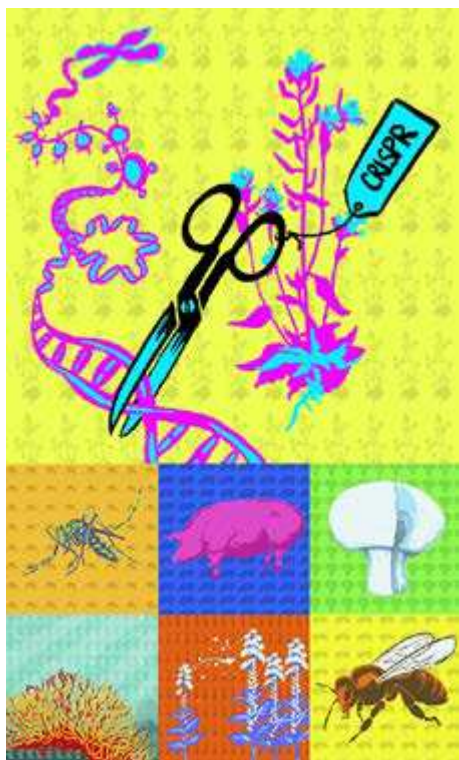
Også andre aspekter er vigtige for landbrug. Nogle typer ukrudt tilpasser sig succesfuldt til brugen af glyphosat: de kan øge aktiviteten af de gensegmenter, der er i fokus, og på en næsten naturlig måde øge effekten af deres EPSPS-enzym. Næste generation ukrudt beskyttes derefter også mod herbicidet. De nye forskningsresultater antyder, at denne nye generation ukrudt også kan opnå en højere "biologisk fitness" – det vil sige egnethed til overlevelse. Storskaladyrkning af genetisk manipulerede planter kan derfor resultere i, at mere og mere ukrudt dannes gennem mekanismerne for tilpasning. I lande, hvor glyphosatresistente genetisk manipulerede planter dyrkes, spredes herbicidresistent ukrudt reelt langt hurtigere end oprindeligt forventet.

Dette eksempel viser, at hvis der frigives genetisk manipulerede organismer, kan skader på miljøet forblive uopdagede i lang tid. Den aktuelle risikovurdering giver ikke sikkerhed for, at planterne kan sås ud, uden at miljøet udsættes for risici.

Udgivelsesår: 2020

Yderligere information: [Fang, J. Et al. \(2018\) Overexpressing Exogenous \[...\] \(EPSPS\) \[...\] Front. Plant S](#)





Tak til TestBiotech for oprindelig tekst:
"Genetic engineering is endangering the livelihoods of future generations - Why new genomic techniques need strict regulation"

10 eksempler på, hvorfor de nye genteknikker kræver strikt offentlig kontrol

Den tyske forskningsinstitution TestBiotech har samlet 10 eksempler på, hvor det kan gå galt med de nye metoder til genredigering, og viser, hvorfor det er nødvendigt at få et overblik over, og kontrol med, alle delprocesser i udviklingen af genteknologi.

Eksemplerne er et vigtigt indspark i den danske debat om risici ved genredigering. På baggrund af den kritiske klimasituation argumenteres der for, at det er nødvendigt, at de nye teknologier tages i brug uden først at undersøge risici for miljø, dyr og sundhed – det påstås, at der ikke er tid til at gøre det. Men ved at følge fortalerne for genredigering, risikerer vi at anvende en teknik i vores fødevarerproduktion, som kan være til skade for vores natur og for vores sundhed. I stedet for at medvirke til at etablere et helhedsorienteret landbrug, der kunne bidrage til at modvirke de kriser, vi står i, ønsker fortalerne at fikse situationen med ny teknologi. Men det kan medvirke til at forlænge det industrielle landbrugs ødelæggelser af vores naturgrundlag, så denne gang bør vi i stedet undersøge tingene til bunds for at finde reelt bæredygtige løsninger i vores fødevarerproduktion.

Materialet giver ny viden til læserne om de metoder, der anvendes, og hvilke risici vi står overfor. Offentligheden er under massivt pres fra fortalerne for genredigeringsmetoderne, og der bør ske en kritisk vidensdeling af dette risikofyldte område. Vi mener, det er vigtigt at undgå vildledning af offentligheden.

10 eksempler på, hvorfor de nye genteknikker kræver strikt offentlig kontrol

Oversat til dansk af Inger Vedel og June R. Bresson

Illustrationer af Timo Zett

Layout: NOAH

1. udgave 2021

ISBN 978-87-93536-76-0 (digital pdf)

Udgivet af NOAHs Forlag 2021

Pjecen kan findes på adressen www.noah.dk/materialer/10-eksempler

NOAH - Friends of the Earth Denmark,
Nørrebrogade 39, 1. Tv., 2200 København N.
Tlf. 35 36 12 12.

E-mail: noah@noah.dk