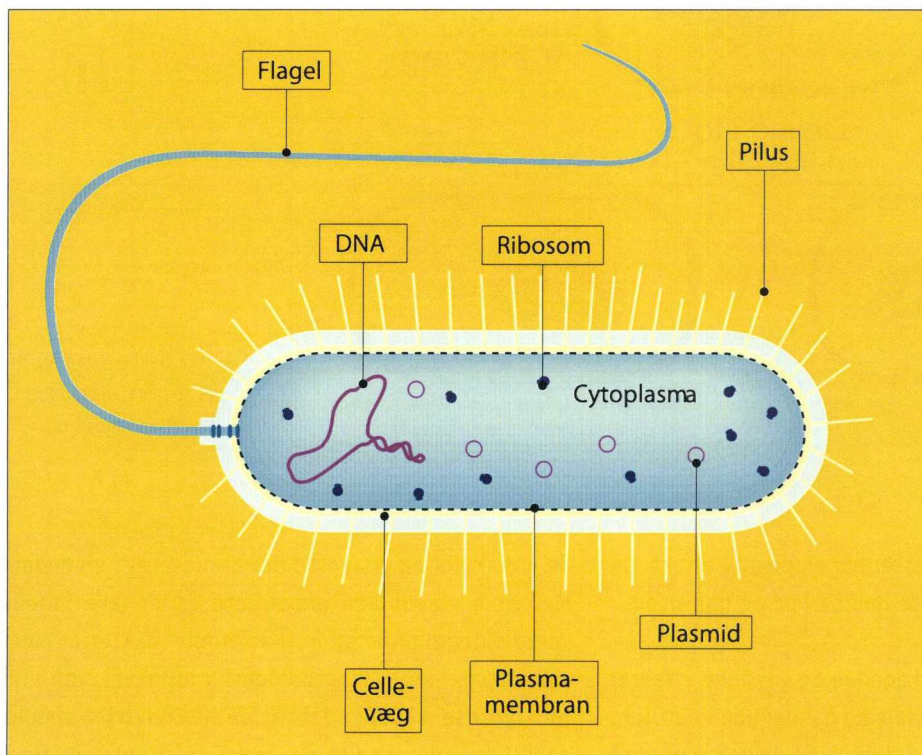


# 03 Prokaryoter



Figur 1: Bakterie. Pilus er en slags parringsrør, hvorigennem plasmider kan overføres.

Prokaryoter er betegnelsen for de organismer, hvor arvemassen i cellerne ikke er adskilt fra resten af cellen ved en cellemembran. Arvematerialet består af et cirkulært DNA-molekyle. Cellerne indeholder ikke organeller omgivet af en membran som fx grønkorn og mitokondrier. Prokaryoter omfatter bakterier.

En model af en bakteriecelle er vist på figur 1. Bakterier er omgivet af en cellevæg og en membran (evt. to membraner). Cellevæggen er opbygget anderledes end cellevæggen hos planter. Inde i cellen ses kromosomet samt nogle molekyler kaldet plasmider. Plasmider er små cirkulære DNA-molekyler, som kun indeholder få gener (fx gener for antibiotikumresistens). Kopier af plasmider kan overføres til andre bakterier.

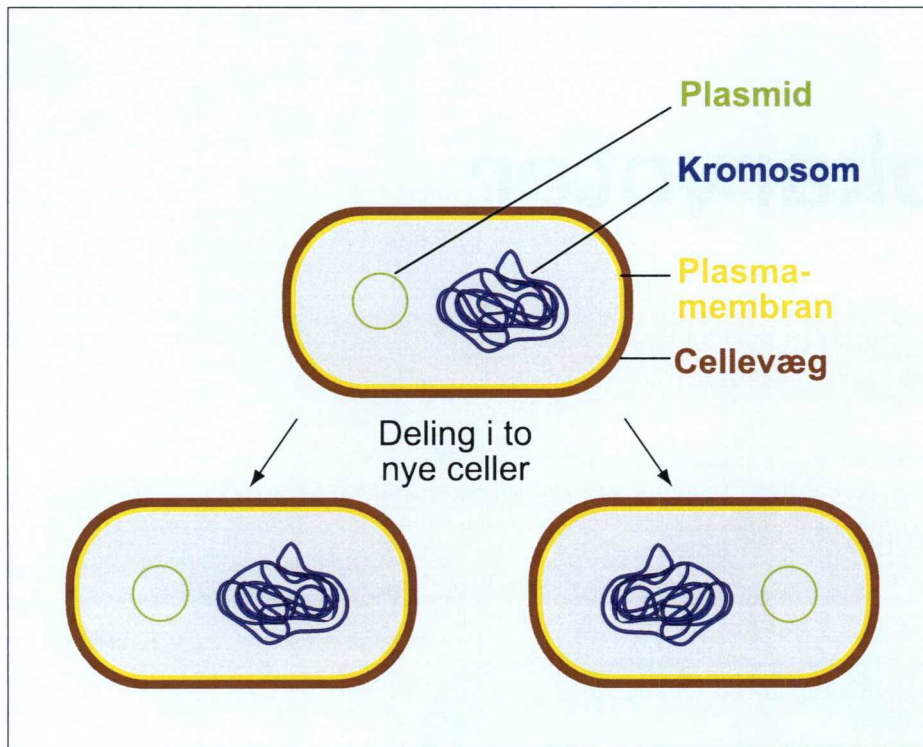
## Bakterier – små, simple, besværlige og uundværlige

Nutidens bakterier har udviklet sig til forskellige former. Og det vrirler med bakterier overalt – ikke blot i vore omgivelser, men fx også på vores hud og i vores tarm.

I tarmen er bakterierne godt beskyttet mod naturlige fjender. Desuden er temperaturen passende, og kostforplejningen er rigelig i form af organiske stoffer fra vores mad. I vores afføring er der ca. 2.500.000.000 bakterier per gram. Der er især tale om colibakterier. Normalt gør tarmbakterierne os ikke syge. Vi har derimod gavn af dem, fordi de bl.a. producerer bestemte vitaminer, som vi kan optage. Det kan virke underligt, at immunsystemet ikke bekæmper de mange bakterier. Forklaringen er måske, at de ikke er i direkte kontakt med blodet og derfor virker som en del af vort ydre miljø.

Nogle bakterier er dog sygdomsfremkaldende. I det 14. århundrede hærgede bakterien *Bacillus pestis* gennem Asien, Afrika og Europa og dræbte mindst 25 mio. mennesker. Mindre skadelige bakterier forårsager betændelse i fx lunger, mellemøre eller bihuler.

En del bakterier udnyttes af mennesket til fremstilling af madvarer. I surmælksprodukter og ost er der mælkesyrebakterier. De udskiller stoffer, der for bakterierne er af-



Figur 2: Bakteriedeling. Kromosomet (og evt. plasmider) kopieres og cellen deles i to.

fald – men som for os mennesker har en positiv effekt. De giver nemlig fødevarerne både holdbarhed og god smag.

Prokaryoter har altså både skadelige og gavnlige effekter i forhold til mennesket. Det samme gælder ude i naturen. Her kan de også forårsage sygdom, men de deltager også i den meget vigtige nedbrydning af døde organismer. Under denne nedbrydning dannes næringsalte, som planterne optager og anvender til vækst. Uden bakterier ville livet på Jorden derfor hurtigt blive stærkt begrænset. En stor del af planternes næringsstoffer ville nemlig opføres i de uendbrudte rester af døde planter og dyr, og på den måde være utilgængelige for planterne. Det kan undre, at de simple bakterieceller under livets udvikling på Jorden ikke er blevet udkonkurreret af de mere avancerede eukaryoter. Men det kan der være flere årsager til. Bakterier spredes hurtigt med støv og med vand, og de opformeres med stor hastighed. Derfor findes de alle vegne og vil hurtigt kunne udnytte enhver forekomst af velegnet føde – som fx de mange døde organismer i naturen. Desuden giver bakterierne ringe størrelse dem en stor overflade i forhold til volumen – lige som en pose ærter tilsammen har en langt større overflade end den pose, hvori de opbevares. Den store overflade bevirker, at bakterierne effektivt forsynes med rigelige mængder stof fra omgivelserne.

### Nogle bakterier kan udføre fotosyntese

Fotosyntese og respiration er vigtige biokemiske processer. Processerne kan kun foregå vha. lysabsorberende

de molekyler og enzymer, der er placeret i en membran. Men som nævnt kan prokaryote celler ikke indeholde veludviklede organeller. Når nogle bakterier som fx cyanobakterier ("blågrønner") alligevel kan udføre fotosyntese, skyldes det, at de har udviklet simple organellignende strukturer, hvori fotosyntesen foregår. Der kan være tale om indbugtninger af cellemembranen eller om meget små kugleformede blærer (vesikler) afsnøret fra cellemembranen. Hos de bakterier, som kan udføre respiration (og det er de fleste), er enzymerne placeret i cellemembranen.

### Mange bakterier udfører gæring

Langt de fleste bakterier skaffer sig ATP ved respiration. Nogle bakterier kan desuden genopbygge ATP ved nogle helt andre processer, som kaldes gæringer. Gæringer forløber uden forbrug af ilt, og er meget ineffektive mht. udbyttet af ATP. Når ét molekyle glucose forbruges under gæring genopbygges ofte kun 2 ATP, hvorimod respiration giver 30 ATP. De bakterier, som både kan udføre gæringer og respiration, skifter derfor mellem de to processer. Når miljøet er aerobt (iltfyldt) udfører de respiration, og når miljøet er anaerobt (iltfattigt), udfører de gæring. Når miljøet er aerobt opnår bakterierne gennem respirationen at få det maksimale energiudbytte af glucosen. Samtidigt kan de også klare sig, hvor miljøet er anaerobt. Der findes endog bakterier, som slet ikke kan udføre respiration – men alene udfører gæring – altså også når miljøet er aerobt. Og disse bakterier, som udelukkende kan udføre gæ-

ring, klarer sig alligevel. De forekommer dog især, hvor miljøet er anaerobt. Det er nemlig i dette miljø, at de har nogle konkurrencemæssige fordele. I et anaerobt miljø er de uden konkurrence fra de bakterier, som ikke kan udføre gæring. Desuden har de lave driftsomkostninger, fordi de kun behøver at opbygge de enzymer, som katalyserer gæring. Alle de mange enzymer, der skal til for at katalysere respiration, opbygger de ikke. Og herved sparer de både organisk stof og ATP.

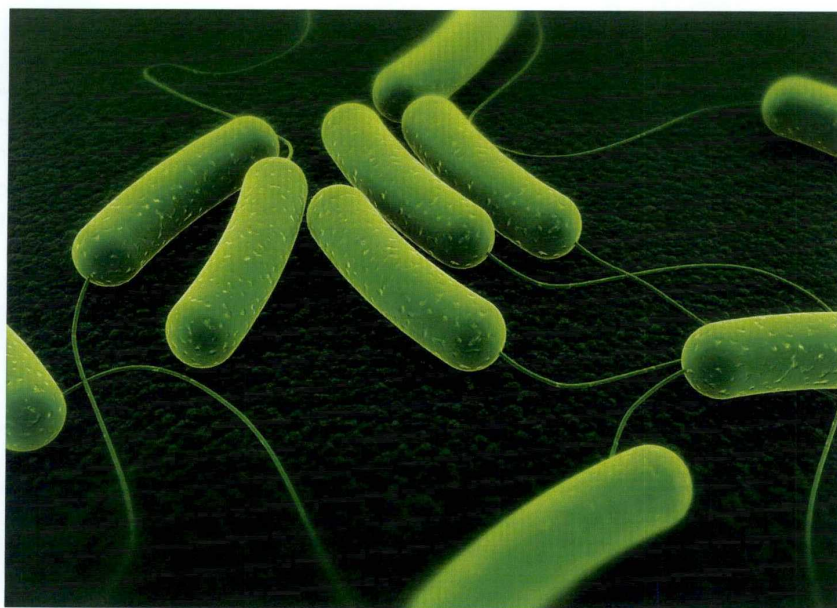
### Prokaryoternes arvemateriale

Prokaryoternes arvemateriale DNA er opbygget af nøjagtigt samme slags "byggesten" (nucleotider) som DNA'et hos eukaryoter. Men prokaryote celler har en meget mindre mængde DNA end eukaryote celler. Hovedparten af cellens DNA findes i form af et fritliggende og ringformet DNA-molekyle, som kaldes et bakteriekromosom. Resten af cellens DNA (0,1% - 5%) forekommer som nogle langt mindre men også ringformede DNA-molekyler, der kaldes plasmider. Prokaryoters DNA indeholder kun information for dannelse af meget få proteiner, herunder enzymer. Antallet af biokemiske processer i bakterier er derfor mindre end i de fleste eukaryote celler. Prokaryoter formerer sig oftest ved en meget simpel celledeling. Først fordobles både bakteriekromosomet og plasmiderne. Herefter deler cellen sig i to nye celler, der er helt identiske - også med hensyn til arvemateriale (figur 2). Denne celledeling svarer til eukaryoternes mitose. Under gunstige forhold foregår denne celledeling meget hurtigt - på bare to timer. Netop derfor er det hensigtsmæssigt at placere madvarer på køl. Det er nemlig svært at undgå, at bak-

terier i luften får kontakt med maden. Men i køleskabet fungerer de fleste bakteriers enzymer dårligt, hvilket hæmmer cellernes væksthastighed.

Bakterier kan udveksle arvemateriale med hinanden. Det drejer sig om kopier af plasmider eller mindre dele af det ringformede bakteriekromosom. DNA-udvekslingen skaber variation i cellernes arvemateriale. Og dermed opstår der variation i bakteriernes egenskaber. Det er en del af forklaringen på, at bakterier generelt har en stor tilpasningsevne til forskellige miljøer - og de findes overalt på Jorden. Der er bakterier, som har tilpasset sig til at leve såvel ved lave temperaturer (under 5 °C) som ved vands kogepunkt. Og bakterier kan udvikle enzymer, der kan nedbryde helt naturfremmede stoffer som fx pesticider. Derfor bruges de bl.a. til at rense forurenede jord. Men deres evne til tilpasning har også negative sider. Nogle bakterier kan fremkalde sygdomme hos mennesker og dyr. Disse bakterier bekæmper vi med den type medicin, som kaldes antibiotika. Medicinen er normalt giftig for bakterierne og bekæmper derfor deres udvikling i vores krop. Men bakterierne kan under visse forhold udvikle evnen til at tåle antibiotika. Man siger da, at bakteristammen har udviklet resistens. Og antallet af resistente bakterietyper er stigende, især i Sydeuropa.

For øvrigt var bakterier de første organismer, som man kunne bruge til genteknologi. Bakterier indeholder nemlig enzymer (restriktionsenzymer), som kan åbne plasmidernes DNA-ringe. Og så er der mulighed for at indsætte gener fra andre organismer - fx gener fra mennesket.



### SPØRGSMÅL:

1. Hvad betyder ordet byggesten i denne her sammenhæng?
2. Hvor mange procent af en celle forekommer som plasmider?
3. Hvorfor skriver teksten noget om, at mad skal opbevares i køleskab?
4. Hvad betyder resistens?
5. Med dine egne ord - hvad handler afsnittet 'Prokaryoternes arvemateriale' om? (3 sætninger)

Figur 3: Colibakterier.