



Nye planteforædlingsteknikker – hvad er det?

Marts 2018 Planteforædling drejer sig om at ændre den genetiske sammensætning i vores afgrøder, så de passer bedre til vores behov. I de senere år er der udviklet en række nye teknikker, som betegnes nye forædlingsteknikker eller nye planteforædlingsteknikker¹. Det er endnu uafklaret, hvordan vi rent lovmæssigt skal regulere de nye teknikker. Reguleringen får betydning for, hvem der kan bruge teknikkerne og hvordan.

Her kan du læse om de nye planteforædlingsteknikker på et teknisk niveau.

Hvad er "de nye planteforædlingsteknikker"?

Betegnelsen dækker over en række planteforædlings-teknikker, der er relativt nye, og som vi endnu ikke ved, hvordan vi lovmæssigt skal regulere.

Ligesom med de eksisterende planteforædlingsteknikker kan planteforædlere bruge de nye teknikker til at ændre den genetiske sammensætning af vores afgrødeplanter.

En betegnelse – mange forskellige teknikker

Betegnelsen "nye planteforædlingsteknikker" dækker over en lang række teknikker, som dels virker meget forskelligt og dels giver forskellige resultater. Derudover kommer der også hele tiden nye teknikker til. Det er derfor svært at diskutere de nye teknikker under et.

Her deler vi de nye teknikker op i tre kategorier:

- Præcisionsmutageneseteknikker
- Cisgeneseteknikker
- Transgeneseteknikker

Det er dog ikke entydigt, hvilke teknikker der hører til hvilken kategori. Nogle af de nye teknikker kan bruges på forskellige måder, fx CRISPR/Cas9. Den samme teknik vil derfor kunne placeres i mere end en af de nævnte kategorier.

Præcisionsmutageneseteknikker

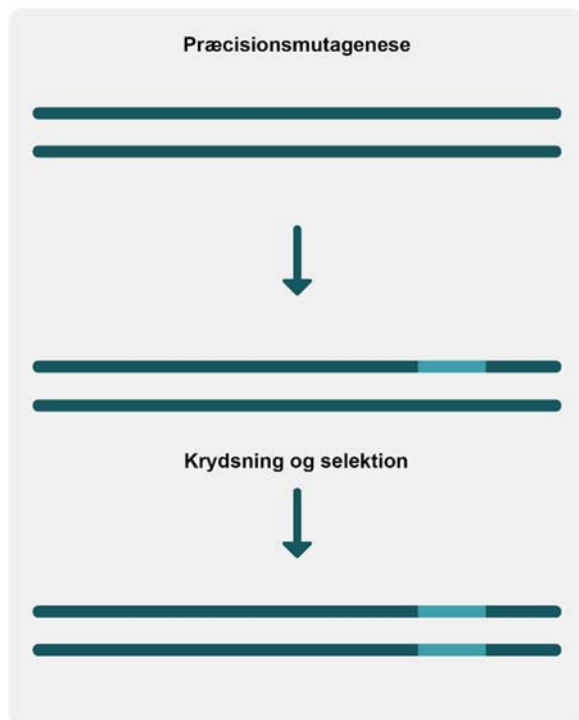
Præcisionsmutageneseteknikkerne frembringer små ændringer, såkaldte mutationer, i plantens arvemasse. Teknikkerne bidrager kun til ændringer, som også ville kunne opstå naturligt, og de indfører ikke nye, fremmede gener.

Mutationer opstår hele tiden tilfældigt i naturen og bidrager til, at der opstår genetisk variation i planten. Planteforædlerne har i mange år brugt bestråling eller kemisk behandling til at frembringe tilfældige mutationer. Problemet med tilfældigt forekommende mutationer er, at de ikke nødvendigvis forekommer der, hvor planteforædleren ønsker det. Med de nye præcisionsmutageneseteknikker kan planteforædlere indføre målrettede mutationer på bestemte steder i arvemassen. Det gør deres arbejde lettere og hurtigere.

Det er ikke muligt efterfølgende at påvise, om en given mutation er opstået naturligt eller ved brug af de nye præcisionsmutageneseteknikker. Det skyldes, at disse

¹ På engelsk kaldes teknikkerne "New Breeding Techniques" eller "New Plant Breeding Techniques" og forkortes hhv. NBT og NPBT.

teknikker som nævnt kun resulterer i genetiske ændringer, der også kunne være opstået naturligt.



Enzymatisk mutagenese (Zink-Finger Nuclease, TALEN, CRISPR/Cas9)

Her er tale om teknikker, hvor forædlere anvender enzymer til at klippe DNA-strengen over, der hvor planteforædlere ønsker at skabe en mutation. Planten vil efterfølgende selv sætte enderne sammen igen, men i visse tilfælde sker der fejl i plantecellens reparationssystem, som medfører en mutation, der hvor enderne møder hinanden.

Efter indgrebet nedarver planten mutationen på normal vis.

Oligonukleotid-dirigeret mutagenese (ODM)

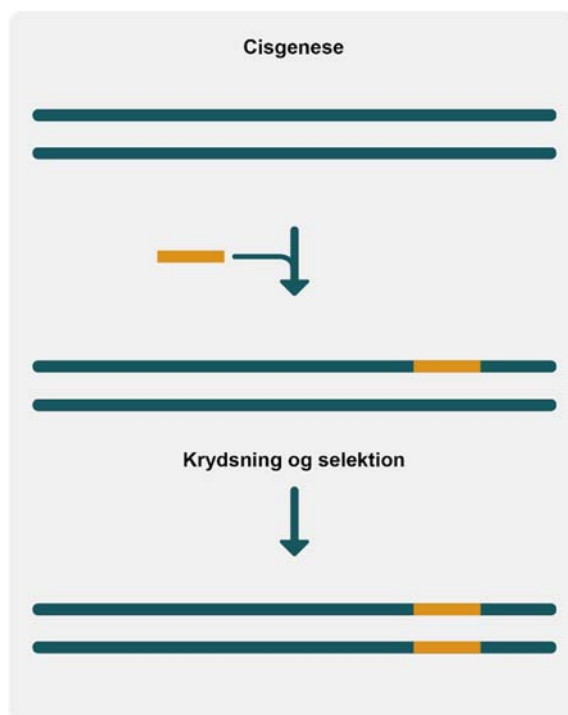
I denne metode målretter planteforædlere små stykker syntetisk DNA (oligonukleotider) til i en levende plantecelle at binde sig til en DNA-sekvens, som forædlere ønsker at forandre. Planteforædlere kan bringe planten til at udskifte det syntetiske DNA med plantens eget DNA ved brug af plantens DNA-reparationssystem. På denne måde opstår den ønskede mutation. Afhængig af om metoden anvendes til at indføre nyt genmateriale eller foretage mindre ændringer (mutationer) kan denne metode også betegnes som en gensplejsningsteknik eller en mutageneseteknik.

Efter indgrebet nedarver planterne mutationen på normal vis.

Cisgeneseteknikker

I modsætning til mutageneseteknikkerne indfører cisgeneseteknikker nye gener i modtagerplanten. Generne overføres til modtagerplanten vha. de samme teknikker som ved gensplejsning, men de nye gener kommer kun fra planter, som naturligt kan krydse sig med modtagerplanten, dvs. planter indenfor samme art eller meget nært beslægtede arter.

Den slags gener kan også være overført ved tidskrævende krydsningsarbejde gennem flere generationer, men med de nye cisgeneseteknikker kan planteforædlere gøre det hurtigere.



Efter indgrebet nedarver planten ændringen som normalt.

Rent teknisk kan planteforædlere indsætte de nye gener ved hjælp af flere forskellige metoder. De kan fx tage udgangspunkt i en af de tidligere beskrevne enzymatiske mutageneseteknikker som fx CRISPR/Cas9 og under processen supplere med det gen, de gerne vil indsætte. De kan også benytte traditionel gensplejsning, fx med jordbakterien (*Agrobacterium*), som vi beskriver i et senere afsnit.

I nogle tilfælde vil det være muligt efterfølgende at påvise, at en cisgeneseteknik er blevet brugt til at frembringe en given plante, mens det i andre tilfælde ikke vil være muligt. Fx vil det altid være muligt at påvise, at der er brugt intrageneseteknikker (nævnt herunder).

Intragenese

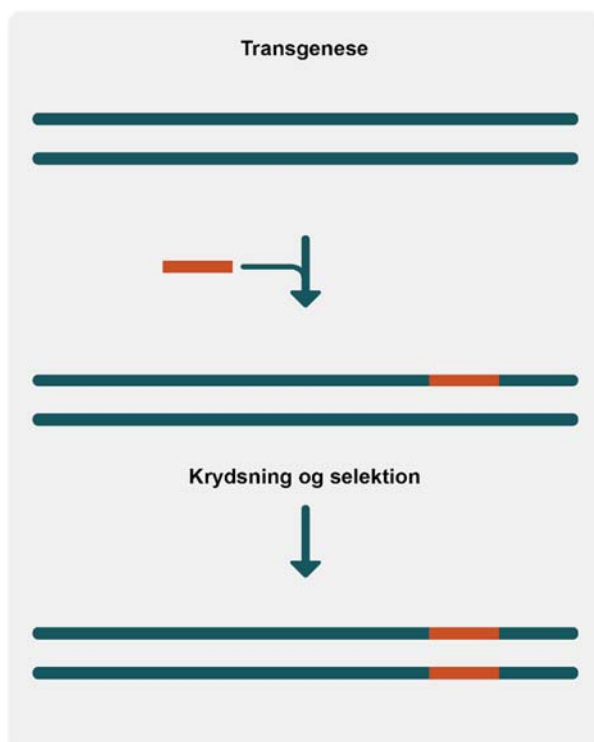
En variant af cisgeneseteknikkerne er såkaldt 'intra-genese'. Her indsætter planteforædlere også kun gener,

fra planter, som kan krydse med modtagerplanten, men de indsætter fx generne i flere kopier eller i en anden rækkefølge, end generne forekommer naturligt.

Transgeneseteknikker

Planteforældre kan skabe forandringer ved at tage DNA-sekvenser fra en anden organisme og overføre dem til afgrøden vha. gensplejsning. Dette betegnes transgenese. Produkterne indeholder en eller flere for plantearten fremmede DNA-sekvenser og ofte flere gener.

Transgeneseteknikkerne er kendetegnet ved, at produkterne er frembragt ved at introducere DNA fra organismer, som planten ikke udveksler gener med naturligt. Generne kan overføres vha. en række transformasjonsteknikker, fx agro-infiltration, floral dip, agrobacterium-transformation o.a. Det kan også ske som en udviklet form af en af de tidligere beskrevne enzymatiske mutageneseteknikker, hvor der i transgenese-versionen bruges en længere DNA-sekvens som template for forandringen.



Mulighederne for efterfølgende at påvise, at en given plante er frembragt med transgenese er gode. Det er relativt enkelt at påvise, at der forekommer gener, som ikke kan optræde naturligt i planten.

Omvendt forædling (reverse breeding)

Omvendt forædling bruges til at frembringe dobbelt haploide linjer, dvs. planter, hvor de to alleler for alle gener er ens. Det er normalt meget tidskrævende at udvikle dobbelt haploide linjer, men med denne teknik kan det gøres på meget kortere tid. Teknikken baserer sig

på et modificeret mellemtrin (frembragt med RdDM, se senere).

Planter, som er frembragt ved omvendt forædling, har ingen fremmede gener og opfører sig og krydser med andre artsfæller på normal vis. Planten kunne også være fremkommet ved mere tidskrævende krydsninger, og derfor er det efterfølgende ikke muligt at påvise, at planten er frembragt vha. omvendt forædling.

Podning på genmodificeret grundstamme

Ved denne teknik fremstilles en GM grundstamme vha. traditionel gensplejsning (transgenese) hvorpå der poddes kviste af ikke-GM sorter, fx æbler. Selvom grundstammen er GM, vil de æbler man høster ikke være det. Derfor vil myndighederne ikke kunne påvise, at de pågældende æbler er dyrket på en GM grundstamme.

Kilder:

- New plant breeding techniques. State-of-the-art and prospects for commercial development. JRC Scientific and Technical Reports, 2011.
- New Breeding Techniques: Necessary tools to address forthcoming challenges in plant breeding, Position paper of August 2014 from the GIS BV of All Envi Alliance.

Ordforklaringer

Cis-genese: Ordet er sammensat af *cis*, som betyder "samme" og *genese*, som betyder skabelse eller oprindelse. Begrebet henviser i denne sammenhæng til, at DNA-sekvenserne flyttes mellem individer inden for samme art.

Intra-genese: Ordet er sammensat af *intra*, som betyder "inden for, inden i eller indre" og *genese*, som betyder skabelse eller oprindelse. Begrebet henviser i denne sammenhæng til, at DNA-sekvenserne flyttes mellem arter inden for samme slægt.

Trans-genese: Ordet er sammensat af *trans*, som betyder "igennem, tværs over eller hinsides" og *genese*, som betyder skabelse eller oprindelse. Begrebet henviser i denne sammenhæng til, at DNA-sekvenserne flyttes mellem individer på tværs af artsbarrierer/krydsningsbarrierer.

Diskussionspapiret er ét af i alt tre, som belyser forskellige aspekter af de nye planteforædlingsteknikker. De andre to diskussionspapirer omhandler teknikernes muligheder og deres regulering henholdsvis de mulige risici ved anvendelse af teknikkerne. Diskussionspapirene er udarbejdet efter konsultation af en bredt sammensat arbejdsgruppe, som Miljø- og Fødevareministeriet har etableret for at afdække danske interessenters holdninger til problematikken. Diskussionsarkenes tekst er dog alene Landbrugsstyrelsens ansvar.