



Akademisk fagforening  
og fagligt fællesskab



# Vidensrapport Fremtidens fødevarer

Bliv klogere på produktudvikling og forbrugeradfærd  
inden for fremtidens bæredygtige fødevarer.

[dm.dk/bio](https://dm.dk/bio)

# Nye fødevareteknologier kan give klimagevinster langt ud over Danmarks grænser

Der er ingen vej uden om. Hvis vi skal nå 100 pct. CO<sub>2</sub>-reduktion i 2024, skal bl.a. vores fødevarerproduktion og madvaner ændres radikalt.

Det danske landbrugsareal skal reduceres, en grundlæggende omstilling fra animalsk til plantebaseret landbrugsproduktion skal rodfæste sig - og så skal danskerne vænne sig til helt nye spisevaner.

Sådan lyder konklusionen i en ny rapport fra Klimarådet (udg. juli 2024). I dag spiser blot to procent af danskerne plantebaseret kost, så spørgsmålet er, hvordan vi hjælper transformationen fra animalske fødevarer til plantebaserede på vej.

Det har Martin Kruse et godt bud på. Han er forskningsleder ved Institut for Fremtidsforskning og medforfatter til en ny rapport om fremtidens mejerisektor. Rapporten er kulminationen på et forskningsprojekt om industrielt fremstillede fødevarer, og det er ledet af biotekselskabet Protein Frontiers med deltagelse af en række danske virksomheder og universiteter. "Vores rapport skitserer en fremtid, hvor de nye mejeriprodukter vil overtage 30 pct. af markedet i 2040 i Danmark. Det er ikke et teknisk beregnet estimat, men en vision, der tager udgangspunkt i, at verden skal være CO<sub>2</sub>-neutral i 2050," siger Martin Kruse.

Populært sagt skal koen skrives ud af ligningen og erstattes af mejerivarer produceret i store industrielle anlæg, hvor gensplejede mikroorganismer via såkaldt præcisionsfermentering

producerer mælkelignende proteinstrukturer, der kan indgå som ingredienser til ost, mælk, chokolade og yoghurt m.fl.

Martin Kruse slår dog fast, at de kunstige mejeriprodukter ikke er et mål i sig selv, men i højere grad skal ses som et værktøj til at skubbe flere i retning af en mere plantebaseret kost.

"Det bedste for klimaet er jo, hvis vi allesammen spiser plantebaseret. Men vi kan jo også se, hvor utrolig svært det er at få folk til at skifte madvaner. De har brug for hjælp til den transformation. Og vi mener, at det er lettere at få folk over til plantebaseret, hvis man hjælper dem på vej med fødevarerprodukter, der minder om dem, de allerede kender," siger han.

Fremtidens mejeriprodukter produceret i store industrianlæg vha. naturens egne mikroorganismer skal dog ikke kun komme Danmark til gode, mener Martin Kruse. "Der er jo en grund til, at det hedder global opvarmning og ikke lokal opvarmning," siger han og fortsætter: "Vi er nødt til at se på den her problematik i en global kontekst. Og hvis vi i Danmark kan skabe klimavenlige fødevareteknologier, som kan eksporteres til lande som Kina og USA, så batter det altså virkelig noget."



*Martin Kruse leder forskningen om miljø og ressourcer på Institut for Fremtidsforskning. I sit arbejde fokuserer han primært på sammenhængen mellem mad, energi, klima og vand, men han har også arbejdet med byggeri og boliger, sikkerhed samt kreativitet og innovation.*

Foto: Institut for fremtidsforskning

# Innovation: Sådan skaber vi fremtidens fødevarer

## Mikroorganismer har kæmpe potentiale

I foråret 2024 indviede Teknologisk Institut anlægget Biosolutions Technology Center. De nye faciliteter indeholder bl.a. et nyt fermenteringsanlæg, hvor virksomheder kan udvikle og teste nye laboratorieafprøvede fødevarerprodukter af i 200 liters tanke. Ved at udnytte enzymer, mikroorganismer og bakteriekulturer kan virksomhederne udvikle efterligninger af bl.a. kød- og mejeriprodukter, som aldrig har set skyggen af et dyr. Og potentialet er stort. Hvis alle animalske fødevarer erstattes af nye mikrobielle fødevarer, kan fødevarerindustriens indvirkning på den globale opvarmning og brug af jord og vand reduceres med 80 pct.



# Fermentering er nøglen til fremtidens bæredygtige fødevarer

Fermentering af fødevarer er ingen ny opfindelse. Mennesket har i årtusinder fermenteret mad for at forlænge holdbarheden af madvarer.

Men den ældgamle gæringsteknik er de senere år gået ind i en helt nye fase, der er godt i gang med at revolutionere fødevarerindustrien. Ved hjælp af såkaldt præcisionsfermentering manipulerer forskerne mikroorganismer som bakterier, svampe, mikroalger, tang eller gærceller til at fremstille alt fra mælk, kød og ost til smags- og aromastoffer til fødevarer.

Fermenteringen foregår i store tanke i laboratoriefaciliteter, som bl.a. Teknologisk Institut (TI) stiller til rådighed for start-up-virksomheder. Via bioraffinering kan der udvindes værdifulde stoffer, fx fra eksisterende biologiske sidestrømme og overskudsprodukter.

Dette sker vha. genredigeringsværktøjet CRISPR-Cas9, der kan skære i mikroorganismernes arvegods og udtage individuelle gavnlige proteiner som fx mælkeproteiner. Når proteinerne fra sidestrømmene er "klippet" ud, indsættes de i såkaldte værtsorganismer som svampe, mikroalger, mikrobakterier og gærceller. Den manipulerede værtsorganisme vokser efterfølgende under kontrollerede forhold i fermenteringstanke, indtil den høstes som ny proteinkilde til fødevarer. Æggehvider, ost, yoghurt, mælk, vitaminer, duft-, farve- og smagsstoffer er blot nogle af de ting, der produceres gennem fermentering i dag.

Virksomheder bruger også fermentering af fx svampe og mikroalger til at fremme den gode smag og højne proteinindholdet i alternative udgaver af kyllinge- og oksebøffer. Og potentialet for disse mikrobielle fødevarer, der er skabt af spildprodukter og naturens egne mikroorganismer, er enormt.

Det vurderer Lise-Lotte Schmidt-Kallesøe, forretningsleder hos Bioressourcer Technology Center ved TI. "Lige nu bliver der udviklet nye, bæredygtige fødevarerprodukter med alt fra tang og rejeskaller til roetoppe og rapsrester fra rapsolieproduktionen. Det er kun fantasien, der sætter grænser for, hvad vi potentielt set kan skabe," siger hun.



*Eksempler på sidestrømme fra hhv. øl- og sukkerroeproduktion, der bliver brugt i udviklingen af alternativt mælkepulver.  
Foto: Teknologisk Institut.*

## 5 vigtige hensyn

Ifølge Morten Sommer, professor i mikrobiologi og direktør på Novo Nordisk Fondens Center for Biobæredygtighed på DTU, er der særligt fem hensyn, man skal holde sig for øje, i udviklingen af mikrobielle fødevarer:

- Det er afgørende at evaluere bæredygtigheden.
- Det skal sikres, at produkterne er næringsrige og uden negative virkninger på helbredet.
- Der skal være mere kendskab til specifikke mekanismer i forhold til kostråd.
- Der skal være lige adgang til de nye produkter, så den sociale retfærdighed i verden er understøttet.
- Der skal tages livtag med regulering og forbrugerskepsis i forhold til genmodificering.



# 5 alternative kilder til fødevarer



## 1. Svamperødder skaber kødalternativer

Svamperødder (mycelium) eksisterer normalt under jorden. De kan dog også produceres industrielt. Det sker ved at tilsætte forskellige svampesporer i fermenteringstanke. Fermenteringen får mycelium til at vokse, så der dannes en trådlignende struktur, der minder om fx kylling.

## 2. Ølrester booster bagværk med proteiner

Mask er et restprodukt fra ølproduktionen, der er fyldt med sunde proteiner. Vha. såkaldt tørfraktionering, kan forskere nu adskille proteinerne i masken fra andre fraktioner som stivelse og fibre. Dermed kan masken opgraderes fra kvægfoder til næringsrige ingredienser i bagværk.

## 3. Mikroalger har kæmpe potentiale

Mikroalger producerer kvalitetsprotein, som kan indgå i fx brød og pasta. Algerne er bæredygtige, da de vokser hurtigt på et lille areal med udnyttelse af  $\text{CO}_2$  og energi fra solen. Mikroalger smager bittert, men fermentering kan både forbedre smagen og samtidig øge fordøjeligheden.

## 4. Kløvergræs giver æg kamp til strengen

Ny bioraffineringsmetode kan omdanne kløvergræs til fødevarer ingredienser. Først presses kløvergræs sammen til en grøn proteinjuice. Dernæst hældes juicen gennem et fint membranfilter, så proteinerne sis fra og kan indgå som erstatning for bl.a. æggehviter til mayonnaise.

## 5. $\text{CO}_2$ forvandles til fødevarerprotein

Et innovativt forsøg i en bioreaktor, anført af en tysk forsker fra Aarhus Universitet, har bevist, at det er muligt at omdanne  $\text{CO}_2$  til spiselige proteiner vha. såkaldt elektrolyse og en hær af bakterier, kaldet acetogener. Forsøget skal efter planen op i skal inden for de kommende år.



# Forbrugerne: Sådan får vi flere til at spise bæredygtigt

## Kød fylder stadig for meget på menuen

Mange af os siger, at vi gerne vil spise mere grønt. Men nye tal viser, at færre og færre af os tænker på klimaet, når vi fylder indkøbskurven og laver aftensmad.

Der står således kød på tre ud af fire spiseborde hver aften i Danmark. I 2023 var det mindre end 56 pct. af os, som fandt det vigtigt, at vores madvaner bliver mere klimavenlige, mens det i 2019 gjaldt for hele 70 pct.

En af de vigtigste barrierer for at spise klimavenlig mad er, at det kan opleves som udfordrende at lave klimavenlig mad, eller at de grønne fødevarer harmonerer dårligt med de retter, vi er vant til at lave.



# 4 barrierer for bæredygtige madvaner

## Smag

*Evolutionært er vi udviklet på den måde, at vi eftertragter sødme og umami og afskyr det bitre, som planter ofte indeholder. Voksne skal smage ny mad 20 gange, før vi vænner os til nye smag. Mange plantebaserede produkter mangler den eftertragtede umami-smag.*

## Vaner

*3 ud af 4 aftensmåltider indeholder stadig kød, og blot 25 pct. af danskerne laver aftensmåltider fra bunden. Færdigretter og take-away fylder mere på middagsbordet end tidligere. Og når vi selv skal lave mad, lander vi typisk på "klassiske" kødretter, viser forskning.*

## Motivation

*Når vi laver mindre mad, mister vi muligheder for og rutine i at forholde os til råvarerne og til at lægge vores kost om i en grønnere retning. Samtidig synes mere end hver tredje af os, at det er svært at lave klimavenlig mad, viser Madkulturens analyse af klimavenlige madvaner.*

## Priser

*Der ligger en stor opgave i at få markedsmekanismerne til at forandre grønnere madvaner. For de fleste danskere (77 pct.) styres indkøb af tilbudsaviser. For at fange kunderne, slår supermarkederne derfor på de varer, de ved danskerne vil have - dvs. kød, færdigretter o.l.*

# Forskernes bud på løsninger

## Umami-smagen skal prioriteres

*Der findes et højt indhold af umami-smag i ikke-animalske kilder som fx soltørrede tomater, kapers og svampe. Naturlige svampesporer kan bruges til at forvandle grøntsager til fermenterede vegetabiliske produkter rige på umami-smag, som erstatning for kød.*

## Grønne madvaner skal normaliseres

*Skal plantebaseret kost gå fra niche til norm, skal vores madvaner ændres helt fra barnsben. Offentlige kantiner har et stort ansvar for at normalisere grønne måltider i dagsinstitutioner og i folkeskolen, så nye generationer får mere bæredygtige madvaner.*

## Inspiration skal motivere

*Jo flere erfaringer folk gør sig med plantebaserede fødevarer sammen med andre mennesker - fx venner og familie - desto større chance er der også for, at de lader sig inspirere til selv at prøve kræfter med de grønne retter i køkkenet derhjemme.*

## Supermarkederne skal gå forrest

*Supermarkederne skal tage teten og sige: vi er de mest klimavenlige på markedet. Ligesom Coop gjorde det med økologien i 1990'erne. Det grønne skal gøres til en god forretning.*



*"Hvis en reduktion af den danske husdyrproduktion også skal give global klimaeffekt, bør der samfundsmæssigt være et langt stærkere fokus på, hvordan vi får øget efterspørgslen på plantebaserede fødevarer."*

**Tavs Nyord, Concito, Jakob Vesterlund Olsen, KU.**

*"Indvirkningen på den globale opvarmning og brug af jord og vand kan reduceres med 80 pct., hvis alle fødevarer af animalsk oprindelse erstattes af nye mikrobielle fødevarer."*

**Morten Sommer, professor i mikrobiologi ved DTU.**

*"Novel foods har potentialet til at introducere en masse nye fødevarer med forskellige smag, teksturer, lugt og funktionalitet, som fremmer det grønne valg."*

**Anne Christine Steenkjær Hastrup, centerchef ved TI.**

*"Hvis der kommer et større udvalg af grønne convenienceer, og prisen bliver lavere, vil det måske medføre, at flere vil tage plantebaseret mad til sig."*

**Leif Nielsen, DI Fødevarer**

*"Når vi kigger ned i indkøbskurvene og ned i gryderne, står det klart, at vi har svært ved at give slip på kød. Kød er stadig omdrejningspunktet, så det bliver et langt, sejt træk at lave om,"*

**Judith Kyst, direktør for Madkulturen.**

*"Det vigtigste er, at vi prøver at understøtte normalisering af at spise anderledes og undgår moralisering af dem, der spiser kød. Moralisering virker ikke."*

**Bente Halkier, professor i forbrugssociologi og medlem af Klimarådet.**

*"Mikroalger er en robust proteinafgrøde med høj vækstrate, der ikke optager alt for meget dyrkbar jord, som er en knap ressource. Derfor er mikroalger en af de mest spændende kandidater som fremtidens proteinafgrøde."*

**Malene Fog Lihme Olsen, biolog, KU. (billedet)**



# Forskerne om udfordringer og muligheder på vejen mod grønnere fødevarer





Akademisk fagforening  
og fagligt fællesskab

Klimakrisen er en realitet – og behovet for at reducere vores klimaaftryk haster. Det gælder for samfundet generelt, for virksomheder – herunder landbruget – og for os som forbrugere.

Forbedring af biodiversiteten er desuden en brændende platform – både vandmiljøet og det terrestriske miljø.

Vi har ekspertise og viden til at imødegå disse kriser. Det vil betyde et ændret landskab samt nye fødevarer og kostvaner.

De nødvendige forandringer kommer ikke af sig selv. DM opfordrer derfor beslutningstager og interessenter på området til i fællesskab at tage ansvar for at finde de bedste løsninger – og få dem realiseret.

***Kloden kalder!***

**Gertrud Knudsen**

*forperson for  
DM Bio*

**Kilder til '4 barrierer for bæredygtige madvaner' og 'Forskernes bud på løsninger'**

*Podcast DM BIOSfæren, afsnit 8: Hvorfor er vores madvaner klimatrætte? Her var Judith Kyst, direktør for Madkulturen, Bente Halkier, professor i forbrugssociologi ved KU, gæster.*

**[dm.dk/bio](https://dm.dk/bio)**