



# NATUREN SKABER ENZYMERNE VI SÆTTER DEM I PRODUKTION



#### Hovedkontor

Novozymes A/S  
Krogshøjvej 36  
DK-2880 Bagsværd  
Danmark  
Tel. +45 8824 9999  
Fax +45 8824 9998  
info@novozymes.com  
www.novozymes.com

#### Europa

Novozymes France S.A.  
Immeuble Challenge 92  
79, Avenue François Arago  
F-92017 Nanterre Cedex  
France  
Tel. +33 146140746  
Fax +33 146140766  
info@novozymes.com

#### Nordamerika

Novozymes  
North America Inc.  
77 Perry Chapel Church Road  
Franklinton, NC 27525  
USA  
Tel. +1 919 494 3000  
Fax +1 919 494 3450  
info@novozymes.com

#### Latinamerika

Novozymes Latin America Limited  
Rua professor Francisco Ribeiro 683  
CEP 83707-660 - Araucária - Paraná  
Brazil  
Tel. +55 41 641 0000  
Fax +55 41 643 1443  
info@novozymes.com

#### Fjernøsten

Novozymes  
Asia Pacific Regional Office  
7/F Chinachem Century Tower  
178 Gloucester Road  
Wanchai  
Hong Kong  
Tel. +852 25193380  
Fax +852 28770659  
info@novozymes.com



Unlocking the magic of nature



## Uden enzymer var der ikke liv på jorden

Lad os slå fast, at uden enzymer var der ikke liv på jorden, sådan som vi kender det i dag. Eller sagt på en anden måde: Grundstofferne ville være her, men der ville ikke være nogen levende væsener. For det er enzymer, som sætter gang i de processer, der holder liv i alle levende organismer.

### Der er enzymer i alle levende organismer

Alle levende organismer som mennesker, dyr og planter indeholder enzymer. Enzymer er naturens eget værktøj, som klipper og klistrer alt biologisk materiale og får gang i livsvigtige processer. Hvis du f.eks. kigger ind i en celle, vil du se et hav af enzymer, der starter eller holder gang i processer, som i sidste ende holder liv i cellen.

### Enzymer kan tusindvis af ting

Fordøjelsen er blot en af de mange processer, enzymer hjælper i gang. Når du f.eks. tager en bid af en bolle, begynder nedbrydningen i samme øjeblik, du tygger på den. Spyt er nemlig fyldt med enzymer,

som omdanner stivelsen i brødet til sukker og får brødet til at glide lettere ned i maven. Her arbejder andre enzymer på at nedbryde brødet i bittesmå dele, så kroppen kan optage næringen.

### Enzymer er ikke levende

Et enzym er ikke levende, selvom det godt kunne lyde sådan. Det eneste, der er levende, er de celler, som producerer enzymerne. Det er for eksempel de celler, der er i vores fordøjelsessystem eller mikroorganismer som svampe og bakterier. Svampe og bakterier er i høj grad kernen i produktion af enzymer.

### Mennesket kopierer naturen

Naturen viser sig endnu en gang at være mennesket overlegent, når det drejer sig om opfindelser, der kan producere en masse uden at skade miljøet. Derfor har vi kopieret naturens måde at producere enzymer på. Og det er præcis, hvad denne brochure skal handle om ud over at fortælle, hvad et enzym er, hvordan det bliver forfinet via gensplejsning af mikroorganismer og altså produceret – inspireret af naturen.

Vil du vide mere om, hvor og hvordan enzymer bliver brugt, skal du læse brochuren "Har vi brug for enzymer i dag?"



Hvis du tog alle DNA-tråde fra et menneske og bandt dem sammen, ville den samlede »snor« blive så lang, at den kunne nå rundt om jorden og månen flere tusinde gange.



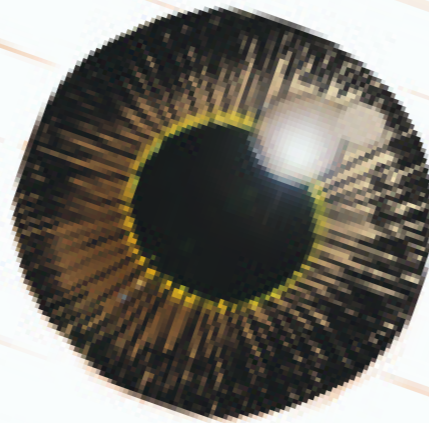
### Hvad er et enzym?

For at forstå, hvad et enzym er, må vi kigge ind i en levende celle som f.eks. en hudcelle. Inde i alle levende celler er der en arbejdstegning over de ting, cellen skal producere. Den arbejdstegning kaldes DNA.

### DNA viser, hvad der skal skabes

DNA består af fire byggestene, der er hæftet sammen i en lang tråd og kan kombineres på milliarder af måder. Rækkefølgen af de fire byggesten samt længden af DNA-tråden bestemmer bl.a., om en celle skal udvikle sig til en kolibri eller en krokodille. DNA-tråden består af en masse dele, hvor hver enkelt del sørger for, at der bliver produceret et bestemt stof. Disse dele kaldes for gener, og en DNA-tråd indeholder koden på mange tusinde gener på én gang.

Det er generne, vi arver fra vores forældre, som bestemmer, hvilken øjenfarve vi får.

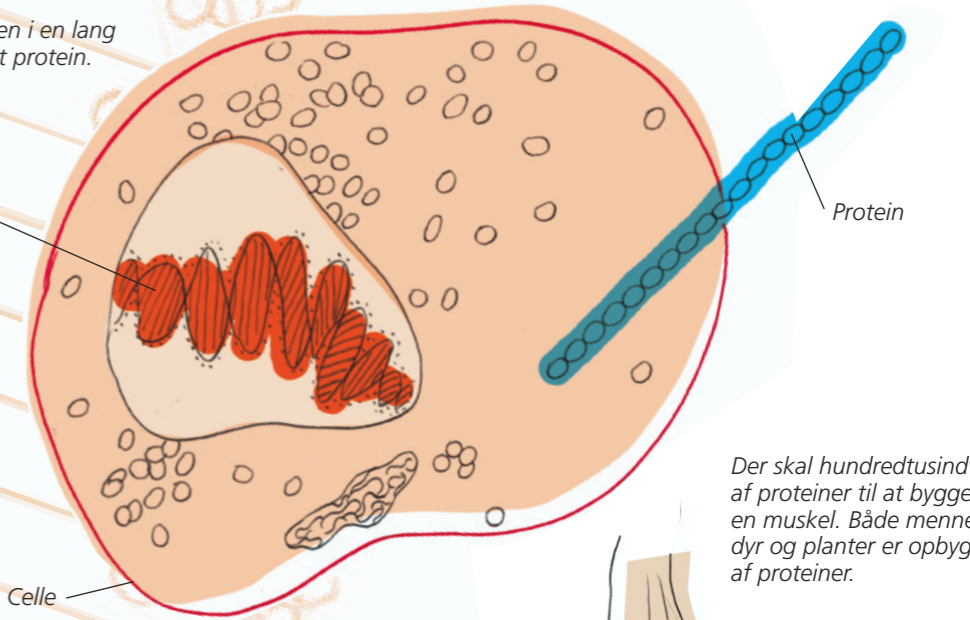


Molekylerne kædes sammen i en lang perlekæde, som bliver til et protein.

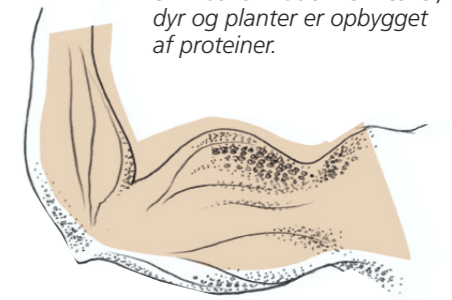
DNA-tråd

Protein

Celle



Der skal hundredtusindvis af proteiner til at bygge en muskel. Både mennesker, dyr og planter er opbygget af proteiner.



### Gener får cellerne til at skabe proteiner

Enhver celle har tusinde af gener, som hver især koder for en bestemt ting. I mennesker er der f.eks. gener, der bestemmer din øjenfarve, og andre gener der koder for din højde eller din evne til f.eks. at løbe. Alle generne sørger for, at cellerne producerer proteiner, som er det fysiske stof, din krop er opbygget af. En muskel er opbygget af 100.000 vis af tætsiddende proteiner, mens hele kroppen består af milliarder af proteiner.

### De aktive proteiner er – enzymer

Ud af de utallige proteiner, der er i levende organismer, som f.eks. kolibrer eller træer, er der nogle særligt ihærdige nogle af slagsen. Det er dem, som starter alle de biologiske processer, der er så vigtige for levende organismer. Og det er dem, vi kalder for enzymer. Der findes mange forskellige enzymer, og alle har hver sit speciale som f.eks. at nedbryde fedt eller omdanne blomstens nektar, så kolibrien får energi til sin særlige luftakrobatik.

### Enzymerne bliver produceret af mikroskopiske fabrikker

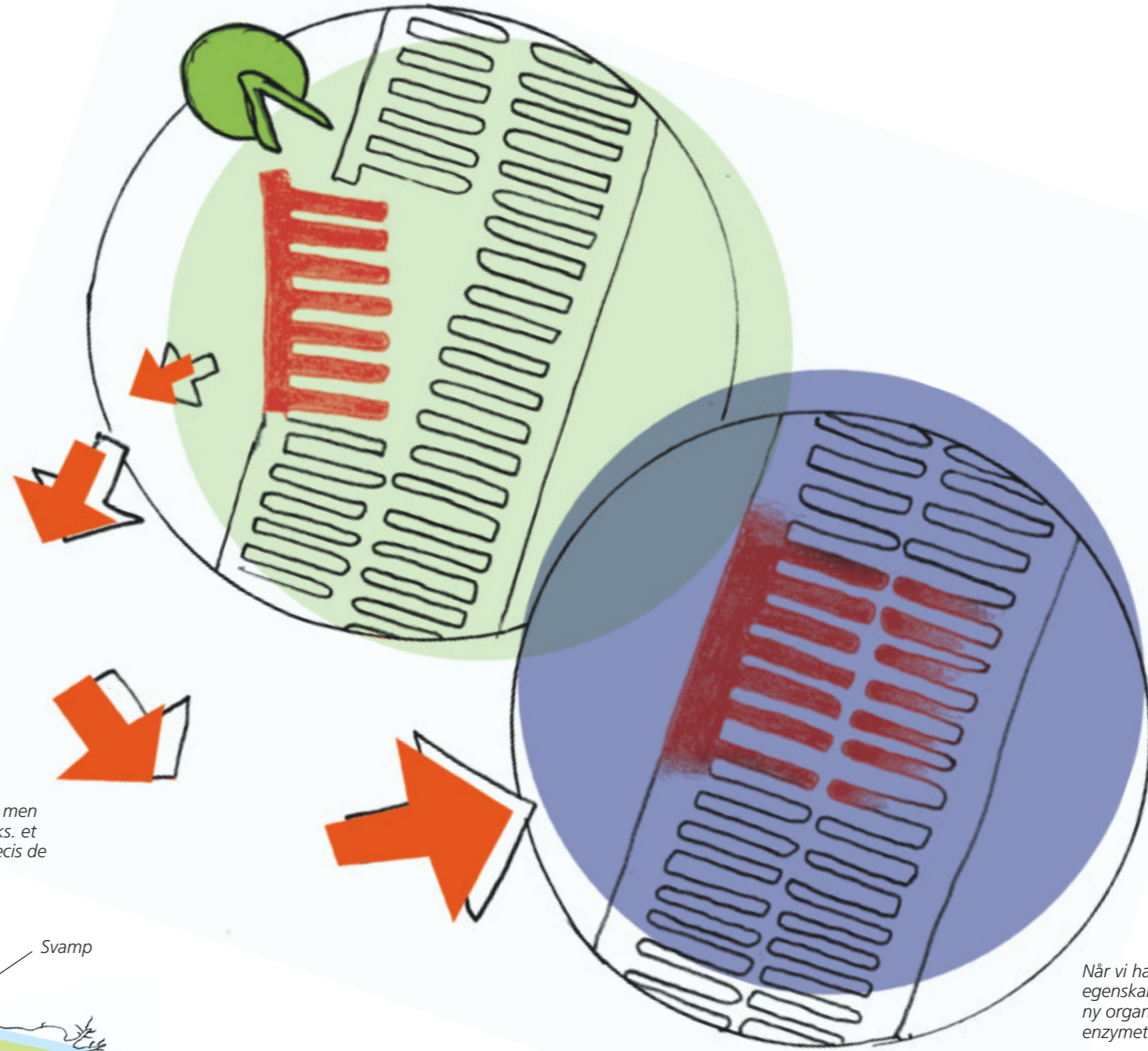
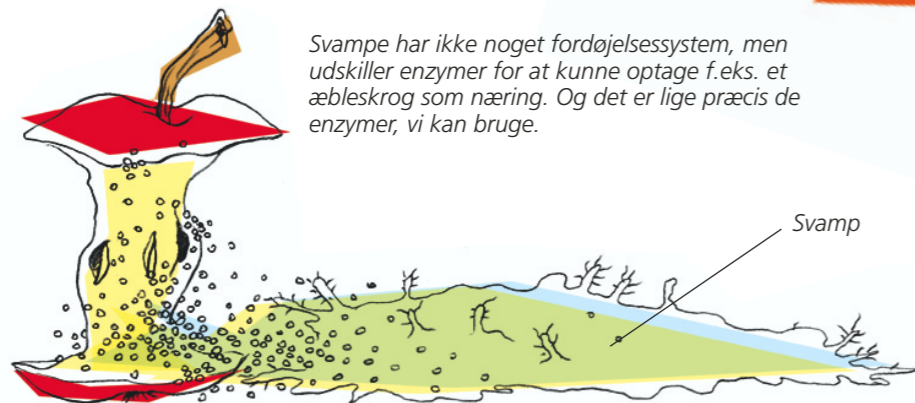
Det er sjovt nok de mindste organismer, som er de største producenter af enzymer. Det er nemlig mikroorganismer som svampe og bakterier, der er bedst til at producere enzymer. Og da de samtidig har et kort og enkelt liv, der er let at kontrollere, er de oplagte til industriel brug.

### Vi høster enzymerne ved spisetid

Det særlige ved svampe og bakterier er, at de ikke har noget fordøjelsessystem, som vi kender det fra mennesker. De fordøjer deres føde ved at udskille enzymer, som starter nedbrydningen af føden uden for svampen. Når maden er opløst, bliver den optaget af svampen og omsat til energi. Og det er lige præcis de enzymer, som mikroorganismen bruger til at spise med, vi mennesker kan høste og bruge.

### Selv mikroorganismer kan bruge hjælp

En ting er at finde den mikroorganisme, som producerer dét enzym, vi skal bruge. Noget andet er at få den til at producere enzymet inden for en overskuelig fremtid i en tilpas god kvalitet og i store mængder. Samtidig sker det, at de mikroorganismer, vi finder rundt omkring i verden, producerer en masse uønskede ting – og her har den vilde organisme brug for hjælp.



### Vi forener det bedste med gensplejsning

Vi har mange års erfaring i at udvikle mikroorganismer, der både er verdensmestre i at vokse hurtigt og lette at håndtere. Ved at kombinere vores kultiverede bakterier med den vilde bakterie, der producerer det ønskede enzym, får vi en bakterie, som både vokser hurtigt og som kun producerer det ønskede enzym. Og det er her, gensplejsning kommer ind i billedet.

### Princippet i gensplejsning

Ved gensplejsning finder forskerne dét gen i den vilde bakterie, som koder for – det vil sige sørger for – produktion af et særligt enzym. Derefter flyttes genet fra den vilde bakterie over i vores mikroorganisme. Ideen lyder jo god og enkel. Det er en kompliceret proces, men princippet er enkelt.

Når vi har fundet genet, som koder for en særlig egenskab, klipper vi det ud og sætter det ind i en ny organisme. Den nye organisme producerer så enzymet ud fra sin reviderede DNA-tråd

### Gensplejsning trin for trin

Enzymer bliver som sagt produceret af en celle ud fra cellens arbejdstegning eller DNA. Dele af DNA'en, generne, bestemmer enzymets egenskaber. Kender vi genet, som koder for et bestemt enzym, har vi altså arbejdstegningen til enzymet. Arbejdstegningen over genet giver vi videre til en anden organisme og viser derved den nye organisme, hvordan den skal producere enzymet. Herfra er det et spørgsmål om produktion.

*En celle, som f.eks. producerer enzymer, der kan opløse voks, bliver ved med at reproducere sig selv og enzymerne, så længe der er de rigtige vækstbetingelser.*

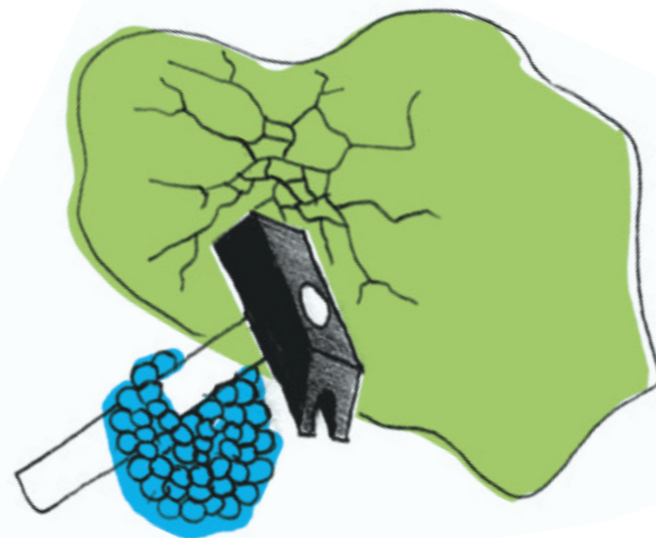
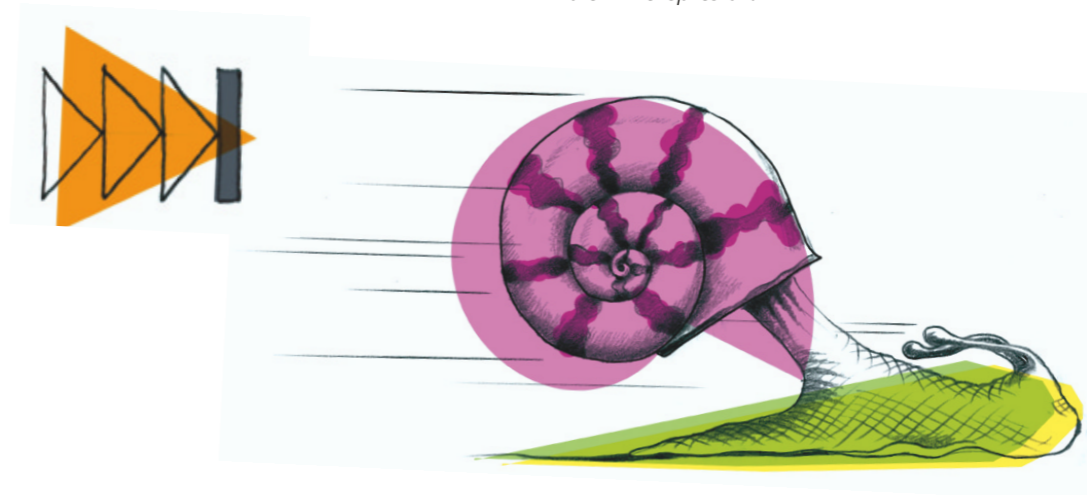
### Svage enzymer kan gøres stærkere

Det sker, at det er umuligt at finde et enzym, der kan løse en opgave godt nok. Enzymet har måske de rigtige egenskaber men går i stykker ved den temperatur, der er nødvendig i industrien. Og her kommer proteinforskere ind i billedet.

### Vi sætter turbo på naturen

Forskerne kigger på enzymets arbejdstegninger og finder ud af, hvor de kan forbedre enzymet. Det kaldes molekylær evolution og bygger på naturens egen udvikling af enzymer. Vi speeder bare processen op, så vi i stedet for at vente i 100 år kun behøver en eftermiddag for at lave et hav af varianter af det oprindelige enzym.

*Hvis vi ikke kan finde det perfekte enzym, prøver vi at forbedre et eksisterende enzym med naturens egne midler – i ekspres fart*

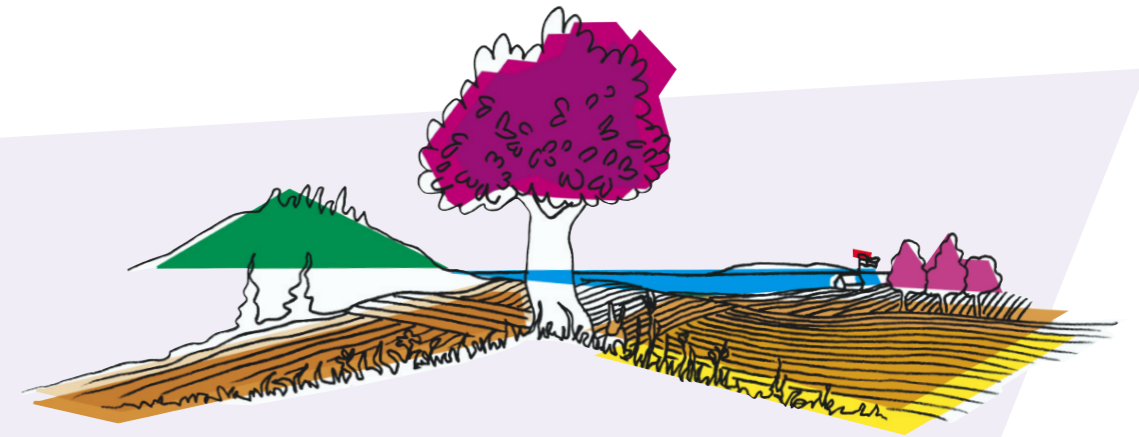
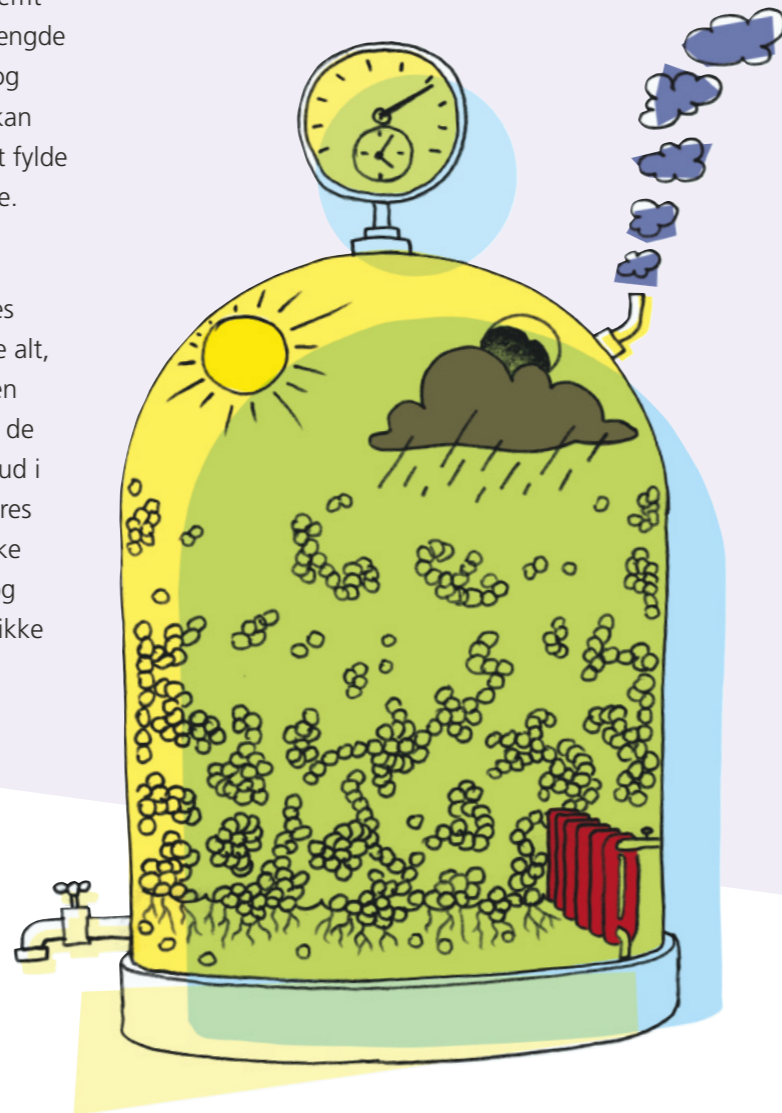


## Mikroorganismene bliver forkælet ud over alle grænser

En ting er at vokse i et laboratorium, noget andet er at vokse i store tanke. Derfor passer og plejer vi mikroorganismene, som nok er verdensmestre i at vokse hurtigt, men som også er ret sarte. Vores mikroorganismer vokser bedst i tanke ved en helt bestemt temperatur, en bestemt pH-værdi, en bestemt mængde ilt og masser af deres livret, som er soja, sukker og kartoffelmel. Under de rigtige vækstbetingelser kan mikroorganismene vokse fra et reagensglas til at fylde en hel tank med 160.000 liter på kun et par dage.

### Lev stærkt ...

De mikroorganismer, vi bruger, kan sammenlignes med formel 1-racere. De er også bygget til at yde alt, hvad de kan i en kort periode. Her får raceren den bedste olie, den bedste benzin og bliver plejet af de bedste mekanikere. Hvis formel 1-raceren skulle ud i myldretids trafikken, ville den bryde sammen. Vores mikroorganismer er også utroligt sarte og kan ikke overleve ude i naturen. Men det er helt bevidst og for at sikre os, at gensplejsede mikroorganismer ikke spredes i naturen.



### Den sidste proces – og tilbage til naturen

Når mikroorganismene er blevet så mange, at de fylder tanken, stopper gæringen. Dernæst filtreres enzymerne fra, tørres og pakkes klar til brug. Tilbage er en suppe af mikroorganismer, kartoffelstivelse og sukker. Denne biomasse varmebehandles og tilsættes kalk for at sikre, at alle gensplejsede mikroorganismer er døde. Tilbage er en næringsrig gødning til landbruget, som slutter den naturlige cyklus – med tak for lån.

### Risikoen ved gensplejsning er mikroskopisk

Det er vigtigt at huske, at enzymer ikke indeholder gensplejset materiale. Det er de svampe og bakterier, der producerer enzymerne, der

gensplej ses. Når det er sagt, skal man vide, hvad man gør med gensplejsning. Der er ingen, som ønsker mikroorganismer med nye gener ude i naturen til at ødelægge naturens gang. Og her spiller bl.a. lovgivningen en vigtig rolle. Selvom de mikroorganismer, vi arbejder med, ikke er giftige og ikke kan overleve i naturen, kan man ikke bare arbejde med gensplejsning hjemme i køkkenet. Grundige risikovurderinger og godkendelser skal være i orden, inden en gensplejset mikroorganisme må tages i brug. Genteknologien er nok en af de mest kontrollerede teknologier i verden. Og det er en lovgivning, som vi støtter. Det er vigtigt for os, at befolkningen kan have tillid til de virksomheder, der arbejder med genteknologi.

### Vi er åbne for dialog

En ting er grænseværdier og sandsynlighedsberegninger. Noget andet er følelser og værdier. Det er vigtigt for os at slå fast, at vi tager dine bekymringer om genteknologi alvorligt. Vi mener, at lovgivning baseret på en dialog mellem alle involverede parter er den rigtige vej frem. Derfor vil vi også meget gerne svare på dine spørgsmål om enzymer og genteknologi. Ring på tlf.: **+45 8824 9999** eller gå ind på **www.novozymes.com** og få mere at vide.