

Livets udvikling

- Teori: Solsystemet dannedes for 4,6 mia. år siden
- Ældste sten på jorden: 4 mia. år gamle

Livets alder

- Mikrofossiler - ældste spor af liv - 3,4 mia. år siden
- Livet kan være opstået for 3,8 mia. år siden

Livets opståen

- Selv primitive bakterier er komplekse
- Hvordan opstod livet? Stadig ubesvaret spørgsmål

Miller-Urey-eksperimentet

- 1952: Stanley Miller og Harold Urey
- Viste: Aminosyrer og kulhydrater kan dannes fra simple gasser spontant hvis de rigtige betingelser er til stede
- Methan + hydrogen + ammoniak + vanddamp) udsat for elektriske impulser (lynnedslag)
 - Efter et par uger havde de aminosyrer og kulhydrater
- I dag har man fundet ud af, at atmosfærens sammensætning ikke var, som Miller og Urey troede
- Lignende nutidige forsøg har eftersigende givet samme resultater

Kunstigt liv

- Selv moderne bioteknikere er ikke i stand til at skabe liv
- Man kan opbygge kunstige kromosomer og sætte dem ind i en bakterie, men man kan ikke lave liv selv
- Man arbejder på at lave en kunstig algart, der er bedre til at udnytte energien i fotosyntesen

Livets historie

- Jordens historie er inddelt i fire æoner: Hadal, Arkæikum, Protozoikum, Phanerozoikum

Jorden afkøles og livet opstår

- Æonen Hadal: ingen ilt
- Livet opstår ved starten af Arkæikum
- Fotosyntetiserende bakterier opstår
- Iltniveauet begynder at stige
- Muliggør udviklingen af bakterier, der kan udnytte ilten til at nedbryde organisk materiale (aerob respiration)

Den eukaryote celle opstår

- Protozoikum: første eukaryote celler opstår - flercellede organismer
- Første eukaryote celle: tæt samspil ml. to prokaryote celler, hvor en større har optaget en mindre uden at dræbe den - tæt symbiotisk forhold
 - Den indre celle mistede evnen til at leve frit, og den store celle dannede en membran om arvematerialet
- Første gang det skete: udviklet til mitokondrie
- Anden gang det skete (blandt mitokondrier): udviklede sig til alger og planter - kloroplast
 - Beviser for denne teori (endosymbiont teorien): mitokondrier og kloroplast har deres eget arvemateriale - cirkulært kromosom - der kopieres uafhængigt af cellens øvrige kromosomer

Flercellede organismer og den kambriske eksplosion

- Slutningen af Protozoikum: første flercellede organismer
- Iltindholdet når 2 % i slutningen af denne æon
- Phanerozoikum er inddelt i tre æraer: Palæozoikum, Mesozoikum og Kænozoikum
- Æraen Palæozoikum starter med perioden Kambrium
- Kambrium starter med den kambriske eksplosion, hvor en hel masse dyrearter pludselig opstår
 - Bl.a. første hvirveldyr

Dinosaurernes tidsalder

- Mesozoikum
- 230 mio. år siden: første dinoer
- I løbet af 100 mio. år udvikler de sig til at dominere livet på landjorden og i havet
- Pattedyrene opstår også i denne periode
- Vi ved ikke, hvorfor dinoerne uddøde for 65 mio. år siden
 - meget tyder på meteornedslag i Mexico
- De dinoer, der overlevede, har eftersigende udviklet sig til fugle

Pattedyrens tidsalder

- Kænozoikum
- 6 mio. år siden: første msk. i Centralafrika
- 200.000 år siden: Homo Sapiens

Evolution

- Evolution: fordring/udvikling
- Arternes udvikling over tid
- Arter opstår, udvikler sig og uddør

Charles Darwin - evolutionsteoriens far

- Fremset i "Arternes Oprindelse" fra 1859
- Han rejste jorden rundt med H.M.S. Beagle
- Induktive naturvidenskabelige metode

Levende organismer er forskellige

- Individuer inden for en art er aldrig helt ens
- De ydre forskelle er arvelige
- Afkom vil ligne en blanding af forældrenes udseende
- Darwin kendte hverken til DNA eller Mendel, så han kunne ikke forklare, hvordan arvelige forskelle opstår og nedarves
- Forskellene opstår som mutationer i arvematerialet

Evolutionsteorien

- 1. Livet på jorden er foranderligt
 - Nye arter udvikler sig fra eksisterende arter
 - Andre arter uddør
 - = Alt liv på jorden er beslægtet og har en fælles forfader
- 2. Der er ikke uendelige ressourcer til rådighed
 - = evig kamp for overlevelse og reproduktion
- 3. De bedst tilpassede individer får flest afkom
 - = naturlig selektion

Livets mangfoldighed

- Overvældende mangfoldighed blandt organismer på jorden
- ca 8,7 mio. eukaryote arter på jorden (+/- 1,3 mio.)
- Man finder hele tiden nye arter - selv blandt fugle og pattedyr

Artsbegrebet

- Biologisk artsbegreb: hvis to individer naturligt kan få fertilt afkom, er de en og samme art
- Hybrider: tæt beslægtede arter, der ikke kan få naturligt afkom
- Det er arten, ikke individet, der forandres over tid
- Hvis en art deles i to, der ikke mødes og får afkom med hinanden, er der to adskilte populationer inden for arten
 - Efter mange år har de måske udviklet sig forskelligt - måske til nye arter

Levende organismer sættes i system

- Taksonom: forsker, der arbejder med at klassificere og inddele jordens forsk. organismer i grupper
- Carl von Linné, 1735: Systema Naturae
 - Klassificerede dyr og planter ud fra fysiske forskelle og ligheder
- Indførte navngivningssystemet, vi bruger i dag: latinsk dobbeltnavn (arts- og slægtsnavn)
 - Ligesom for- og efternavn, med efternavnet først
 - Skrives altid med kursiv. Slægtsnavnet med stort, artsnavnet med lille forbogstav:
 - *Homo sapiens*

Moderne taksonomi

- Arter med ligheder = slægt
- Slægter med ligheder = familier
- Familier med ligheder = ordner ... klasser, rækker, riger, superriger

- Linné brugte fysiske ligheder - i dag: hvor tæt er de beslægtede med hinanden?

Alt liv er beslægtet

- Darwin: den første, der foreslog, at alle tidligere og nulevende organismer er beslægtede
- Fundamentale processer:
 - Mutationer: skaber variation - individer inden for samme art er forskellige
 - Naturlig selektion: de bedst tilpassede får mest afkom - arter tilpasser sig miljøet
 - Artsdannelse: adskilte populationer danner forskellige arter

Livets træ

- Biologien ønsker at kortlægge alle arter, der lever på jorden, og deres indbyrdes slægtskab
- Vha DNA-sekventering sammenlignes dele af arvematerialet
- Fjernt beslægtede arter har større variation

Menneskets plads i livets træ

- Mennesket skulle eftersigende nedstamme fra aberne
- Neandertalerne og det moderne menneske skulle have levet sammen indtil for ca 27.000 år siden - neandertalerne uddøde pga. konkurrence med *Homo sapiens*
- Darwin argumenterede aldrig for, at vi nedstammede fra nulevende aber, men blot at vi har en relativt nylig fælles forfader

Liv i ekstreme miljøer

Termofile bakterier

- Bakterier, der lever under meget varme forhold, fx i en varm kilde
- Interessante for bioteknologiindustrien
- Bakteriernes enzymer er særligt tilpassede varme
- Taq-polymerase kommer fra den termofile bakterier *Thermus aquaticus*

Bjørnedyr

- Ligner vingummibamser i mikroskop
- Mange 100 forsk. arter af bjørnedyr
- Ekstremt modstandsdygtige over for ekstreme miljøforhold
- Fundet i varme kilder, på bjergtoppe, i iskapper, på havets bund
- Små mængder flydende vand = chance for bjørnedyr
- De kan opvarmes til langt over vands kogepunkt og fryses ned til tæt på det absolutte nulpunkt og blive udsat for massive mængder af radioaktivstråling

Er der liv andre steder i universet?

- Størst chance på planeter, der ligner vores
- Krav: flydende vand - man leder efter vand

Vores naboplanet Mars

- Man har fundet sikre spor af vand og kuldioxid

- Ikke noget ozonlag - livet vil have svært med at trives
- Bakterier fra jorden vil trives fint på Mars, hvis de dækkes af få cm støv fra Mars
- Sender man msk. til Mars er der stor sandsynlighed for at forurene Mars med bakterier fra jorden

Naturlig selektion

- Mekanismen bag evolutionsteorien
- 1. Der er variation mellem individerne af samme art og denne variation er arvelig
- 2. Alle arter får langt flere afkom end det overlever
- Der er en kamp for at overleve
- Individer med en gavnlig arvelig egenskab overlever oftest
- Større chance for at deres afkom også får denne egenskab
- Evolutionsteorien er en sandsynlighedsbaseret teori: chancerne øges for at de bedst tilpassede udkonkurrerer de andre, men det sker ikke nødvendigvis
 - Mange tilfældigheder kan afgøre, om et individ overlever eller ej

Darwins finker

- Finkerne på Galapagosøerne mindede som dem i Sydamerika
- De var dog tilpassede de forskellige øers liv og føde

Birkemåleren

- Der findes en lys og en mørk birkemåler
- De tilhører samme art
- En mutation har ændret grundfarven fra lys til mørk
- Den mørke farve er dominant
- I perioden op mod den industrielle revolution i England var den mørke udgave sjælden
- Under industrialiseringen ændrede dette sig drastisk
- Siden 1970'erne er den lyse igen blevet almindelig
- Under den industrielle revolution blev træerne mørkere pga. udledning af røg fra fabrikker, og derfor var den mørke mere kamufleret