

**TEST DIN FORSTÅELSE 4.2**

1. Hvilke af følgende celledele findes både hos pro- og eukaryote celler? a. Ribosom, b. cellemembran, c. kernemembran, d. Mitochondrie.
2. Hvilke af følgende celledele findes både hos dyreceller og planteceller? a. Ribosom, b. Cellemembran, c. Kernemembran, d. Mitochondrie, e. Grønkorn, f. Cellevæg, g. Golgiapparat.
3. Hvilke af følgende celledele er organeller? a. Ribosom, b. Cellemembran, c. Cellekerne, d. Mitochondrie, e. Grønkorn, f. Cellevæg, g. Golgiapparat.

**4.3****Endosymbiose skaber en ny livsform**

Alle vi eukaryoter har én – og kun én – fælles forfader. Det kan vi se i vores gener.

Den første eukaryote celle opstod for mellem 2 og 1,5 milliarder år siden (dvs. før kl. 16.20, hvis man anvender den forkortede tidsskala, der er vist på indersiden af bogens omslag) – og den nye komplekse cellype var en nyskabelse, der med tiden fik enorm succes. Ved hjælp af sin biokemiske formåen har den eukaryote celle gennem millioner af år udviklet sig til alt det makroskopiske liv, der findes i dag. Alle de livsformer, du kan se med det blotte øje, består af komplekse forsamlinger af eukaryote celler, der hver især eksisterer i kraft af en fortidig biologisk revolution: endosymbiosen.

**En celle i en celle**

Vi ved ikke præcist, hvordan den første eukaryote celle – dvs. den første celle med en cellekerne – opstod. En

hypotese er, at cellekernen er opstået som en dyb indfoldning af cellemembranen. En anden hypotese siger, at cellekernen blev dannet ved en fusion mellem to prokaryote celler, hvor den ene prokaryot omsluttede – eller blev invaderet af – en anden prokaryot. Den indtrængende celle fortsatte da med at leve inde i værtscellen og har generation for generation overtaget en stadig større del af styringen af værten. Det resulterede efter mange generationers forløb i en celle, hvor arvematerialet er omsluttet af en membran, en cellekerne. Når flere celler lever sammen på denne måde, kaldes det en *endosymbiose*, se fig. 4.5.

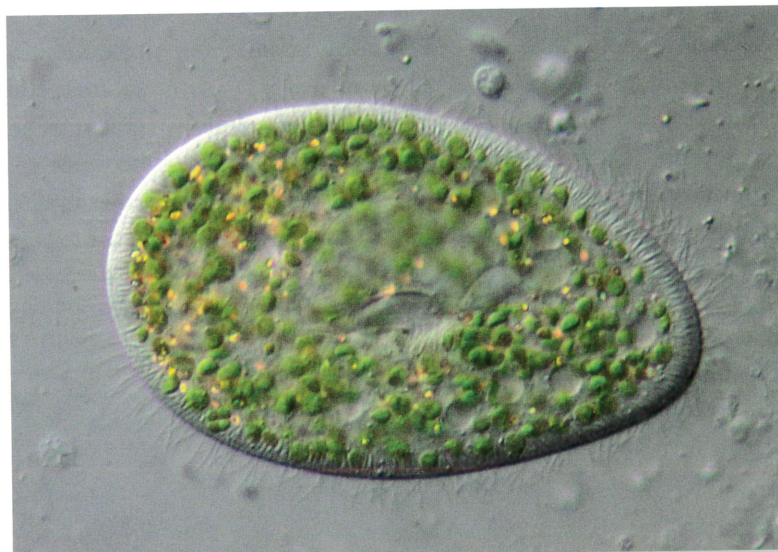
**Grønkorn og mitokondrier**

Mens oprindelsen af cellekernen stadig debatteres, så er der til gengæld overvældende evidens for, at både mitokondrier og grønne korn er opstået netop ved endosymbiose, se fig. 4.6.

*Mitokondriet* er opstået ved en endosymbiose mellem en tidlig eukaryot celle og en *aerob* bakterie, der lever af at forbrænde kulstofforbindelser ved hjælp af ilt. Sporene efter bakterien kan stadig ses i alle mitokondrierne i dine celler. Mitokondrierne har nemlig beholdt en del af deres oprindelige DNA. Mitokondriets DNA er cirkulært, ligesom bakteriers kromosomer, og mange af generne i mitokondrie-DNA'et ligner de gener, vi finder hos bakterierne. Mitokondrierne og DNA'et i mitokondrierne overføres fra én generation til den næste sammen med ægcellen, så alle mitokondrier i hver eneste af dine celler er en kopi af din mors – og *kun* din mors – mitokondrier.

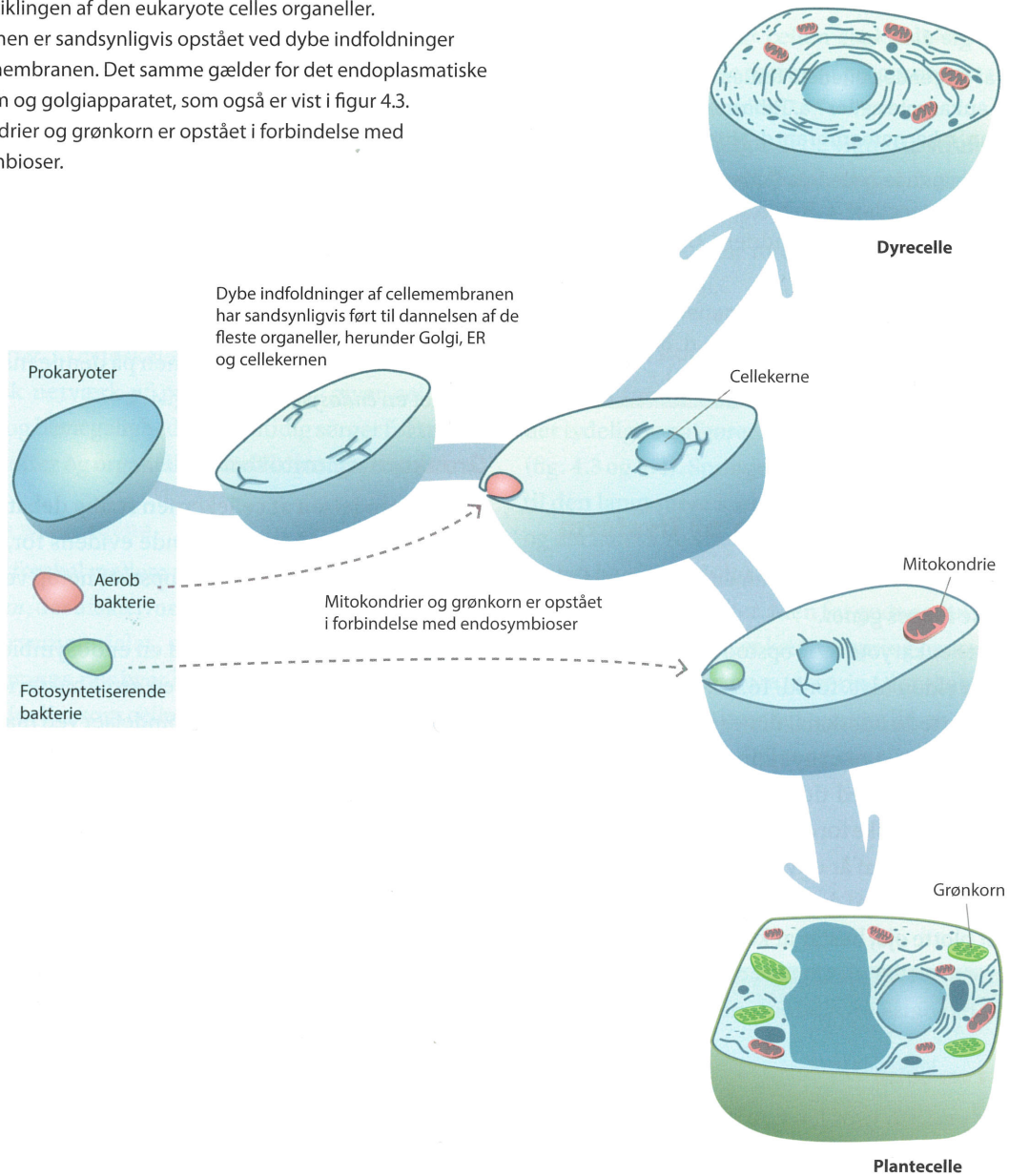
*Grønnet* kom på banen, da en eukaryot celle med mitokondrier på et tidspunkt omsluttede en fotosynte-

**4.5** Endosymbiose. Den encellede eukaryot *Paramecium bursaria* indeholder celler af levende grønne alger, og er et nutidigt eksempel på en endosymbiose, hvor en eller flere celler lever inde i en værtscelle.



#### 4.6 Udviklingen af den eukaryote celledens organeller.

Cellekernen er sandsynligvis opstået ved dybe indfoldninger af cellemembranen. Det samme gælder for det endoplasmatiske retikulum og golgiapparatet, som også er vist i figur 4.3. Mitokondrier og grønkorn er opstået i forbindelse med endosymbioser.



tiserende cyanobakterie. Det ved vi, fordi grønkornene ligesom mitokondrierne indeholder deres eget DNA, hvori der findes gener, der kan spores tilbage til cyanobakterierne. Grønkornenes ribosomer ligner også bakterieribosomer, og grønkornene deler sig uafhængigt af cellen, på samme måde som bakterier deler sig.

Denne endosymbiose, hvor en eukaryot celle med både mitokondrier og grønkorn blev dannet, er grundlaget for alle de planter, vi kender i dag. I ét hug blev en biokemi, der er udviklet over millioner af år hos cyano-

bakterierne, overført til en mere kompleks celle, og resultatet af dette tigerspring er, at der inde i ethvert blad, græsstrå eller tangplante, i dag findes efterkommere af netop den ene cyanobakterie, der blev omsluttet for omkring 1,5 milliarder år siden.

**TEST DIN FORSTÅELSE 4.3** Både mitokondrier og grønkorn er omgivet af to membraner, en indre og en ydre. Kan du give et bud på, hvordan det kan være?