

Om evolutionsteorins grunder, och hur man kan missuppfatta dem

LKK 15 vt 2017

Lars Johan Erzell
Institutionen för biologi och miljövetenskap
Göteborgs Universitet

Evolution

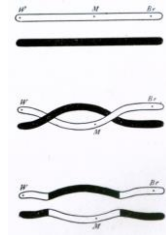
- Mekanismen för biologisk evolution bygger på tre förutsättningar:
 - Ärftlighet (åtminstone en del egenskaper är ärftliga)
 - Genetisk variation
 - Selektion (olika individer klarar sig olika bra)
- Resultatet av dessa förutsättningar blir med nödvändighet att vissa individer får större avkomma än andra.
- Detta innebär att det uppstår skillnader i genfrekvenser mellan generationer – evolution.
- Det är *populationer* som evolverar, inte individer.

Mutationer

- Mutationer inträffar framför allt vid celledelningar, med en sannolikhet av ungefär 10^{-8} per baspar och celledelning. Detta resulterar i c:a 130 mutationer per individ för människans del.
- Till detta kan komma mutationer orsakade av mutagena ämnen, strålning osv.
- Det finns mekanismer som kan reparera vissa typer av mutationer.
- Direkta mätningar ger 60-100 mutationer per individ. Cirka 3 mutationer kan ha biologisk betydelse.
- Genom att mutationer kan skapa nya genvarianter är de en förutsättning för en evolutionär process.

Rekombination

- Genomet förändras inte bara av olika slag av mutationer, utan också vid sexuell förökning genom *meiotisk rekombination*.
- Denna mekanism gör att skadliga mutationer kan fördelas ojämnt, så att vissa individer får med sig färre mutationer än andra.

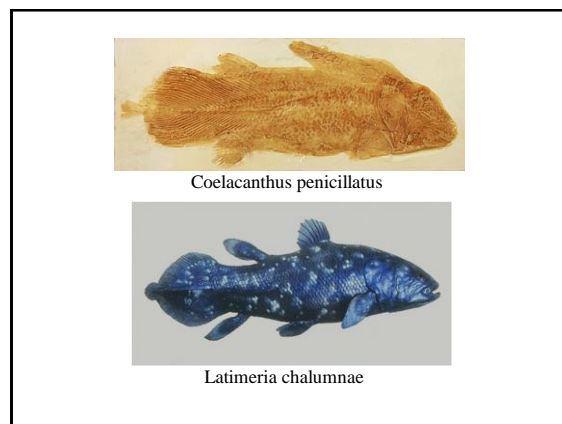
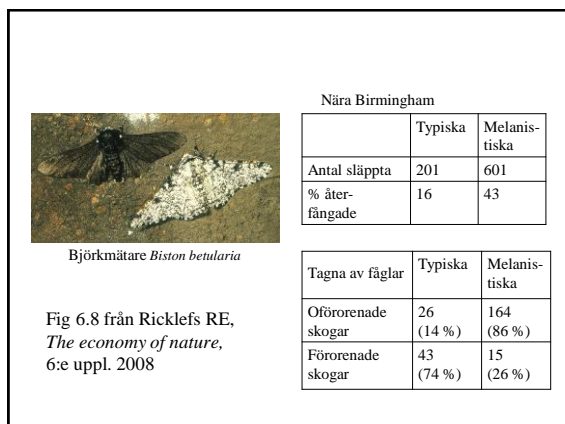


Selektion

- De flesta mutationer är antingen skadliga eller har inte någon påtaglig effekt annat än att de ökar den genetiska variationen i populationen.
- Ett fåtal mutationer är klart gynnsamma.
- Det krävs alltså att selektionen är tillräckligt stark för att de negativa mutationerna inte skall dominera över de positiva.
- Frasen ME THINKS IT IS LIKE A WEASEL kräver c:a 10^{40} försök för att uppkomma av ren slump, men genereras efter c:a 40 försök i en selektiv process.

Adaptiv evolution

- Mutationer är slumpartade, men selektionen är det inte.
- Det finns många välstuderade exempel på *riktad selektion*, som pigmentering hos björkmätare.
- Selektionen leder till en *minskad* genetisk variation.
- Om en art är mycket väl anpassad till sin miljö kommer de allra flesta mutationer att vara ogynnsamma, och man får en *stabiliserande selektion*.
- Vid *sexuell selektion* kommer ett selektivt partnerval att påverka evolutionen.
- Det finns ingen gräns för selektionen, så även om skillnaderna är små mellan generationer, kan de bli mycket stora över längre tid.



Neutral evolution

- Förutom adaptiv naturlig selektion finns det ytterligare en evolutionsmekanism: *neutral drift* eller *neutral evolution*.
- Neutral evolution innebär att genetiska förändringar utan selektionsvärde (positivt eller negativt) slumpartat etablerar sig i en population. Detta sker lättare i en liten population än i en stor.
- Det betyder att inte alla egenskaper hos en organism måste finnas där för att de har en funktion – de kan vara resultatet av en neutral evolution.
- Evolutionen pågår alltså ständigt, även om det inte finns något påtagligt selektionstryck.

Fitness

- Med *fitness* menar man en individs (eller grupp av individer med en viss egenskap) förmåga att fortplanta sina gener till nästa generation.
- *Fitness* kan bero av ett otal faktorer, som intelligens, goda sinnesorgan, fysisk styrka, ett gott immunförsvar, social och emotionell förmåga.
- Fitness är alltid relativ; en egenskap som är bra i en viss situation kan vara dålig i en annan.
- Eftersom fitness beror av ett stort antal faktorer finns det inte något sådant som en "perfekt" individ med en i alla avseenden maximal fitness.

Selektionsnivåer (1)

- En svårloöst fråga gäller *vad* det egentligen är som selektionen verkar på. Darwin utgick från att det var en selektion mellan *individer*.
- Om man tänker sig att selektionen sker på individnivå får man dock söka en förklaring till det faktum att besläktade individer ofta hjälper varandra på olika sätt.
- Fenomenet har utvecklats längst hos eusociala djur som bin och myror, där individerna avstår från egen fortplantning och istället vårdar drottningens avkomma.
- *Släkturval* (eller *kin selection*) kan förklaras med att släktingar har många gemensamma gener, fler ju närmare släkt man är.

Selektionsnivåer (2)

- Genom att hjälpa släktingar hjälper man sina "egna" gener. Det har visats att hjälpsamheten är större ju mer närbesläktade individerna är.
- Detta talar för *genselektion*, alltså för att det är generna den naturliga selektionen verkar på.
- Individen får i detta perspektiv rollen av en apparat som tjänar de "själviska" genernas fortplantning.
- Det verkar alltså klart att selektionen verkar såväl på individ- som gennivå, men det finns ännu ingen teori som fullständigt beskriver selektionen.

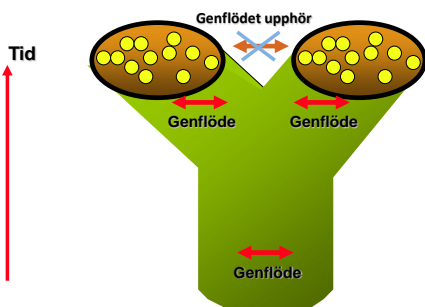
Selektionsnivåer (3)

- Man talar idag också om *inclusive fitness*; detta innebär att individer strävar att få maximal egen avkomma och/eller att hjälpa besläktade individer att få större avkomma.
- En äldre syn är att det är gruppen eller arten som selekteras. Gruppselektionsteorin är dock idag i stort sett avskriven.
- Det finns idag väl utvecklade väl grundade teorier som ger biologiska förklaringar till samarbete, altruism och empati.

Artbildning (1)

- Ständiga genetiska förändringar gör att om individer av något skäl bara parar sig med individer inom samma del av populationen, kan den gradvis dela sig i två delar, och två nya arter kan uppstå.
- Om de två populationerna lever på olika platser kan de divergera till olika arter – *allopatriisk artbildning*. Detta är troligen den vanligaste typen av artbildning.
- Artbildning sker snabbare i en liten population än i en stor, eftersom en allel lättare kan fixeras i en mindre population.

Artbildning (2)



Missuppfattningar (1)

- Det finns inga bevis för evolution.
- Evolutionsteorin kan inte visa hur egenskapen/strukturen x har uppkommit.
- Evolutionsteorin kan inte förklara livets uppkomst.
- Att livet skulle uppstå spontant är så fantastiskt osannolikt att det omöjligt kan ha skett.
- Evolutionen är slumpartad.
- Småskalig evolution, *mikroevolution*, kan man se, men storskalig evolution, *makroevolution*, är omöjlig.
- Man kan dela in djuren i tydliga grupper åtskilda av vattentäta skott.

Missuppfattningar (2)

- Det finns inga fossila mellanformer mellan större djurgrupper.
- Evolution betyder allas kamp mot alla, *Survival of the fittest*.
- Levande varelser samlar ständigt på sig mutationer, vilket leder till en fortskridande genetisk degeneration.
- Evolutionsteorin är inte falsifierbar, och därför inte vetenskap.
- Evolution är omöjlig eftersom naturliga processer leder till nedbrytning istället för uppbyggnad.