

SAMMANFATTNING. Endosymbiontteorin är en evolutionsmodell som sägs förklara hur de "avancerade" celler som finns i växter och djur kunde uppkomma från primitiva celler. Den går ut på att en sorts primitiva celler under många miljoner år brukade äta en viss sorts primitiva bakterier. Så småningom lyckades bakterierna undvika att "bli smälta" och överlevde inuti de ätande cellerna. Det visade sig att de blev till nytta för dessa och vice versa.

Under många miljoner år omvandlades bakterierna till de små delar av cellerna som idag är bland de viktigaste. Det är till exempel cellernas "kraftverk" – *mitokondrierna* – och de gröna små korn där växterna omvandlar solenergi till druvsocker – *kloroplasterna*. Längs den här resan tror man att det mesta av de uppättna bakteriernas DNA försvann och att en del av det i stället hamnade i den ätande cellens cellkärna och fungerade lika bra där. Nu var cellerna så användbara att de kunde utvecklas till bland annat människor, djur och växter.

Som "bevis" för det här har man dels att det i vår tid är ganska vanligt att celler har bakterier inuti sig där både cellerna och bakterierna drar nytta av varandra – det kallas för endosymbios. Och dels att nutida mitokondrier och kloroplast har vissa kemiska likheter med bakterier, till exempel i fråga om hur DNA:t ser ut.

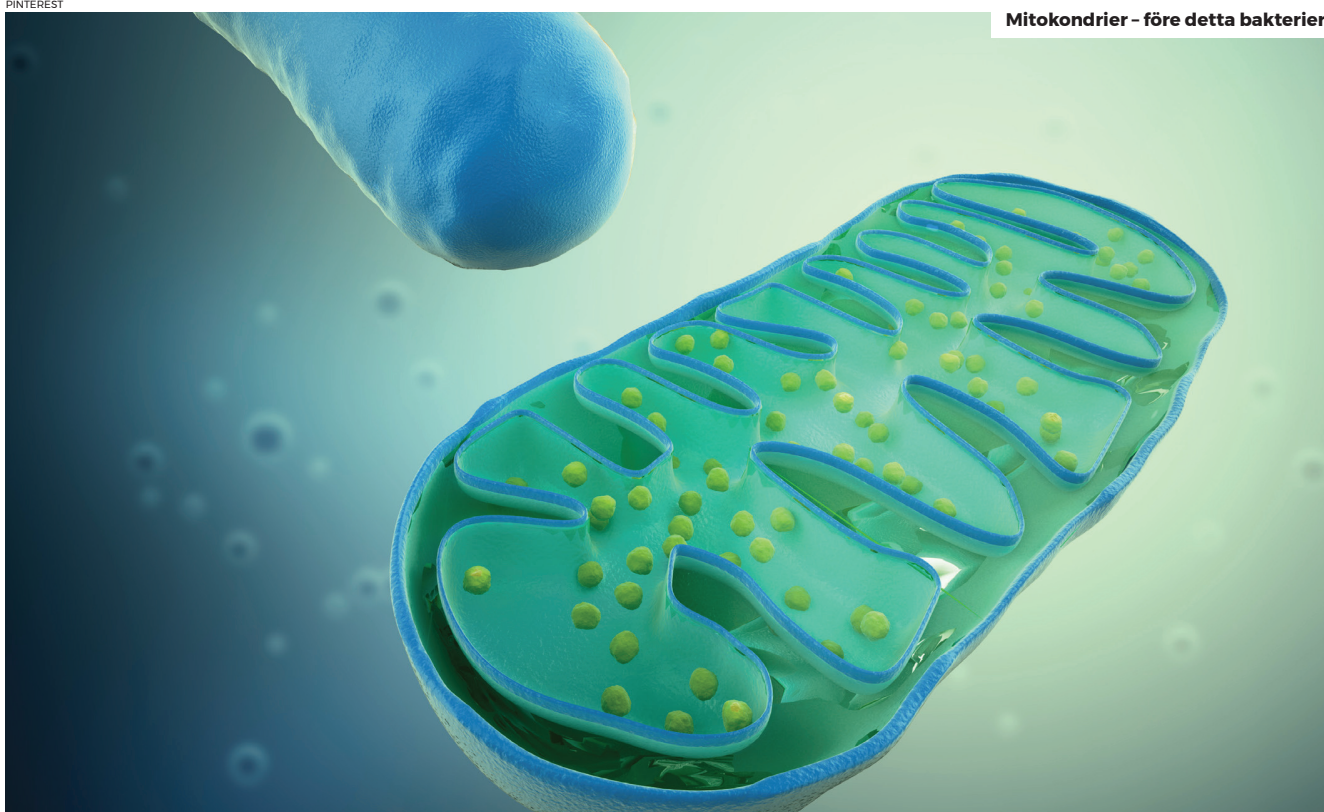
Det som inte är lika säkert är att det verkligen har gått till på det här sättet. Mitokondrier och kloroplast är mycket avancerat uppbyggda, och det finns många saker som talar emot att det skulle

Endosymbiontteorin

ha kunnat ske så som endosymbiontteorin säger. Teorin beskriver händelser som man tror har skett i det förgångna, men de händelserna har inte lämnat några andra spår efter sig än de beståndsdelar av cellerna som idag är helt livsnödvändiga för alla levande varelser. Men de beståndsdelarna kan lika gärna förklaras med att Skaparen valde att låta mitokondrier och kloroplast likna bakterier eftersom de är ungefär lika stora och behöver fungera på liknande sätt av rent praktiska skäl.

Endosymbiontteorin beskriver hur en tänkt primitiv cell äter upp en annan tänkt primitiv cell och att det med tiden blir en avancerad cell av de båda. Det är ungefär som att $1+1=3$. Men det blir det ju inte.

Mitokondrier - före detta bakterier?



Man kan dela in den levande världen på en mängd olika sätt. Enligt ett av sätten finns det två slags organismer med en grundläggande skillnad i fråga om hur deras DNA är organiserat på insidan av cellerna. Dels har vi organismer där dubbelsträngat DNA är kopplat till speciella proteiner och samlat till en särskild plats i cellerna, den så kallade cellkärnan. De kallas *eukaryoter* (efter grekiskans eu – äkta, *karyon* – kärna). Till den gruppen hör alla iögonfallande varelser som exempelvis alla växter, svampar och djur, men också en mängd små organismer som är så inbördes olika att de i sig kan grupperas på en mängd olika sätt.¹

Den andra kategorin är de som kallas *prokaryoter* (pro – före) och omfattar bakterier och arkéer (som förr räknades till bakterierna). Virus brukar däremot inte räknas som en separat livsform, eftersom de saknar förmåga att reproducera sig utan en värdcell.² Hos prokaryoterna är DNA enkelsträngat och finns i form av ringar "fritt" inuti cellerna.

Eftersom den evolutionistiska berättelsen framför allt handlar om primitiva organismer som med tiden har blivit alltmer komplexa, så antar evolutionsbiologer att de enkla prokaryoterna utvecklades först och att vissa av dem sedan fick cellkärnor och ett antal andra strukturer som kännetecknar

eukaryoterna. Enligt evolutionsberättelsen har livet existerat i ungefär fyra miljarder år på jorden, varav de första två enbart i form av prokaryoter.

En struktur (så kallade organell) som är gemensam för alla nutida eukaryoter är de så kallade *mitokondrierna*. De brukar kallas cellernas "kraftstationer" eftersom de förser organismen med dess "energivaluta" som kallas ATP.³ Varje dag förbrukar och återskapar en människa sin egen kroppsvikt av detta livsnödvändiga ämne. Det kan man kalla omsättning! Alla gröna växter innehåller även en annan sorts organeller som kallas plastider, däribland *kloroplaster* där den livsnödvändiga fotosyntesreaktionen äger rum. Alla dessa strukturer är små och bönliknande och påminner ytligt betraktat om bakterieceller.

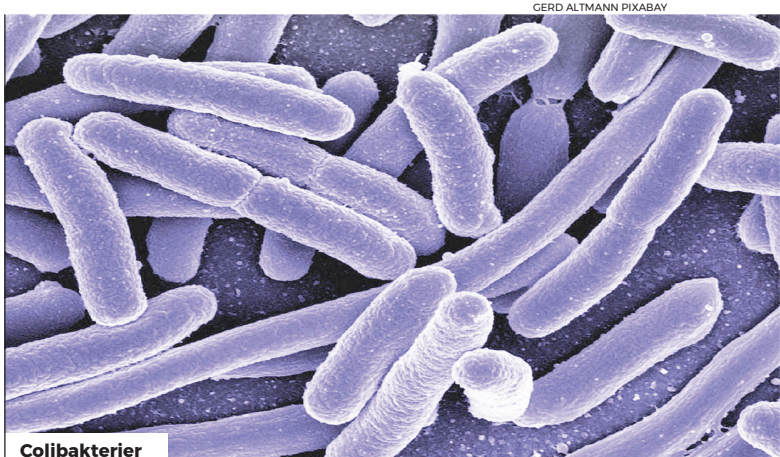
DEN EVOLUTIONÄRA FÖRKLARINGEN

Att en mikroorganism kan överleva inuti en mer komplex värdorganism är ingenting nytt. Inte heller att det kan innebära ömsesidiga fördelar för båda parter, eller rentav vara livsavgörande för dem båda.⁴ Det kallas endosymbios och är ett vanligt och väldokumenterat fenomen som förekommer på många håll i organismvärlden, till exempel bland encelliga organismer i magen hos en kossa. ▶

Enligt den så kallade *endosymbiont-teorin*, även kallad *symbiogenes-teorin* eller *teorin om seriell endosymbios*, har nutida eukaryota celler utvecklats ur en primitiv föregångare som råkade få förmågan att ta upp näring från omgivningen genom att helt enkelt omsluta den.⁵ En vacker dag visade det sig att dagens måltid av bakterier inte gick att smälta. I stället överlevde de uppätta bakterierna inuti sin värdorganism och började föröka sig. Tiden gick och efter många generationer uppstod ett ömsesidigt beroendeförhållande (så kallad symbios) mellan de nu allt tåligare bakterierna och deras värd, där denna kunde utnyttja energi från bakterierna, medan bakterierna fick visst skydd inuti värden. Så småningom blev "hyresgästernas" eget

WIKIMEDIA

Lynn Margulis



GERD ALTMANN PIXABAY

Colibakterier

DNA successivt allt kortare eftersom det var slöseri med energi att tillverka DNA för en massa egenskaper som bara behövdes medan de var frilevande. Det såg det naturliga urvalet till. Samtidigt började värden infoga vissa av de viktiga bakteriegenerna i sitt eget DNA. Bakterierna hade nu utvecklats till mitokondrier (eller kloroplaster, eller bådadera, beroende på vilka bakterier som blivit uppätta).

Endosymbiontteorin handlar alltså om ett scenario där den inneslutna organismen inte bara har ingått ett partnerskap med sin värdcell, utan där dessutom merparten av dess DNA förutsätts ha blivit införlivat i värdcellens cellkärna och där cellernas ämnesomsättningar "slagits ihop" till en enda. Det förutsätter alltså genomgripande förändringar hos båda parter.

HISTORIK

Det som beskrivits här är den idag allmänt accepterade mekanismen för de moderna eukaryoternas uppkomst. Det var en amerikansk mikrobiolog vid namn Lynn Margulis (som för övrigt var gift med den kände ateistiske astronomen Carl Sagan) som presenterade den i mer vetenskaplig språkdräkt 1966.⁶ Både huvudidén som sådan och namnet på teorin adopterade hon från ett par forskare från tidigt 1900-tal. Evolutionsförespråkare anser att det här scenariot styrks av att mitokondrier och plastider förökar sig genom delning och att de uppvisar vissa kemiska likheter med bakterier i fråga om bland annat sitt DNA (som är enkelsträngat och ringslutet som deras) och vissa proteiner (särskilt det i så kallade ribosomer).

PERSPEKTIV PÅ ENDOSYMBIONTTEORIN

Evidensen i form av observationer och experiment till stöd för endosymbiontteorin är mycket begränsad. Det bärande argumentet för teorin är, bortsett från ytliga likheter i storlek och

utseende mellan cell-organellerna och bakterier, att de kemiska likheterna som finns beror på biologiskt släktskap. Det är nämligen den enda förklaring av likheter som en naturalistiskt präglad naturvetenskap kan se och tillåta. Men låt oss för ett ögonblick bortse från sådana likheter och i stället titta närmare på den förmodade mekanismen för hur det hela gick till.

Först kan vi konstatera att både mitokondrier och kloroplaster är ofattbart komplexa strukturer som arbetar med en enastående effektivitet. Det finns ingen evidens för att de ytterst specifika proteinmolekyler som bygger upp dem kan uppstå genom mutationer och naturligt urval. Tvärt om finns det övertygande experimentell evidens emot en sådan uppfattning.⁷

Att större delen av DNA-innehållet i uppätta celler kan överföras till cellkärnan i den ätande cellen utan att de uppätta cellerna dör är också det en obevisad hypotes. För att scenariot ska vara möjligt måste en uppäten cell få sina livsnödvändiga proteiner levererade från värdcellens ämnesomsättning i stället för att själv producera dem med hjälp av instruktionerna i det egna DNA:t. Det nya förhållandet förutsätter ett noggrant reglerat system inom cellen som kan tillverka och leverera rätt protein på rätt plats vid rätt tidpunkt i den blivande mitokondrien eller plastiden. Hur uppstod ett sådant system? Det får vi inte veta. Innan systemet fungerade i dess helhet fanns ingenting fördelaktigt för det naturliga urvalet att gynna. Och inte heller fossilen förser oss med någon information i ärendet.

För att återgå till likheterna: Observera att det inte finns någonting i skapelse-/designperspektivet som skulle förbjuda genetiska och kemiska likheter mellan bakterier och diverse strukturer inne i eukaryota celler – skapelsemodellen gör ingen prediktion (förutsägelse) om den saken. Därför kan inte eventuella argument för endosymbiont teorin användas för att argumentera emot skapelsesynen – de båda modellerna går helt enkelt inte att jämföra i det avseendet. Observationen att sådana likheter existerar skulle kunna ha bäring på ursprungsfrågan men behöver inte ha det.

Enligt Wikipedia⁸ har man klarlagt vilken sorts bakterie som mitokondrier utvecklats från, men senare forskning (2014⁹) har visat att bilden är mer komplicerad än så. Det enda evidensen visar är att mitokondrie-DNA varierar mindre än DNA som kodar för andra av cellens organeller, men det kan finnas andra förklaringar till det än släktskapsförhållanden.

Tar vi ett steg tillbaka och ser vad Lynn Margulis evolutionsvariant egentligen handlar om inser vi det som gör idén så "genial": Utgå från primitiva eukaryota celler. Låt dessa sluka primitiva prokaryota celler. Låt de senare under årmiljoner gradvis förlora det mesta av sitt DNA och låt det lilla som finns kvar införlivas med eukaryotens eget DNA, samtidigt som de båda organismernas ämnesomsättningar gradvis samordnas med varandra. Vips så har vi en utvecklad eukaryot med po-

tentialen att utvecklats till människor, flugsvampar och markkrillar. Lite för bra för att vara sant.

Det finns en uppenbar skillnad mellan nutida former av endosymbios där en organism lever inuti en annan och endosymbiont teorin. I det första fallet handlar det om två organismer som båda bevarar sin integritet och drar nytta av varandra och som har sina egna unika kompletta DNA-uppsättningar och egna unika cellfunktioner och ämnesomsättningar. I det senare fallet är allt det där inflätat i vartannat och det förblir en spekulering att sammanflätningen över huvud taget är möjlig genom gradvisa förändringar över tid – det är åtminstone en helt öppen fråga. Men det är inte så endosymbiont teorin framställs populärt och i skolans läromedel – där är det i form av en tämligen definitiv berättelse av karaktären: "så här gick det till".

TILL SIST

Forskningen på mitokondrier är viktig, för den har lärt oss mycket om hur sådana är uppbyggda och det kan visa läkarna sätt att behandla sjukdomar som beror på att mitokondrierna inte fungerar riktigt som de ska. Däremot har den inte gett oss svaret på frågan om hur mitokondrierna en gång uppstod.

NOTER

1. Förr i tiden brukade hela den här sista gruppen kallas "protister", men det var då det – var enklare förr...
2. Det där är förstas en definitionsfråga, för om livskriteriet i stället hade varit att innehålla informationsbärande DNA- (eller RNA-)molekyler så hade även de ansetts som levande.
3. ATP är en förkortning av det engelska namnet på adenosintrifosfat som tillverkas i en mycket komplex "molekylär maskin" som kallas ATP-syntas. Internet innehåller många sevärda animationer av hur denna rotationsmotor fungerar.
4. När "samboförhållandet" är livsnödvändigt för båda parterna brukar det med vetenskaplig terminologi kallas *obligat symbios* (eller *obligat mutualism*). I annat fall kallas den *fakultativ*.
5. Det här sättet att äta som kännetecknar till exempel amöbor brukar kallas *fagocytos*.
6. Hennes artikel "On the Origin of Mitosing Cells" refuserades i ett flertal tidskrifter innan den året därpå publicerades i *Journal of Theoretical Biology*.
7. Det är framför allt inom proteinkemin som evidensen är som tydligast. Sannolikheten för att en stabil proteinstruktur ska uppstå genom mutationer är astronomiskt liten (storleksordningen 1 på 10⁷⁷). Axe, "Estimating the Prevalence of Protein Sequences", *Journal of Molecular Biology*, **341** (2004): 1295-315
8. I skrivande stund i december 2021 med uppslagsord som "endosymbiont teorin" och "eukaryoter".
9. <https://academic.oup.com/mbe/article/31/4/832/1101378> (kortare: krymp.nu/2SX)