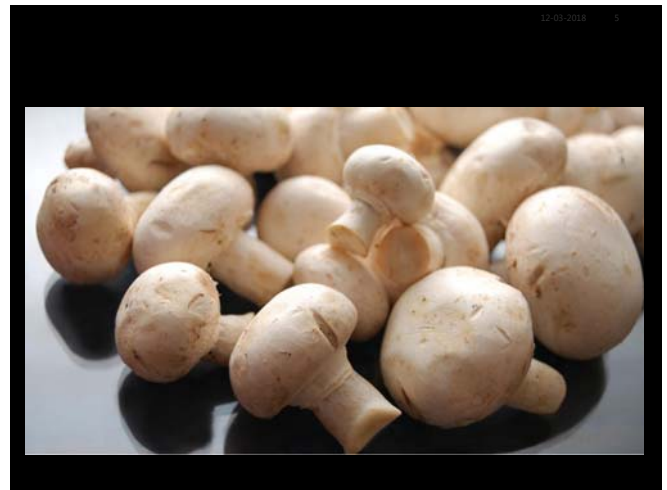
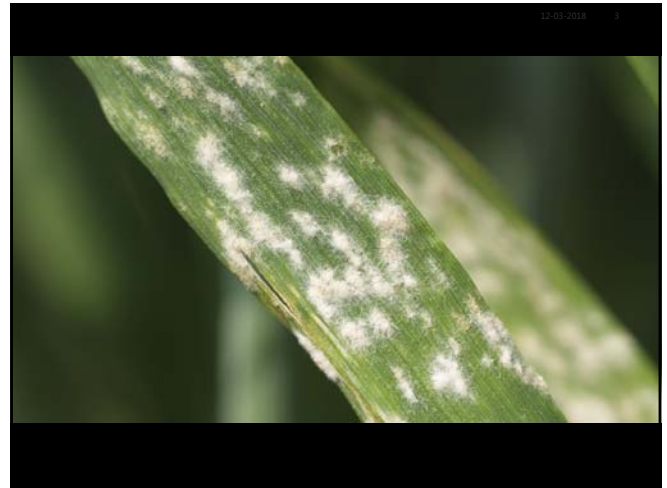


**HOLDNINGER TIL NYE
PLANTEFORÆDLINGS-
TEKNIKKER
– HVAD ER DE
BAGVEDLIGGENDE
VÆRDIMÆSSIGE
UDFORDRINGER?**

Christian GAMBORG
Lektor, ph.d.
Institut for Fødevarer- og
Ressourceøkonomi
chg@ifro.ku.dk

DanSeed Symposium 2018
12. marts 2018
KØBENHAVNS UNIVERSITET


KØBENHAVNS UNIVERSITET

Tilføj medier

Visual Tekst


B I ABC [List icons]

Afsnit [List icons]



KØBENHAVNS UNIVERSITET

**HASTIG UDVIKLING FOR NYE
PLANTEFORÆDLINGSTEKNIKKER:
Gen-redigering (vha. fx Crispr/Cas9)**



Publications

Funding

Projects

Gallo et al. (2017) *Advanced gene editing: CRISPR-Cas9*. CRS report prepared for members of committees of Congress

KØBENHAVNS UNIVERSITET

NYE PLANTEFORÆDLINGSTEKNIKKER (NPBT) – HVAD BETYDER DET?

- **Ikke nyt, at vi forsøger at ændre fødevarer i en angiveligt bedre retning**
- **Men uklart, hvordan "redigering" af plantegenomer skal tolkes:**
 - En fornyet chance for fødevarer sikkerhed?
 - En (mere) naturlig form for ændring?
 - En mere fundamental forandring?
 - En form, der kan skabe et etisk morals?
- **"Hvad er det for et scenarie, vi er bange for? At det ikke virker godt nok? Eller at det vil virke for godt"** (George Church, Harvard Medical School, *Science*)

KØBENHAVNS UNIVERSITET

HVAD SKAL DE NYE TEKNIKKER SAMMENLIGNES MED?

Genmodificering vha:

<p>Konventionel planteforædling</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klassisk krydsbestøvning • Hybridforædling • Mutationsforædling 	<p>Nye teknikker</p> <ul style="list-style-type: none"> • TALEN, Zink-Finger Nuclease • ODM • RdDM • Crispr/Cas9 • Cisgenese (vha Crispr/Cas9) • Intragenese • Grafting • Reverse breeding • Synthetic genomics <p><small>https://ing.dk/artikel/her-de-nye-gamle-planteforædlingsteknikker-21059 Georges & Rav (2017)</small></p>	<p>Klassisk gensplejsning – trans- (og cis-)gen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jordbakterie-metode • Biolistisk metode
--	--	---

The image shows the cover of the magazine 'Ingeniøren'. The main headline is 'Hvor genmodificerede må vores fødevarer blive?'. Other articles include 'Hvordan koder vi bedst vores børn?', 'UNGE INGENIØRER GENTÆNNER SAMLING AF STÆRKSTROMSKABLER', and 'Robotekspert kæmper med lederrollen'. The magazine is dated 15. Februar 2018.

KØBENHAVNS UNIVERSITET

INDHOLD

1. Indledning – nye muligheder?
2. Holdninger til planteforædlingsteknikker
3. Bagvedliggende værdier: 8 perspektiver på brug af teknikker
4. Hvad er udfordringerne – hvad er mulige tilgange?

KØBENHAVNS UNIVERSITET

2. Holdninger til planteforædlingsteknikker

KØBENHAVNS UNIVERSITET

HOLDNINGER I BEFOLKNING TIL NPBT

- **Få undersøgelser direkte på gen-redigering**
Mest ifht anvendelser på mennesker
- **En række tidligere undersøgelser af holdninger til brug af andre planteforædlingsteknikker**
Særligt transgene og cisgene afgrøder til fødevarerproduktion
- **Stadigt vanskeligere at skelne teknologier fra hinanden**
Fx cisgene ifht transgene
- **Ældre teknologier "forsvinder" ikke nødvendigvis i folks opfattelser**

KØBENHAVNS UNIVERSITET

BEGYNDENDE UDREDNINGER AF ASPEKTER

- **Nuffield Council on Bioethics**
- **European Academies' Science Advisory Council**
- **EU Scientific Advice Mechanism** (om "New techniques in agricultural biotechnology")
- **Værdimæssige perspektiver og aspekter kan være med til at forklare holdninger ud fra interesser/bekymringer knyttet til NPBT**

KØBENHAVNS UNIVERSITET

NPBT – ACCEPTABEL ELLER EJ?

- **"Bioliberalisme"**: **Moralsk støtte** til bevidst indgriben for at styre komplekse biologiske processer gennem bioteknologi
 - Fx pga. ret til /interesse i at bekæmpe sygdom og mindske smerte
 - Fx pga. globale udfordringer med fødevarerforsynings- og næringssikkerhed i lyset af befolkningstilvækst, klimaforandringer, økonomisk ulighed, biodiversitet
- **"Biokonservatisme"**: **Moralsk modstand** mod bevidst indgriben for at styre komplekse biologiske processer gennem bioteknologi
 - Fx pga. skepsis vedrørende det fornuftige i det eller bagvedliggende motiver
 - Fx pga. bekymring over hastighed i teknologifremskridt og frygt for manglende kritisk refleksion

KØBENHAVNS UNIVERSITET

NPBT – ACCEPTABEL ELLER EJ?

- **Produkt**
- **Proces**
- **Teknologien i sig selv**
- **Teknologiens brug**

KØBENHAVNS UNIVERSITET

TEKNOLOGIEN I SIG SELV

- **Er gen-redigering noget helt nyt?**
- **Er det en "omvæltende" teknologi?**
- **Giver forædlingsformen i sig selv anledning til forskellig etisk vurdering?**
- **Kan vi "nøjes" med at se på det planlagte ændringssted?**

Nuffield Council on Bioethics (2015)

KØBENHAVNS UNIVERSITET


3. Bagvedliggende værdier: 8 perspektiver på brug af teknikker

KØBENHAVNS UNIVERSITET

TEKNOLOGIENS BRUG – 8 PERSPEKTIVER

Perspektiver

1. **Nytte**
2. **Risiko**
3. **Retfærdighed**
4. **Bæredygtighed**
5. **Naturlighed**
6. **Institutionelt**
7. **Regulering**
8. **Proces**



- **Hvad er hovedspørgsmålet?**
- **Hvad kommer svaret an på?**
- **Er der noget nyt ifht. tidligere forædlingsteknikker?**

KØBENHAVNS UNIVERSITET

1. NYTTE-PERSPEKTIV

- Er NPBT noget, der gavner (nok)?
- Kommer bl.a. an på:
 - Hvad udgør nytte – den "øgede værdi"?
 - Snævre eller brede hensyn
 - Typer af egenskaber?
 - Hvilke udfordringer være med til at løse?
 - Hvem får nytten?
 - Forbrugeren, producenten, hele samfundet?
 - Hvor store er mulighederne – og hvor realistiske er de?
 - Fx genterapidebatten
 - Overselling?
 - Hvad er alternativerne?
 - Hvilke muligheder er der for at opnå det samme?
- **Nyt?** (Mulighed for) bredere sæt af egenskaber?
- **Ikke-nyt?** Egenskaber tilpasset til (kommercielle) interesser?



KØBENHAVNS UNIVERSITET

2. RISIKO-PERSPEKTIV



ER DU BESKYTTET MOD GMO?

MONSANTO PROMISES THAT THEIR PATENTED GMO SEEDS ARE SAFE. IS THIS THE SAME KIND OF "SAFE" THAT THEY PROMISED WITH DDT?

- Er der nogle risici ved (ikke) at bruge NPBT?
- Kommer bl.a. an på:
 - Om NPBT anses for (for) farligt – på hvilken måde?
 - Hvem eller hvad det anses for farligt for?
 - Mennesker – fx toksiske effekter
 - Dyr
 - Miljø – fx krydsning med vilde planter?
 - Hvor store usikkerhederne er, hvad består de i?
 - Hvor store usikkerheder og risici man vil acceptere og på hvilket grundlag?
- **Nyt?** Større præcision; mindre frygt for krydsning hvis ikke-transgen?
- **Ikke-nyt?** (Stadig) risiko for off-target effekter; epigenetik?

KØBENHAVNS UNIVERSITET

3. RETFÆRDIGHEDS-PERSPEKTIV



- Kan man udvikle og bruge NPBT på en (mere) retfærdig måde end ved andre teknikker?
- Kommer bl.a. an på:
 - Hvem der får gavn af NPBT?
 - Hvordan gevinster fordeles?
 - Hvordan risici fordeles?
 - Om det har betydning, om det kun er nogle firmaer, der har råd til udvikling og godkendelse (og dermed adgang til markedet)?
 - Hvad der sker med IPR?
 - Om det spiller en rolle, hvis det ses som at gå udover landbrugstraditioner og landmandens eller forbrugers selvbestemmelse?
- **Nyt?** Mere tilgængelig og nemmere teknik giver mulighed for større udbredelse?
- **Ikke-nyt?** Stadig mulighed for dominans pga. specifikke sorter og IPR?

Ishii & Araki (2016); Palmgren et al. (2015); Edenbrandt et al. (2017)

KØBENHAVNS UNIVERSITET

4. BÆREDYGTIGHEDS-PERSPEKTIV



- Er NPBT med til at bringe fødevarereproduktion og behov i en mere bæredygtig retning?
- Kommer bl.a. an på:
 - Hvordan bæredygtighed fortolkes?
 - Svag og stærk
 - Hvad der ses som (realistiske) alternativer?
 - Hvordan (evt. modsatrettede) bæredygtighedshensyn afvejes?
 - Hvilken form for fordelingsretfærdighed, der lægges til grund?
 - Nyttemaksimering på tværs af/inden for generationer?
 - Strikt lighed?
 - At de dårligst stillede har det bedst muligt?
- **Nyt?** Nemmere teknik giver mulighed for at løse presserende bæredygtighedsudfordringer?
- **Ikke-nyt?** Hvis NPBT er svaret, hvad er spørgsmålet?

Gamborg et al. (2002); Andersen et al. (2015)

KØBENHAVNS UNIVERSITET

5. NATURLIGHEDS-PERSPEKTIV



© Can Stock Photo

- Er NPBT en (mere) naturlig måde at forædle på?
- Kommer bl.a. an på:
 - Om naturlighed ses som noget positivt i sig selv?
 - Om det ses som naturligt at forædle planter i det hele taget – skal vi tilpasse naturen til os, eller skal vi tilpasse os til naturen?
 - Hvad der opfattes som (realistiske) alternativer?
 - Hvad der forstås ved naturlighed?
 - Historie-baseret naturlighed
 - Indholds-baseret naturlighed
 - Funktions-/egenskabs-baseret naturlighed
 - Harmoni-baseret naturlighed
 - Kendskabs-/nærheds-baseret naturlighed
- **Nyt?** Mere "naturlig" forædling; slutprodukt ikke kan skelnes fra konventionelt forædlede produkter?
- **Ikke-nyt?** Stadig indgriben på genniveau; mulighed for transgene planter?

Mielby et al. (2013); Kronberger et al. (2014); Andersen et al. (2015)

KØBENHAVNS UNIVERSITET

6. INSTITUTIONELT PERSPEKTIV



- Hvem skal bestemme, om NPBT skal anvendes?
- Kommer bl.a. an på:
 - Hvem sidder med magten til at bestemme, hvilke teknikker der skal accepteres?
 - Hvor stor tilliden er til forskere, industrien, producenter, regulatorer og beslutningstagere?
 - Hvor hårdt NPBT kobles til patenter og industrielle interesser?
 - Hvordan man generelt ser på teknologi og på fødevarereproduktion?
 - Hvilken vægt man tillægger hhv. forbruger- og producentautonomi?
- **Nyt?** Mere open access; mindre bundet op til "stor-industri"?
- **Ikke-nyt?** Stadig "patent på livsformer"; udviklingsressourcer (kun) i store firmaer?

Ishii & Araki (2016); Palmgren et al. (2015); Edenbrandt et al. (2017)

KØBENHAVNS UNIVERSITET


7. REGULERINGS-PERSPEKTIV



- **Hvordan skal NPBT skal reguleres?**
- **Kommer bl.a. an på:**
 - Hvor omfattende reguleringen skal være?
 - Om al NPBT skæres over én karm?
 - Hvorvidt NPBT mest ligner (og skal reguleres som) konventionelle planteforædlingsteknikker eller klassisk gensplejsning – den fulde GMO-regulering?
 - Om man skal anlægge et produkt- eller proces-reguleringsprincip – eller noget helt tredje?
 - Skal produkter fremkommet ud fra NPBT sikkerhedsgodkendes generelt eller sikkerhedsvurderes fra sag til sag?
- **Nyt? Argument for produkt-regulering?**
- **Ikke-nyt? Argument for (stadig) proces-regulering?**

KØBENHAVNS UNIVERSITET

8. PROCES-PERSPEKTIV



- **Er de rette processer til stede til at sikre den (evt.) rette brug af NPBT?**
- **Kommer bl.a. an på:**
 - Hvad der anses for de rigtige processer?
 - Hvem skal være en del af beslutningsprocessen, og hvordan?
 - Hvornår skal en evt. dialog finde sted?
 - Tidligt - Senere/sent?
 - Hvilke emner skal (evt.) indgå i dialog?
 - *Framing* – bred: hvileløs vandrings? snæver: konstrueret?
- **Nyt? Åbenhed og afprøvning af nye dialog og governance-former?**
- **Ikke-nyt? "Same procedure as every year"?**

Kuzma (2016)
Nuffield Council on Bioethics (2016) Public dialogue on genome editing. Why? When? Who?

KØBENHAVNS UNIVERSITET

4. Hvad er udfordringerne – hvad er mulige tilgange?

KØBENHAVNS UNIVERSITET

UDFORDRINGER

- **Videnskabelig og teknologisk usikkerhed**
(Nytte, risiko)
- **Begrebsmæssig uklarhed**
(Naturlighed, regulering)
- **Værdimæssig uenighed**
(Naturlighed, bæredygtighed, retfærdighed)
- **Usikkerhed, uklarhed og uenighed om strukturer for beslutningstagning og styring**
(institutionelt, regulering, proces)

KØBENHAVNS UNIVERSITET

HVAD KAN DER VÆRE BRUG FOR I LYSET AF DISSE UDFORDRINGER?

- Opbyg solidt **vidensgrundlag** vedrørende teknikkerne
- Kende **stakeholders og befolkningens viden, holdninger og værdier**
- Overvej **teknologi-regulerings- og governance-modeller** – der er i overensstemmelse med den teknologiske udvikling (og ønsker om legitimitet)
- Se på lignende **"forandningsprocesser"**
- Overvej **dialog** – og timingen af disse

KØBENHAVNS UNIVERSITET

KONKLUSION: HVOR GENMODIFICEREDE MÅ VORES FØDEVARER BLIVE?

- **Det er ikke blot et spørgsmål om at "vende sig til noget nyt"**
- **Forskellige perspektiver lægger vægten forskellige steder**
 - Skepsis mod genmodificeret mad –blivende
 - Risiko spiller betydelig rolle
 - Nytte og type af nytte stadig væsentlig
 - Forbrugerautonomi er vigtig
 - Naturlighed spiller fortsat rolle
 - Fordeling af gavn og omkostninger væsentlig
- **Videnskaben har en rolle i at sikre, at perspektiver bygger på en korrekt beskrivelse af virkeligheden**
- **Fælles anliggende at "reboote" debatten**

ANVENDT LITTERATUR

- Andersen, M.M., Landec, X., Xiang, W., Anyshchenko, A., Falhof, J., Østerberg, J.T., Olsen, L.I., Edenbrandt, A.K., Vedel, S.E., Thorsen, B.J., Sandee, P., **Gamberg, C.**, Kappel, K. & Palmgren, M. 2015. Feasibility of new breeding techniques tool for organic farming. *Trends in Plant Science* 20: 426-434.
- Saumann, M. 2016. CRISPR/Cas9 genome editing – new and old ethical issues arising from a revolutionary technology. *Nanoethics* 10: 139-159.
- EASAC 2017. Genome editing: scientific opportunities, public interests and policy options in the European Union. EASAC Policy report 21. www.easac.eu
- Edenbrandt, A., Thorsen, B.J., **Gamberg, C.** & Vedel, S. 2017. Consumers' preferences for bread based on new breeding technologies when they reduce pesticide use. *Journal of Agricultural Economics*. DOI:10.1111/1477-9552.12225
- Gallo et al. 2017. Advanced gene editing: CRISPR-Cas9. CRS Report R44824. Congressional Research Service.
- Georges, F. & Ray, H. 2017. Genome editing of crops: A renewed opportunity for food security. *GM Crops & Food* 8: 1-12.
- Gamberg, C.**, Madsen, K.H. & Sandee, P. 2002. Bæredygtighed – den vordimæssige dagsorden for jordbrugets udvikling 1. *Visioner for fremtidens jordbrug*. Jensen, S.S., Vujo, H., Bigdeli, S.H. & Emanuelsson, J. (red.). København: Gads Forlag, pp. 13-32.
- Ishii, T. & Araki, M. 2016. Consumer acceptance of food crops developed by genome editing. *Plant Cell Rep* 35: 1507-1518.
- Jensen, K.K., Forsberg, S.M., **Gamberg, C.**, Millar, K. & Sandee, P. 2011. Facilitating ethical reflection among scientists using the ethical matrix. *Science and Engineering Ethics* 17(3): 425-445.
- Kronberger et al. 2014. How natural is "more natural"? The role, method, type of transfer and familiarity for public perceptions of cisgenic and transgenic modification. *Science Communication* 36: 106-130.
- Kuzma, J. 2016. Reboot the debate on genetic engineering. *Nature* 531: 165-167.
- Melby et al. 2013. Multiple aspects of unnaturalness: are cisgenic crops perceived as being more natural and more acceptable than transgenic crops? *Agriculture and Human Values* 30: 471-480.
- Mulvihill et al. 2017. Ethical issues of CRISPR technology and gene editing through the lens of solidarity. *British Medical Bulletin* 122: 17-29.
- Nuffield Council on Bioethics 2016. Genome editing. An ethical review.
- Nuffield Council on Bioethics 2016. Public dialogue on genome editing. Why? When? Who?
- Palmgren, M., Edenbrandt, A.K., Vedel, S.E., Andersen, M.M., Landec, X., Østerberg, J.T., Falhof, J., Olsen, L.I., Christensen, S.B., Sandee, P., **Gamberg, C.**, Kappel, K., Thorsen, B.J. & Fagh, P. 2015. Are we ready for back-to-nature crop breeding? *Trends in Plant Science* 20: 155-164.
- Rodriguez, E. 2016. Ethical issues in genome editing using Crispr/Cas9 system. *Journal of Clinical Research & Bioethics* 7:2.
- Schäfer, M. 2017. The grey area between conventional and transgenic breeding. An ethical perspective on the European regulation of cisgenic crops. MSc Thesis. **Gamberg** supervisor: JFRD, University of Copenhagen and University of Amsterdam.
- Østerberg, J.T., Xiang, W., Olsen, L.I., Edenbrandt, A.K., Vedel, S.E., Christiansen, A., Landec, X., Andersen, M.M., Fagh, P., Sandee, P., Nielsen, J., Christensen, S.B., Thorsen, B.J., Kappel, K., **Gamberg, C.** & Palmgren, M. 2017. Accelerating the domestication of new crops: Feasibility and approaches. *Trends in Plant Science*