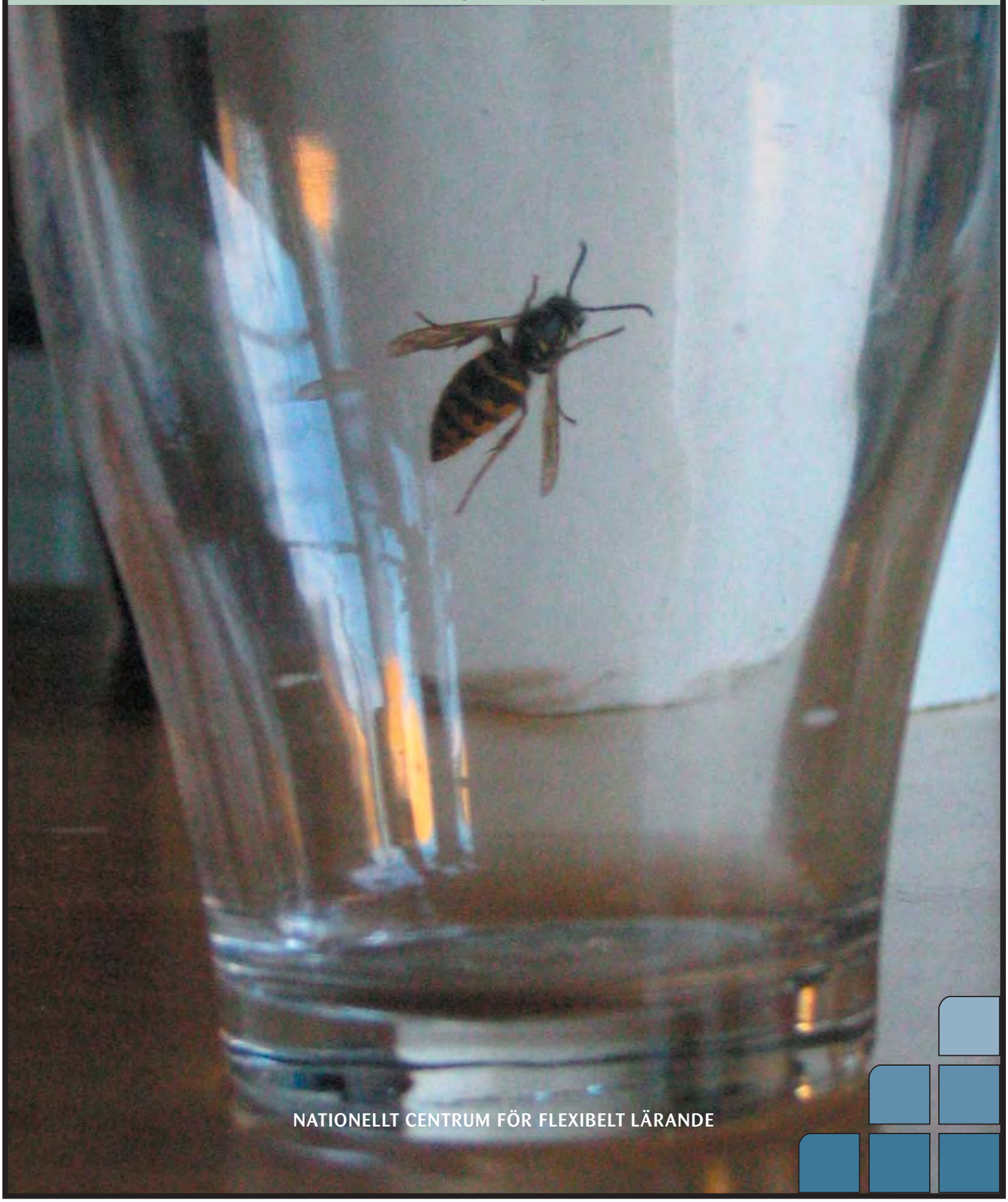
STUDIEHANDLEDNING

BI1202

Biologi B

NATURVETENSKAP



NATIONELLT CENTRUM FÖR FLEXIBELT LÄRANDE

Innehåll

Sidan

Välkommen till kursen i Biologi B 4

Kursmaterial 6

Kursmål och betygskriterier 7

Kursöversikt 9

Studieenhet 1 10
Studiearbete 1 17

Studieenhet 2 18
Studiearbete 2 29

Studieenhet 3 31
Studiearbete 3 41

Studieenhet 4..... 42
Studiearbete 4 53

Svar på kontroll- och övningsuppgifter 55

CFL ansvarar inte för fortsatt uppdatering av kursmaterialet. Vuxenutbildare har full rättighet att återanvända materialet efter eget behov./09-2004

Välkommen till kursen Biologi B!

Du har valt en kurs med många intressanta och aktuella frågeställningar som du kommer att ha nytta och glädje av att vara insatt i!

Här är några exempel:

Hur fungerar cellerna i kroppen? Hur används alla ämnen som finns i cellerna? Vad är stamceller och varför pratas det så mycket om dem?

Varför är vissa virus och bakterier så farliga? Vad är ett retrovirus? Hur fungerar ett vaccin? Varför blir man allergisk?

Hur samarbetar organen i vår kropp? Varför klarar sig en ödla bättre på land än en groda? Har verkligen en daggmask hemoglobin?

I nyheterna berättas ofta om nya upptäckter inom biologin som du kommer att förstå mycket bättre med kunskaper från Biologi B.

Ta till exempel genteknik. Vid Tekniska högskolan i Stockholm letar forskarna efter de arvsanlag som med tiden kommer att ge sina bärare åderförkalkning och sockersjuka. Målet är att få fram gentekniska metoder för att hitta dessa farliga anlag. Eller vad sägs om att kunna vaccinera dem som har anlag för åderförkalkning? Svenska och amerikanska forskare som arbetar med detta tror att man om fem år kan begränsa risken att få hjärtinfarkt eller stroke (blodpropp i hjärnan) med ett sådant vaccin.

Varje år rapporteras i nyhetsmedia om nobelpris som delats ut för upptäckter som visar hur celler och ämnen i cellerna fungerar. År 2000 fick en svensk, som heter Arvid Carlsson, dela medicinpriset med två andra. Hans upptäckt var ett ämne i hjärnans celler som nu tillverkas och ges som medicin mot sjukdomar i hjärnan. Professor Carlssons forskargrupp har nyligen testat andra ämnen från hjärnceller på svårt sjuka parkinsonpatienter, patienter med Huntingtons sjukdom (danssjuka) och schizofreni och fått mycket goda resultat.

Forskare över hela världen arbetar intensivt med att försöka konstruera vacciner och andra läkemedel för att hjälpa människors och djurs immunförsvar i kampen mot t.ex. AIDS, BSE (galna kosjukan), sjukhussjukan och många andra sjukdomar. Ganska snart kommer ett vaccin mot Borrelia, den bakterie som

sprids av fästingar och kan ge nervskador. I USA håller forskare på att framställa ett vaccin mot hepatit B (smittsam gulsot). Vaccinet ska man få i sig genom att äta en genmodifierad potatis som bildar vaccinet i sina celler!

Det är viktigt att kunna hänga med i den här utvecklingen som kommer att vara hett nyhetsstoff under många år.

Kursinnehållet kan sammanfattas så här:

- cellens byggnad hos olika organismer
- virus byggnad och levnadssätt
- organismernas byggnad och livsfunktioner i ett utvecklingshistoriskt perspektiv
- regleringen och samspelet mellan människans organsystem.

Återigen – varmt välkommen till kursen. Vi hoppas att du kommer att trivas med studierna. Vi är säkra på att du kommer att få nytta av dem!

Hur ska man läsa kursen?

Kursen innehåller två delar. En distansdel med teori och några laborationer som man kan göra hemma och en laborationskurs på några dagar.

När du fått kurspaketet kan du sätta igång. Kursen är indelad i fyra delar, studieenheter. Börja med att undersöka lärobokens indelning och gör en förteckning över vilka sidor som hör till var och en av de fyra studieenheterna.

I de tre första studieenheterna i handledningen finns sammanfattningar av det viktigaste som du behöver kunna om de ämnen som är cellernas byggnadsmaterial (Studieenhet 1), om celler och virus (Studieenhet 2) och om organismernas utveckling (Studieenhet 3). Dessa tre studieenheter är skrivna så att du ska kunna läsa dem och använda bilderna i en lärobok som visar celler, virus och annat som nämns i de tre studieenheterna. Om du kan tillgodogöra dig innehållet i studiehandledningen på detta sätt är det inte lika nödvändigt att läsa allt som står i läroboken. I Studieenhet 4 (människokroppen) presenteras kroppens olika organ och många begrepp och termer (nyckelord) räknas upp. Här måste du läsa lärobokens framställning för att få nyckelorden förklarade och en mer detaljerad framställning av byggnad och funktion hos kroppens olika organ.

Kursmaterial

Studiehandledningen ger dig sammanfattningar av kursinnehållet med utgångspunkt från vår tolkning av Skolverkets kursmål. I varje studieenhet finns tre typer av uppgifter:

- kontrolluppgifter där du väljer svar bland olika alternativ.
- övningsuppgifter där du själv skriver svar på frågorna.
- studiearbeten som du skickar till din Nationellt centrum för flexibelt lärande-lärare för kommentar och bedömning.

Dina svar på kontrolluppgifterna och övningsuppgifterna kan du jämföra med de svar som finns längst bak i handledningen.

Exempel på läroböcker (se till att boken gäller nya 50-poängskursen!):
Henriksson: *Biologi B* (Gleerup).
Karlsson, Krigsman, Molander, Wikman: *Biologi B* (Liber).
Peinerud, Lager-Nyqvist, Lundegård: *Biologi B* (Bonniers).

Laborationer

Vissa laborationer som ingår i kursen gör du i skolan eftersom de kräver material (t.ex.
mikroskop) och är svåra att göra själv utan direkt handledning. Laborationerna utför du tillsammans med kurskamrater och du har också möjligheter att få svårare delar i kursen förklarade av din lärare.

Hur ska man visa vad man kan?

Om du tittar i studiehandledningens innehållsförteckning så ser du att det i slutet av studieenheterna finns studiearbeten som du ska utföra. Studiearbetena är laborationer (”hemlaborationer”) eller frågor, eller båda delarna. Laborationerna redovisar du enligt den mall som finns i studiehandledningen i anslutning till den första hemlaborationen (s. 29). Du skickar studiearbetena till din lärare som kommenterar dina svar och laborationsrapporter så att du får veta hur du klarat dem. Om du stöter på svårigheter i studieenheterna så tar du kontakt med läraren.
För att få betyg på kursen måste du göra ett betygsprov. Betygsprovet består av en skriftlig och en muntlig del. Vid den muntliga delen träffar du läraren under en halvtimme för att gå igenom och svara på kompletterande frågor.

Dina studiearbeten kan påverka betyget i positiv riktning. Det innebär att väl utförda studiearbeten kan bidra till ett bra betyg. Betyget påverkas inte av att du uppmanas att återkomma med nya svar eller laborationsrapporter. Att du ställer alla de frågor du behöver få svar på drar inte heller ner betyget utan ses som ett bevis för att du är intresserad.

Kursmål och betygskriterier

I Skolverkets författningssamling (SKOLFS 2000:19) står det så här om Biologi B (ordförklaringar inom parentes):

> ”Biologi B ger eleven möjlighet att tillägna sig kunskaper i *molekylärbiologi* och *fysiologi* hos växter, djur och människan. Molekylärbiologiska och evolutionära aspekter ska ge fördjupade kunskaper om systematik och livets utveckling på jorden.
>
> (Molekylärbiologi handlar om hur molekylerna är byggda och hur de fungerar i cellerna. Inom fysiologin beskriver man hur organismerna fungerar. Evolution är organismernas utveckling genom årmiljoner. Systematik är indelning av organismerna som grundar sig på släktskap mellan dem.)
>
> I kursen läggs stor vikt vid experimentellt arbete. Kursen förutsätter motsvarande Biologi A och är gemensam i inriktningarna naturvetenskap och miljövetenskap inom naturvetenskapsprogrammet.”

Skolverket uttrycker målen för Biologi B i fyra meningar som börjar med ”Eleven skall”:

”Mål som eleverna ska ha uppnått efter avslutad kurs

Eleven skall

- kunna planera, genomföra och tolka fysiologiska experiment samt redovisa arbetet både muntligt och skriftligt,
- ha kunskap om prokaryota och eukaryota cellers byggnad och funktion samt virus byggnad och livscykel,

  (Prokaryota celler saknar cellkärna och många av de organeller (smådelar) som finns hos eukaryota celler. Bakterier och cyanobakterier (blågröna alger) har prokaryota celler medan cellerna hos alla övriga organismer är eukaryota.)
- ha kunskap om sambandet mellan evolution och organismernas funktionella byggnad och livsprocesser,
- ha kunskap om reglering av och samspel mellan människans organsystem.”

Skolverkets Betygskriterier för Biologi B

Kriterier för betyget Godkänd

- Eleven genomför undersökande uppgifter enligt instruktioner och utvärderar och diskuterar resultaten med handledning.
- Eleven redogör för huvuddragen i några biologiska teorier.
- Eleven använder införda biologiska begrepp och modeller för att beskriva biologiska fenomen och samband.
- Eleven skiljer på naturvetenskapliga och andra sätt att skildra verkligheten.
- Eleven ger exempel på biologiska landvinningar och beskriver deras betydelse för människa och samhällsutveckling.

Kriterier för betyget Väl godkänd

- Eleven medverkar vid utformning och genomförande av en undersökning samt tolkar resultaten utifrån införda teorier och ställda hypoteser.
- Eleven använder införda biologiska begrepp, modeller och teorier för att förklara biologiska fenomen och samband samt tillämpar dem på situationer i vardagslivet.
- Eleven belyser och diskuterar frågeställningar och hypoteser om företeelser i omvärlden utifrån biologiska teorier och modeller.

Kriterier för betyget Mycket väl godkänd

- Eleven tillämpar ett naturvetenskapligt arbetssätt, tolkar resultat och värderar slutsatsers giltighet och rimlighet utifrån teorier och ställda hypoteser.
- Eleven jämför och värderar olika modeller och teoriers giltighet och identifierar skillnader mellan naturvetenskapliga och andra sätt att skildra verkligheten.
- Eleven integrerar kunskaper från olika delområden och relaterar dessa kunskaper till övergripande teorier.
- Eleven analyserar och diskuterar nya frågeställningar och hypoteser om företeelser i omvärlden samt reflekterar över deras giltighet utifrån biologiska teorier och modeller.

Kursöversikt

Studieenhet 1	Organiska föreningar i cellerna.
Studieenhet 2	Prokaryota och eukaryota celler. Virus. Ämnestransport. Ämnesomsättning.
Studieenhet 3	Evolutionen och organismernas funktionella byggnad
Studieenhet 4	Människokroppen – reglering och samspel.
Laborationskurs	Cellstudier. Människokroppens anatomi och fysiologi.
Betygsprov	Kunskapstest som är grund för ditt betyg.

Studieenhet 1

Cellens organiska ämnesgrupper

Målet är att du ska ha grundläggande kunskaper om *funktioner* (vad de används till) och *byggnad* hos kolhydrater, lipider, proteiner och nukleinsyror. Detta är de ämnen som cellerna använder till sina livsprocesser och som byggnadsmaterial. Efter genomgången av ämnenas funktioner och byggnad kan du själv testa dina kunskaper med Kontrolluppgift 1.

Därefter följer det första studiearbetet som du ska skicka till din lärare vid Nationellt centrum för flexibelt lärande.

Kolhydrater:

Funktioner

Glukos (druvsocker) är den centrala kolhydraten i cellernas energiomsättning: Den bildas i fotosyntesen och den är utgångsämne i cellernas energiutvinning (respiration).

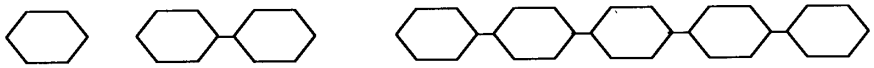
Stärkelse hos växter och glykogen hos djur är energirik upplagsnäring.

Cellulosa är det starka materialet i växternas cellväggar och har samma funktion i en växt som skelettet hos ett ryggradsdjur. Ur kolhydrater byggs proteiner och fetter i cellerna.

Byggnad

Monosackarider (=enkla sockerarter) t.ex. glukos och fruktos. Glukosmolekylen symboliseras ofta med en sexhörning (fem av hörnen är kolatomer), se bild nästa sida. Sockerarters namn slutar på –os. Namnen uttalas med betoning på denna stavelse.
Disackarider (=sammansatta sockerarter) t.ex. maltos och sackaros (”vanligt” socker). Maltos symboliseras med två ihopbundna sexhörningar.
Polysackarider t.ex. stärkelse, cellulosa, lignin och glykogen symboliseras med många sammankopplade sexhörningar. Antalet sexhörningar (monosackarider) och förgreningar varierar beroende på ämne.

Med symboler kan man illustrera sambandet mellan molekyler av mono- di- och polysackarider:



glukos (druvsocker) maltos (maltsocker)

Stärkelse, cellulosa eller glykogen kan symboliseras med ihopbundna sexhörningar (vissa av ämnena består av många tusen sexhörningar/molekyl)

Lipider

Funktioner

Fetterna är, liksom kolhydraterna, upplagsnäring hos växter och djur. Fosfolipiderna bygger upp membraner i och runt celler. Exempel på steroider är vitamin D (behövs för skelettets uppbyggnad), könshormonerna testosteron och östrogen, samt hormonet kortison (bildas i binjurarna och reglerar sockeromsättningen samtidigt som det är inflammationshämmande). Även klorofyll och hemgruppen i hemoglobin räknas till lipiderna.

Byggnad

Fetter: Ofta använd molekylsymbol: E (har inget med bokstaven E att göra). Den vertikala delen föreställer en glycerolmolekyl och de tre horisontella delarna föreställer karboxylsyramolekyler. Omättade fetter anses mer hälsosamt att äta än mättade. Fosfolipider är byggda ungefär som fettmolekyler men en av fettsyramolekylerna är utbytt mot en hydrofil del, ofta symboliserad med en ring. På ringen sitter två hydrofoba ”svansar” som föreställer fettsyror. En hydrofil molekyldel vänds mot vattenmolekylerna i en lösning och en hydrofob del vänds från vattenmolekylerna. Se bild på cellmembran i lärobok.

Proteiner

Funktioner

I vår kropp finns c:a 300 olika sorters proteiner. Proteinerna har ett flertal nyckelfunktioner i cellerna. Funktionen bestäms av proteinets primär-, sekundär- och tertiärstruktur (se under ”*Byggnad och egenskaper*”)

Här följer i punktform exempel på proteiners funktioner:

- Enzymer. Katalyserar (påskyndar) kemiska reaktioner. I stort sett alla kemiska reaktioner i cellerna kräver ett enzym för att kunna ske.

  Några exempel på enzymgrupper. Enzymers namn slutar oftast på –as. Namnen uttalas med betoning på denna stavelse.

Namn	Katalyserar
Amylas	stärkelsenedbrytning (=sönderdelning av stärkelsemolekyler) till maltos och glukos
Proteas	proteinnedbrytning till aminosyror
Lipas	fettnedbrytning
Oxidas	oxidationer
Dehydrogenas	väteavgivning, t.ex. i citronsyracykeln och fotosyntesen (se s. 26)
Polymeras	ihopsättning av mindre molekyler till större, t.ex. nukleotider till DNA eller RNA

  Det finns t.ex. flera olika amylaser eftersom det finns flera olika typer av stärkelsemolekyler och varje enzym bara kan sönderdela en typ av molekyler.

  Enzymerna är specifika för de reaktioner som de katalyserar. Inhibitorer (”gifter”) hämmar funktionen. Enzymerna i vår kropp fungerar i allmänhet bäst vid 35-40^{o}C och pH 7,2.

- Membranproteiner (mellan fosfolipiderna) i membraner bildar kanaler för transport av näringsämnen m.m. genom cellmembraner.
- Muskler är uppbyggda av proteinerna aktin och myosin som svarar för musklernas kontraktion (sammandragning).
- Transportproteiner t.ex. hemoglobin och myoglobin.
- Stödjevävnad i ben och brosk, t.ex. kollagen.
- Hormoner, t.ex. insulin (51 aminosyramolekyler; reglerar sockerhalten i blodet), oxytocin (9 aminosyramolekyler; påverkar livmoderns sammandragning vid förlossning), vasopressin (9 aminosyramolekyler; höjer blodtrycket och stimulerar njurarnas vattenåtervinning).
- Antikroppar i immunförsvaret som bekämpar allt främmande som kommer in i kroppen.
- Koagulationsfaktorer i blodet dvs. ämnen som bidrar till blodets stelning.
- Kitin i svampars cellväggar (samma funktion som cellulosa har i växters cellväggar).

Byggnad och egenskaper

Proteiner är uppbyggda av aminosyror som är sammankopplade som pärlorna i ett halsband.

Typ av förening	Antal sammankopplade aminosyramolekyler
dipeptid	2
tripeptid	3
polypeptid	10 – 50 (c:a)
protein	c:a 50 eller fler (vanligen några hundra)

Tabell 1:Mindre ”bitar” av proteinmolekyler kallas peptider

Exempel på en peptid är hormonet oxytocin:
Gly-Leu-Pro-Cys-Asn-Gln-Ile-Tyr-Cys där varje aminosyras namn förkortas med tre bokstäver.

Primär-, sekundär- och tertiärstrukturen bestämmer proteinets funktion:

- Primärstrukturen = aminosyrornas ordningsföljd i proteinmolekylen - ”en lång tråd”.
- Sekundärstrukturen = ”tråden har spiraliserats”.
- Tertiärstrukturen = ”den spiraliserade tråden har veckats ihop”.

Enzymer består ofta av annat än protein. Proteindelen kallas då apoenzym och den andra delen som kan vara en metallatom eller en nukleotid kallas koenzym.

Enzymerna har ett aktivt centrum, ett område i en enzymmolekyl där katalysen sker.

Syror, hög temperatur och salter är skadligt för ett protein, det denatureras. Det innebär att tertiär- och sekundärstrukturerna förändras. Då förlorar proteinet sin funktion.

12 av aminosyrorna kan framställas i våra celler. De andra 8 aminosyrorna måste tillföras med födan. De kallas essentiella (”livsnödvändiga”) aminosyror. Om inte kosten innehåller alla de 8 essentiella aminosyrorna kan inte alla proteiner tillverkas i kroppen vilket kan visa sig som allvarliga sjukdomar.

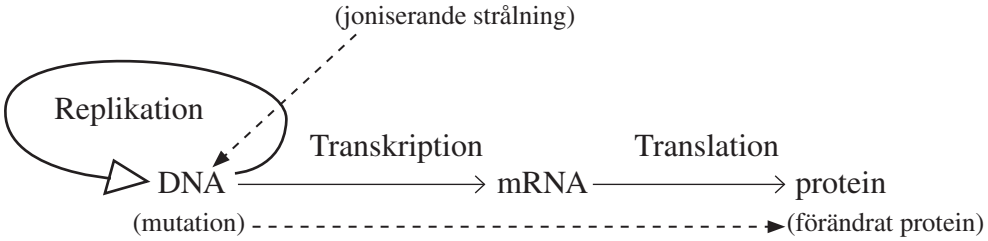
Nukleinsyror

Funktioner

Nukleinsyrorna svarar för proteinsyntesen (= proteintillverkningen) i cellerna (se fig. 1).

Gen = arvsanlag = del av DNA-molekyl med information för bildning av visst protein.

Ett visst protein ger en bestämd egenskap, t.ex. ögonfärg eller blodgrupp i AB0-systemet. Till de mer komplicerade egenskaperna behövs flera samverkande proteiner. C:a 30 000 gener behövs för att ge en människa alla hennes egenskaper.



Figur 1.
Replikation: DNA-molekylerna kopieras före celldelning. Efter kopieringen är människocellernas kromosomantal 92 men återgår till ”normala” 46 när kromosomerna delas upp på två celler. DNA:s funktion är att dirigera proteintillverkningen så att aminosyrasekvensen blir den rätta för varje protein. (Joniserande strålning kan leda till mutation. Om mutationen drabbar könscell kan mutationen bli ärftlig).
Transkription: Proteintillverkning börjar med att en mRNA-molekyl byggs med DNA som mall (mRNA:s nukleotidsekvens = den genetiska koden).
Translation: mRNA-molekylen fästs på en ribosom i cellplasman. tRNA-molekyler med specifika nukleotidtripletter för varje aminosyra transporterar aminosyramolekyler till ribosomen. Där sammankodas tRNA:s nukleotidtripetter (antikodon) med tripletter i mRNA-molekylen (kodon). Aminosyramolekylerna placeras därigenom så att proteinmolekylen får en bestämd aminosyrasekvens. (Efter en mutation kan aminosyrasekvensen bli så förändrad att proteinet mister sin funktion.)

Exoner och introner

Hos eukaryota celler används endas några få procent av DNA-molekylerna för proteinsyntesen. Dessa delar kallas exoner. De delar av DNA-molekylerna som inte används för proteinsyntesen kallas introner. De mRNA-molekyler som transkriberas från intronerna ”klipps bort” av enzymer (=splitsning) före translationen. B-lymfocyter (celler som bildar antikroppar) innehåller precis som andra människoceller c:a 30 000 gener. Men genom olika kombinationer av exonerna i DNA-molekyler kan olika B-lymfocyter bilda många miljoner olika antikroppar (proteinmolekyler) så att miljoner olika smittämnen som kommer in i kroppen kan bekämpas.

Genreglering utförs av regleringsproteiner som fästs vid DNA-molekylen så att gener blockeras och syntesen av motsvarande proteiner upphör. När behovet av syntes ökar lossnar regleringsproteinet och syntesen startar på nytt. Genreglering utförs också av proteiner som tvinnar ihop DNA-molekylerna så att informationen blir oåtkomlig. Andra proteiner lindar upp DNA-molekylerna så att replikation, transkription och translation åter kan utföras.

Byggnad

Nukleinsyramolekylerna är uppbyggda av sammankopplade nukleotider (samma princip som proteinmolekyler som är byggda av aminosyramolekyler och polysackaridmolekyler som är byggda av glukosmolekyler). En nukleotid består av en sockermolekyl (deoxiribos i DNA, ribos i RNA) + en fosfatgrupp + en kvävebas. Kvävebaser (anges ofta med kvävebasens första bokstav): G, A, C och T i DNA och G, A C och U i RNA. Eftersom den enda skillnaden mellan olika nukleotider är kvävebasen som ingår, brukar ofta hela nukleotiden betecknas med kvävebasens begynnelsebokstav.

DNA är dubbelsträngad och RNA är enkelsträngad.

Kontrolluppgift 1

(flera alternativ kan vara rätt).

1. Glukos
a) heter också fruktsocker
b) har en molekyl vars sammansättning är $C_6H_{12}O_6$
c) är byggelement i både stärkelse och glykogen
c) är en disackarid
e) ingår både i stärkelse och cellulosa

2. Fetter
a) är sammansatta av glycerol och karboxylsyror
b) består av molekyler som brukar symboliseras med E
c) är nyttigare att äta om de är omättade än om de är mättade
d) består av molekyler som liknar cellmembranernas molekyler
e) bryts ner i matspjälkningen av lipaser

3. Aminosyror
a) i naturen har grundformeln $H_2N - CH_2 - CHR - COOH$ där R är sidokedja
b) i naturen har grundformeln $H_2N - CHR - COOH$ där R är sidokedja
c) bygger upp karboxylsyror genom att förenas i långa rader
d) ingår i enzymer
e) används i proteinsyntesen för att bygga upp polypeptidkedjor

4. Nukleinsyror
a) används i cellerna vid proteinsyntesen
b) har beteckningarna RNA och DNA
c) är byggda av pentoser, kvävebaser och fosfatgrupper
d) är detsamma som kromosomer
e) är alltid uppbyggda i två strängar där A kombineras med T och G med C

5. Kolhydrater
a) lagras hos växter i form av stärkelse
b) lagras hos djur i form av glykogen
c) finns i bröd, potatis och ris
d) omvandlas till cellulosa i respirationen
e) är byggnadsmaterialet i våra muskler

6. Kolhydrater
a) har alltid summaformeln $C_6H_{12}O_6$.
b) är t.ex. druvsocker, sackaros och cellulosa
c) symboliseras ofta med sexhörningar
d) ingår i DNA som deoxiribos och i RNA som ribos
e) innehåller kol, väte, syre och kväve

7. Proteiner
a) finns i vår kropp som hemoglobin, antikroppar och hormoner
b) är i vår kropp byggda av 20 olika sorts aminosyror
c) fungerar ofta som apoenzymer tillsammans med koenzym
d) kallas essentiella om de förekommer i vår kropp
e) har olika egenskaper och funktioner beroende på primärstrukturen

8. CUUAGGCCCUGA
a) kan vara en bit av en proteinmolekyl
b) kan vara en bit av ett arvsanlag
c) kan vara en 'genetisk kod'
d) kan vara fyra RNA-tripletter
e) kan vara en bit av en DNA-molekyl

Studiearbete 1

Svaren på uppgifterna sänder du till din lärare vid Nationellt centrum för flexibelt lärande.

1. Redogör för vad som händer på molekylnivå i en eukaryot cell vid

a) Transkription **b**) Translation **c**) Replikation

2. **a**) Nukleotidsekvensen i en del av den ena strängen av en DNA-molekyl är

…G C T A G A A C T G T C A A C…
Vilken nukleotidsekvens har den andra (komplementära) strängen?

b) Vilken mRNA-molekyl bildas vid transkription av den DNA-sträng som är skriven i fråga a?

c) Hur kodas tripletterna i tRNA mot mRNA vid translationen?

3. **a**) Hur fungerar enzymer?

b) Ge exempel på några reaktioner där enzymer deltar.

c) Ge exempel på faktorer som kan störa enzymers funktioner.

Studieenhet 2

I Studieenhet 2 frågar vi oss vad liv är och försöker beskriva tre typer av liv – hos prokaryoter, eukaryoter och virus. Studera bilderna i motsvarande avsnitt i läroboken innan du gör Kontrolluppgift 2.

Studieenheten innehåller:

- Biologi – läran om det levande.
- Prokaryota och eukaryota celler.
- Virus.
- Cellernas ämnestransport.
- Cellernas ämnesomsättning och energiutvinning.

Biologi – läran om det levande

Vad är liv?

Om man i en bägare sammanför de ämnen som finns i celler men inte tillför cellernas enzymer händer det ingenting. Enzymerna (biokatalysatorerna) påskyndar reaktionerna i cellerna. På frågan ”Vad är liv?” kan vi därför svara: Liv är ett organiserat system av samarbetande enzymstyrda (’enzymatiska’) kemiska reaktioner. Betecknande för liv är förökningsförmåga och ämnesomsättning (metabolism). En annan egenskap är tillväxtförmåga. Detta sker genom att cellerna delar sig (könlös förökning). När celler sammansmälter (befruktning) och därefter delar sig talar vi om könlig förökning.

Vad måste en cell kunna göra för att hålla sig vid liv?

De måste kunna

- ta upp råvaror (aktiv och passiv transport) och göra sig av med avfall
- utvinna energi (ur kolhydrater och fetter) till alla de kemiska reaktionerna
- tillverka ämnen (kolhydrater, lipider, proteiner, nukleinsyror) till organellerna
- anpassa sig till miljöförändringar (genom mutationer)

De eukaryota cellernas organeller

Istället för att kalla de små delarna i celler för ”organ” har de fått beteckningen organeller. Cellkärna, ribosomer, mitokondrier, endoplasmatiskt nätverk, golgiapparater, lysosomer, vakuoler, kloroplaster, leukoplaster, mikrotubuli, mikrofilament, cellmembran med kanalproteiner, cellvägg. Se i en lärobok hur organellerna ser ut och vilka funktioner de har.

Vad är skillnaden mellan prokaryota celler (bakterier och cyanobakterier) och eukaryota celler (övriga organismer)?

Organeller	Prokaryota organismer	Eukaryota organismer
Cellkärna, kloroplaster, mitokondrier	saknas	finns
ribosomer, cellväggar	finns	finns
cilier, flageller	finns	finns hos vissa
kromosomer	ringformade, plasmider	öppna
anaerobt levnadssätt (=utan syre)	vanligt	förekommer

Tabell 2: Några skillnader mellan prokaryota och eukaryota celler. Inom gruppen eukaryota organismer skiljer sig växt- och djurceller genom att växtcellerna har cellväggar, kloroplaster och större vakuoler.

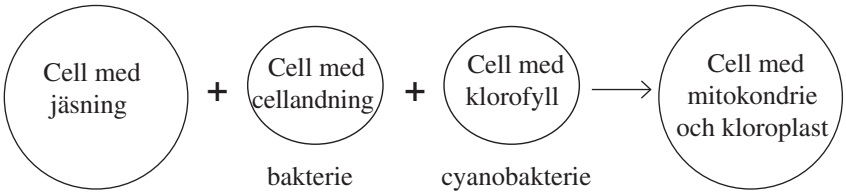
- Prokaryota celler saknar cellkärna, tydliga kloroplaster och mitokondrier.

  Fotosyntes och respiration sker ”fritt” i cellplasman. Liksom de eukaryota cellerna har de ribosomer, cellväggar byggda av kolhydrater och proteiner, cilier och flageller för förflyttning, en ringformig kromosom och plasmider (= små DNA-ringar som ofta innehåller resistensgener).
- Prokaryota organismer är encelliga men kolonibildning förekommer ofta genom att klibbigt sekret fäster samman celler. Någon organiserad arbetsfördelning mellan cellerna förekommer inte.

- I de flesta prokaryota celler utförs i stort sett samma kemiska reaktioner som i de eukaryota cellerna. Men nedbrytningsprodukter (näringssalter) från bakterier som lever på dött organiskt material i naturen avges snabbt till mark och vatten. Detta i kombination med deras rikliga förekomst i alla ekosystem har gjort prokaryoterna kända som ”viktiga nedbrytare i naturen”.
- Många bakteriearter kan leva utan syre t.ex. mjölksyrabakterier som istället för koldioxid och vatten som slutprodukter i respirationen bildar mjölksyra.
- Förökningshastigheten är större hos prokaryota än eukaryota organismer men begränsas, som tur är, av miljöns motstånd.

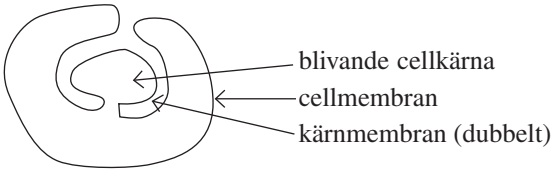
Hur eukariota celler kan ha uppkommit ur prokaryota

- Kärnmembranet och endoplasmanätverket tror man har uppkommit genom inbuktningar av cellmembranet.
- De tidiga algcellerna kan ha uppkommit genom att bakterier med förmåga till cellandning och cyanobakterier med förmåga till fotosyntes etablerade symbios med en celltyp som bara kunde utföra glykolys (jäsning). Den cellandande bakterien blev mitokondrie och den fotosyntetiserande cellen blev kloroplast:



En ”cellandningsexpert” (mitokondrie) i symbios med en ”jäsningscell” blev på liknande sätt ursprunget till djurcellerna.
Stöd för denna s.k. ’symbiosteori’:

- Kärnmembranet är dubbelt vilket förklaras genom att det bildats genom att inbuktningar från cellmembranet lagt sig som en dubbelväggig påse runt kromosomerna (se figur 2).



Figur 2: Cell i genomskärning. Ett kärnmembran bildas genom inbuktning från cellmembranet

Kloroplaster och mitokondrier har

- eget ringformigt DNA (som prokaryota celler), och förökar sig självständigt i cellerna genom delning
- ribosomer vars byggnad påminner om bakteriernas ribosomer mer än eukaryoternas
- dubbla membran. Det yttre kan de ha fått när de tog sig in i eukaryotföregångaren på samma sätt som fasta partiklar tas upp i celler genom endocytos.

Ett annat stöd för teorin är att celler än idag lever i symbios med bakterier. Vissa encelliga organismer innehåller bakterier som de tagit in genom endocytos. Våra vita blodkroppar tar in bakterier på samma sätt men då för att ”äta upp dem” (fagocytos).

Övningsuppgift 1

Symbioserna som var ursprunget till de eukaryota cellerna (särskilt trippelsymbioserna) innebar att antalet organismer på jorden ökade mycket kraftigt.
Föreslå en förklaring.

Bakterier – inte bara nedbrytare i naturen

Hos bakterier finns mekanismer som gör det möjligt för dem att överleva i alla tänkbara miljöer
Bakterier kan på olika sätt förändra sitt genom (uttalas ”jenom” med betoning på o och är den totala uppsättningen av arvsanlag hos en individ). Därmed förändras deras egenskaper. Här är några exempel på hur deras genom kan förändras:

- Rekombination: Nukleinsyra från döda celler i omgivningen tas in och länkas till bakteriens nukleinsyra. Rekombination kan också ske genom att nukleinsyra sprutas in i en bakterie av virus och länkas in i bakteriens nukleinsyra. (Se bakteriofager s.22)
- Konjugation: Kromosom eller plasmid överförs till bakterie från annan bakterie genom en kanal som bildas mellan bakterierna. Plasmider (betoning på i) är små ringformade nukleinsyramolekyler som det kan finnas många av i en bakterie.
- Mutationer = kopieringsfel vid bildning av ny nukleinsyra i samband med celldelningen. Denna anpassningsmekanism utnyttjas även av eukaryota celler.

Bakterier har stora möjligheter att överleva tillfälliga miljöförändringar, t.ex. låg temperatur eller torka genom att bilda en spor. Runt nukleinsyran + enzymerna i bakterien bildas ett skal,

cellen öppnas och ut kommer en spor som verkar befinna sig i dvala. Så kan bakterier överleva i hundratals år (kanske mer) och därefter föröka sig snabbt om miljön blir vänligare. När kött tas ut ur frysen och tinas vaknar bakteriesporer. Det är viktigt att inte vänta med att tillaga mat som varit fryst eftersom bakterier som varit sporer förökar sig till stora mängder på mycket kort tid.

Antibiotika

Yttersta skiktet i bakteriers cellvägg innehåller murein (ett nätverk av sockerarter och peptider) som saknas i människokroppen. Penicillin, som är en av många antibiotikasorter, förhindrar mureinbildning. Bakterier som förlorar sitt murein kan lättare dödas av kroppens immunförsvar. Om vi inte har ett fungerande immunförsvar är penicillin verkningslöst eftersom bakterien kan föröka sig utan murein.

Antibiotikaresistens

En liten del av bakterierna kan överleva en penicillinbehandling. Det beror på att denna lilla del av bakterierna genomgått en genförändring som innebär att den kan bilda murein trots penicillinbehandlingen. Dessa antibiotikaresistenta bakterier växer då ovanligt snabbt eftersom konkurrensen med andra bakterier minskat. Varje ny antibiotikakur skapar en förökningschans för resistenta bakterier eftersom de slipper konkurrensen från de icke-resistenta bakterierna. Om en antibiotikakur avbryts i förväg ökar risken för uppkomst av resistenta bakterier.
På sjukhus, där mycket antibiotika används t.ex. efter operationer, uppstår lätt resistenta bakteriestammar. Om olika bakterier med resistenta anlag sammanförs (t.ex. i en tarm) kan konjugation uppstå. Bakterierna kan bli resistenta mot olika mediciner och kan förorsaka svårbotade sårinfektioner, sjukhussjuka.

Övningsuppgift 2

Hur många bakterier bildas av en bakterie genom upprepad delning under 12 timmar om alla överlever och delar sig var 20:e minut?

Virus – fullfjädrade parasiter

Virus angriper genom att föra in sin nukleinsyra i celler. Nukleinsyran länkas in i värdcellens DNA. Där kan den ligga passiv (’latent’) lång tid för att sedan dirigera cellens mekanismer till virusproduktion genom transkription och translation.
Bakteriofager är virus som förökar sig på detta sätt i bakterier. Bakterien försvarar sig med restriktionsenzymer som klipper sönder virusets nukleinsyra. Restriktionsenzymerna har haft

avgörande betydelse för genteknologin. De ”klipper av” DNA-molekylerna vid nukleotidsekvenser som är karakteristiska för varje restriktionsenzym. Framgången med HUGO-projektet (kartläggningen av de mänskliga genernas nukleotidsekvenser) bygger på restriktionsenzymerna.
Retrovirus har gener byggda av RNA istället för DNA. Retrovirus använder enzymet *omvänt transkriptas* för att tillverka DNA med sitt RNA som mall (vid transkriptionen hos övriga celler används transkriptas när RNA tillverkas med DNA som mall). DNA:et kan sedan länkas in i värdcellernas DNA och ligga latent i åratal utan att ge symtom. Därefter kan virusförökningen accelerera. Mest känt är HIV-viruset som först ger måttliga sjukdomssymtom, och därefter AIDS med angrepp på immunförsvarets lymfocyter.

Kontrolluppgift 2

(Flera alternativ kan vara rätt).

1. Alla celler har
a) cellkärnor
b) ribosomer
c) endoplasmatiska nätverk
d) cellvägg
e) cellplasma

2. Skillnad mellan pro- och eukaryota organismer är att
a) de eukaryota har arvsanlag
b) de prokaryota saknar de flesta membraner i cellerna
c) könlig fortplantning är vanligare hos prokaryota
d) prokaryota organismer anses ha ett äldre ursprung
e) prokaryota celler har bara hälften så många kromosomer som eukaryota

3. En levande organism måste kunna
a) förflytta sig
b) tillverka sina ämnen ur koldioxid och vatten
c) bygga upp alla de ämnen som de består av
d) utnyttja solenergi, direkt eller indirekt
e) fortplanta sig

4. Alla levande varelser utom virus
a) har mitokondrier i cellerna
b) växer och/eller förökar sig genom celldelning
c) behöver syre för att leva
d) avger koldioxid och vatten
e) har arvsanlag byggda av nukleinsyra

5. Virus
a) består av prokaryota celler
b) har alltid arvsanlag byggda av RNA
c) är orsaken till HIV
d) kan bekämpas med antibiotika
e) ställer om cellers ämnesproduktion så nya virus bildas

6. Bakterier
a) kan bli resistenta genom konjugation
b) kan få förändrade egenskaper genom att påverkas av virusgener
c) överlever genom att förångas till gas som senare kondenserar till bakterier
d) försvarar sig med restriktionsenzymer mot virus
e) är nedbrytare i de flesta ekosystem

7. Att bakterier finns ”överallt” kan förklaras av
a) att de har väldigt få fiender jämfört med andra organismer
b) att de ofta utnyttjar nukleinsyra från omgivningen
c) att det oftare sker mutationer hos bakterieceller än hos andra celler
d) att de kan bilda sporer
e) att många har en annan ämnesomsättning än andra celler

8. Eukaryota celler
a) har cellkärnor
b) har leukoplaster
c) utför proteinsyntes på samma sätt som prokaryota
d) saknar membraner
e) bygger upp vår kropp

Den sista delen av Studieenhet 2 handlar om hur ämnen transporteras mellan celler, en nödvändighet för flercelliga organismer. Här läser du också om hur olika organismer utvinner energi och hur cellerna får tillgång till alla ämnen som behövs för att bygga upp nya celler.

Cellernas ämnestransport

Diffusion orsakas av att partiklar har rörelseenergi (’värmerörelser’).
Passiv transport är transport i celler som beror på diffusion. Partiklar diffunderar genom små porer i cellmembraner. Bara ”små” partiklar, O_2, CO_2 och H_2O, kan komma igenom på detta sätt. Membranet är **semipermeabelt** (”halvgenomträngligt”).

Ordet **osmos** används för passiv transport av vatten genom membraner.

Genom osmos upprätthålls ett tryck, **turgor**, i cellerna. I djurceller kan turgorn öka så mycket av vattenupptagning att cellerna sprängs. Växtceller tål hög turgor tack vare cellernas cellulosaväggar. Cellerna får stadga så växten rätar på sig. Ett farligt tillstånd inträder om växtceller förlorar så mycket vatten att membranet lossnar från cellväggen, **plasmolys**. Plasmolys hos djurceller innebär att cellerna skrumpnar som tomma ballonger. Om för mycket växtgödning (=näringssalter) tillförs en växt plasmolyseras rotcellerna och växten dör.

Med **aktiv transport** för celler in eller ut joner (näringssalter) och ”stora” molekyler (socker och aminosyror) genom cellmembraner trots att koncentrationen ofta är mångdubbelt högre på den sida dit partiklarna kommer. När joner tas upp avges ofta andra joner med samma laddning som de upptagna. Ett sådant exempel är natrium-kaliumpumpen i nervcellmembraner som ger upphov till den elektriska impulsen i nervceller. Vid denna transport använder cellerna energi som de lagrat genom respirationen. Aktiv transport har stor betydelse för t.ex. energiutvinningen i andningskedjan (s.26) och nervcellernas funktion.

Celler kan ta upp eller avge vätskedroppar, **pinocytos**, och fasta partiklar, **fagocytos**, genom att cellmembranet buktar in eller ut och bildar en ficka som avsnörs. Vid intag bildas en vakuol som löses upp av enzymer så innehållet kan spridas i cellplasman.

Övningsuppgift 3 och 4

3. Vad skulle hända med

a) insjöväxter om de placeras i havsvatten?

b) blodkropparna (=celler) om rent vatten skulle sprutas in blodet?

4. Om det kommit för mycket konstgödsel på något ställe när man gödslat gräsmattan händer det att det blir en gul fläck någon vecka senare. Varför?

Ämnesomsättning och energiproduktion

Organismernas energi härstammar från solen och omvandlas till kemisk energi i form av glukos genom **fotosyntesen** (undantag kemoautotrofa bakterier, se Studienhet 3). Fotosyntesen omfattar två serier av kemiska reaktioner och utförs hos eukaryoter i kloroplasterna.

- Ljusreaktionen: Vattenmolekyler sönderdelas till väte och syrgas under inverkan av klorofyll med solen som energikälla. Med hjälp av solenergin bildas också ATP-molekyler (se ”ATP-molekylen är alla organismers energitransportör”)
- Den koldioxidbindande reaktionen. (Kallas också mörkerreaktionen, trots att den sker i ljus.): Koldioxiden förenas med vätet under bildning av glukos. Till detta åtgår de ATP-molekyler som bildats i ljusreaktionen. Glukos omvandlas och lagras som stärkelse.

De heterotrofa organismerna (djur, bakterier och svampar) konsumerar växter, bryter ner stärkelsen till glukos samt bygger upp och lagrar glukosmolekylerna som glykogen.

ATP-molekylen är alla organismers energitransportör

Celler behöver energi till uppbyggnad av molekyler, aktiv transport och rörelser. Energin i kolhydrater omvandlas till ”energimolekyler” med beteckningen ATP (adenosintrifosfat). Energiomvandlingen kallas **respiration** och sker genom att fosfatgrupper förenas med ADP (adenosindifosfat). Så här visar man hur en ADP-molekyl tar upp en fosfatgrupp (P) och bildar en ATP-molekyl:

$$ADP + P + \text{energi från kolhydrater} \rightarrow ATP$$

Jäsning (anaerob respiration) och cellandning (aerob respiration)

Glykolysen är en serie reaktioner som sker utan syre i cellplasman. Slutprodukt är pyruvat (pyrodruvsyrans salt) som kan gå vidare till citronsyracykeln om respirationen är aerob. En del bakterier och jäst (ibland även våra muskler) kan använda sig av enbart glykolys som då kallas jäsning eller anaerob respiration. Då utnyttjas endast några få procent av glukosens energi till ATP-bildning. Slutprodukt vid jäsning är t.ex. mjölksyra eller alkohol (se tabell 2).
Citronsyracykeln och andningskedjan sker i mitokondrierna. Slutprodukter är koldioxid och vatten. Många av mellanprodukterna som bildas vid glykolys och citronsyracykel är råvaror till de ämnen som tillverkas i cellerna.

I citronsyracykeln tas väteatomer bort från mellanprodukterna av dehydrogenaser (se s. 12) med koenzymerna NAD^+ och FAD och lämnar dem till andningskedjan. I andningskedjan, som

innehåller ett antal enzymer, transporteras sedan vätet från molekyl till molekyl varvid ATP bildas (**oxidativ fosforylering**). Transporten avslutas med att vätet förenas med syre. Då bildas respirationens vatten.

C:a 40% av glukosens energi omvandlas till ATP om alla tre respirationsstegen (glykolys, citronsyracykel, andningskedja) utförs. Resten blir värme. Tack vare att reaktionerna sker stegvis bildas värmen successivt så överhettning i cellerna undviks.

Respiration	Reaktion
Aerob Alla eukaryota och många prokaryota celler.	$C_6H_{12}0_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 36$ ATP Glukos koldioxid vatten
Anaerob.	
Ex.1: Mjölksyrabakterier och muskler.	$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COOH + 2$ ATP Glukos mjölksyra
Ex.2: Jäst.	$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH + 2\ CO_2 + 2$ ATP Glukos alkohol koldioxid

Tabell 3. Jämförelse mellan cellandning och anaerob respiration. Jästceller och däggdjurens muskelceller kan ”välja” mellan anaerob och aerob respiration vid behov.

Kontrolluppgift 3

(flera alternativ kan vara rätt).

1. Passiv transport
a) kallas osmos om det gäller vattentransport genom membran
b) beror på värmerörelser
c) är förklaringen till växternas upptagning av salter
d) kan spränga celler
e) är orsaken till den s.k. natrium-kaliumpumpen i nervceller

2. I fotosyntesen
a) används alltid klorofyll
b) sönderdelas vatten till väte och syre
c) bildas socker genom att väte och koldioxid förenas
d) finns förklaringen till syrgasen i atmosfär och vatten
e) binds all den energi som djuren har tillgång till

3. I fotosyntesens ljusreaktion
a) förenas väte och syre till vatten
b) förenas syre och koldioxid till socker
c) omvandlas klorofyll till ATP
d) sönderdelas vatten till det syre som sedan används vid mörkerreaktionen
e) används en del av den infångade solenergin till att bilda ATP-molekyler som sedan används i mörkerreaktionen

4. Respirationen
a) är förklaringen till att koldioxidhalten ökar i atmosfären
b) består av glykolys, citronsyracykel och andningskedjan hos de flesta arter
c) består av ett stort antal enzymstyrda reaktioner
d) utförs endast av heterotrofa organismer.
e) ger ATP som slutprodukt, vilket är en av respirationens viktigaste funktioner.

5. Cellandning
a) är ett begrepp identiskt med respiration
b) kan också kallas aerob respiration
c) hos jäst ger alkohol och koldioxid som slutprodukter
d) är en serie enzymatiska reaktioner som kallas andningskedjan
e) utförs i cellerna för att bilda energi i form av ATP och värme

6. Kloroplaster och mitokondrier
a) utför fotosyntes respektive cellandning
b) har egna DNA-molekyler
c) har sitt ursprung i bakterier
d) utför cellernas proteinsyntes
e) utnyttjar solenergi direkt eller indirekt

7. Jäsning
a) förekommer i vår kropp
b) och fullständig cellandning kan utföras av jästceller
c) ger lika mycket energi som cellandning
d) är vissa cellers möjlighet att utvinna energi anaerobt
e) är den process som utnyttjas vid alkoholframställning

8. I citronsyracykeln
a) sker ingen ATP-bildning
b) som utförs i cellplasman avges väteatomer som förenas med syre till vatten under bildning av ATP
c) avges väteatomer till koenzymerna NAD^+ och FAD
d) bildas citrat genom förening av en 2-kolförening och en 4-kolförening
e) sker ATP-bildning genom fosforylering på substratnivå

Övningsuppgifterna 5 och 6

5. Vilka är fördelarna med anaerob respektive aerob respiration?
6. Av vilka skäl kan man anta att jäsning är en ursprungligare energiomsättning än aerob respiration?

Studiearbete 2

Studiearbete 2 består av två laborationer som du utför hemma. På laborationerna skriver du rapporter enligt mallen här nedan. Rapporterna ska sändas till Nationellt centrum för flexibelt lärande. Gör anteckningar vid utförandet av laborationerna som du sedan renskriver enligt följande:

Rubrik	Allra överst skriver du ditt namn. Skriv sedan en kärnfull rubrik som kort anger vad det handlar om.
Syfte	Beskriv vad som ska undersökas och ev. varför.
Teori	Här skriver du vad man behöver veta för att förstå vad det handlar om. Tips om detta får du genom att läsa vad studiehandledningen och boken tar upp.
Metod	Här sammanfattar du kortfattat den metod du använt. En annan person ska kunna upprepa försöket med hjälp av din beskrivning. Skriv i passiv form och imperfekt (t.ex. ”Vatten hälldes i bägaren…”).
Resultat	Här skriver du vad du kom fram till. Försök vara neutral och kritisk när du skriver detta även om du vet vad du egentligen borde kommit fram till. Inga kommentarer till resultatet här!
Diskussion	Här kommer förklaringarna till resultaten. Skriv om du tror att laborationen kunde ha gjorts annorlunda. Försök hitta tillämpningar till fenomenet som laborationen handlar om.

För att kunna göra laborationerna och skriva rapport måste du vara inläst på ’Cellernas ämnestransport’ (Lab 1) och ’Ämnesomsättning och energiproduktion’ (Lab 2).

Laboration 1

Du behöver en potatis och vanligt salt.
Dela potatisen på mitten. Gör en grop i mitten av varje potatishalva. Häll salt i den ena gropen och inget i den andra. Jämför potatishalvorna efter en timme.
Förslag på innehåll i ”Diskussion”: Exemplifiera betydelsen av passiv transport (t.ex. växters vattenupptagning, människans försök att skydda sina matvaror, njurdialys).

Laboration 2

Du behöver en kastrull (helst 1,5 – 2 liter), ett paket torrjäst, 0,5 dl strösocker, en ballong och vatten. Värm upp vattnet till lite mer än fingervarmt (c:a 45 grader). Blanda i sockret och jästen, rör om så att socker och jäst löser sig.

Fyll ballongen med så mycket som möjligt av lösningen och knyt ihop mynningen så det blir ordentligt tätt.

Värm vatten i kastrullen till fingervarmt och lägg i ballongen. Låt det stå en timme och ”avläs” sedan vad som hänt.

Förslag på innehåll i ”Diskussion”: Jämförelse mellan olika organismers respirationer.

Studieenhet 3

Evolutionen och organismernas funktionella byggnad och livsprocesser
I studieenheten ingår
- Exempel från de encelliga organismernas, algernas, växternas och djurens evolution.

Genom att ta del av encelliga organismers livprocesser kan man göra sig en föreställning om utvecklingen både av miljön och av de organismer som fanns under den första årmiljarden av livets framväxt. Studera de olika bakteriernas levnadssätt och besvara uppgiften som följer.

Anaerobt och aerobt levnadssätt hos encelliga organismer

Fossila fynd visar att celler fanns redan för 3500 – 4000 miljoner år sedan. Cellerna var prokaryota och saknade fotosyntespigment. Organisk näring (=andra organismer) förekom sparsamt och syre fanns ej i atmosfären. Enligt en teori levde cellerna kemoautotroft dvs. de bildade sin energi genom att oxidera eller reducera oorganiska ämnen (tabell 4).

I takt med de fotosyntetiserande organismernas utbredning i havet ökade syrehalten i atmosfären, vilket minskade möjligheten för de obligat aneroba organismerna (organismer som bara kan leva i syrefri miljö) att överleva annat än i de återstående syrefria miljöerna, t.ex. sjö- och havsbottnar. Genom mutationer fick en del bakterier möjlighet att uthärda syrets förgiftande verkan. Mutationer gav så småningom upphov till enzymer för aerob respiration vilket innebar effektivare energiutvinning.

I sjöars bottenslam lever än idag bakterier anaerobt. Ibland kan man känna lukten av metan från väteoxiderande metanbakterier och svavelväte från svavelbakterier. Kanske har du även känt lukten av ättika i vin som surnat? Eller av smörsyra från gödsel på åkrarna om våren?

Under ”Oxidation av” i tabell 4 kan du se vilken ”föda” några encelliga organismer använder för sin energiutvinning och under ”Produkter” vad som bildas.

Organism	Oxidation av	Produkter
Metanbakterie, obligat anaerob	vätgas	metan + energi
Svavelbakterie, obligat anaerob	svavelväte	svavel + energi
Kvävefixerande bakterie, aerob	kvävgas	org. kväveföreningar + energi
Nitrifikationsbakterie, aerob	ammoniak	nitratjoner + energi
Ättikssyrabakterie, aerob	alkohol	ättikssyra + energi
Smörsyrabakterie, obligat anaerob	olika kolhydrater	smörsyra + energi
Jäst, anaerob (aerob)	socker	alkohol (CO_2+ H_2O) + energi
Mjölksyrabakterie anaerob (aerob)	socker	mjölksyra (CO_2+ H_2O) + energi

Tabell 4. Några encelliga organismers energibildning.

De två första bakterietyperna i tabellen är obligat anaeroba (de tål inte syre) och kräver endast oorganiska ämnen som råvaror (de är kemoautotrofa). Som oxidationsmedel använder metanbakterier koldioxid istället för syre.

De kvävefixerande bakterierna och nitrifikationsbakterierna är aeroba kemoautotrofer, medan de fyra sista är heterotrofa, vilket innebär att de behöver organiskt material som bildats av andra organismer. Ättikssyrabakterierna måste ha tillgång till syre medan smörsyrabakterierna inte överlever om syre finns närvarande. De produkter som är kvar efter respirationen hos ättikssyrabakterier och smörsyrabakterier (ättikssyra och smörsyra) innehåller mycket energi som inte kan utnyttjas beroende på att bakterierna bara har enzymsystem för glykolysen, som är en del av den fullständiga respirationen, (se ss 26-27). Jäst och mjölksyrabakterier kan leva både i aerob och anaerob miljö. I aerob miljö utförs fullständig nedbrytning av socker till koldioxid och vatten (genom glykolys + citronsyracykeln + andningskedjan) på samma sätt som hos eukaryota celler, vilket ger mångdubbelt större energiutbyte än det anaeroba levnadssättet.

Övningsuppgift 7

Hos bakterier och andra encelliga organismer finns en övergång från liv, så som det gestaltade sig för miljarder år sedan, till senare tids syrehaltiga miljöer. Hur kan utvecklingen ha gått till?

De eukaryota cellernas uppkomst

När svenska forskare 1998 kartlade arvsmassan hos tyfusbakterien konstaterade de att bakteriens arvsmassa har stora likheter med mitokondriernas. Slutsatsen blir att mitokondrierna utvecklats ur en föregångare till bakterier.

Se på s. 20 hur det gick till när de eukaryota organismerna bildades ur de prokaryota. Genom detta fick cellerna en inkapslad produktionsenhet för effektiv och ekonomisk energiutvinning (mitokondrien) som höll det nödvändiga men giftiga syret borta

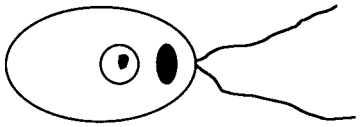
från cellens övriga organeller. En del av cellerna fick kloroplaster. Den kraftigt effektiviserade energi- och ämnesproduktionen i cellerna som dessa ”cellkombinationer” medförde kan vara förklaringen till att organismerna därefter genomgick en förhållandevis snabb utveckling.

Nu följer en sammanfattning av utvecklingen hos alger, växter och djur. Avsikten är att du ska få exempel på samband mellan evolutionen och organismernas funktionella byggnad och livsprocesser. Läs och gör uppgifterna.

Algernas evolution

Växterna anses ha uppkommit ur grönalger för 300 – 400 miljoner år sedan. Grönalgerna liknar växterna genom att de har samma klorofyll (a och b) och i samma proportioner som dessa och använder stärkelse som upplagsnäring och cellulosa i cellväggarna. Grönalgerna uppkom i sin tur för 700 – 800 miljoner år sedan ur encelliga alger som liknade vår tids flagellater (uttalas med betoning på sista a:et).

växter (300-400 milj. år)
↑
grönalger (700-800 milj. år)
↑
encelliga alger, t.ex. flagellater

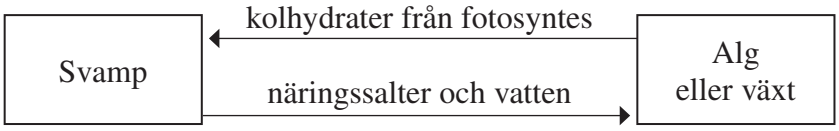


Figur 2: Flagellat med ögonfläck (t.h.), cellkärna och två flageller.

Från flagellater gick utvecklingen mot flercellighet hos grönalger där varje cell liknar den encelliga formen. Ytterligare en likhet med växterna är **generationsväxlingen**. Varannan generation är en sporofyt (uttalas med betoning på y). Sporofyt betyder ”sporväxt” (även om inte algerna räknas till växterna) och syftar på den generation som svarar för sporbildningen. En spor är en mikroskopisk förökningsenhet som sprids med vatten eller vind. Innanför sporens mycket starka och täta skal finns en cell från växten som i vatten förökar sig hastigt genom delning och ger upphov till den andra (könliga) generationen som består av en han- eller en honplanta. Dessa bildar hanliga respektive honliga könsceller (kallas spermier resp. ägg i de fall de liknar sådana). Sporofyter bildas genom sammansmältning mellan hanlig och honlig könscell (befruktning).

Lavar = alger eller cyanobakterier i symbios med svampar

Landhöjningar för 320 – 340 miljoner år sedan skapade kontinenter. Havslevande grönalger och cyanobakterier (=blågröna alger) kunde inte kolonisera landytorna eftersom de inte hade möjlighet att tillgodogöra sig näringssalter ur landberggrunden. Uttorkningsrisken var också ett stort problem. Förklaringen till att algerna ändå deltog i koloniserandet av landytorna är symbiosen mellan svampar och alger som fått namnet **lavar**. Svamparna löser ut mer näringssalter och vatten ur berggrunden än de behöver för sitt eget behov och algerna delar med sig av sockret från fotosyntesen:



Figur 3: Symbiosen mellan svampar och alger som kallas lavar blev landytornas pionjärer för drygt 300 miljoner år sedan. Den fotosyntetiserande parten i symbiosen förser svampen med organisk näring (socker) medan svampen avstår vatten och näringssalter till algen. Än idag lever de flesta landlevande växter i symbios med svampar (mykorrhiza) för att klara vatten- och näringssaltbehovet.

När lavarna dör omvandlas de till näringsrik mylla som gör det möjligt för andra organismer, t.ex. växter, att invandra.

Växternas grupper är mossorna, ormbunksväxterna och fröväxterna

Mossorna är trots sin långa utvecklingstid ofullständigt anpassade till ett liv på land. Bladen saknar kärlsträngar och torkar lätt ut. Några ordentliga rötter för vattenuppsugning finns inte, vattnet tas upp genom bladen. Mossorna har förblivit små och beroende av att växa tätt för att minimera vattenförluster.
Mossornas generationsväxling: Mossplantorna är skildkönade som vi människor, med spermier och ägg hos skilda individer. Spermierna simmar i regnvatten till ägg. Ur en befruktad äggcell i den honliga mossplantan växer en sporkapsel på skaft (sporofyt). Sporofyten saknar klorofyll och förblir fastsittande på honmossplantan. Ur sporerna, som sprids med vinden, utvecklas nya mossplantor (=den könliga generationen).

Ormbunksväxter och fröväxter är inte lika vattenberoende som mossorna. Det är den viktigaste förklaringen till att de har betydligt större utbredning på jordens landytor.

Jämfört med mossorna har följande ”utrustning” tillkommit:

- Ett tätt yttersta cellager täckt av vax minskar avdunstningen. Vaxlagret kallas kutikula. (uttalas med kort betoning på i:et).
- Gastransporten in och ut ur bladet sker genom klyvöppningar som kan stängas helt vid torka. Genom klyvöppningarna diffunderar vatten ut i luften (transpiration) vilket bidrar till det undertryck i växtens kärl som är nödvändigt för vattentransporten genom stammen.
- Rötter är tätt besatta med rothår för effektiv vattenuppsugning.
- Genom ledningskanaler (kärlsträngar) transporteras vatten och näringssalter i veddelen och socker från fotosyntesen i sildelen.
- Stödjevävnad i växterna medför fasthet och stadga vilket möjliggjort storleksökning.

Dessa landlivsanpassningar gäller ormbunksväxternas och fröväxternas sporofytgenerationer. Denna generation är ”själva växten” (klorofyllbäraren) hos dessa grupper. Hos **ormbunksväxterna** är den könliga generationen, ’förgrodden’ (uppstår ur spor), en hjärtformad cellskiva på några få millimeter som lever i marken skild från sporofyten. Den är samkönad (han- och honorgan på samma förgrodd). Befruktningen utförs genom att spermie från hanorgan på förgrodden simmar till äggcell i honorgan. Ur den befruktade äggceller utvecklas sporofyten.

Fröväxter

Förutom ovanstående landlivsanpassningar har fröväxterna dessutom övervunnit vattenberoendet vid fortplantningen:
De könliga individerna är mikroskopiska och fastsittande på sporofyten (”själva växten”). Honindividen utvecklas inuti pistillens fröämne och hanindividen i ståndarens pollenkorn. Pollenkornen, som tål torka under mycket lång tid, sprids med vind eller insekter till pistillens märke och hanliga cellkärnor förs genom en kanal, pollenslangen, till en äggcell i pistillens fröämne där befruktning sker. Det befruktade ägget växer till ett embryo som blir den nya sporofyten. Energin till detta kommer från frövitan. Runt fröet bildas ett skal som är så tätt och motståndskraftigt att det kan klara sig från torkdöden i århundraden. Många frön klarar även en passage genom tarmkanalen på ett djur vilket bidrar till artens utbredning. Uppkomsten av frön anses vara den viktigaste förändringen under växternas evolution och utveckling till landliv. (Växternas vatten- och näringssaltbehov, se text vid fig. 3)

Övningsuppgift 8

Varför är växtrikets stora växter fröväxter medan ormbunksväxter för det allra mesta är små och varför var det tvärtom i stora ormbunksskogar för 200 – 300 miljoner år sedan?

Djur

Hos djuren liksom hos algerna bildades flercelliga organismer ur encelliga genom att encelliga bildat kolonier där arbetsfördelningen (mellan bl.a. kroppsceller och könsceller) innebar ökad överlevnad. Både ryggradslösa djur och ryggradsdjur utvecklades i havet och har därifrån anpassats till landliv. Hos båda grupperna finns en stegvis övergång från total bundenhet i vatten till fullständig anpassning till landliv. Bland de ryggradslösa är svampdjur, nässeldjur, kräftdjur (undergrupp bland leddjuren) och tagghudingar vattenlevande. Insekter (hör till leddjuren) som sländor och nattfjärilar ”står med ena benet i vatten” genom att de har sin ägg- och larvutveckling på sjöbottnar medan den färdigbildade insekten är helt landanpassad. Många andra leddjur t.ex. skorpioner och steklar, är helt landanpassade. Inom ryggradsdjuren finner vi ett vattenberoende hos groddjuren som liknar förhållandet bland sländor och nattfjärilar.

Utvecklingen från ryggradslösa djur till ryggradsdjur

Lancettfiskarna anses vara sentida släktingar till den länk mellan ryggradslösa och ryggradsdjur som levde i havet för c:a 600 miljoner år sedan. Trots att lancettfiskarna funnits så länge finns likheter med både ryggradsdjuren och de ryggradslösa djuren. De har ingen ryggrad, bara en ryggsträng men sammankopplingen med ryggradsdjuren är ändå övertygande. Ryggsträngen har samma konstruktion som den ryggsträng som bildas hos ryggradsdjuren på fosterstadiet och som ryggraden utvecklas ur. En annan betydelsefull likhet mellan lancettfiskarna och ryggradsdjuren är att organen anläggs på samma sätt under fosterutvecklingen. Blodkärlssystemet hos lancettfiskarna liknar daggmaskarnas genom att det är slutet och artärer och vener finns men hjärta och kapillärer saknas. (Lancettfiskarna saknar dock hemoglobin i sitt blod vilket finns hos både daggmaskarna och ryggradsdjuren.) Även nervsystemet påminner om daggmaskarnas. Det består av en nästan omärklig förtjockning (hjärna) på en ryggmärg som i stort sett saknar nerver. Munnen saknar käkar och tarmen är ett rakt rör genombrutet av gälspringor i framänden.

Även bland ryggradsdjuren finns djur utan käkar, de s.k. **rundmunnarna** (nejonögon och pirålar) som anses vara avlägsna släktingar till övriga ryggradsdjur.

Hajar och rockor räknas som de mest primitiva fiskarna: de har käkar men skelettet är av brosk. För 350 – 400 miljoner år sedan gick utvecklingen hos hajarna mot allt kraftigare bepansring. Den enorma tyngden kanske blev orsaken till att pansarhajarna dog ut. De som blev kvar utnyttjade, som deras nutida släktingar, istället sin snabbhet i kombination med förfinade angreppsvapen.

Ryggradsdjur: Från vattenliv med gälar till landliv med lungor

Hos de fossila liksom hos de nu levande **lungfiskarna** var gälarna ofullständigt utvecklade och istället användes då som nu en omvandlad simblåsa för att andas luft. Tack vare lungan överlever de syrebristen i små vattendrag som återstår i slutet av torrtider.

Bakre näsöppning som finns hos fossiler av **kvastfeningar** anses vara öppningen till en luftstrupe på samma sätt som hos lungfiskarna. Kvastfeningarna hade dessutom i basen av de pariga fenorna samma skelettben (överarmsben, armbågsben, strålben, handleds- och mellanhandsben) som finns hos de landlevande ryggradsdjuren inklusive människan. Tofsstjärtfisken (Latimeria) är en kvastfening som finns än idag. De bakre näsöppningarna och landdjursextremiternas skelettben har de behållit men de andas med gälar. Kvastfeniga fiskar som levde för 350 – 400 miljoner år sedan anses vara ryggradsdjurens övergångsformer från vatten- till landliv. Ur kvastfeningar utvecklades ”den fyrfota fisken” (Ichtyostega) som hade en ryggfena långt bak och vars huvud starkt påminde om ett fiskhuvud. Men den andades med lungor och hade fyra välutvecklade landdjursextremiteter. De fyrfota fiskarna var föregångare till groddjuren och kräldjuren. Ur kräldjuren utvecklades fåglar och däggdjur. **Groddjuren** lägger sina ägg i vattensamlingar och grodynglen utvecklas där och andas med gälar. De har även samma sorts sidolinjeorgan (sinnesorgan för tryckförändringar) som fiskarna. Hos de vuxna groddjuren finns lungor men de är ofullständigt utvecklade. Huden är tunn, fuktig och blodkärlsrik och fungerar som andningsorgan. Även de vuxna grodorna måste p.g.a. hudens beskaffenhet vistas i anslutning till vatten. I hjärtat blandas det syrerika blodet från hud och lungor med det syrefattiga från kroppens organ. Syreupptagningen i kroppens vävnader är inte tillräcklig för att åstadkomma en cellandning tillräcklig för jämn kroppstemperatur. Groddjuren är därför växelvarma.

Kräldjuren är bätte landlivsanpassade än groddjuren. Befruktningen sker i honans äggledare och de befruktade äggen, som innehåller näring till fostret, omges av ett skal som skyddar mot uttorkning. Huden har ett vattentätt hornlager och ändtarmens bakre del är en kloak (gemensam hålighet i ändtarmen där äggledare/sädesledare, urinledare och tarm mynnar och där vatten från avföring och urin återuppsugs). Lungorna har bättre inre veckning och hjärtat är effektivare än hos groddjuren men det syrerika och det syrefattiga blodet blandas till viss del p.g.a. den ofullständiga väggen mellan hjärtats kammare. Frisättningen av energi i vävnaderna är inte heller hos kräldjuren tillräcklig för att skapa jämn temperatur och därför är även kräldjuren växelvarma.
Fåglarna härstammar från mindre dinosaurier som gick på bakbenen.

Den viktigaste fossila länk mellan kräldjur och fåglar som hittats är den s.k. urfågeln (Archaeopteryx) som levde för 150 miljoner år sedan. Urfågeln var en ödla med fjädrar.

	Urfågeln	Nu levande fåglar
skelettet	kompakt utan håligheter	ihåliga benpipor
bröstbenskam	saknas	kraftigt fäste för flygmuskulaturen
ryggkotor	ej sammanväxta	sammanväxningar ger bättre stadga
”fingrar”	3 stycken, med klor	saknas
fjäll på huvudet	som hos kräldjuren	saknas
tänder	som hos kräldjuren	saknas (istället finns hornplattor)
svans	många kotor som kräldjuren	mycket kort
bakbenenens mellanfot	sammanväxt till tars	sammanväxt till tars

Tabell 5: Jämförelse mellan urfågeln och nu levande fåglar.

Fåglarna har hög kroppstemperatur (40 – 50°C), effektiva lungor som förgrenar sig med luftsäckar i skelettbenen. Hjärtat är förhållandevis stort och blodblandning sker ej. Därför har de en livlig ämnesomsättning och är jämnvarma. Hos kräldjur och fåglar är återuppsugningen av vatten ur blodet effektiv och urinen avges i fast form som urinsyra.

Däggdjur

Däggdjurens mest karakteristiska egenskaper är pälsen, diandet (mjölkkörtlarna), svett- och talgkörtlarna och tändernas utformning. Könsöppning, urinöppning och ändtarmsöppning är åtskilda. Undantag är kloakdjuren (t.ex. näbbdjur) vars kloak är av samma typ som kräldjurens. Hos kloakdjuren som ibland kallas ”länkar mellan kräldjur och däggdjur” är kroppstemperaturen inte helt konstant. De ger sina ungar di men lägger ägg. Skelettet har likheter med kräldjurens.

De ”äkta” däggdjuren kallas moderkaksdjur (placentadjur). Fostret, som utvecklas i en livmoder, tillförs näring och syre och avger avfallsprodukter genom moderkakan som är en blodkärlsrik vävnad som bildas från fosterhinnorna. Däggdjurens tänder är differentierade i fram-, hörn- och kindtänder. Förbättrad mekanisk sönderdelning av födan har bidragit till snabbare ämnesomsättning vilket är en förutsättning för konstant kroppstemperatur (jämnvarma).

Under den första graviditetsmånaden finns stora likheter mellan däggdjursfostret och övriga ryggradsdjursfoster. Ryggsträng, nervrör, gälspringor (ej genombrutna), gälbågar, segmenterade muskler och svans är detaljer som för tankarna till de andra ryggradsdjurens grupper.

Kontrolluppgift 4

(Flera alternativ kan vara rätt).

1. Kemoautotrofa bakterier

a) utvinner energi ur oorganiska föreningar, t.ex. svavelväte eller kvävgas
b) avger t.ex. ättikssyra, smörsyra, alkohol eller mjölksyra vid respirationen
c) lever alltid anaerobt
d) var troligen den typ av celler som fanns tidigast på jorden
e) är orsaken till att vin surnar vid kontakt med luftens syre

2. Hos algerna

a) kan man följa utvecklingen från encelliga flagellater till fler celliga flagellförsedda arter
b) kan landliv ha blivit möjligt tack vare symbios med svampar
c) kan man spåra ursprunget till växterna genom bl.a. förekomsten av klorofyll och stärkelse
d) förekommer generationsväxling mellan sporofytgeneration och könlig generation
e) har fröna ett kraftigt skal som skyddar mot uttorkning

3. Lavarna

a) räknas till växterna
b) kan räknas som landytornas pionjärer
c) består alltid av autotrof organism i symbios med heterotrof organism
d) räknas som en sorts mykorrhiza
e) är en organismgrupp som saknar sporer

4. Mossor och ormbunksväxter
a) är två stora växtgrupper
b) har klyvöppningar som släpper in koldioxid och släpper ut syre
c) har samma grad av landlivsanpassning
d) har generationsväxling mellan en individ som bildar könsceller och en könlös individ som bildar sporer
e) har generationsväxling mellan en fritt levande förgrodd där befruktning sker och en sporofyt som bildar sporer

5. Hos djuren
a) kan man, både hos de ryggradslösa och hos ryggradsdjuren, följa utvecklingen från vattenliv till landliv
b) finns det, både hos de ryggradslösa och ryggradsdjuren, exempel på arter som har sin larvutveckling i vatten men sitt vuxenliv på land
c) finns en skarpt markerad övergång mellan ryggradslösa djur och ryggradsdjur
d) var kvastfeniga fiskar den djurgrupp som utvecklade extremiteter och lungor för landliv
e) är fåglarna en grupp som saknar länkar till andra djurgrupper

6. Ryggradsdjuren
a) har uppkommit ur varandra så här:
fiskar→groddjur→kräldjur→fåglar→däggdjur
b) levde enbart i vatten för 400 miljoner år sedan
c) är alltid försedda med käkar
d) härstammar från en fisk som fått namnet Latimeria
e) är jämnvarma

7. Fåglar
a) härstammar från dinosaurier
b) har utvecklats mot allt effektivare syreupptagning för att de ska kunna flyga bättre
c) anses ha uppkommit ur kräldjur eftersom de har skelett och tänder som kräldjur
d) kan betraktas som däggdjur med fjädrar istället för päls
e) är jämnvarma som följd av en livlig ämnesomsättning och isolerande fjäderdräkt

8. Groddjuren
a) kallas amfibier därför att de lever i anslutning till vatten och på land
b) andas med gälar
c) har ett tvårummigt hjärta som fiskarna
d) gräver ner sina ägg i sanden
e) är växelvarma vilket innebär att kroppstemperaturen anpassas till omgivningen

Övningsuppgifterna 9 - 12

9. Hur kan man förklara att sexuell fortplantning – cellsammansmältning med påföljande tillväxt (celldelning) – är så allmänt förekommande? (Den sexuella fortplantningen förekommer inom alla organismgrupper även om en del kan fortplanta sig genom delning utan föregående befruktning.)
10. Rita ett stamträd som innehåller de arter som finns i stycket ”Ryggradsdjur: Från vattenliv med gälar till landliv med lungor” ss. 37-38. Placera nu-levande grupper högst upp.
11. Föreslå hur urfågeln kan ha använt vingarna. Motivera. Är det möjligt att fjädrarna inte haft någon funktion?
12. Vilka egenskaper har gjort att fåglar och däggdjur är jämnvarma men inte kräldjur och groddjur? Vilka är fördelarna med att vara jämnvarm?

Studiearbete 3

Svara utförligt på nedanstående frågor och skicka svaren till Nationellt centrum för flexibelt lärande.

1. Beskriv bakteriers och andra encelliga organismers utveckling och gradvis förbättrade anpassning till den ökande syrehalten på jorden.
2. Alla organismer är beroende av vatten. Alger, mossor, ormbunksväxter, fröväxter, ryggradslösa djur och ryggradsdjur är mer eller mindre landlivsanpassade. Diskutera möjligheterna till landliv hos dessa grupper.

Studieenhet 4

Studieenhet 4 har en något annorlunda uppläggning än de tre tidigare studieenheterna. Det beror på att framställningen i läroböckerna i denna del av kursen oftast stämmer överens med kursplanens mål.

Uppläggningen följer en indelning av människokroppen i följande funktioner: *Matspjälkning, andning, cirkulation (blod och blodomlopp), utsöndring, immunförsvar, rörelser, kontroll och koordination (samverkan mellan hormonsystem och nervsystem), sinnesfunktioner*.

För varje organsystem finns en inledning som kompletterar den förra studieenheten med organens byggnad och funktioner hos olika djurgrupper. En annan del innehåller faktatips samt nyckelord som du införlivar i ditt språkbruk genom att läsa om de olika organen i läroboken. Lär dig först allmänt hur olika organ fungerar och samarbetar. Fördjupa dig sedan i några områden som du tycker är intressanta.

1 Matspjälkningen

De flesta celler har en begränsad livslängd. När de dör bryts de ner och ur delarna byggs nya celler. Verksamheten är imponerande: Man har beräknat att det tillverkas 100 ton celler under en människas livstid!

Även om molekylerna från döda och nedbrutna celler används om och om igen behöver vi äta eftersom mycket förbränns till koldioxid och vatten för att vi ska få energi till byggnadsarbetet. Ur energin skapas också rörelser och - ofta som en biprodukt – den värme som behövs för att vi ska kunna hålla vår kroppstemperatur.

Eftersom vår föda är växter och/eller djur består vår mat av kolhydrater, proteiner, fetter, nukleinsyror – precis samma ämnen som vi själva är uppbyggda av. Molekylerna i maten används nästan aldrig direkt utan bryts ner i matspjälkningen till monosackarider, aminosyror, glycerol och fettsyror m.m. för att i cellerna sättas samman till artegna ämnen av samma typ. Till födan räknas också vatten, vitaminer och salter.

Tips

Lär dig matspjälkningsorganens delar och funktioner (inklusive körtlar). Du bör kunna några olika matspjälkningsenzymer, var de verkar och vad de uträttar. Kanske väljer du proteinnedbrytarna pepsin, trypsin och peptidas, kolhydratnedbrytarna amylas och sackaras och fettnedbrytaren lipas.

Exempel på nyckelord

proteiner
kolhydrater
fetter
vitaminer
salter = mineraler
LDL
HDL
essentiella aminosyror
magsår
gallsten
skrumplever
ateroskleros
diabetes
fetma

2 Andningen

Syreupptagning och koldioxidavgivning sker hos många mindre djur (t.ex. maskar och groddjur) genom huden. Speciella organ för gasutbytet är gälar, trakéer och lungor. Hos groddjur finns en kombination av hud- och lungandning.

I gälar och lungor diffunderar syre från vatten respektive från luft in i blod som transporterar syret till kroppens celler. Detta gäller även vid hudandning. Trakéer är rör som leder syret direkt till kroppens celler.

Tips

Lär dig lungornas byggnad och hur andningsmekanismerna fungerar.

Exempel på nyckelord

luftvägarnas flimmerhår
bronker
bronkioler
alveoler = lungblåsor

Övrigt: Tag reda på om

- syrets och koldioxidens diffusion mellan blod och luft
- hemoglobinets buffringsförmåga
- reglering av andningsrytmen genom pH-förändringens påverkan på andningscentrum
- reglering av syrehalten genom pH-förändringens påverkan på hemoglobin
- koloxidförgiftning
- emfysem och sambandet med rökning
- olika cancertyper och sambandet med rökning

3 Cirkulationen

Cirkulationsorganens funktion är att transportera syre, koldioxid, näring, hormoner m.m. Leddjurens blod transporteras bara delvis i blodkärl (öppet blodkärlssystem). Daggmaskarna är exempel på en ryggradlös djurgrupp med slutet blodomlopp och hemoglobin.

Blodomloppet: Hos de flesta djur med blodkärl finns ett eller flera kärl med muskler i väggarna (hjärtan) som pumpar blod genom sammandragningar och utvidgningar.

Bland ryggradsdjuren har fiskarna 'enkelt blodomlopp': blodet pumpas genom kontraktion av det tvårummiga hjärtat ut ur kammaren, genom gälarna. Därefter genomströmmas kroppen: artärer leder blodet **till organen**, kapillärer **genom organen** och vener leder blodet tillbaka **till hjärtats förmak**. Övriga ryggradsdjur har dubbelt blodomlopp med lungartärer, lungkapillärer och lungvener (förutom de redan nämnda blodkärlen). Dubbelt blodomlopp medför att det syrerika blodet pumpas ut i kroppen med större kraft än om blodomloppet varit enkelt.

Blodets sammansättning:

- Blod
  - blodkroppar (45%)
    - röda
    - vita
    - trombocyter
  - blodplasma (55%)
    - blodserum
      - vatten (90%)
      - glukos
      - fetter
      - natriumklorid,
      - hormoner
      - vitaminer
      - antikroppar
    - fibrinogen

Tips:

Lär dig hur blodkärlssystemen är uppbyggda hos ryggradsdjurens grupper. Öva dig att rita en schematisk bild av det mänskliga hjärtat med anslutande blodkärl och att redogöra för blodcirkulationen.

Exempel på nyckelord:

artär	slagvolym	röda blodkroppar	by-passoperation
ven	fickklaff	vita blodkroppar	hjärtinfarkt
kapillär	retledningssystem	trombocyter	chock
aorta	hjärtsäck	blodserum	blue baby
lungartär	systoliskt blodtryck	fibrinogen, fibrin	HDL och LDL
hålven	diastoliskt blodtryck	sänkan	
lungven	sfinktrar	blödarsjuka	
kransartärer	lymfa, lymfkärl	ateroskleros	
segelklaff		angina pektoris	

4 Utsöndringen

Organismer i sötvatten riskerar att få in vatten i cellerna genom osmos (se s. 25):

- Urdjur i sötvatten pumpar ut vatten ur cellen med pulserande vauoler.
- Fiskar i sötvatten avger osmotiskt upptaget vatten som urin.

Organismer i saltvatten riskerar uttorkning genom osmotisk uttransport av vatten ur cellerna:

- Fiskar dricker saltvatten och utsöndrar salt genom gälarna.
- Daggmaskar har ett par enkelt byggda ”njurar” i varje kroppssegment – rör med öppningar inåt kroppshålan och ut genom kroppsväggen som svarar för vatten- och saltavgivningen.
- Hos insekter finns utsöndringsorgan i form av rör som är sammankopplade med tarmkanalen och som töms i den.

Tips:

Lär dig njurens byggnad, indelningen i bark, märg och njurbäcken och vad som händer i njuren.

Exempel på nyckelord:

hypertona och hypotona organismer	primärurin
nefron med kapillärnystan, kapsel, njurkanal	reabsorbtion
samlingsrör (el. samlingskärl)	ADH (=antidiuretiskt hormon)
urinledare	dialysbehandling
urinblåsa	

5. Immunförsvaret

Sjukdomar som uppkommer genom sjukdomsalstrande parasiter (bakterier, virus, svampar, maskar, urdjur) kallas infektioner. Om vi ska få infektionerna eller inte är starkt beroende av effektiviteten i vårt immunförsvar.

Immunsystemets tre försvarslinjer skyddar oss vid kontakt med smittämnet:

- Första försvarslinjen: Barriärer i form av hud och slemhinnor med lågt pH och enzymer som angriper allt kroppsfrämmande.
- Andra försvarslinjen = ospecifika försvaret. Granulocyter och makrofager bekämpar bakterier genom fagocytos. NK-celler angriper virusinfekterade celler. Histamin från skadade celler vidgar blodkärl så att vita blodkroppar snabbare kommer fram. Interferoner (en sorts proteiner) som bildas av virusangripna celler hämmar virusförökning och stimulerar makrofager och NK-celler.
- Tredje försvarslinjen = specifika försvaret. (Med 'specifikt' menas att endast de lymfocyter aktiveras, som är specialiserade på det angripande smittämnet.)

  T-lymfocyter angriper celler som förändrats genom infektion eller cancer.

  B-lymfocyter bildar antikroppar.

  Förklaringen till att en människa har miljontals olika antikroppar är att vid proteinsyntesen i B-lymfocyterna sker en slumpmässig omkombination av mRNA-delar (exoner, se ss. 14-15).

En del sjukdomar och andra problem har immunologiska förklaringar

Autoimmuna sjukdomar

Antikroppar angriper kroppens egna celler i t.ex. leder (ledgångsreumatism), bukspottkörteln (barndiabetes) och nerver/muskler (MS).
Orsak: Immunförsvaret är ”överaktivt” och angriper kroppens egna celler.

Allergier

Inflammationer i hud eller slemhinnor som kan ge nässelfeber, hösnuva eller astma. Orsak: Antikroppar reagerar på pollen, damm, mögelsporer eller annat ”ofarligt”. Reaktionen leder till histaminbildning som orsakar inflammation.

Problem vid transplantationer
Avstötning efter transplantation eller blodsammanklumpning (agglutination) efter blodtransfusion (gäller AB0- och Rh-systemen).
Orsak: Överensstämmelse saknas mellan givares och mottagares antigener på cellerna (HLA-antigener och glykoproteiner) vilket ger antigen-antikroppsreaktion.

Obotliga infektioner
HIV (humant immunbristvirus) leder så småningom till AIDS (förvärvad immunbristsjukdom) som innebär att infektioner, som vanligen är lättbotade, ger livshotande symtom.
Orsak: Viruset förökar sig i T-hjälparceller och dödar dem. De bildade antikropparnas mängd och effektivitet är otillräcklig p.g.a. att viruset ändrar skepnad.

Vaccination
Om smittämne i liten mängd och försvagad form används som vaccin kan mångårigt skydd mot smittämnet uppstå.
Orsak: Smittämnet är, trots försvagningen, ett antigen som framkallar bildning av både plasmaceller och minnesceller. Minnescellerna finns i vissa fall kvar livet ut.

Tips:

Tag reda på exempel på smittvägar för infektioner. Tag reda på hur T- och B-lymfocyter samarbetar i det specifika försvaret.

Exempel på nyckelord:

Ospecifikt försvar:
lymfocyter
granulocyter
NK-celler
interferon
makrofager
Specifikt försvar:
B-lymfocyter:
plasmaceller
minnesceller
T-lymfocyter:
T-hjälpar-, T-mördar- och T-hämmarceller
antigen
antikropp
mastcell
histamin
interleukin I och II
autoimmun sjukdom
HLA-antigen
allergener
transplantation
transfusion
komplement
Blodgrupper:
AB0-systemet
Rh-faktorn
HIV
AIDS
Aktiv immunisering:
vaccinering
monoklonala antikroppar

6. Rörelser

Hos daggmaskar och många andra djur som saknar skelett utförs rörelser med hjälp av ett längsgående och ett ringformat muskellager som också ger kroppen en viss stadga. Blötdjur och leddjur har dessutom yttre skelett av kalk respektive protein och kitin (en cellulosaliknande polysackarid). Ryggradsdjurens skelett är både skydd (t.ex. kraniet) och stöd för kroppen. Genom att rörelsemuskulaturen är fäst vid skelettet uppstår energibesparande hävstänger i extremiteterna.

Vi har tre olika typer av muskler

- Glatt muskulatur finns i inre organ som blodkärl och tarm. Oftast inte viljestyrd.
- Tvärstrimmig (viljestyrd) muskulatur eller skellettmuskulatur utför våra rörelser.
- Hjärtmuskulatur (tvärstrimmig, ej viljestyrd) har förbindelser mellan cellerna för samtidiga kontraktioner.

Tips:

Du bör kunna identifiera och namnge (svenska namn) extremitetbenen och känna till byggnaden hos en led t.ex. knäled. Ta reda på hur röda och vita muskelfibrer arbetar.

Exempel på nyckelord:

Kranium	strålben	benhinna
fontanell	armbågsben	menisk
bäckengördel	lårben	Muskelfiber
nyckelben	knäskål	muskelfibrill
bröstben	vadben	aktinfilament
revben	skenben	myosinfilament
ryggrad	ledhuvud	röda och vita fibrer
disk	ledpanna	aerob och anaerob respiration
skulderblad	ledvätska	myosin
överarmsben	ledbrosk	diskbråck
		ischias

7. Kontroll och samordning

Hormonsystemet och nervsystemet kontrollerar och samordnar kroppens organ.

Genom att studera tabellen och nedanstående text kan du ta del av hur fyra av våra organ samarbetar och hur hormoner och signalsubstanser reglerar verksamheten.

Organsystem	Funktion: Kroppen…	Kontroll/samordning genom…
matspjälkning	…får bränsle till respirationen	…acetykolin, noradrenalin
andning	…får syre till respirationen	…tyroxin och noradrenalin, acetylkolin
cirkulation	…får bränsle och syre i alla celler	…glukagon, insulin, noradrenalin, acetylkolin
utsöndring	…blir av med avfall från respirationen	…ADH (bildas i hypotalamus)

Tabell 6: Organen samarbetar: Vi äter och andas för att få bränsle och syre till cellernas respiration. Bränslet och syret når cellerna via blodcirkulationen. Vid respirationen bildas (förutom energi) produkter som måste utsöndras. Samordningen utförs med hormoner och signalsubstanser från hormon- och nervsystemet.

Matspjälkning: Acetylkolin och noradrenalin är signalsubstanser som utöndras på order från autonoma nervsystemet. De arbetar antagonistiskt så att acetylkolin stimulerar matspjälkningen medan noradrenalin hämmar den.
Andning: Syrebehovet ökar under inverkan av hormonet tyroxin från sköldkörteln och andningen stimuleras under inverkan av noradrenalin. Under inverkan av acetylkolin arbetar lungorna lugnare.
Cirkulation: Glukagon och insulin är bukspottkörtelhormoner som arbetar antagonistiskt. Glukagon höjer och insulin sänker blodsockerhalten. Signalsubstanserna noradrenalin stimulerar och acetylkolin hämmar cirkulationen.
Utsöndring: ADH från hypofysen (bildas i hypotalamus i hjärnan) stimulerar njurarnas återtagning av vatten från primärurinen. Vid förhöjd saltkoncentration i blodet känner saltkänsliga celler i hypotalamus detta och avger ADH så att vattenavgivningen minskar och alltför höga saltkoncentationer i blodet undviks. Vid låg saltkoncentration i blodet minskar ADH-mängden och vattenutsöndringen ökar. (Alkohol blockerar ADH vilket medför ökade urinmängder.)

Ett hormon påverkar endast de celler som har receptorer där hormonet ”fastnar”.

Hormonhalter i kroppen regleras ofta med feed-backmekanism (återkoppling)

Studera samspelet mellan ett överordnat hormon (t.ex. TSH) och ett underordnat (tyroxin) som förutom att reglera ämnesomsättningen också reglerar sina egna mängder.

Nervsystemet tar emot information och ger order

Hos ryggradslösa djur som nässeldjur finns nervsystem som består av ett nervnätverk men ingen hjärna. Daggmaskar och leddjur har nervsystem som liknar ryggradsdjurens. I huvudet finns en hjärna på den bukgangliekedja som löper längs kroppen och från bukgangliekedjan förgrenar sig nerver till kroppens alla delar.

Ryggradsdjurens nervsystem anläggs under fosterutvecklingen på ryggsidan med en hjärna i framänden som ligger skyddad i kraniet. Nerver förgrenas från hjärna och ryggmärg till kroppens alla delar.

Tips:

Lär om hormonsystemet: Exempel på hormonkörtlar och hormoner som bildas i körtlarna. Bekanta dig med huvuddragen i menstruationscykeln och funktionen hos P-piller samt några exempel på hormonstörningar, t.ex. tillväxtstörningar, diabetes, struma.
Lär om nervsystemet: Nervcellens byggnad och hur impulser transporteras genom cellerna och genom synapserna. Hur en reflex uppkommer. Hjärnans byggnad och funktionen hos delarna. Centra i stora hjärnan. Några exempel på organ som stimuleras respektive hämmas av sympatiska och parasympatiska delarna i autonoma nervsystemet. Några psykiska sjukdomstillstånd. Exempel på drogers inverkan.

Exempel på nyckelord:

endokrina körtlar
Hypotalamus:
ADH, oxytocin
Hypofys:
tillväxthormon,
FSH, LH, TSH, ACTH
Sköldkörtel:
tyroxin
Binjurar:
adrenalin, noradrenalin
Bukspottkörtel:
insulin, glukagon
Äggstockar:
östrogen, progesteron

Testiklar:
testosteron
streroidhormon
peptidhormon
Menstruationscykeln:
FSH, LH, östrogen,
östrogen, progesteron,
äggfollikel, gulkropp,
livmoderslemhinna
akromegali
diabetes
struma
Centrala nervsystemet:
hjärna, ryggmärg

Neuron:
neurit, axon,
vilopotential,
aktionspotential
Synaps:
neurotransmittor
acetylkolin, adrenalin,
noradrenalin, dopamin
Gliacell:
myelinskida
Hjärnan:
stora och lilla hj., talamus,
hypotalamus, hjärnstam,
hjärnbark, hjärnbalk

Nyckelord forts.:

Hjärnan (forts.)
Motoriska centra
ex. talcentrum., rörelsec.
Sensoriska centra:
ex. sync., hörselc.,
smakcebntra
associationscentrum
limbiska systemet
Reflexbåge
bakre rot, främre rot
EEG
funktioner i höger och
hjärnhalva
Autonoma nervsystemet
parasympatiska delen
sympatiska delen
schizofreni
depression
fobier
Droger
psykiskt och fysiskt beroende
abstinens, legala och illegala
droger

8. Sinnesfunktioner

Alla djur, till och med de encelliga (+ en del encelliga grönalger, flagellater), har möjlighet att reagera på en retning (ljus, ljud, tryckförändring osv.) med rörelse från eller till retningen. Vattenlevande djur har ofta receptorer (= mottagare av sinnesintryck) för kemiska ämnen i vattnet, exempelvis hormonutsöndringar från andra djur. För de landlevande djuren har luktsinnet motsvarande betydelse för kommunikationen.

Tips:

Studera bilder av hud i genomskärning för att se känselreceptorerna. Studera också bilder som visar örats och ögats byggnad samt hur jämviktssinnet fungerar. Förklara händelseförloppet som startar när en ljusstråle träffar ögat och när ett ljud träffar örat.

Exempel på nyckelord:

Receptorer för…
lukt, smak, syn,
hörsel, jämvikt, tryck,
beröring, värme,
kyla, smärta
Ögat:
Horn-, sen-, åder-
och näthinna,
lins, iris, ciliarkropp,
glaskropp, gula och
blinda fläcken, synnerv
stavar, tappar, rodopsin,
opsin, retinal, vänster resp.
höger synfälts impulförmedling
till höger resp. vänster hjärnhalva
grå starr
grön starr
Örat:
ytter- mellan-, inneröra
trumhinna, hammare, städet,
stigbygeln, ovala och runda
fönstren, hörselnerv, örontrumpet
övre och undre
trappan, hinnsnäcka,
takhinna, basilarmembran, hörselsinnsceller
Jämviktssinnet:
snäckan, båggångar
med cilieförsedda
sinnesceller,
hinnsäckar med kalkkristaller på
sinnescellerna

Övningsuppgifterna 13 - 20

Försök först själv utan hjälp. I slutet av studiehandledningen finns förslag till svar eller en hänvisning.

13. **a**) Varför äter vi?

b) Vilka produkter bildas vid matspjälkningen?

14. **a**) Vad menas med alveol?

b) Ge exempel på olika syreupptagningsorgan hos olika djurgrupper.

15. **a**) Vad menas med dubbelt blodomlopp?

b) Redogör för blodets sammansättning hos människa.

c) Varför sprängs röda blodkroppar i rent vatten?

16. **a**) Vad måste utsöndras ur vår kropp och vilka organ används utom njurarna?

b) Hur fungerar en nefron?

17. Ge en immunologisk förklaring till avstötningsproblem vid transplantationer.

18. **a**) Vilka är de tre muskeltyperna och vad är det för skillnad i uppbyggnad och funktion?

b) Berätta vad du vet om snabba och långsamma muskelfibrer.

19. **a**) Varför blir man mer kissnödig av alkoholhaltiga drycker än av andra drycker?

b) Vad menas med feed-backmekanism (återkoppling) i hormonsammanhang? Ge exempel.

c) Hur ”vet” hormoner vilka celler de ska påverka?

d) Ge exempel på nervsystem med annorlunda byggnad än det vi människor har.

e) Hur är en nervcell byggd och vilken är bakgrunden till impulstransporten i nervceller och synapser?

20. **a**) Vilka är människans viktigaste sinnesreceptorer?

b) Var sitter jämviktssinnet och hur fungerar det?

Studiearbete 4

Utför två laborationer och besvara två frågor om människokroppen. Skicka laborationsrapporterna och dina svar till din lärare vid Nationellt centrum för flexibelt lärande.

Lab. 1 Undersök din kondition

Genom att undersöka sin maximala syreupptagning per minut och kilogram kroppsvikt kan man få en uppfattning om sin kondition. Den här mätmetoden kallas The Harward step test. Du behöver ett stadigt underlag (pall eller stol) för kvinnor 40 cm högt och för män 50 cm.

Metod: Försökspersonen (du själv eller någon annan) stiger upp med båda fötterna på pallen och ned igen med båda fötterna 30 gånger per minut i 5 minuter.

Därefter sätter sig försökspersonen ner samtidigt som du avläser klockans sekundvisare.

Efter 60 sekunder ska du nämligen räkna antalet pulsslag hos försökspersonen under 30 sekunder (anteckna). Försökspersonen sitter kvar och pulsslagen räknas 2 gånger till (i 30 sekunder varje gång) 2 minuter och 4 minuter efter att upp- och nedstigningen avslutades.

Resultat: Addera pulstalen från de tre räkningarna. Poängtalet beräknas med formeln:

$$\frac{\text{(arbetstid i sekunder)} \bullet 100}{2 \bullet \text{(summan av pulsslagen)}}$$

Avläs konditionen i tabellen. (Resultatet av detta test överensstämmer bra med direkta mätningar av syreupptagningsförmågan.)

Avsätt i ett diagram antalet pulsslag som en funktion av tiden (1, 2 och 4 minuter efter ”klättring”). Om man har möjlighet att få en vältränad och en dåligt tränad person att göra konditionstestet kan det vara intressant att jämföra sitt eget diagram med deras.

Poäng	under 50	50 – 64	65 – 79	80 – 89	över 90
Kondition	dålig	låg – medel	medel – god	god	utmärkt

Lab. 2 Reflexer

En möjlighet att undersöka nervsystemets funktion är att mäta reflexer.
För att göra denna laboration behöver du hjälp av en person. Du behöver också ett föremål med rejält skaft (t.ex. en skruvmejsel) och en 30 cm lång linjal.
Knäreflexen: Den ena personen sitter med det ena benet över det andra, slappnar av och tittar i taket. Den andra slår försiktigt men bestämt med skruvmejselskaftet (det går också bra med handens ”lillfingersida”) precis under knäskålen. När man slår där träffar man en sena som är fortsättningen på lårmuskeln. Senan trycks in och därigenom sträcks lårmuskeln. I muskeln finns sinneceller som retas och sänder iväg impulser när muskeln sträcks. Hur reflexbågen uppkommer ska du redogöra för i laborationsrapportens ”diskussion”.
Akillesreflexen: Den ena personen står med ena foten på golvet och det andra benet böjt med knä och underben vilande mot en stolsits så att foten hänger fritt. Den andra personen slår försiktigt på akillessenan. Även här uppkommer en reflex som du förklarar i diskussionsavsnittet. Skriv också något om möjligheten att bedöma nervsystemets funktion med hjälp av reflexkontroller.

Frågor:

1. Diskutera skillnader och likheter i olika organismers blodkärlssystem.

2. **a**) Ge exempel på olika smittvägar för infektioner.

b) Hur samarbetar T- och B-lymfocyter?

c) Tag reda på lite om allergi och skriv under rubriken Allergi - orsaker och behandling.

Svar på kontrolluppgifterna

Kontrolluppgift 1
1 b c e; 2 a b c d e; 3 b d e; 4 a b c; 5 a b c; 6 b c d; 7 a b c e; 8 c d.
Kontrolluppgift 2
1 b e; 2 b d; 3 d e; 4 b; 5 c e; 6 a b d e; 7 b d e; 8 a c e.
Kontrolluppgift 3
1 a b d; 2 b c d e; 3 e; 4 b c e; 5 b e; 6 a b c e; 7 a b d e; 8 b c d e.
Kontrolluppgift 4
1 a d; 2 a b c d; 3 b c d; 4 a d; 5 a b d; 6 b; 7 a e; 8 a b e.

Svar på övningsuppgifterna

1. Cellerna blev självförsörjande (autotrofa) med råvarorna koldioxid, vatten och salter som enda förnödenheter tack vare att de kunde utföra både en effektiv fotosyntes och aerob respiration. Därigenom kunde de bättre ta tillvara energiinnehållet i de organiska näringsämnena, utan att skadas av syret.

2. Efter 1 20-min.-period 2 ($=2^1$) bakterier; efter 2 20-min.-perioder 4 ($=2^2$) bakterier; efter 12 timmar =36 20min.-perioder 2^{36} bakterier = $6{,}87 \bullet 10^{10}$ (=68,7 miljarder) bakterier.

3. **a**) Förlorar vatten p.g.a. osmos. **b**) Sprängs p.g.a. osmotisk vattenupptagning.

4. Saltkoncentrationen (utanför gräset celler) blir så hög att gräset förlorar vatten p.g.a. osmos (vatten strömmar från hög vattenkoncentration till lägre vattenkoncentration).

5. Fördelen med aerob respiration är att organismen tillgodogör sig väldigt mycket av energin i de organiska näringsämnena (18 gånger så mycket som vid anaerob). Anaeroba organismer kan leva utan syre – en icke föraktfull fördel.

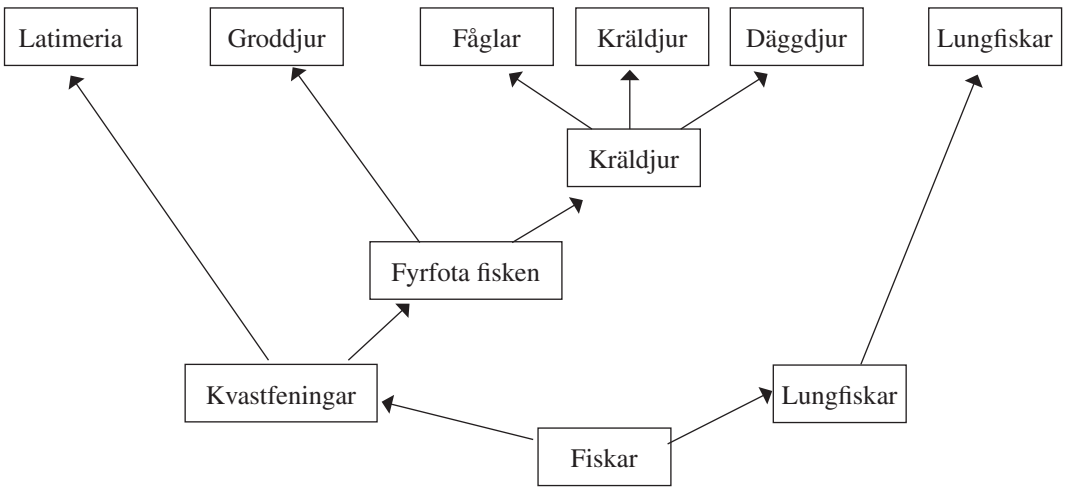
6. Jäsning kan vara en ursprunglig form av respiration eftersom **a**) syre inte krävs och jäsning alltså kan vara en ”kvarleva” från den syrefria atmosfärens tid. **b**) jäsning är ineffektivt jämfört med cellandning och evolutionen kan förväntas ha framkallat effektiviseringar **c**) jäsningen utförs nästan uteslutande av encelliga organismer.

7. När jordytan ohindrat bestrålades med giftigt UV-ljus, organiska ämnen var en bristvara och syre saknades fanns troligen bara kemoatutotrofa organismer i vatten (som metan- och svavelbakterierna som finns fortfarande). När fotoautotrofa organismer (framför allt cyanobakterier) producerat så pass mycket syre att atmosfärens syrehalt blivit betydande gick dessa bakteriearter antingen under eller drog sig, som metan- och svavelbakterierna, undan till de återstående syrefria områdena i jorden eller till havs- och sjöbottnar. Men en del bakterier förändrades (genom mutationer) så att de kunde uthärda syret (de fakultativt anaeroba)[1]. Några kunde till och med börja använda syret för sin energiutvinning. Bäst anpassade till jordelivet har kanske de varit, som sedan den tiden kunnat utvinna energi både anaerobt och aerobt eftersom båda miljötyperna funnits sedan dess. En annan förklaring till att jäst och mjölksyrabakterier har båda möjligheterna är att de kanske befinner sig på ett stadium mitt emellan de med anaerobt och aerobt levnadssätt och att de om ett antal miljoner år eventuellt kommer att ha förlorat möjligheten till anaerob energiutvinning.

8. De stora ormbunksskogarna var höggradigt fuktiga vilket gav de torkkänsliga ormbunksväxternas könliga generationer en överlevnadsmöjlighet. De kunde då bättre konkurrera med de mindre torkkänsliga fröväxterna. I våra dagars torrare klimat är situationen tvärtom.

9. En orsak kan vara att alla organismer är mer eller mindre släkt med varandra och därför har liknande livsprocesser. Sexuell fortplantning har givit en stor selektionsfördel genom att öka egenskapsvariationen som inneburit ökade anpassningsmöjligheter till olika miljöer.

10.



1 Fakultativt anaerob organism = organismen kan anpassa sig till syrehaltig miljö.

11. Troligen dålig flygförmåga p.g.a.vikten (kompakta ben). Fågeln klättrade troligen i träd (klor på vingarna) och vingarnas fjädrar hade betydelse vid glidflykt – ett sätt att undkomma predatorer. Knappast troligt att en så komplicerad konstruktion som fjäderdräkten saknat funktion. Men i början kanske enbart god värmeisolering (säkert selektionsfördel i förhållande till övriga kräldjur i ett allt kallare klimat och i konkurrens med dinosaurierna).

12. Välutvecklade lungor med avancerad byggnad (alveoler). Hos fåglarna dessutom ihåliga skelettben som innehåller förgreningar från lungorna. Ett effektivt cirkulationssystem med fyrarummigt hjärta som håller isär det syrefattiga och syrerika blodet. Dessa egenskaper har givit förutsättningar för effektiv energiutvinning vid cellandningen. Fjädrar respektive päls isolerar.

13. **a**) Ur födan utvinns energi och byggnadsmaterial till nya celler. **b**) Slutprodukten av kolhydrater är monosackarider (glukos), av fetter glycerol och karboxylsyror (fettsyror), av proteiner aminosyror (se Studieenhet 1)

14. **a**) Lungblåsa **b**) Gälar, lungor, trakéer (se Studieenhet 2)

15 **a**) Ett blodomlopp mellan hjärta och andningsorgan och ett mellan hjärta och övriga organ. **b**) Se Cirkulationen i Studieenhet 4. **c**) Eftersom vattenkoncentrationen är högre utanför blodkropparna än inuti strömmar vatten in genom cellmembranerna. Cellerna tål inte det höga tryck som uppkommer utan sprängs.

16. **a**) Salter (bl.a. urinämne och natriumklorid) och vatten genom njurarna; vatten och salter genom huden; koldioxid och vatten genom lungorna. (Avföringen brukar inte räknas in här.) **b**) Nefron = var och en av de c:a 1 miljon enheter som en njure är uppbyggd av dvs. ett blodkärlsnystan, en njurkapsel och en njurkanal. Se bild i lärobok.

17. Se Immunförsvaret i Studieenhet 4.

18. **a**) Se Rörelser i Studieenhet 4. **b**) Snabba (vita) fibrer: Arbetar anaerobt och har låg halt av myoglobin. Långsamma (röda) fibrer: Arbetar aerobt, omges av många kapillärer, har många mitokondrier och mycket myoglobin.

19. **a**) Alkohol blockerar det antidiuretiska hormonet (ADH) som motverkar urinbildning. **b**) Samspelet mellan TSH (sköldkörtelstimulerande hormon från hypofysen) och tyroxin (ämnesomsättningshormon från sköldkörteln) tas här som exempel: När TSH-produktionen i hypofysen ökar och alltmer TSH släpps ut i blodet, ökar tyroxinproduktionen. Men den ökande tyroxinhalten i blodet sänker TSH-produktionen. Då sjunker tyroxinproduktionen varpå TSH-halten åter ökar osv. **c**) Hormonmolekylerna fästs endast på celler som har receptorer för hormonerna. **d**) Se bild och text i lärobok.

20. **a**) Syn-, hörsel-, lukt-, smak-, känsel-, jämvikts- och lägesreceptorer. I huden finns receptorer för tryck, beröring, värme, kyla och smärta. **b**) I hinnlabyrinten i innerörat sitter jämviktsorganen som består av hinnsäckarna och båggångarna. I hinnsäckarna finns lägesreceptorer som ger oss information om huvudets läge genom att statoliter (kalkkristaller) belastar olika receptorer vid olika lägen. Båggångarnas sinnesceller ger oss information om kroppens rörelseförändringar.