

SVAR PÅ FRÅGORNA I BIOLOGI 1

BIOLOGI 1

Karlsson
Krigsman
Molander
Wickman



Liber

Ekologi

Organismen och miljön

- När man beskriver de **biotiska faktorerna** talar man om hur en organism påverkas av andra levande organismer. Med de **abiotiska faktorer** beskriver man hur en organism påverkas av den icke levande miljön som klimatet, marken och vattnet. De abiotiska faktorerna brukar delas upp i fysikaliska och kemiska faktorer.
 - Kompensationspunkten** är den ljusstyrka där fotosyntesen bildar precis lika mycket socker som används av andningen.
 - Nischen** är en beskrivning av en viss arts behov.
 - En arts **habitat** är de typer av miljöer där arten lever.
 - Optimal** betyder bäst. Där förutsättningarna är som bäst för en art säger man att de är optimala.
 - När omständigheterna i längden är skadliga för organismen säger man att organismen utsätts för **stress**.
 - Med **mikroklimatet** menas hur klimatet varierar på avstånd som handlar om några meter eller mindre.

- Växten använder **vatten** för att med hjälp av rötterna ta upp lösta joner ur marken och transportera vattnet och jonerna till alla celler. Finns det brist på vatten i marken kan växten inte behålla trycket i cellerna och den slokar. Brist på vatten gör också att växten får svårt att ta upp joner ur marken. För mycket vatten kan skapa syrebrist i marken, så att växtens rötter kvävs. För mycket eller för lite vatten kan därför hämma tillväxten.

Surhetsgraden (**pH**-värdet) i marken påverkar växten, men bara mycket låga och höga värden (under pH 4 och över pH 8) är direkt skadliga. Men surhetsgraden når sällan så extrema värden i naturen.

De lösta joner som växterna tar upp ur marken, kallas med ett gemensamt namn för **närsalter**. Brist på närsalter gör att växten växer sämre. Nitrat- och ammoniumjoner innehåller kväve. Kväve ingår i mängder av organiska föreningar hos alla organismer. Det finns bland annat i proteiner. Genom fosfatjonerna skaffar växterna sig fosfor. Fosfor behövs till många beståndsdelar i cellen, bland annat i cellmembranen och DNA. Brist på magnesium, som ingår i klorofyll, leder till att den gröna färgen försvinner från bladen och att plantan växer långsammare. Brist på närsalter begränsar ofta tillväxten i naturen. Jordbrukare tillför därför konstgödsel med bland annat nitrat, fosfat och kalium för att öka avkastningen. För höga halter av lösta salter kan också vara ett problem för växterna. Vid havsstränder med hög salthalt i marken lever speciella arter. Bara de med rötter som aktivt förhindrar upptagning av salter klarar sig.

- Växter är **autotrofer** vars celler kan använda energin i solljuset för att omvandla koldioxid och vatten till socker. Sådana organismer kallas för fotoautotrofer. Reaktionen kallas för fotosyntes. Djur, svampar och många bakterier är **heterotrofer** vars celler inte kan bygga upp sockermolekyler från oorganiska föreningar. De måste skaffa sig energirika sockermolekyler genom att äta andra organismer.
 - Autotrofer** är organismer vars celler kan bilda organiska föreningar ur oorganiska föreningar med hjälp av fotosyntesen. Denna reaktion ger deras celler byggstenar och materia. De skaffar sig också en del grundämnen genom

vatten och de närsalter som de tar upp. **Heterotrofer** är organismer vars celler behöver näring i form av organiska föreningar. De organiska föreningarna som cellerna tar upp är det viktigaste sättet för dem att skaffa sig byggstenar och materia.

- c) **Materia**, det vill säga atomer av olika grundämnen, behöver organismerna till de organiska föreningar som deras celler består av. **Energi** behöver de för att bilda nya organiska föreningar, för att transportera ämnen i kroppen, och för att röra och förflytta sig. Energin för dessa olika behov bildas när sockermolekyler bryts ner vid cellandningen till koldioxid och vatten. Det gäller både växter, djur och svampar samt många bakterier. Men det finns en del bakterier (s.k. anaeroba bakterier) som inte andas.
4. Ju större volym ett djur har desto fler celler har det som producerar värme. Det betyder att större djur har större värmeproduktion. Ju större ett djur är desto större yta har det som avger värme till omgivningen. Men ytan ökar inte lika fort som volymen om två djur har ungefär samma form. Vi kan tänka oss två klotformiga djur som har diametern 1 cm och 100 cm. De får då följande proportioner mellan yta och volym:

	radie	Volym ($\pi r^3/3$)	Yta (πr^2)	Volym per yta
Litet djur	1 cm	4,2 cm ³	13 cm ²	0,32 cm ³ /cm ²
Stort djur	100 cm	4,2 · 10 ⁶ cm ³	1,3 cm ²	32 cm ³ /cm ²

Det betyder att det stora djuret har en jämförelsevis mindre yta som förlorar den värme som det producerar. Det stora jämnvarma djuret behöver därför äta mindre per kilo kroppsvikt jämfört med det lilla jämnvarma djuret för att hålla värmen. Du kan se hur de här förhållandena ändras med storleken för några riktiga djur i tabellen på sidan 8 i läroboken.

5. Det jämnvarma djuret måste använda energin i maten för att värma upp sina celler till en hög konstant temperatur. Det behöver inte det växelvarma djuret.
6. Djur kan vistas i olika miljöer vid olika tider på året, dvs. de vandrar eller flyttar. Djur och växter kan ha olika stadier under året. Insekter övervintrar ofta i bestämda stadier och växter kan övervintra som frö eller som planta. Djur kan vila eller vara aktiva under vintern. Djur och växter kan lägga upp näringsförråd inför vintern.
7. a) Andra variabler (faktorer) kan ändras på samma sätt som salthalten. Kanske ändras också den genomsnittliga temperaturen i vattnet utmed kusten. Det skulle också kunna röra sig om generna hos blåmusslorna ändras, dvs. att blåmusslorna från olika platser är medfött olika och att de helt enkelt inte kan bli större i Östersjön.
- b) Man skulle behöva kontrollera temperatur och ursprungsplats (gener) för blåmusslorna, dvs. hålla temperatur och ursprungsplats konstanta och bara ändra salthalten. I ett sådant experiment skulle man kunna odla blåmusslor som kommer från samma plats, vid samma temperatur, men vid olika salthalter för att se om deras slutgiltiga storlek påverkas av ändrad salthalt. Blåmusslor från Västkusten och Östersjön, som odlas vid de salthalter som råder i Östersjön och vid samma temperatur, bör alla bli lika små som blåmusslorna naturligt är i Östersjön, om förklaringen är stress av salthalten. Omvänt bör förhöjd salthalt vid konstant temperatur ge både blåmusslor från Västkusten och Östersjön den storlek som råder naturligt vid Västkusten. Man kan behöva göra många ytterligare experiment för att pröva olika tänk-

bara alternativa förklaringar till att blåmusslorna har olika storlek i Östersjön och på Västkusten. Kanske ändras också tillgången på mat i vattnet med salthalten? I så fall bör man även kontrollera tillgången på mat och hålla den konstant i experimenten.

Kretslopp och flöden

1. Ett exempel på en näringskedja finns på sidan 15 i läroboken. Trofinivåerna är producent (en planktonalg), som äts av en konsument som är en växtätare (en hinnkräfta), som äts av en konsument som är ett rovdjur (en strömming), som äts av en konsument som är ett rovdjur (en skrântärna). Växtätare kallas också för herbivorer, medan rovdjur också kallas för karnivorer.
2. a) Det finns tre skäl:
 - I. Många organismer dör innan de blir uppätta.
 - II. Det finns ämnen i maten som djuren inte kan spjälka i sina tarmar. Dessa ämnen förlorar de som avföring.
 - III. En del av de ämnen som slutligen tas upp av cellerna blir koldioxid och vatten och energin avges som värme.

Bara den energi som finns kvar i de ämnen som bygger upp organismen finns kvar att äta för nästa trofinivå. Det är bara 10 procent av den energin som fanns bunden i organismerna på trofinivån under.
- b) Följden blir att produktionen och därmed tillgången på mat blir allt lägre för varje trofinivå. I ett visst område finns det därför högre biomassa växter jämfört med växtätare, som i sin tur har högre biomassa än rovdjuren. Av detta skäl finns det sällan mer än fem trofinivåer i naturen. Detta är också anledningen till att man anser att människor bör äta mat på så låg trofinivå som möjligt.
3. Nedbrytarna gör att döda organismer omvandlas till de närsalter som växterna behöver för att växa. Snabbare nedbrytning ökar därför tillgången på närsalter och primärproduktionen blir högre.
4. Nedbrytningen stimuleras av god tillgång på syre. Nedbrytarna behöver också värme och vatten. I södra Sverige gör de högre temperaturerna att nedbrytningen går snabbare än i norra. För mycket vatten i marken kan förhindra luftväxlingen och tillgången på syre. Nedbrytningen är därför långsammare i vattendränkta miljöer (sumpmarker, sjöbottnar) än i jordar på land.
5. a) I figuren på s. 29 i läroboken visar rutorna de olika former som kol framförallt finns som i naturen, nämligen som organiska föreningar i organismer, som kol, olja, naturgas (bland annat metan) eller torv, som koldioxid, som vätekarbonat och som kalk.
- b) Pilarna i samma figur visar hur utbytet sker mellan de olika formerna:
 1. Fotosyntesen omvandlar koldioxid till organiska föreningar.
 2. Cellandningen omvandlar organiska föreningar till koldioxid.
 3. Ofullständig nedbrytning i syrefattiga miljöer omvandlar organiska föreningar till kol, olja, naturgas och torv.
 4. Vulkanutbrott omvandlar kol till koldioxid.
 5. Vätekarbonat och koldioxid kan i vatten omvandlas kemiskt till varandra.
 6. Vätekarbonat och kalk kan i vatten omvandlas kemiskt till varandra.

- c) Människan tillför koldioxid till luften genom förbränning av ved och fossila bränslen.
6. a) I figuren på sidan 30 i läroboken visar rutorna de olika former som kväve framförallt finns som i naturen, nämligen som organiska föreningar i organismer, som nitratjoner och ammoniumjoner i mark och vatten, samt som kvävgas och lustgas i luften.
- b) Pilarna i samma figur visar hur utbytet sker mellan de olika formerna:
1. Växter, alger och autotrofa bakterier omvandlar ammoniumjoner och nitratjoner i mark och vatten till kväve i sina organiska föreningar.
 2. Heterotrofa bakterier i mark och vatten omvandlar kvävet i organiska föreningar till ammoniumjoner när de bryter ner de organiska föreningarna.
 3. Nitrifikationsbakterier omvandlar ammoniumjoner till nitratjoner på syrerika marker.
 4. Kvävefixerande bakterier omvandlar kvävgas i luften till kväve i sina organiska föreningar.
 5. Blixtar omvandlar kvävgas i luften till nitratjoner i mark och vatten.
 6. Denitrifikationsbakterier i syrefattiga sumpmarker omvandlar nitratjoner i vattnet till kvävgas och lustgas i luften.
- c) Människan påverkar kvävet kretslopp dels genom att tillföra ammoniumjoner och nitratjoner med konstgödning, dels genom att förbränningsmotorer omvandlar kvävgas i luften till nitratjoner som tillförs mark och vatten.
- d) På en viss plats påverkas den mängd som är tillgänglig för producenterna framförallt av nedbrytningshastigheten. Det innebär att processen 2 (och 3) ovan lokalt och under ett år är det som avgör tillgången för processen 1. Men i ett längre tidsperspektiv påverkar också det inflöde och utflöde av kväveföreningar (processerna 4-6 och c) som sker på platsen.
7. Sulfater och fosfater finns naturligt i organismerna och i berggrunden. När berggrunden vittrar, så frigörs sulfater och fosfater som växterna kan ta upp genom sina rötter med vattnet. Växterna använder sulfater och fosfater i vissa organiska föreningar. Djuren får de här ämnena när de dricker och när de äter växter eller djur. När växter och djur bryts ner av bakterier frigörs sulfaterna och fosfaterna igen till vattnet i marken. Det kan då tas upp av växterna på nytt.
- Människan ökar mängden sulfater i naturen genom förbränning av fossila bränslen, som innehåller svavel. Fosfater ökar genom dåligt renade avlopp från hushåll och industrier samt genom konstgödning.
8. a) En hypotes är en tänkbar förklaring, vilken bör provas genom observationer och experiment.
- b) Skriv in "Varför" och något efter, till exempel "Varför gäspar man" eller "Varför sover vi" i en sökmotor som Google, så kommer säkert olika hypoteser upp.

Ekosystem på land

1. a) Marken är ett gemensamt namn för berggrunden och den löst liggande jorden.
- b) Med jordart menas en viss kornsammansättning hos jord.
- c) Morän är en osorterad jordart som avsattes av isen. Med osorterad menas att den innehåller en blandning av olika kornstorlekar.

- d) Mineraljord är den del av jorden som består av vittrad berggrund. Den ligger underst i jorden.
 - e) Jordmånen är den övre delen av jorden som är påverkad av både klimatet och organismerna.
 - g) Humiditeten är ett mått på mängden vatten som finns tillgänglig för livet i ett område. Humiditeten är nederbörd minus avdunstning under en viss tidsperiod.
 - h) Med topografi menas hur markens former ser ut, det vill säga hur markens höjd, lutning och läge i förhållande till väderstreck varierar.
 - i) Klimatet är en beskrivning av hur vädret brukar vara på en plats under olika tider på året.
2. Vegetationens livsformer är främst örter, träd, buskar och ris. Örter saknar till skillnad från de övriga förvedad stam. Träd har en förvedad stam som är förgrenad en bit ovanför marken. Buskar och ris har flera förvedade stammar, som grenar ut sig direkt vid marken. Ris är mindre än buskar och har ett kortare avstånd mellan grenarna. Ofta brukar man dessutom tala om livsformerna epifyter och lianer. Epifyter växer på andra växter, oftast träd. Lianer är förvedade växter som är rotade i marken, men som tar stöd genom att omslingra buskar och träd.

Vegetationens skikt är från marken räknat bottenskiktet (lavar och mossor), fältskiktet (örter och ris), buskskiktet (buskarnas kronor) och trädskiktet (trädens kronor).

3. Marker som påverkas av människan kallas kulturmarker. Människan gör oftast att landskapet blir öppnare (t ex åkrar och betesmarker) och att artsammansättningen ändras. Det senare sker genom att människan ofta odlar bara enstaka arter eller genom att människan genom konstgödsling gör att bara vissa arter trivs. Innan konstgödsling började användas på 1800-talet gjorde människans användning att många marker blev näringsfattiga genom upprepade skördar. Sådanan marker gynnar vissa organismer, som idag är ovanliga. Barrträd gör ofta marken surare än om det växer lövträd. Andra växter, svampar, bakterier och markens djur är ofta känsliga för pH. Om man planterar gran istället för björk, så får man därför olika artsammansättning.
4. Typiskt hittar man de finaste jordarterna i dalarna och de grövsta uppåt höjderna.
5. a) Överst i en brunjordsprofil ligger ett tunnare lager förna (växt- och djurrester som fortfarande går att känna igen). Under denna ligger ett några decimeter till en halvmeter tjockt lager med mull. Under detta finns opåverkad mineraljord. Mullen uppstår när grävande organismer (mest dagmaskar) blandar förnan med mineraljorden. Mullen har låg andel organiska ämnen och ett pH mellan 4,5 och 7. Brunjorden gynnas av finkorninga jordarter, varmare klimat (främst södra Sverige) och de har ofta mer kalk i marken än podsolen. Jordtypen gynnar en god tillgång på närsalter och vatten, som gynnar växter som lätt bryts ned och en god tillgång på dagmaskar (som luftar marken) och nedbrytande bakterier.
- b) Podsolen är tydligare skiktad än brunjorden. Grävande organismer som blandar skikten är ovanliga. Överst ligger ett tjockare lager med förna. Under det mår (råhumus) som är mer fullständigt nedbruten förna. Den innehåller en stor del organiska ämnen, eftersom omblandningen med mineraljorden är dålig. Podsolen är sur med ett pH mellan 3,5 och 4,5. Under mårn påverkas mineraljorden genom det sura vattnet som rinner ner. Dessa skikt kallas uppifrån räknat blekjord (färgas vit eftersom den sura nederbörden löser ut

järnjonerna) och rostjord (färgas röd eftersom järnjonerna här fälls ut igen). Under rostjorden finns den opåverkade mineraljorden. Podsol gynnas av grova jordarter och kallare klimat (utpräglade podsoler finns främst i norra Sverige). De grova jordarterna håller vatten dåligt och mängden närsalter är ofta låg. Dessa förutsättningar gynnar växter som skyddar sig med olika svårnedbrytbara ämnen, vilket ytterligare bidrar till den långsamma nedbrytningen på podsolen.

6. a) Vegetationen i hedskogen består främst av vintergröna växter som tall, ris och gräs med trådformiga blad. I Skåne är bok ofta dominerande. De grovkorniga podsolerna torkar lätt ut och de är näringsfattiga, vilket gynnar växter som kan klara sig med lite vatten och näringsämnen. Trådformen hos bladen minskar bladens yta och vattenavdunstningen. Den tjocka ytterhuden på barrer och bladen hos hedskogen växter skyddar också mot uttorkning. Men dessa anpassningar minskar också fotosyntesen, som gör att hedskogens växter växer långsamt. Till en viss del kan de kompensera detta genom att vara gröna året runt och därför kunna växa även sent på hösten och tidigt på våren. Den sura marken missgynnar bakterier som nedbrytare och svampar är ofta vanliga. Människan använder ofta podsoler för skogsbruk.
 - b) Vegetationen i ängsskogen dominerar lövbärande buskar och träd, även om gran kan förekomma. På marken växer främst bredbladiga örter. De flesta växter fäller sina löv på vintern. Bladen är anpassade för att hjälpa dessa växter att växa fort, snarare än för att hjälpa dem överleva knapphet på närsalter och vatten. De är tunna och har stor yta. Den goda tillgången på närsalter och vatten på brunjorden tillåter ängsskogen dessa anpassningar. Vintern är däremot en torrtid, som tvingar ängsskogens växter att fälla sina blad. På våren bryts bladen lätt ned av daggmaskar, bakterier och andra organismer i marken. Människan använder ofta brunjordar för åkerbruk. Många brunjordar har idag planterats med gran.
7. Med hjälp av skogsträden har man delat in Sverige i fem vegetationsregioner. Längst i söder finns den **södra lövskogsregionen**. I den naturliga skogen finns lövträd, medan gran saknas. Tall förekommer mycket sparsamt. Denna del av landet är numera till stor del uppodlad och bebyggd. Av skogen finns bara små rester kvar, ofta på näringsfattiga jordar. En stor del av skogen är planteringar med tall eller gran. Granens naturliga gräns mot söder bildar gränsen för **södra barrskogsregionen**. Här är blandskogar av löv- och barrträd vanliga, även om barrskogar är vanligast. Rena lövskogar av bok, ek och alm förekommer, men betydligt mer sparsamt än i södra lövskogsregionen. Gränsen till nästa region, **norra barrskogsregionen**, är den så kallade norrlandsgränsen (limes norrlandicus). I denna region dominerar barrträden helt skogarna och många lövträd som ek, bok, vildapel och körsbär saknas. Björken är fortfarande vanlig. Tillsammans bildar södra och norra barrskogsregionen en västlig utpost av taigan, som sträcker sig ända bort genom Sibirien. I norr och väster, längs fjällkedjan, övergår barrskogen i fjällbjörkskog (**subalpina regionen**) och det högre liggande kalvfjället (**alpina regionen**).
8. a) Alvar är en vegetationstyp som kännetecknas av många blommande örter och låga buskar. Alvar har ett tunt jordtäckte och finns i områden med en berggrund av kalksten.
 - b) Hällmarkstallskog utvecklas på hällmarker med urberg av granit eller gnejs (ej kalksten). Hällmarkstallskogen är glest bevuxen med knotiga tallar, ris och lavar.

9. De olika vegetationstypernas utbredning i världen bestäms framför allt av nederbörden och temperaturen. I ett varmt klimat blir förhållandena torrare för växterna. Kalla klimat är också torra en stor del av året, när vattnet är fruset. Brist på vatten och låg temperatur ger låg produktion, alltså långsamt växande växter och sparsam grönska. Lägst produktion har de torra öknarna samt de kalla, torra tundrorna. I torrare klimat, som i öknen och på stäppen, står träden glesare och blir inte så höga. På tundran råder ständig tjäle. Vattnet i marken tinar bara närmast ytan under den korta sommaren. Tundran saknar helt träd. Växterna i torra klimat har olika anpassningar som hjälper dem att klara torka. Exempel är de anpassningar som finns hos kaktusarna i ökenklimat, men också de anpassningar som finns hos hedskogens växter. Mest produktiva är de varma och våta, tropiska regnskogarna. I regnskogarna finns mycket höga träd med täta skikt av kronor, som bara släpper ner lite ljus till marken. Därför är vegetationen i de lägre skikten ofta mycket sparsam, utom där omkullfallna träd gör att ljuset kan nå marken. Uppe i trädkronorna finns däremot en mängd olika arter av blommande epifyter, till exempel orkidéer. Också lianer är vanliga. De når upp i trädkronorna genom att klättra på trädens stammar.
10. Denna fråga finns det förstås inte ett bestämt svar på.

Sjöar som ekosystem

- a) Planktonalger är blågröna bakterier eller alger som svävar fritt i vattnet och som är bara några millimeter eller mindre.
 - b) Stranden är den del av sjön där det finns vegetation.
 - c) Fria vattenmassan är den del av sjöns vatten där det inte finns vegetation.
 - d) Botten är den vegetationsfria delen av sjöns botten.
2. Livsformerna i sjön delas in i sumpmarksväxter (kallas också övervattensväxter), undervattensväxter (kan vara rosettväxter eller långskottsväxter) och flytbladsväxter. Sumpmarksväxter växer närmast land. De är rotade i strandens botten med blad och gröna delar ovanför vattenytan. Undervattensväxter har sina gröna under vattenytan, men kan ha blommorna ovanför vattenytan. Rosettväxterna har bladen i rosett nere vid strandens botten medan långskottsväxterna har bladen längs den slingrande stjälken. Flytbladsväxter har blad som flyter på vattenytan. De kan vara rotade i strandens botten eller flyta fritt på vattenytan.
3.
 - a) Kompensationsnivån är det djup där planktonalgernas andning är lika stor som fotosyntesen. Över kompensationsnivån bildas fotosyntesen ett överskott av näring (socker), som gör att planktonalgerna kan överleva. Under kompensationsnivån använder andningen mer näring (socker) än fotosyntesen bildar, och här kan inga planktonalger leva.
 - b) Eftersom inga planktonalger finns under kompensationsnivån i den fria vattenmassan, bildas inget syre här. Syretillgången under kompensationsnivån kan därför bara öka genom att syrerikt vatten över kompensationsnivån rörs ner när det blåser. Under kompensationsnivån finns djur och bakterier som andas. Det gör att det periodvis kan vara dålig syretillgång under kompensationsnivån.
4.
 - a) Vattnet cirkulation i sjön sker lättast på våren och hösten när det blåser och vattnets temperatur är jämn i hela sjön. Cirkulationen är dålig i sjön på vintern

när isen ligger och på sommaren när ett språngskikt bildas mellan det varma ytvattnet och det kalla bottenvattnet.

- b) Tillgången på närsalter tillförs framförallt genom nedbrytningen på botten. När cirkulationen är hög kan närsalterna från botten röras om till planktonalgerna ovanför kompensationsnivån. På sommaren gör språngskiktet att cirkulationen och tillgången på närsalter blir dålig.
- c) Antalet planktonalger ökar på våren med ökat ljus och temperatur och när cirkulationen i sjön har transporterat upp närsalterna ovanför kompensationsnivån. De minskar sedan när ett språngskikt utbildas, som hindrar närsalterna från att nå planktonalgerna. Vid höstcirkulation kan mängden närsalter bli hög igen och planktonalgerna blir ofta vanligare igen. På vintern gör de låga temperaturerna och mörkret att planktonalgerna minskar. Is och snötäcke kan förvärra bristen på närsalter och ljus.
5. a) Näringsrika sjöar är rika på närsalter och har ett pH som är neutralt eller svagt basiskt. Klarvattensjöar är fattiga på närsalter och har ett svagt surt pH. Syretillgången är ofta god även under språngskiktet. Brunvattensjöar är fattiga på närsalter och har ett pH som kan vara så lågt som 4,5. Klarvattensjöar har ett mycket klart vatten som släpper igenom ljuset till stora djup. Näringsrika sjöar och brunvattensjöar släpper igenom ljus betydlig sämre och syrebrist råder ofta under språngskiktet.
- b) Omgivningarna bestämmer vilket vatten som rinner till sjön. Näringsrika sjöar ligger typiskt i marker med brunjordar där det finns ängsskog och åkerbruk. Klarvattensjöar ligger i områden med glesa tallskogar på block- och hållmarker, där det finns lite näringsämnen och humusämnen, som kan rinna vidare till sjön. Brunvattensjöar är oftast omgivna av täta barrskogar och av myrmarker från vilka humusämnen rinner vidare till sjön.
- c) I den **näringsrika sjön** växer sumpmarksväxter tätt utmed stranden. Vass är vanlig och kaveldun finns nästan bara i den här miljön. Ofta finns också ett brett bälte av flytbladsväxter som näckrosor och gäddnate. En typisk flytbladsväxt är andmat. Produktionen av planktonalger är hög och de blågröna bakterierna når en topp på sensommaren. Den stora mängden plankton gör att vattnet släpper igenom ljus dåligt. Fotosyntes och syresättning sker därför mest ovanför tre till femton meters djup, beroende på hur näringsrik sjön är. När planktonorganismerna dör, sjunker de till botten och bildar gyttja. Ofta råder syrebrist under språngskiktet och bottarna stinker av svavelväte. Näringsrika sjöar med breda vassbälten har ett rikt fågelliv och brukar därför kallas fågelsjöar. Vanliga fåglar är sothöns och skrattmåsar. I **klarvattensjön** är produktionen låg, vilket syns på den glesa vegetationen och det klara vattnet (lite plankton i vattnet). Här blir det möjligt för rosettväxter som braxengräs och notblomster att växa på botten utan att bli skuggade av höga sumpväxter. Fotosyntesen kan ske ner till djup av 15 till 75 meter. Eftersom produktionen är låg, är också nedbrytningen på botten liten. Syretillgången är därför god, även under språngskiktet och på botten. I **brunvattensjön** gör humusämnena att vattnet släpper igenom ljuset dåligt. Fotosyntesen är därför begränsad till den översta delen av vattenmassan. Precis som i klarvattensjöarna är det glest mellan sumpmarksväxterna. I strandkanten finns ofta gungflyn. Ett gungfly består av vitmossa som växer ut över vattenytan. I brunvattensjöar är rosettväxter ovanliga, eftersom det dåliga siktdjupet och den dyiga botten gör att de har svårt att klara sig. I brunvattensjöar finns det ofta mer djurplankton än i klarvattensjöar. Det beror på att en del djurplankton äter humusämnena och de bakterier som bryter ner humusämnena. Det mesta av humusämnena i vattnet sjunker trots detta till botten. Här hamnar också döda organismer. Genom ned-

brytningen uppstår ofta syrebrist, och nedbrytning blir ofullständig. På botten finns därför ett tjockt lager av fina, organiska rester, så kallad dy.

- d) Näringsfattiga sjöar har redan surt pH och lite kalk i vattnet som kan förhindra ytterligare försurning.

Myrar som ekosystem

1. Mossen får vatten bara från nederbörden. Mossens vegetation domineras av framförallt vitmossa. Kärret får vatten också från omgivningarna och kan på näringsrika platser vara mycket högvuxen med olika sumpmarksväxter.
2. Kärret uppkommer när en sjö växer igen. I ett kärr är det ofta syrebrist på botten och nedbrytningen är ofullständig. På botten ansamlas döda växlämningar i form av torv i allt tjockare lager. Om så mycket torv lagras i kärret att vatten inte längre kan rinna från omgivningen till de högsta delarna, har kärret blivit en mosse.
3. Utdikning, fördämningar och vallar, liksom gödning av omkringliggande marker gör att sjöar växer igen snabbare.

Ekosystemen i haven

1. a) Salthalten är högst i Bohuslän (30 promille) och sjunker sedan söderut längs västkusten och vidare norrut längs ostkusten. I Bottenviken är salthalten under 3 promille.
b) Bräckt vatten har en salthalt mellan 0,5 och 30 promille.
c) Antalet arter minskar med salthalten till ålands hav, för att sedan öka igen med minskad salthalt. Orsaken är att Östersjöns arter antingen är främst anpassade antingen till sötvatten eller till saltvatten.
d) Flera arter, bland annat blåmussla och blåstång, lever på större djup i Östersjön än på västkusten. Orsaken är antagligen att vattnet är saltare djupare ner.
2. På hårda bottenar finns fastsittande makroalger (sjögräs och tång) och djur som havsanemoner. På mjuka bottenar kan det finnas bandtång, men oftast saknas vegetation. Livet på mjuka bottenar domineras av grävande djur.
3. Olika våglängder når olika djup ner i vattnet, vilket avgör hur djupt de olika makroalgerna kan leva. Närmast vattenytan finns mycket grönalger. De utnyttjar framförallt rött ljus, som snabbast avtar i styrka med djupet. Rödalger utnyttjar det blågröna ljuset som når djupast, och de växer också på de största djupen. Brunalgerna använder de flesta av ljusets våglängder och har därför vid utbredning.
4. Normalt är det ingen syrebrist ens i de djupaste delarna av världshaven. Kraftiga strömmar transporterar syresatt ytvatten till hela vattenmassan. I Östersjön söder om Åland, liksom i viss mån även i Kattegatt, gör däremot haloklinen att vattnet vid ytan och vid botten inte blandas ordentligt. De grunda trösklarna ut mot havet hindrar också inflödet av syrerikt havsvatten. Periodvis är därför de djupaste delarna av vattenmassan, under 130 meter, syrefria.
5. En topp i mängden planktonalger sker på våren när ljuset och temperaturen i vattnet ökar. Ofta inträffar toppen redan i mars och består mest av olika arter av kiselalger. Toppen leder till en kraftig minskning av mängden närsalter,

framförallt kväveföreningar och fosforföreningar. Det gör att planktonalgerna blir färre framåt sommaren. Minskningen påskyndas av att hoppkräftor och andra djurplankton äter upp planktonalger. Fast alla planktonalger blir inte uppätta – en stor del av algerna hinner dö, sjunker till botten och blir föda åt de djur och bakterier som lever där. I Östersjön och Öresund kan det bli en topp av blågröna bakterier under framförallt varma och regniga somrar. Blågröna bakterier behöver inte kväve från närsalter i vattnet, utan de kan ta upp kväve direkt ur luften. Stormiga höstar kan omblandningen av vattnet ibland ge en topp av pansarflagellater, som i stora mängder färgar vattnet brunt.

6. a) De mest produktiva och fiskrika områden i världshaven finns i grunda hav omgivna av mycket land, samt i så kallade uppvällningsområden.
b) I grunda hav omgivna av mycket land tillförs mycket närsalter och produktionen blir hög. Uppvällningsområden är platser där bottenströmmar når land och för upp näringsrikt vatten till ytan.
7. Korallreven består av kolonier av små nässeldjur. Kring sig utsöndrar de ett skelett av kalk som bygger upp reven. Nässeldjuren lever tillsammans med en slags alger som kallas pansarflagellater. Ett korallrev kan bestå av hundratals olika arter av koraller och många gånger fler fiskarter och andra djur som lever på revet.

Populationsekologi

1. Antalet individer i en population (N) ökar när nya individer föds och när individer invandrar till ett område. N minskar genom dödsfall och utvandring.
Ändring i $N = \text{antal födda} - \text{antal döda} + \text{antal invandrade} - \text{antal utvandrade}$
2. Konkurrens uppstår därför att individerna hos en art använder samma resurser. En resurs kännetecknas av att den kan ta slut och att tillgången blir mindre ju fler som använder den. Minskad tillgång på resurser gör att en individ lever kortare och får färre ungar. Om det finns gott om resurser så räcker de åt alla. Många ungar föds, överlevnaden är god och populationen växer. Ju fler individer det blir, desto mindre med resurser blir det per individ. Till slut överlever individerna sämre och de kan inte längre föda upp lika många ungar. Populationen slutar växa eller minskar kanske till och med. Konkurrensen om resurserna sätter på detta sätt en gräns för hur vanlig en art kan bli.
3. Djur slåss bara om revir om det råder brist på resurser. På så sätt kan de garantera tillgången på resurserna i området. Finns det gott om resurser, finns det ingen anledning att försvara revir.
4. Ofta är en art bättre på att utnyttja en viss nisch än andra. Den art som är sämst på att konkurrera om en nisch kan tvingas från en rik nisch när den är tillsammans med en starkare konkurrent. På platser där konkurrenten saknas kan den svagare arten använda den rikare nischen.
5. Vid biologisk bekämpning använder man en predator som kan hålla ett skadedjur i schack. Ofta är det skadedjur som behöver kontrolleras infört från andra länder. Predatoren hämtar man då från skadedjurets hemland.
6. a) Vid mutualism gynnar två arter varandra. Vid obligat mutualism klarar sig inte de två arterna utan varandra.
b) Vid fakultativ mutualism har de två arterna nytta av varandra, men de klarar sig även utan varandra.

7. En kall vinter kan många individer dö, vilket gör att det finns färre individer som kan föröka sig på våren. Hos växelvarma djur kan kallt väder göra att de inte kan vara så aktiva. De får då svårt att hitta mat och ställen att lägga ägg på, vilket kan göra att färre individer föds.
8. En arts utbredning begränsas till områden med lämpliga habitat där arten kan fortplanta sig och överleva. Det behövs lämpliga abiotiska och biotiska faktorer. Det behövs också områden som är tillräckligt stora. En art kan därför vara ovanlig därför att habitatet är ovanligt. För att en art ska finnas på en viss plats måste den också ha hittat dit. Isolerade, men annars lämpliga områden, kan sakna arten helt enkelt därför att arten inte lyckats nå platsen.

Samhällsekologi

1. Antalet arter i ett samhälle påverkas av hur många arter som invandrar och av hur många arter som dör ut.
2. Varje art som slår sig ner förändrar förhållandena på platsen. På så sätt ändrar de också olika arters möjlighet att överleva. Lavarna utsöndrar sura ämnen som påskyndar bergets vittring, vilket bidrar till att det så småningom bildas jord. Lavarna innehåller dessutom kvävefixerande blågröna bakterier, som tillför jorden kvävesalter. Lavarna gör det alltså möjligt för mer krävande växter att leva i området.
3. a) I början är konkurrensen låg, men allt eftersom tiden går, blir det allt trängre om utrymmet. Konkurrensen om ljus och näring ökar, när växttäckets slutet sig och skjuter i höjden.
 - b) I början av successionen, när konkurrensen är låg och det finns gott om utrymme, ökar först antalet arter. Men detta varar bara så länge, som det är fler nya arter som invandrar, än det finns gamla arter som dör ut i området. Så småningom nås ett maximum av antal arter när det inte finns mer utrymme. När det sker så finns det fortfarande många arter kvar från tidigare stadier i successionen. Dessa kvarvarande arter är dåliga konkurrenter och försvinner så småningom. I många fall minskar antalet arter igen, allt eftersom de mer konkurrenskraftiga arterna tar över. Efter en tid ändras inte antalet arter mer och i viss mån inte heller typen av arter.
4. a) Artrikedomen ökar, ju större ett område är. Allmänt gäller att med tio gångers ökning av ytan, så fördubblas antalet arter.
 - b) Artrikedomen ökar ju mindre isolerat ett område är från andra med liknande habitat.
 - c) Om naturen inte består av alltför små och isolerade habitat, gäller att en ökad mångfald av habitat också ökar artrikedomen.
5. En viss grad av störning kan ge utrymme för arter som inte är så bra på att konkurrera om utrymmet med andra arter. Ett landskap med störningar ger plats också för sådana arter.
6. En hypotes skulle kunna ha att göra med att olika arter använder olika nischer, dvs. olika abiotiska eller biotiska faktorer (variabler) påverkar hur vanliga de är. Eftersom arter varierar i antal beroende på hur de abiotiska faktorerna (t ex vädret) och biotiska faktorerna (t ex predation på pollinatörerna), skulle fler arter kunna göra att det alltid finns åtminstone någon art som är vanlig och kan polinera kaffeblommorna, så att de ger bönor.

Hållbar utveckling – situationen nu och framtida utmaningar

1. Ett flertal olika faktorer samverkar. Medicinska framsteg har medfört minskad barnadödlighet. Hygieniska förbättringar har lett till minskad smittspridning. Effektivare jordbruk och fiske har ökat tillgången på föda. Betydelsen av dessa och andra faktorer varierar i olika regioner och länder.
2. a) Det beror givetvis på dina föräldrars ålder. Var till exempel ozonuttunnning och den förstärka växthuseffekten kända när dina föräldrar var barn?
b) Att titta tillbaka och se hur miljöproblemen förändrats fram tills idag kan vara en bra utgångspunkt för spekulationer in i framtiden.
3. a) Naturkapital beskriver värdet av naturtillgångar. Naturkapital kan delas upp i ickeförnybara naturresurser, förnybara naturresurser och ekosystemtjänster.
b) Ekologiska tjänster är funktioner och processer i ekosystemen som vi utnyttjar exempelvis pollination, fotosyntes och våtmarkers vattenrening.
c) Förnybara resurser är resurser som nybildas inom överblickbar tid som till exempel ved och fisk.
d) Ekologiskt fotavtryck kallas den landyta som en människa använder för att förse sig med bland annat mat, kläder och bränsle samt för att ta hand om avfall och utsläpp. Det ekologiska fotavtrycket är ett mått på hur mycket vi påverkar miljön genom vårt sätt att leva.
4. Underlag för ditt svar kan du hitta hos politiska partier och olika intresseorganisationer.
Några argument för hög tillväxt:
Om tillväxten är hög så får vi ökade ekonomiska resurser för att lösa miljöproblemen. Vi får råd att bry oss om miljön. Vi får även större möjligheter till att utveckla nya tekniker. Miljön i många rika länder har blivit bättre under senare år
Några argument för låg tillväxt:
Hög tillväxt leder till ökade utsläpp av bland annat koldioxid.
De utsläppsminskningar som uppnås i länder med hög tillväxt äts ofta upp av ökad konsumtion som i sin tur orsakar nya miljöproblem... ..
5. Det finns olika uppfattningar om hur stort ansvar som ska ligga på individen och vilket ansvar som ska ligga på samhället när det gäller att lösa miljöproblemen.
6. Inget svar på denna "fråga"!

Luften

1. a) Forskare tror att atmosfären ursprungligen var en blandning av koldioxid, kväve och vattenånga. Kanske innehöll den även metan och ammoniak men det är mer osäkert.
b) Koldioxidhalten har bland annat minskat till följd av att fotosyntetiserande organismer utvecklats, samtidigt har syrgashalten ökat. En del av syret har sedan bildat ozon. Livet på jorden har påverkats och påverkats av atmosfärens sammansättning.
2. a) Genom fotosyntesen binder växter lika mycket koldioxid när de tillväxer som de senare avger vid förbränning. Koldioxidhalten i luften ökar inte om nyplanteringen är lika stor som avverkningen. När fossila bränslen förbränns fri-

görs koldioxid som växter tog upp för flera hundra miljoner år sedan. Resultatet blir ett nettotillskott av koldioxid.

- b) Den största delen av koldioxidutsläppen till atmosfären har de rika länderna orsakat när de utvecklats under de senaste århundradena. Därför kan det vara svårt att argumentera för att fattiga länder inte ska ha samma möjlighet till tillväxt.
3. Det beror på att freoner och andra ozonbrytande ämnen är långlivade. Det tar dessutom lång tid för dessa ämnen att transporteras upp till ozonskiktet. Under lång tid framöver kommer därför halterna av ozonnedbrytande ämnen vara höga i stratosfären.
4. Ozon i troposfären (den nedre delen av atmosfären) förorsakar bland annat lungskador och växtskador. Därför kallas troposfäriskt ozon för det "onda" ozonet. I stratosfären absorberar ozonmolekyler en del av solens ultravioletta strålar och minskar därmed risken för att vi ska drabbas av exempelvis hudcancer och gråstarr. Ibland kallas därför det stratosfäriska ozonet för det "goda" ozonet. Det är dock samma kemiska förening av tre syreatomer i båda fallen. Det är var i atmosfären som ozonmolekylen förekommer som avgör om den är "ond" eller "god".
5. Det gick relativt lätt att utveckla ersättningsmedel för de flesta av de ozonförstörande föreningar som tidigare användes. Att minska utsläppen av växthusgaser är svårare. De ökade utsläppen av metan och dikväveoxid är i många fall knutna till befolkningstillväxten. Det ökade behovet av mat leder till ytterligare utsläpp från bland annat risodlingar, boskap och gödselhantering. Fossila bränslen som står för cirka 80 procent av energitillförseln är idag en viktig drivkraft för ekonomisk tillväxt. En minskning av koldioxidutsläppen från fossila bränslen berör både vår livsstil och samhällsutvecklingen.
6. Det finns flera orsaker till skillnaderna. En orsak är hur stadsplaneringen ser ut. Finns det till exempel bra cykelvägar? En annan orsak är de stora skillnaderna på bensinpriset i de båda länderna. Livsstil och kultur är andra faktorer som påverkar.

Försurningen

1. Höga halter av försurande ämnen i luft och nederbörd påverkar inte sjöarna i mellersta Europa så mycket eftersom de ligger i områden med lättvittrade kalkrika bergarter som inte är så försurningskänsliga. De höga halterna av försurande ämnen drabbar däremot barrskogen i dessa områden. Även om halterna av försurande ämnen i luft och nederbörd är lägre i Nordeuropa drabbas sjöar och vattendrag eftersom de ligger i områden som är försurningskänsliga (se figur på sidan 105).
2. Träd som växer i skogskanter träffas av mer försurande gaser, så kallad torrdeposition. Blad och barr påverkas av gaserna. Men även marken drabbas när nederbörden träffar trädet och reagerar med sura ämnen på sin väg till marken.
3. Lavar saknar rötter. Närsalter och vatten tas upp direkt ur luft och regnvatten. De saknar även ett skyddande vaxskikt och klyvöppningar. Höga halter av svaveldioxid i luften påverkar lavar snabbt. Känsligheten för svaveldioxid skiljer sig mellan olika arter. Genom att undersöka vilka arter som finns på en plats får man en bra uppfattning om svaveldioxidhalten i luften under en längre tid.

4. Granar är effektivare "luftfilter" än björkar – mer försurande ämnen fastnar på granar. Det beror bland annat på att den samlade ytan av granens barr är större än lövens totala yta på en lika stor björk. Barren sitter dessutom kvar under vintern. Granens rotsystem är yttigare än björkens. Det försurande närsaltsupptag (se fråga 5) sker därför i de övre markskikten.
5. Den viktigaste orsaken är att växterna tar upp närsalter genom jonbyte. När växterna tar upp positiva joner avges vätejoner. Eftersom växter tar upp fler positiva än negativa joner blir marken surare. När växten dör återförs närsalterna till marken och pH- värdet höjs. När växterna på åkern skördas kvarstår dock försurningen i marken.
6. När en sjö försuras minskar koncentrationen av kalciumkarbonat. Kalciumkarbonat är huvudbeståndsdel i kräftans skal. Kräftan får därför allt svårare att bygga upp sitt skal när vattnet försuras. Skalet blir mjukare och kräftan blir ett lättfångat byte.
7. När en sjö försuras minskar antalet fiskar. En följd av detta är att antalet vatteninsekter blir fler. Storlommen som äter fisk får allt svårare att hitta föda, medan den insektsätande knipen verkar kunna dra nytta av den ökade tillgången på insekter.

Vatten

1. I många fall kan du hitta information om vatten på din kommuns hemsida.
2. Den vanligaste orsaken till de sjukdomar som drabbar befolkningen i fattiga länder är infekterat och förorenat vatten.

Övergödning

1. Vanligtvis är fosfor tillväxtbegränsande i insjöar, medan kväve ofta är det tillväxtbegränsande ämnet i hav.
2. Förr i tiden återfördes vanligen närsalterna och det organiska materialet från torrdass till åkermark i ett kretslopp. Hanteringen ledde dock till att sjukdomar spreds. När vattentoaletten ersatte torrdasset hamnade närsalter och det organiska materialet i sjöar och vattendrag. Den ökade tillgången på närsalter orsakade ökad tillväxt. När växter och organiskt materialet bryts ner förbrukas syrgas som är löst i vatten. Om halterna av syrgas blir för låg dör fisken. Svavelbakterier tar över när syret tagit slut och giftig, illaluktande svavelväte bildas. Avloppsreningsverk minskar utsläppen från vattentoaletten. Det närsaltsrika slam som bildas i avloppsreningsverken kan, om det är giftfritt, återföras till åkermark.
3. I många fall kan du hitta information om ditt avloppsvatten på din kommuns hemsida.
4. De grunda förbindelserna ut mot öppna havet ger en långsam vattenomsättning. Skillnaden i densitet mellan salt- och sötvatten försvårar vattenutbytet mellan yt- och bottenvatten. Låg vattentemperatur leder till att föroreningar bryts ner långsammare än i varmare hav. Organismsamhället är artfattigt till följd av den låga salthalten. Många arter lever på gränsen av sitt utbredningsområde och är känsliga för ytterligare påfrestningar.
5. Luftens syrgas och kvävgas bildar kväveoxider i bilmotorer. Kväveoxiderna förs med vindar och nederbörd till Östersjön. Kväve är tillväxtbegränsande i stora

delar av Östersjön. Tillskottet av kväveföreningar från biltrafiken bidrar därför till övergödning av Östersjön.

6. a) Övergödning leder till ökad växt- och algproduktion. När dessa ska brytas ner åtgår syrgas. När syrgasen tar slut bildar bakterier giftigt svavelväte. Vid de djup som torskäggen utvecklas i Östersjön har förekomst av svavelväte blivit allt vanligare vilket hotar torskens reproduktion.
 - b) På grunda bottnar ökar antalet bottendjur till följd av att den ökade produktionen i ytvattnet leder till att mer mat (döda organismer) faller till botten. På större djup orsakar det ökade nerfallet av döda organismer att syrgashalten minskar när de så småningom ska brytas ner. Djurlivet utarmas när syrgashalten minskar och giftigt svavelväte bildas.
 - c) Fintrådiga alger tar snabbt och effektivt upp närsalter. I övergödda områden kan fintrådiga alger täcka blåstången, vilket leder till minskad fotosyntes, minskad tillväxt. Den försvagade blåstången får svårare att förvara sig mot växtätare som till exempel vattengråsuggan.
 - d) Blåmusslan är filtrerare. Den ökade tillgången på plankton har lett till att antalet blåmusslor ökat.
7. Det finns flera olika exempel. Ett sätt är att återföra närsalter från avloppsreningsverk till åkermark förutsatt att slammet är giftfritt. Källsorterande toaletter kan i vissa områden vara ett bra sätt att sluta närsalters kretslopp. Ytterligare ett sätt är att sprida gödsel på jordbruksmark med precision och vid rätt tidpunkt för att minska läckaget. Vid kompostering av matavfall kan man utvinna energirik metangas och ett närsaltsrikt röttslam som kan återföras till åkermark.
 8. Jakt och miljögifter anses vara orsaken till att sälarna i Östersjön minskade i början av 1900- talet. När sälpopulationen minskade kunde deras bytesdjur bland annat torsken öka i antal. Torsken var det dominerande rovdjuret fram till 1980- talet. Allt mer tilltagande övergödning förorsakade syrebrist i de områden där torskens ägg utvecklas samtidigt med ett ökat fiske ledde till att torskpopulationen minskade. Det medförde att bland annat den planktonätande skarpsillen ökade i antal och övertog rollen som det dominerande rovdjuret i Östersjön.
 9. Vissa forskare hävdar att ett minskat antal torsk i Östersjön har lett till att deras bytesdjur bland annat skarpsillen ökat i antal. Skarpsillen äter djurplankton vilket leder till att djurplanktonpopulationen minskar. Det i sin tur leder till att betetrycket på planktonalger minskar vilket kan påverka förekomsten av fintrådiga alger och algblomningar.

Miljögifter

1. a) Den tid det tar för halva mängden av ett ämne att försvinna ur organismen genom nerbrytning, omvandling eller utsöndring.
 - b) Bioackumulation innebär att koncentrationen av ett visst ämne i en organism ökar genom att det upptas fortare än det kan brytas ner eller utsöndras.
 - c) Biomagnifikation innebär att vissa substanser som transporteras i en näringskedja via födan ökar i koncentration med varje länk i kedjan.
2. Ju mer biomassa det finns i en sjö desto mindre miljögifter upptas av varje enskild individ, gifterna "späds ut" på fler organismer. När dessa dör och faller ner till botten så följer miljögifterna med och bäddas in i bottensedimenten.
 3. Mossor tar upp vatten och närsalter direkt ur luften. Genom att analysera delar av mossa från olika tillväxtår kan variationer i nedfallet mellan olika år mätas.

4. En fördel är att man kan få en samlad bild av miljöförändringar. Kanske kan man se hur olika föroreningar förstärker varandras effekter. En annan fördel är att man kan följa hur olika ämnen sprids i ekosystemen. Under 1900- talet upptäcktes många miljöproblem genom studier av förändringar i växt- och djurpopulationer.
Det kan vara svårt att urskilja effekten av ett enskilt ämne eftersom sambanden i naturen ofta är komplexa samtidigt som vi spridit så många olika ämnen i naturen. Det kan även vara svårt att urskilja vad som är naturliga variationer i en population och vad som är förorsakat av människan. Arbetet är ofta långsiktigt och kostnadskrävande.

Konsumtion och avfall

1. a) Den totala vikten av allt material som flyttas, omsätts eller blivit avfall under processen från råvara till färdig produkt.
b) Livscykelanalys är en metod för att beräkna en produkts totala miljöpåverkan under dess livstid från råvara till avfall.
c) Det materialet (metaller, mjukgörare...) som lämnar fabriken i de varor som produceras.
2. Genom att göra medvetna val så kan du påverka miljön. Möjligheterna att göra val kan givetvis påverkas av politiska beslut och ekonomiska faktorer med mera. Läs mer på www.konsumentverket.se
3. Varken energiinnehållet eller atomerna försvinner. Energiinnehållet omvandlas och atomerna återfinns i nya föreningar.
a) Energiinnehållet används i många fall till att producera hetvatten för fjärrvärmeverk. Atomerna återfinns dels i den aska som bildas, dels som utsläpp till luften.
b) I en komposteringsanläggning kan man utvinna energirik metangas som bland annat används som bränsle. De atomer som inte bildar koldioxid och metan återfinns i det närsaltsrika rötslammet.
4. På många kommuners hemsida redovisas vart dina sopor tar vägen och hur de behandlas.
5. Genom att göra medvetna val när du handlar så kan du påverka vad dina sopor innehåller och hur stor mängd det blir.
6. Några tänkbara argument:
Köper inte konsumenterna en icke miljöanpassad vara så slutar den så småningom att produceras – alltså har konsumenterna huvudansvaret.
Den producent som tillverkar en icke miljöanpassad vara är givetvis huvudansvarig för sin produkt.
Politikerna kan besluta att en icke miljöanpassad vara får säljas. Makten att påverka har politikerna, alltså bär de huvudansvaret.

Biologisk mångfald

1. a) Man brukar dela upp orsakerna till att bevara den biologiska mångfalden i tre kategorier. Den första är att den är till nytta för oss. Den andra handlar om att vi bör bevara mångfalden på grund av estetiska och kulturella skäl. Till den tredje kategorin hör etiska och moraliska skäl.

- b) Vetenskaplig: nyttoaspekten. Känslomässiga: estetiska, kulturella, estetiska och moraliska.
- c) Detta är upp till dig att avgöra.
2. Resiliens är förmågan hos ett ekosystem att möta förändringar och störningar – t.ex. stormar, bränder och föroreningar – utan att övergå till ett annat tillstånd. Ett ekosystem med hög resiliens möjliggör återuppbyggnad och förnyelse efter en störning.
3. Hoten varierar på olika platser. Men efterfrågan på timmer och odlingsmark är två drivkrafter som leder till regnskogsavverkning. Den globala uppvärmningen, exploatering, övergödning, försurning och olämpliga fiskemetoder är några av hoten mot korallreven. Odling av jätteräkor är ett av hoten mot mangroveskogar.
4. Omkring hälften av Brasiliens urskog finns kvar. Motsvarande siffra för Sverige är några procent.
5. a) åkerarealen var som störst i början av 1900- talet.
 b) Arealen av naturskog var som störst omkring år 1 000.
 c) Under perioden 1600- 1900 var arealen betesmark som störst.
 d) Ängsarealen var som störst under perioden 1600- 1800.
6. Nya maskiner, konstgödsel, växtförädling, kemiska bekämpningsmedel och nya brukningsmetoder är några faktorer som förändrat jord- och skogsbruket. De stora förändringarna har bland annat resulterat i ett allt enhetligare landskap. Många arters livsmiljöer har blivit allt ovanligare.
7. Det moderna skogsbruket har resulterat i att virkesförrådet i Sverige har ökat. En följd av detta är att arealen gammal skog har minskat. Beroende på vilket perspektivet man betraktar skogen på, så kan båda påståendena vara relevanta. Du kan hitta mer information hos till exempel skogsvårdsstyrelsen www.skogstyrelsen.se och naturskyddsföreningen www.naturskyddsforeningen.se.
8. a) Jakt.
 b) Vattenkraftsutbyggnad som försvårar laxens vandring. Ett annat hot är att unika älvspecifika laxpopulationer blandas upp med odlad lax.
 c) Miljögifter som PCB har kraftigt minskat utterbeståndet i Sverige, men under senare år har läget förbättrats.
 d) Bete och slåtter minskar markens innehåll av närsalter. När jordbruket förändras blir dessa magra marker alltmer sällsynta. Kattfot får allt svårare att klara sig i konkurrens med mer närsaltsälskande arter. Nedfall av kväveföreningar medför ytterligare problem.
 e) Försurningen.
 f) För få skogsbränder.
 g) Brist på gammal skog.
 h) Överfiske, miljögifter, vattenkraftsutbyggnad som försvårar ålens vandring och förändrade vattenströmmar till följd av klimatförändringar.
9. Fråga din kommun eller länsstyrelse. Du kan hitta information om nationalparker på Naturvårdsverkets hemsida www.naturvardsverket.se

Cellers byggnad

1. De viktiga ämnesgrupperna är: Proteiner, nukleinsyror, lipider och kolhydrater. Proteinerna består av sammanfogade aminosyror. Lipider är relativt stora fettlösliga ämnen, exempel är fetter, oljor, vaxer, fosfolipider och steroider. Kolhydrater utgörs dels av sockerarter, exempelvis glukos och sackaros, dels av polysackarider till exempel stärkelse, cellulosa och glykogen. Nukleinsyror är DNA och RNA, vilka består av långa kedjor av enskilda byggstenar. Byggstenarna består i sin tur av fosfatgrupper, ett socker och en kvävebas.
2. Proteiner som kallas enzymer sköter och styr alla reaktioner som sker i cellen. Vissa proteiner kan ändra sin form, sådana proteiner gör att celler kan röra sig, förflytta sina organeller och sätta cellvätskan i rörelse. Dessutom sköter proteiner transporten över cellmembraner.
3. Den långa kedjan av aminosyror som bildar ett protein är vanligen hopprullad till ett nystan. Proteinnystanets yta har olika egenskaper, där finns fickor, som kan vara laddade och/eller ha fettlösliga eller vattenlösliga egenskaper. Till en sådan ficka kan vissa ämnen (substrat), som har rätt egenskaper och rätt passform fästa. I fickan hålls de på plats och kan genomgå en reaktion. Reaktionen kan till exempel innebära att två ämnen sammanfogas eller att ett ämne delas upp i flera. Produkterna av denna reaktion lämnar enzymet och ger plats för nya reaktioner. Enzymerna är katalysatorer. De påskyndar kemiska reaktioner utan att själva förbrukas.
4. a) Prokaryota celler består av: Cellmembran, cellvätska (cytoplasma) ribosomer, bakteriekromosom, bakterieflagell, proteinutskott (fimbrier) och cellväggen.

Eukaryota celler består av: cellmembranet, cellvätskan, cellkärnan, mitokondrier, ribosomer, endoplasmiskt nätverk (ER) och flageller .

Följande delar i cellen finns hos växter och alger, men inte hos djur: kloroplast, vakuol, cellvägg.

- b) Hur de olika organellerna ser ut syns på sid 160 ff.

c) **Prokaryota celler**

Cellmembranet består av en tunn oljeliknande hinna med instuckna proteinkedjor. Cellmembranet reglerar vilka ämnen som transporteras ut ur och in i cellen. *Cellvätskan* (cytoplasman) innehåller dels ribosomer, dels proteiner som styr de kemiska reaktionerna i cellen. *Ribosomer* är små kroppar där proteinerna tillverkas. *Bakteriekromosomen* består av DNA. Den innehåller bakteriens gener. DNA är ritningar på alla de proteiner som cellen kan tillverka och använda. *Plasmider* är små ringformade DNA-molekyler. De är ett slags extra DNA som inte är nödvändig för cellen, men som kan ge den fördelar i olika miljöer. Plasmiderna kan förökas i bakteriecellen och de kan överföras till andra bakterieceller av samma art eller av andra arter. *Bakterieflagell* är ett piskliknande utskott som bakterierna kan röra sig med. *Proteinutskott* (fimbrier) gör att bakterien kan fästa mot ytor eller andra bakterier. *Cellväggen* ger yttre stöd och skydd.

Eukaryota celler

Cellmembranet – se prokaryota celler. *Cellvätskan* (cytoplasman) innehåller proteiner som styr de kemiska reaktionerna i cellen. I cellvätskan finns också olika organeller och ribosomer. *Cellkärnan* är en organell som är omsluten av ett membran, kärnmembranet. I kärnan finns kromosomerna, det vill säga cellens gener i form av DNA. DNA är ritningar på alla de proteiner som cellen kan tillverka och utnyttja. *Mitokondrien* är en annan organell. Den har ett yttre

och ett inre membran. Det inre membranet är starkt veckat. I mitokondrien finns enzymer som sköter cellandningen. Mitokondrierna fungerar som cellens kraftverk. De tillverkar huvuddelen av den biologiskt användbara energin (ATP). *Ribosomer* är små strukturer där proteinerna tillverkas. De sitter på en särskild membranstruktur som kallas endoplasmiskt nätverk. *Endoplasmiskt nätverk (ER)* producerar lipider sköter avgiftning och transporterar proteiner och andra ämnen som cellen utsöndrar. *Flagell* är ett rörligt piskliknande utskott.

Följande delar i cellen finns hos växter och alger, men inte hos djur.

Kloroplasten är en organell med ett yttre membran och ett starkt veckat inre membran. I det inre membranet sitter klorofyllmolekyler instuckna. Klorofyllet fångar in ljusenergi som används vid kloroplastens fotosyntes. *Vakuolen* är en vätskefylld blåsa. Den är omgiven av ett eget membran. Hos den färdiga växtcellen upptar vakuolen större delen av cellens volym. När den är vattenfylld trycker den mot cellväggen och ger då växten spänst. När mängden vatten i vakuolen minskar, slokar växten. *Cellväggen* av cellulosa ger stöd åt cellen.

5. Cellteorin innebär att alla levande organismer består av en eller flera celler och att dessa är de grundläggande byggstenarna. Celler bildas genom att befintliga celler delas. I cellerna sker de biologiska processerna. Cellteorin formulerades 1839.

Cellens genetik

1. I en människocell finns omkring 2 meter DNA, som är uppdelat på 46 olika kromosomer. Varje kromosom består av en oavbruten dubbelspiral av DNA som är minst tusen gånger längre än kärnans diameter. DNA-tråden får plats eftersom den är finurligt virad, veckad och sammanpressad i flera olika omgångar runt olika proteinmolekyler.

Till att börja med är dubbelspiralen av DNA lindad runt en rad av glest utspridda spolar av protein. På denna packningsnivå ser kromosomen ut som ett pärlband med proteinspolarna på jämna avstånd utefter DNA-molekyltråden. Sedan vrids och packas pärlbandet till en tät spiral. Kromosomen blir därefter ännu mer hoppackad genom att det bildas öglor som dras samman i täta nystan.

2. När mRNA-molekylen avläses i ribosomen så betyder en följd av tre kvävebaser en viss aminosyra. Man säger att varje sådan tripplett kodar för en viss aminosyra. I mRNA-molekylen följer de olika trippletterna omedelbart på varandra och kodar på så sätt för vilken ordning de olika aminosyror ska sitta i proteinet. En kvävebatripplett motsvarar alltså en viss aminosyra. Fyra kvävebaser är möjliga att kombinera i 64 olika trippletter. Tre av dessa trippletter bildar stoppkoder. Resten, det vill säga 61 trippletter, står för de tjugo olika aminosyror. Det gör att många aminosyror motsvaras av flera trippletter. Men en viss tripplett motsvarar alltid bara en enda sorts aminosyra. Dessutom är koden lika hos alla organismer. Den genetiska koden är universell.
3. Med komplementariteten menas att kvävebaserna adenin (A) är komplementär med tymin (T) och att guanin (G) är komplementär med cytosin (C). De komplementära kvävebaserna passar ihop med varandra som pusselbitar.
 - a) Vid replikationen kopieras en dubbelspiral av DNA till två dubbelspiraler som är identiska med den ursprungliga spiralen. Först delas dubbelspiralen upp i två enkelspiraler genom att vätebindningarna mellan de komplementära kvävebaserna upplöses. Varje enkelspiral bildar nu en mall för hur de nya dubbelspiralerna skall se ut. Komplementariteten gör att de nya kvävebaserna hamnar på rätt plats.
 - b) Vid transkriptionen avskrivs en följd av kvävebaser hos en upplindad enkel DNA-kedja till en komplementär följd av kvävebaser hos en RNA-molekyl. RNA-molekylen får rätt sekvens av kvävebaser eftersom kvävebaserna hos RNA är komplementära mot DNA:s kvävebaser. RNA har samma kvävebaser som DNA bortsett från att tymin (T) är utbytt mot uracil (U). Sekvensen är alltså precis likadan som den andra kedjan i genens DNA-molekyl bortsett från att T är ersatt med U.
 - c) Vid translationen alltså vid proteinsyntesen så avläses den genetiska koden. Tre kvävebaser hos mRNA, en tripplett motsvarar en viss aminosyra. Aminosyror transporteras till ribosomen av tRNA-molekyler. Den tRNA-molekyl som bär en viss aminosyra i sin ena ända har en sekvens av tre kvävebaser i sin andra ända, denna tripplett kallas antikodon och är komplementär med den tripplett hos mRNA som kodar för just den aminosyran.
4. a) mRNA överför information om hur sekvensen av aminosyror hos ett protein skall vara. Informationen kommer från DNA och avläses vid ribosomerna vid translationen. tRNA transporterar aminosyror till ribosomen vid translationen och fäster dem i rätt ordning enligt mRNAs information. rRNA bygger upp ribosomen tillsammans med proteiner.

- b) Hos eukaryota celler bildas RNA i cellkärnan. DNA transkriberas till de olika formerna av RNA det vill säga DNA utgör ritning för hur RNA ska se ut. Hos prokaryoter bildas RNA vid bakteriekromosomen.
5. Ribosomen vandrar över mRNA-molekylen och avläser den. Ribosomen utgör platsen där aminosyrorna kan fogas samman till proteiner, genom att tRNA-molekylerna placerar rätt aminosyror i rätt ordning. Ribosomen har tre platser vid vilka tRNA-molekylerna kan vara fästa. tRNA-molekylerna landar på ribosomens A-plats, när dess aminosyra bundits med en peptidbindning till det växande proteinet har tRNA-molekylen flyttats till P-platsen och till sist när t-RNA-molekylen släppt det växande proteinet så befinner den sig på E-platsen.
6. a) Generna arbetar inte hela tiden, genen kan vara igång eller avstängd. Det betyder att den DNA-sekvens som utgör genen bara ibland transkriberas till RNA. Genen är på när cellen behöver det protein, som produceras ur genens information.
- b) Hos bakterier är genregleringen ganska välkänd. För att en gen ska kunna uttryckas så måste enzymet RNA-polymeras (ett enzym som bildar RNA med DNA som förlaga) fästa till ett avsnitt av DNA som kallas för styrsekvensen. Om styrsekvensen är blockerad kan inte RNA-polymeraset fästa vid DNA-molekylen och då kan de påföljande strukturgenerna inte ge upphov till RNA. Genen är avstängd.

Strukturgener kallas gener som ger upphov till proteiner som är beståndsdelar i cellen, eller som fungerar som enzymer. I bakteriekromosomen finns förutom en mängd strukturgener också många regulatorgener. Regulatorgener kodar för reglerande proteiner, alltså proteiner som reglerar genernas funktion. Reglerande proteiner fäster till specifika styrsekvenser när de har en viss form. Vid positiv genreglering så skrivs genen av så att det bildar till exempel ett enzym som bryter ner ett visst socker. När det reglerande proteinet är bundet till sockret har det reglerande proteinet en sådan form att det inte kan bindas till styrsekvensen. Då skrivs genen av. Vid negativ genreglering så får det reglerande proteinet en form så det binds till styrsekvensen när ett visst ämne är närvarande. När bakterier har tillgång till aminosyran tryptofan så stängs generna för tryptofanbildande enzymer av eftersom tryptofan ändrar formen på det reglerande proteinet så att det binds till styrgenen.

Genregleringen hos eukaryota celler är mycket mer invecklad än prokaryoters. Hos eukaryoter sker genregleringen på många olika sätt.

Genernas avskrivning beror på hur hårt DNA-tråden är packad. DNA-tråden måste vara löst packad för att gener ska kunna uttryckas. I specialiserade celler är många gener avstängda eftersom de alltid är hårt packade och därför inte kan uttryckas. är Insulingenen förmodligen avstängd på så vis i alla celler i människans kropp utom i bukspottkörteln som ju producerar insulin. Det finns reglerande proteiner som kan linda upp kromosomen och stimulera till transkription.

Det finns många olika regulatorgener för varje gen. Balansen mellan en många olika positivt och negativt reglerande protein bestämmer om RNA-polymeraset skriver av genen eller inte. Den balansen påverkas sannolikt av olika hormoner. På så vis kan hormoner styra vilka proteiner olika celler bildar.

Exonerna kan bindas samman till olika mRNA där varje variant av mRNA ansvarar för bildning av sitt protein.

Eukaryot genreglering kan också ske genom att hastigheten med vilken ett mRNA translateras till protein beror på närvaron av andra ämnen. Exempelvis så translateras ett järnbindande protein snabbare när koncentrationen av järn är hög i cellen.

Generna får också olika uttryck eftersom olika proteiner bryts ner olika fort. De proteiner, som cellen behöver göra sig av med, får en märkning (de binds till proteinet ubiquitin) som gör att det snabbare bryts ner.

7. Det beror dels på att kvävebaserna är specifikt komplementära till varandra och dels på att även om det ibland sker felaktigheter vid basparningen så följer särskilda reparationsenzymer efter DNA-polymeras och rättar nästan alltid till felet. Replikationen är därför mycket exakt och ger endast ett fel per en miljard baspar. Detta ger ungefär tre fel varje gång en mänsklig cell delar sig.
8. Den information som finns i DNA är hur protein skall sättas samman. Informationen utgörs av serie av tripletter (tre stycken) av kvävebaser där varje tripplett kodar för en aminosyra. Sekvensen av kvävebaser hos DNA transkriberas till en komplementär sekvens av kvävebaser hos RNA. Vid ribosomen avläses mRNA genom att tRNA-molekyler med antikodon som är komplementära med mRNA-tripletterna fäster mot mRNA-tråden. tRNA-molekylen bär på den aminosyra som tripletten kodar för. Följden av tripletter hos DNA bestämmer alltså ordningen av aminosyror i proteinet.
9. I meiosen halveras antalet kromosomer. Dottercellerna får bara den ena av de homologa kromosomerna. Vilken av de homologa kromosomerna som hamnar i vilken dottercell beror på slumpen, på så vis uppstår en stor variation av könsceller.
10. Uppgiften har förstås inget svar – titta i boken på s. 179 resp. 180.
11. DNA-molekylen är en dubbelspiral av två DNA-kedjor med komplementära kvävebaser. Därför kan den, vid replikationen, dela sig i två enkelkedjor där varje enkelkedja sedan utgör mall för bildning av varsin dubbelspiral som är identisk med den ursprungliga dubbelspiralen. Dessa nya dubbelspiraler kan sedan gå till varsin dottercell vid celledningen. På så vis innehåller dottercellerna samma genetiska information som modercellen innehöll.

DNA-molekylen styr vad som händer i cellen eftersom den innehåller information om hur de proteiner som cellen kan innehålla skall byggas. Det är proteinerna som styr cellens reaktioner. Informationen om hur proteinerna ska sättas samman finns som en serie av kvävebaser hos DNA-molekylen. Vid transkriptionen bildas en RNA-kedja som har en sekvens av komplementära kvävebaser. Denna sekvens avläses, translateras till protein vid ribosomen så att aminosyrorna hamnar i rätt ordning. Vid ribosomen avläses mRNA genom att tRNA-molekyler med antikodon som är komplementära med mRNA-tripletterna (en följd av tre kvävebaser) fäster mot mRNA-tråden. tRNA-molekylen bär på den aminosyra som tripletten kodar för. Följden av tripletter hos DNA bestämmer alltså ordningen av aminosyror i proteinet. Det är förhållandet att kvävebaserna är komplementära som gör att DNA kan bilda identiska kopior, som gör att kvävebaserna hamnar i rätt ordning hos RNA, som binder tRNA-molekylerna mot mRNA på rätt plats. Därför bevaras den genetiska informationen och därför bildar cellerna rätta proteiner.

12. Se s. 182–183.
13. Detta är en diskussionsfråga. Ni kan ta reda på mer om försöksdjuret och vilka bestämmelser som finns för hur man får behandla försöksdjur. (Se till exempel: <http://www.djurforsok.info/>)
14. a) DNA-sekvenser kan användas för att: identifiera personer, bestämma släktskap mellan individer eller arter, för att hitta smittbärare, för att hitta ärftliga sjukdomar, att göra vacciner, att göra genterapi och slutligen framställa organismer med nya gener.

För att identifiera individer eller bestämma släktskap mellan individer utnyttjar man hypervariabla sekvenser, som är sekvenser av DNA med många mutationer, områden som är unika för individer, men ganska lika för närbesläktade individer.

Ju närmare släkt olika arter är desto mer likt är deras DNA.

Med gensonder som binder till unika DNA-sekvenser hos smittbärare kan man hitta avgöra om en person är smittad av en sådan.

När man känner sekvensen för gener som ger upphov till ärftliga sjukdomar kan man använda gensonder för att leta efter sådana gener.

Med försvagade virus införs gensekvenser som gör att den vaccinerade tillverkar virusprotein, vilket i sin tur aktiverar immunförsvaret.

Vid genterapi ersätter man en defekt gen med en fungerande gen. Metoderna är ännu så länge mycket osäkra.

GMO kallas organismer som fått nya gener. GMO-bakterier massproducerar olika typer av proteiner. GMO-växter kan tåla bekämpningsmedel, vara giftiga för skadeinsekter, ha ökat näringsvärde och mycket annat. GMO-djur kan producera viktiga proteiner i sin mjölk.

- b) Forskare har varit oroliga för att genmodifierade organismer skulle sprida sig och sina gener och på så sätt orsaka miljökatastrofer och sjukdomar. Men trots en flitig användning av GMO i till exempel USA, Argentina och Kina har ingenting allvarligt inträffat.

Riskerna är: att antibiotikaresistens sprids och att den biologiska mångfalden hotas.

- c) Etiska problem i samband med genteknik är: om vi har rätt att ändra organismers gener, frågan om vem som ska ha kunskap om våra genetiska egenskaper, huruvida det ska vara möjligt att ta patent på gener och om man ska kunna välja att bara föda barn med rätta genetiska egenskaper.

Hur du själv ser på dessa frågor kan förstås inte vi redogöra för.

Individens genetik

- a) En klon är en grupp celler eller organismer med samma uppsättning gener.
- b) Befruktning innebär att två gameter (ett ägg och en spermie) sammansmälter till en zygot (en befruktad äggcell). Vid befruktningen bildar två haploida celler en diploid cell.
- c) Utklyvning kallas det när en egenskap som inte syntes hos föräldrarna dyker upp hos avkomman.
- d) Allel är en variant av en gen, ett anlag för ett visst uttryck av en egenskap.
- e) Locus kallas en viss plats i en kromosom.
- f) Genotyp betecknar en viss uppsättning gener.
- g) Fenotyp betecknar en viss uppsättning egenskaper.
- h) Monogena egenskaper är egenskaper som påverkas bara av allelerna i ett locus.
- i) Polygena egenskaper är egenskaper som påverkas av allelerna i flera locus.

- j) Begreppet *gen* har förändrats under historien vartefter som vi har förstått allt bättre hur egenskaper ärvs och får ett visst uttryck (se rutan s. 210). I en betydelse är en *gen* ett anlag för en viss egenskap. I denna betydelse avser *gen* antingen en allel eller ett locus. Med *gen* kan man också mena ett stycke DNA som kodar för ett visst protein. Ännu mer allmänt betyder *gen* ibland ett avgränsat stycke DNA som har ett samband med vissa egenskaper. Begreppet *gen* används idag med alla dessa olika betydelser beroende på sammanhang.
2. Vissa egenskaper, som till exempel ögonfärg, bestäms av alleler som kan vara dominanta eller recessiva. För att få den dominanta egenskapen (brun ögonfärg) räcker det med att bara den ena allelen i ett locus är dominant. En person med en dominant allel och en recessiv allel i ett visst locus kallas heterozygot. Om två föräldrar är heterozygoter, så uppvisar båda den dominanta egenskapen (brun ögonfärg). När heterozygoten bildar könsceller, så bildar de lika många könsceller med den dominanta allelen som den recessiva. Det betyder att hälften av pappans spermier och hälften av mammans äggceller bär på den recessiva allelen. Om två sådana könsceller träffar på varandra, så får barnet en dubbel uppsättning recessiva alleler och kommer att visa den recessiva egenskapen (blå ögonfärg) trots att ingen av föräldrarna gör det.
 3. Anledningen är att det teoretiska klyvningstalet 3:1 bygger på antagandet att de två allelerna har precis lika stor sannolikhet att hamna i avkomman. Detta stämmer dock bara teoretiskt. Av rena slumpskäl kan man råka ta lite fler pollen med *a* än med *A*. Man kan också av rena slumpskäl råka befrukta något fler *a*-fröämnen, trots att de är lika vanliga som dem med *A*. Då blir förstas klyvningstalet lägre än 3:1. Men ju fler plantor och blommor som undersöks, desto troligare är det att klyvningstalet hamnar nära 3:1.
 4. Låt oss kalla allelen för kort hår *H* (dominant) och för långt hår *h* (recessiv). Ett marsvin med korthårig fenotyp kan då ha genotyperna *HH* eller *Hh*. Genom en så kallad återkorsning, dvs genom att korsa vårt marsvin med en recessiv genotyp (*hh*), kan vi få reda på genotypen. Ett marsvin med recessiv genotyp är lätt att känna igen på att det har långt hår. Om vårt korthåriga marsvin har genotypen *HH*, så blir resultatet av återkorsningen *HH* x *hh* ungar där alla har genotypen *Hh*, det vill säga, de är alla korthåriga.

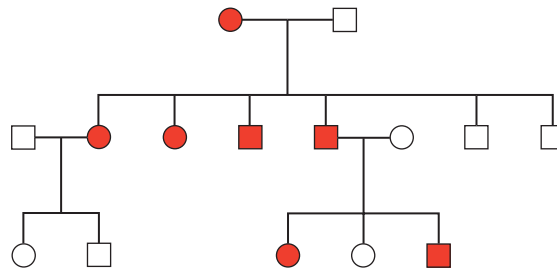
	<i>H</i>	<i>H</i>
<i>h</i>	<i>Hh</i>	<i>Hh</i>
<i>h</i>	<i>Hh</i>	<i>Hh</i>

Om vårt korthåriga marsvin har genotypen *Hh*, så blir resultatet av återkorsningen *Hh* x *hh* att vi får både ungar med genotypen *Hh* och *hh*, det vill säga, vi får både långhåriga och korthåriga ungar.

	<i>H</i>	<i>h</i>
<i>h</i>	<i>Hh</i>	<i>hh</i>
<i>h</i>	<i>Hh</i>	<i>hh</i>

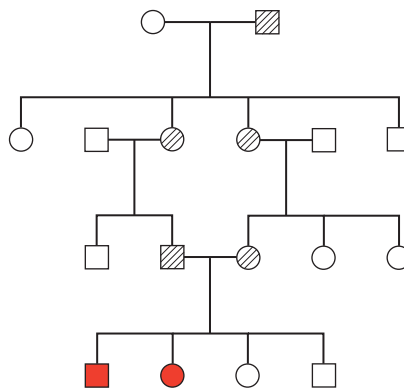
Alltså, genom utseendet på de ungar som blir resultatet av återkorsningen kan vi ta reda på genotypen hos ett korthårigt marsvin.

5. Sidan 208:



Den friska pappan måste ha en recessiv genotyp eftersom sjukdomen har en dominant nedärvning. Den sjuka mamman kan inte vara homozygot för sjukdomsallelen eftersom det finns både friska och sjuka barn i första generationens avkomma. De sjuka bland dessa barn måste alla vara heterozygoter eftersom pappan måste ha lämnat en frisk allel till alla sina barn. Barnbarnen i andra generationens avkomma kan sedan räknas ut på samma sätt.

Sidan 209:



Den här figuren är lätt att fylla i eftersom de friska anlagsbärarna visas med snedstreckning och de sjuka med rött. De som har vita rutor eller ringar saknar helt sjukdomsallelen.

6. En könsbunden sjukdom beror på en recessiv allel (som vi kan kalla a) på X-kromosomen. Den dominanta allelen (A) ger inga sådana besvär. Eftersom pojkar alltid får sin X-kromosom från mamman, kan de drabbas även när mamman bara bär på en upplaga av a . Däremot, om endast pappan är anlagsbärare (det vill säga sjuk), förs anlaget över bara till döttrarna. Döttrarna blir då bärare utan att bli sjuka. Typiskt för en sådan nedärvning är därför att de recessiva egenskaperna går i arv från morfar till dotterson. Döttrar kan bli sjuka, men då måste pappan vara sjuk och mamman bära på åtminstone ett anlag. Sannolikheten för ett sådant sammanträffande är mycket liten, eftersom de flesta sådana anlag är sällsynta.
7. En gen kan förändras genom mutationer. Mutationer i en enstaka gen kan uppstå när DNA kopieras före celledelningen. Någon nukleotid kan till exempel bytas ut eller falla bort. En sådan förändring kan göra att en aminosyra ändras i proteinet. Det kan i sin tur betyda att proteinet inte fungerar på samma sätt längre. Ett protein som fungerar annorlunda kan göra att cellen slutar att bilda ett ämne, eller att cellen tillverkar ett annat ämne. Resultatet blir ofta att cellen ser annorlunda ut eller att den fungerar sämre. Om en mutation förstör en gen på den ena kromosomen i ett par, så att den inte längre kan ge upphov till ett fungerande protein, kan allelen på den andra kromosomen i paret "ta över". Denna friska allel kodar då ensam för tillräcklig med protein. Det är förklaringen till att

en allel är tillräcklig för att uttryckas. Den dominanta allelen fungerar till skillnad från den recessiva. Ett exemplar av den dominanta allelen räcker ofta för att bilda tillräckliga mängder av ett protein. Cellerna fungerar ändå normalt. Hos till exempel trädgårdsärten behövs bara en fungerande allel, för att den röda färgen ska bildas i blommorna. Bara när det fungerande anlaget A saknas helt, som hos den recessiva homozygoten aa, blir blommorna utan färg, det vill säga vita.

8. I det här kapitlet har det talats en hel del om olika sjukdomar. Man kan fråga sig vad det är som kallas sjukdomar. Är närsynthet en sjukdom? Är färgblindhet en sjukdom? Är fenylketonuri en sjukdom? Är dyslexi en sjukdom? Vad vi väljer att kalla sjukdomar är naturligtvis delvis godtyckligt, ett språkbruk. Det finns både fördelar och nackdelar med att en egenskap betecknas som en sjukdom istället för en normal variation bland människor, som blå och bruna ögon. Diskutera gärna vidare vad det kan finnas för skäl till att människor vill att en egenskap ska kallas för en sjukdom. Läs mer i till exempel Nationalencyklopedin under "sjukdom".

Avel och förädling

1. Att ungar liknar sina föräldrar beror inte bara på arvet, det vill säga på gemensamma gener. Det beror också på att föräldrar och ungar ofta delar samma miljö. Det är till exempel möjligt att man vägde fåglarna i undersökningen och att ju mer feta fåglarna var, desto mer vägde de. Om föräldrarna har ett revir med mycket föda, så blir det mer mat åt både ungar och föräldrar. Det skulle kunna förklara sambandet och inte att de delar gener.
2. Ärftlighet hos människan kan undersökas med släktundersökningar och med hjälp av tvillingundersökningar. I en släktundersökning kan man se om det finns något samband mellan föräldrar med vänster/högerhänthet och om barnen blir vänster eller högerhänta. Det finns dock många problem med en sådan undersökning (se fråga 1). Idag kan man dock använda genteknik för att se om det finns någon gen som föräldrar och barn delar (se nästa kapitel). En säkrare metod än släktundersökningar är tvillingundersökningar. Man jämför då enäggstvillingar med tvåäggstvillingar för att se om enäggstvillingarna mer ofta har samma "hänthet" än vad tvåäggstvillingarna har. Det finns dock flera problem också med tvillingundersökningar, som det berättas mer om i läroboken på sidan 214.
3. När en ras försvinner, förlorar vi också de gener som var speciella för rasen och vi får färre gener att arbeta med vid förbättringen av husdjur och grödor. Detta kan göra det svårare att anpassa våra husdjur och grödor till miljöförändringar i framtiden.

Evolution

1. a) Med evolution menas att arterna förändras och att olika arter har utvecklats ur varandra.
 - b) Livsduglighet är ett mått på hur många överlevande avkommor en individ lämnar till nästa generation. En ärftlig egenskap som ger högre livsduglighet gynnas av evolutionen.
 - c) Ett stabiliserande urval gynnar den vanligaste egenskapen hos en art och gör att arten inte förändras (till skillnad från riktat urval).
 - d) Arter med god spridningsförmåga och som snabbt kan växa upp på störda platser med liten konkurrens kallas opportunisterna (till skillnad från konkurrensanpassade arter).
 - e) Med samevolution menas att två arter påverkar varandra under så lång tid, att de genom naturligt urval anpassas till varandra.
 - f) Ledfossil är arter som är utmärkande för ett visst lager i berget och som bara levt under en kort tidsperiod. De bör också finnas över stora geografiska områden. De används för att bestämma att olika lager är lika gamla och för att ordna lager i en tidsföljd.
 - g) Analoga organ är organ med olika ursprung men med samma funktion.
 - h) Homologa organ är organ som har samma ursprung. De kan ha samma eller olika funktion.
 - i) Rester av organ, som inte längre används, och som finns kvar ända upp i vuxen ålder kallas för rudimentära organ.
 - j) Egenskaper som bara finns hos en grupp besläktade organismer sägs vara unika egenskaper för den gruppen.
 - k) Ett system av grundläggande kunskaper inom ett område.
2. a) En art består av individer som kan få avkomma med varandra. Avkomman måste i sin tur vara fertil, det vill säga själv kunna få avkomma.
 - b) Artbegreppet är svårt att använda på arter med stor utbredningsområden där arten varierar mycket. Hur avgör man om brunbjörnarna i Nordamerika verkligen är samma art som de i Europa? Artbegreppet är också svårt att använda på organismer som förökar sig könlöst. De parar sig ju aldrig med varandra, och varje individ skulle då vara en egen art.
 - c) Det finns barriärer som hindrar olika arter att para sig med varandra, t.ex. färgdräkter eller beteendet under uppvaktningen hos djur eller olika blomningstider hos växter. Det finns också barriärer som verkar efter parningen. Det gäller om det inte blir någon befruktning när två arter parar sig eller om avkomman blir steril.
3. Ingen vet exakt hur evolutionen gett isbjörnarna sin vita päls. Men vi kan göra ett förslag, bara för att visa hur det naturliga urvalet går till. De flesta björnar har mörk päls, så det är troligt att isbjörnen härstammar från sådana. Vi kan tänka oss en population mörka isbjörnar, som bodde i trakter där det var snö och is en stor del av året. Precis som bland människor, så finns det de som har lite ljusare hårväxt och de som har lite mörkare. Det är inte konstigt att tänka sig att en sådan egenskap är ärftlig. Om det nu är så de ljusare björnarna har någon fördel som gör att de får fler ungar, som också överlever bättre, så kommer de ljusa björnarna att bli vanligare. Det kan också uppstå nya mutationer, som ger ännu ljusare päls och också de gynnas i så fall av det naturliga urvalet. Ett fördel kan vara att ljusare björnar syns sämre än mörka björnar mot den vita bakgrunden.

Det kan ha givit ljusa björnar en fördel när de jagar efter byte, och ljusa björnar lyckas därför föda upp fler ungar. Om denna process med mutationer och urval får fortsätta, så blir isbjörnen med varje generation i genomsnitt allt ljusare och så småningom helt vit.

4. För det första får slumpen stor betydelse om det är liten skillnad i livsduglighet mellan olika egenskaper. För det andra får den stor betydelse i små populationer, där olyckor kan avgöra vilken egenskap som blir vanligast. För det tredje kan slumpen få stor betydelse när nya populationer grundläggs av enstaka individer.
5. Den första typen av förändring är utvecklingen längs en linje (en arts egenskaper förändras). Den andra typen är att linjer ibland delar sig i två (antalet arter ökar). Den tredje typen av förändring är när en linje avslutas (arter dör ut).
6. a) Två populationer av en art kan hamna så långt ifrån varandra, att individerna i de två populationerna inte längre kan träffas och para sig. Detta kallas geografisk isolering. Om det sker, kan de två populationerna bli så olika att de utvecklas till två olika arter. När populationerna lever på olika platser med olika miljöer, kan det naturliga urvalet få populationerna att utvecklas åt olika håll. Får evolutionen tillräcklig med tid, kan individer från de två populationerna bli så olika, att de får svårigheter att para sig med varandra. De har då blivit två olika arter.
b) Nya arter kan också uppstå ögonblickligen, när två olika arter korsas. En korsning mellan två arter kallas hybridisering. Avkomman bildar en egen art, om den inte kan föröka sig med föräldrarterna.
7. Sannolikheten att en art dör ut ökar 1) med snabba miljöförändringar, 2) stora miljöförändringar, 3) om arten är ovanlig och består av få populationer.
8. a) Förklaringen till varför staren oftast lägger fem ägg är antagligen att detta antal är det som ger flest överlevande ungar. Om staren lägger färre än fem ägg är det inte svårt att föreställa sig att antalet överlevande ungar blir färre, om staren lätt klarar av att föda upp fem ungar i boet. Om staren lägger sex ägg blir det antagligen svårt för föräldrarna att hinna mata alla ungarna ordentligt och färre ungar överlever antagligen än när staren lägger fem ägg.
b) Man skulle enkelt kunna testa hypotesen genom att ta bort eller lägga ett extra ägg i starens bo och se hur ungarna överlever.
c) Detta finns det naturligtvis inte bara ett svar på.
9. Samevolution kan förändra arter genom predation, konkurrens eller mutualism, det vill säga de tre sätt som arter kan samspela på.
10. släkte: Homo
familj: Människoapor
ordning: Primater (Herredjur)
klass: Däggdjur
stam: Ryggsträngsdjur
Det här är en vanlig klassificering. Ordningen på de systematiska grupperna är alltid densamma, men namngivningen på de grupper som människan tillhör varierar.
11. Alla organismer har i stort sett samma kemiska beståndsdelar. Generna är uppbyggda av nukleinsyran DNA och enzymerna är olika proteiner. Proteiner består av långa kedjor av aminosyror. Varje aminosyra kan på laboratoriet framställas i en vänster- och en högerform. De två formerna är identiska,

förutom att molekylerna är varandras spegelbilder (som en höger och vänsterhand). I levande varelser tillverkas bara vänsterformer. Alla gemensamma kemiska egenskaper pekar mot att alla nu levande varelser har ett gemensamt ursprung, och härstammar från samma urorganism.

12. I experiment har man försökt att efterlikna förhållandena som rådde när jorden var ung. Forskare har sänt blixtar och ultraviolett ljus genom gasblandningar, som kanske liknar den tidiga atmosfären. Man har då visat att aminosyror och nukleotider bildas. Med nederbörden skulle dessa livets molekyler kanske ha kunnat anrikas i vattensamlingar, reagerat med varandra och bildat nukleinsyror och proteiner. Antagligen utvecklades RNA före DNA och proteiner. Både DNA och proteiner kan nämligen bildas med RNA som förebild. Om man kyler en vattenlösning med proteiner, så bildar de bubblor som yttligt påminner om celler. Vissa av proteinerna eller nukleinsyrorna i sådana bubblor kanske kunde göra kopior av sig själva, genom att fånga in och använda organiska föreningar i vattnet. De första organismerna skulle då ha varit heterotrofer, som bestod av och levde av de olika organiska föreningarna i denna "ursoppa".

En alternativ teori för livets uppkomst har sin grund i att man på 70-talet upptäckte samhällen av djur och bakterier vid heta källor på havsbotten på 2000 till 3000 meters djup. Ur skorstensliknande bildningar sprutar vatten, som kan vara flera hundra grader varmt. Vattnet kyls, när det blandas med omgivande havsvatten. Det heta vattnet för med sig metalljoner, koldioxid, ammoniak och svavelväte från jordens inre. Bakterierna vid källorna är så kallade arkebakterier. De kan skaffa sig energi ur svavelväte eller metalljoner genom kemiska reaktioner. Med hjälp av energin bildar de organiska föreningar av koldioxiden och ammoniak. Liknande bakterier finns också i vattenfyllda sprickor i berget på land, ofta nära underjordiska varma källor. Liknande platser har antagligen funnits under större delen av jordens historia. Där finns goda förutsättningar för uppkomsten av aminosyror och nukleinsyror. Kanske påminde istället de första organismerna om arkéer. I så fall var de första organismerna autotrofer, även om de inte var förmögna till fotosyntes.

13. De första spåren av eukaryota, encelliga organismer finns i ungefär två miljarder år gamla bergarter. Forskaren Lynn Margulis föreslog 1970 att eukaryoterna uppkom ur en symbios mellan olika bakteriegrupper. Olika bakterieceller slog sig samman till en eukaryot cell.

De heterotrofa eukaryoterna uppstod först. Allt som behövdes var att en stor bakteriecell invaderades av en mindre bakterie, som kunde andas. Denna mindre bakterieart utvecklades så småningom till mitokondrien, som sköter cellandningen i alla eukaryoters celler. I de gröna växternas celler finns förutom mitokondrier också kloroplaster. Kloroplasterna är mycket lika blågröna bakterier. De kan ha uppstått när en blågrön bakterie började leva i en tidig, encellig eukaryot, som redan hade mitokondrier.

14. Den mest dramatiska förändringen har varit kraniets utveckling med ökad hjärnvolum och mindre framträdande käkparti och ögonbrynsbågar. Den kulturella utvecklingen och utvecklingen av talet är också avgörande förändringar.

Etologi och beteende-ekologi

Klassisk etologi

1. Se ordlista och texten för definitioner och beskrivningar.
2. Småkrypens beteende kan inte sägas kräva intelligens och är knappast resultatet av medvetet handlande. De djur som beter sig "rätt", alltså söker sig till platser som ger skydd eller föda, har större chanser att överleva. De får därigenom större avkomma som för anlagen för detta beteende visare.
3. Man kan tänka sig en mutation som ger upphov till en fågel med en mer markerad färgfläck på näbben. Fläcken kan ha gett upphov till ett kraftigare beteendesvar, intensivt tiggande, av ungarna som i sin tur kan ha lett till att föräldrarna matar ungarna som tigger mer. Ungarna, med anlag för en kraftigt markerad färgfläck, kan då ha en fördel jämfört med ungar som matats mindre när de lämnar boet.
4. Stirrandet kan ses som en inledning till en attack. Selektionen gynnar artfränder som uppfattar stirrandet som en inledning till ett anfall, eftersom det ger en möjlighet t.ex. att fly innan anfallet sker. Det minskar risken för skador, och ökar chansen till överlevnad och att få ungar som också bär anlagen att uppfatta stirrandet som hotsignal.
5. Skratmåsar lever i kolonier i mer öppen terräng medan starar lever i mer tät vegetation. Visuella signaler kan fungera bättre bland de kolonilevande måsarna som lever nära varandra, medan akustiska signaler fungerar bättre i en miljö där djuren inte ser varandra. Evolutionen gynnar kommunikation som fungerar bäst i respektive miljö.
6. De delar av kroppen som används vid kommunikation har färgteckningar som ger kontraster och gör signaler till artfränder tydligare. Övriga delar av kroppen är mer kamouflagefärgad vilket har ett överlevnadsvärde eftersom de inte lika lätt upptäcks av byten eller fiender.

Beteende-ekologi

1. Se ordlista och texten för definitioner och beskrivningar.
2. Man kan resonera om födoval. Vargar jagar större byten, som älgar. Storleken på bytesdjur kräver att flera djur jagar tillsammans för att lyckas. Ett stort byte tillåter att flera rovdjur får tillräcklig vinst i form av föda. Lodjur jagar mindre byten, och energin i det fällda bytet räcker enbart till ett rovdjur.
3. Gruppliv ger större överlevnadschanser om de jagas av rovdjur, som en vargflock, eftersom de kan försvara sig gemensamt. mer begränsad tillgång på föda tillåter dock inte att hjordarna blir alltför stora.
4. Ett varningsläte kan leda till att fler fåglar flyger iväg samtidigt, vilket ger t.ex. en rovfågel mindre chans att lyckas med jakten. Om en ropande fågel kan "gömma sig" i en flock flyende fåglar minskar risken att själv bli byte.
5. Flocklevande måsar lever i mer öppen terräng och ökar överlevnadschansen om de lever i stora kolonier. Om en fågel lyckas ta sig till mitten av kolonin finns artfränder mellan den fågel som lever i mitten och t.ex. en jagande räv. Bofinkar lever mer skyddat och kan klara sig som par. Det kan däremot vara viktigt att försvara revir och bon eller födoresurser mot andra bofinkar.

6. Om honans val står mellan en hane med ett dåligt revir och en hane som redan har en hona i ett bra revir, kan det vara en vinst att väljs den redan parade hanen. Även om honan får stå för uppfödning själv kan det ge mer energi till ungarna än vad ett fattigt revir med en oparad hane kan ge.
7. T.ex. blomfluga – geting, gräshoppor som liknar blad eller blommor, vandrande pinnar som liknar kvistar (se för övrigt texten).
8. En jagande fågel kan uppfatta ögonfläckarna som en del av huvudet på ett bytesdjur och rikta attacken mot dessa. Även om fjärilens vingar skadas en del, blir skadorna i utkanten av vingarna inte så allvarliga. Om fjärilen i stället lyckas fly från attacken och förökar sig, förs anlagen för ögonfläckar vidare till avkomman.

Organismernas släktskap och ekologi

1. Vanligen menar man med växter organismer som har fotosyntes, eller vars nära släktingar har fotosyntes. Med djur menar man då organismer som äter och som har någon sorts matspjälkningssystem. Då är svampar varken djur eller växter. Man har också hittat många encelliga organismer som ibland kan fotosyntetisera och ibland leva av organisk energi. De är varken djur eller växter. Bakterier (äta bakterier och arkéer, det vill säga prokaryota ..organismer), saknar cellkärna och andra cellorganeller och skiljer sig på ett grundläggande sätt från de eukaryota organismerna.

2. De tre domänerna är: eubakterier, arkéer och eukaryoter.

Eubakterier är encelliga organismer med en cellstorlek mellan 1–10 µm. De är omgivna av en cellvägg. De saknar membranomslutna cellorganeller och äkta kromosomer. De förökar sig genom delning, vilken under gynnsamma förhållanden kan ske var 20:e minut. De kan vara heterotrofer, fotoautotrofer eller kemoautotrofer.

Arkéer är också encelliga organismer med cellstorlek mellan 1–10 µm, som är omgivna av en cellvägg och saknar membranomslutna cellorganeller och äkta kromosomer. De förökar sig också genom delning. De skiljer sig från eubakterierna dels genom att de kan leva i extrema miljöer (vid hög salthalt, där det är mycket surt och eller vid hög värme) dels genom viktiga biokemiska skillnader.

Eukaryoter består av celler som innehåller membranomslutna cellorganeller. Bland eukaryoterna finns encelliga och flercelliga organismer. En del eukaryoter har könlös förökning, men könlig förökning är vanlig.

3. Prokaryoter saknar membranomslutna cellorganeller (cellkärna, mitokondrie, ER, lysosom, kloroplast) och äkta kromosomer, vilket eukaryoterna har.

4. En fördel är att organismen kan bli stor, vilket gör att den kan skapa och utnyttja nya ekologiska nischer. Stora individer lever också längre än små. När flera celler samarbetar kan individen överleva och fortplanta sig även om enstaka celler dör. Flercellighet innebär också en möjlighet till specialisering och därmed effektivare energiutnyttjande.

En nackdel är att specialiseringen gör att olika typer av celler blir beroende av varandra för sin överlevnad.

5. Nej. De organismer som lever idag utgör alla det senaste stegen i den evolution som skett sedan liv uppstod på jorden. De organismer som lever i dag är de som just nu är bäst anpassade till sin miljö.

6. Bland bakterierna finns kemoautotrofer och fotoautotrofer. Bland eukaryoterna är alla autotrofer fotoautotrofer (växter, alger, ögonflagellater, pansarflagellater). Fotoautotroferna utnyttjar solenergi och kemoautotrofer utnyttjar den energi som frigörs vid exoterma kemiska reaktioner. Energin används för att skapa biologiskt användbar energi (socker). Socker bildas ur koldioxid och ett ämne som kan avge väteatomer (vanligen vatten).

Exempel på kemoautotrofer är *järnbakterier* som oxiderar järnjoner från Fe^{2+} till Fe^{3+} i syrerika miljöer. Andra kemoautotrofer som lever i syrerika miljöer utnyttjar den energi som frigörs vid oxidation av ammoniak till nitrat, eller oxidation av svavel eller svavelväte till sulfat.

Kemoautotrofa bakterier som lever i syrefattiga miljöer kan utnyttja andra ämnen än syrgas som oxidationsmedel. Vissa svavelbakterier lever i dy och gytta och använder svavlet i sulfat som oxidationsmedel. Det finns också bakterier som utnyttjar kvävet i nitrat som oxidationsmedel.

7. Det mesta av den syrgas som finns i atmosfären har bildats via fotosyntes. Syrgasen bildas som restprodukt när fotosyntesens vätekälla är vatten. Den första fria syrgasen bildades av blågröna bakterier. Eftersom syrgas är så reaktiv medförde bildningen av syrgas att många organismer förgiftades och massor av arter utrotades på grund av den förhöjda syrgaskoncentrationen. Men närvaron av syrgas gjorde också att det uppstod organismer som kunde använda syrgasen för att andas. Vid andning utnyttjas energin mycket effektivare än vid jäsning. Förmågan att andas uppstod förmodligen som ett skydd mot den farliga syrgasen. Dessutom har syrgasen gett upphov till det ozonskikt som omger jorden och utestänger mycket ultraviolett strålning. Om ozonskiktet inte funnits skulle liv på land inte ha uppstått.
8. Enligt den så kallade symbiosteorin har eukaryoterna uppstått genom att prokaryota organismer invaderat andra prokaryoter och till slut smält samman med varandra till en ny organism. Kloroplaster är ursprungligen blågröna bakterier och mitokondrier härstammar från prokaryoter med förmåga att andas. Både kloroplaster och mitokondrier har eget DNA och de förökar sig självständigt inom cellen genom delning.
9. Växter har en rot som förankrar dem i marken och som suger upp vatten, kärlsträngar som transporterar vatten genom stammen till bladet. Bladen är vattentäta och har klyvöppningar som släpper in koldioxid när de är öppna. Klyvöppningarna stängs när växten måste spara på vattnet. Mossor och ormbunkar sprider sig i luften med sporer. Fröväxternas befruktning sker med pollenkorn som inte behöver vatten för att spridas. Fröet är också en anpassning till landlev.

Landlevande ryggradsdjur andas med lungor. Reptiler, fåglar och däggdjur har vattentät hud och inre befruktning och deras ungar utvecklas i ägg eller i livmodern.

Landlevande leddjur har vattentät hud. Insekter har dessutom förmåga att flyga.

10. I en grundläggande form av könlig fortplantning är båda könscellerna lika stora och båda rör sig med flagell. Mer framskridet är när könscellerna är lika stora men bara den ena rör sig. Könsceller som har egen rörelseförmåga är hanceller. Slutligen finns små rörliga hanceller (spermier) som söker sig till stora orörliga honceller (äggceller).
11. Vid den könlösa förökningen bildas många nya individer snabbt. Den könlösa förökningen är också energisnål eftersom man inte behöver finna en partner och inte behöver utföra någon parningsakt. Den könliga förökningen ger upphov till större variationsrikedom hos avkomman. Enkelt uttryckt ger sex nya individer med unika kombinationer av gamla gener. Fördelaktiga mutationer som inträffat i olika individer kan komma att hamna i samma individ och samverka. På samma sätt kan flera ofördelaktiga mutationer avlägsnas om de hamnar i en individ som dör. Avkommor med bättre egenskaper får i nästa generation större avkomma de med sämre får mindre avkomma. Man har visat att könlig förökning är en fördel i föränderliga miljöer och som skydd mot parasiter. Läs mer till exempel på <http://www.pbs.org/wgbh/evolution/sex/advantage/>
12. Leddjursgruppen är mycket artrik. Det anses bero på:
 - Att de har ett ledat och vattentätt yttre skelett som förhindrar vattenförluster och ger bra skydd mot fiender.
 - Skelettet är ett bra fäste för muskler, det göra att leddjuren har bra rörlighet.

Leddjurens ledade utskott har under evolutionens utvecklats på olika sätt. Därför har leddjuren flera olika homologa organ (t. ex olika typer av gång-, sim- och hoppben, vingar, antenner och mundelar).

Leddjuren har också bra sinnesorgan och nervsystem samt avancerade andningsorgan som gälar, boklungor eller trakéer.

Den artrikaste leddjursgruppen är insekterna som är små och har mycket specialiserad diet. Olika insektsarter är specialiserade och utnyttjar många olika nischer. Därför kan många arter leva inom ett litet område utan att konkurrera med varandra.

Insekterna kan flyga. Från början (för 350 Mår sedan) var det bara insekterna som flög. I luften hotades de inte av andra organismer och de behärskade sedan luftrummet utan konkurrens i 100 Mår. Under denna tid hann många arter uppstå och utvecklas.

Många insekter har dels ett larvstadium och dels ett vuxenstadium. Larven och den vuxna individen liknar inte varandra, de lever ofta i olika miljöer och av olika föda. De konkurrerar inte med varandra och kan överleva korta miljöstörningar, om störningarna bara drabbar den ena av artens biotoper.

En annan artrik grupp är bakterier, både eubakterier och arkebakterier. De har funnits så länge på jorden att många olika arter hunnit utvecklats. De är också små och utnyttjar energi och byggstenar på många olika sätt. Det finns fotoautotrofa bakterier, som alltså utnyttjar solenergi för att bygga upp energirika föreningar medan kemoautotrofer istället utnyttjar den energi som frigörs vid oorganiska, kemiska reaktioner. Men de flesta bakterier är heterotrofer som kan utnyttja många olika sorters "föda". Bakterier kan leva i många olika sorters miljöer till exempel syrgasfria, mycket sura, mycket salta eller mycket varma miljöer.

13. Här ges inget svar, eftersom detta inte är en fråga utan en uppmaning till egna studier.