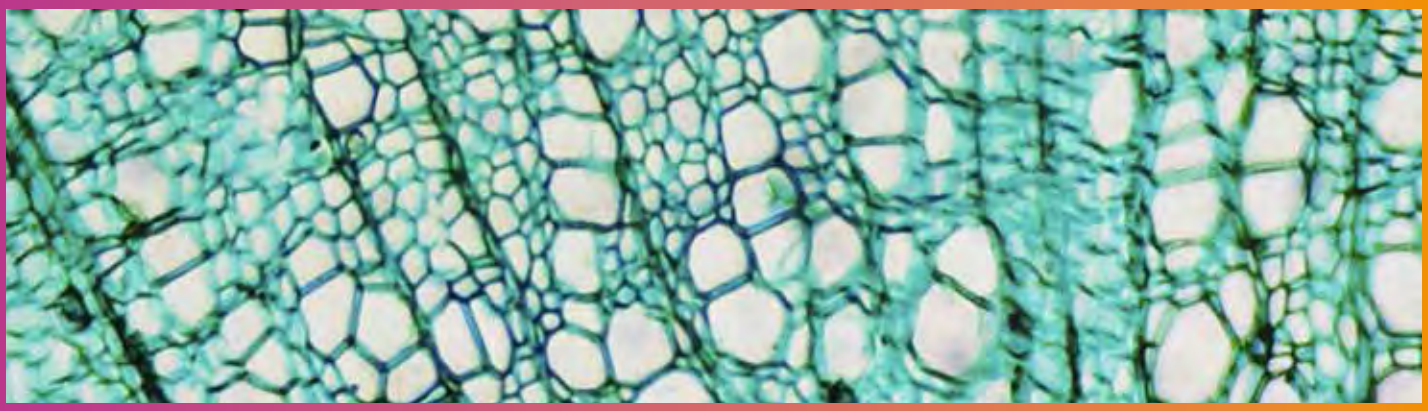


Leena Arvanitis
Karim Hamza
Carl Johan Sundberg
Anders Pålsson

BIOLOGI

Campus 2

Smakprov

BIOLOGI

Campus

nyskrivet, modernt och inspirerande!

2000-talet är biologins århundrade

Det är få vetenskaper där det pågår en så snabb kunskapsutveckling som inom biologin. Molekylärbiologin är ett av många områden där nya kunskaper utvecklas, kunskaper som är nödvändiga för att kunna möta framtidens stora utmaningar som miljöförändringar, livsmedelsförsörjning, vällevnadssjukdomar, antibiotikaresistens och globala pandemier. Behovet av ett nytt aktuellt läromedel i biologi är därför stort!

Biologi Campus är ett helt nyskrivet läromedel i biologi för gymnasiet. På ett utmanande och inspirerande sätt möter eleven både den traditionella biologin och det som sker på forskningsfronten. Biologi Campus följer helt gymnasiets ämnesplan i biologi och lyfter särskilt fram biologins karaktär och arbetsmetoder. Viktiga biologiska begrepp behandlas i bokens alla kapitel. Det ger ett tydligare sammanhang och hjälper eleven att få en djupare förståelse. Stor omsorg har lagts på att utforma texter som underlättar elevernas läsande och förståelse. Som ytterligare stöd finns ordförklaringar i direkt anslutning till texten. Biologi Campus har dessutom ett stort antal informativa illustrationer och väl valda foton som förklarar och fördjupar viktiga begrepp och förlopp.

Biologi Campus 2 *har fyra kapitel*

Kapitel 1 – Cell- och molekylärbiologi
Kapitlet redogör för cellers byggnad, ämnesomsättning och funktion, beskriver likheter och skillnader mellan olika huvudtyper av celler, kommunikation inom och mellan celler samt vad ett virus är. Här behandlas även cell- och molekylärbiologins användningsområden, möjligheter, risker och etiska frågor.

Kapitel 2 – Organens tillkomst
Här beskrivs hur flercelliga organismer kan utvecklas från enda befruktad cell, hur celler kan bilda vävnader och organ, och slutligen hur komplexa organsystem kan uppstå. Dessutom behandlas hur kunskaper i utvecklingsbiologi användas för att reparera eller ersätta skadade vävnader och organ.

Kapitel 3 – Växters och svampars fysiologi
Kapitlet tar upp hur växter och svampar är uppbyggda, deras ämnesomsättning och förmåga att kommunicera samt hur de klarar olika utmaningar för att överleva, växa och fortplanta sig.

Kapitel 4 – Människans och djurs fysiologi
Detta kapitel behandlar djurs fysiologi, med fokus på människan. Kapitlet beskriver utförligt deras uppbyggnad och hur kommunikation, ämnesomsättning, respiration, försvar och reproduktion fungerar och samverkar.

Biologins karaktär och arbetsmetoder lyfts fram i alla kapitel.

Innehåll

1 Cell- och molekylärbiologi

Cellers byggnad

Vad är en cell?
Cellmembran
Ribosomer
Cellens kemiska byggstenar

BIOLOGINS KARAKTÄR OCH METODER I
Celler under mikroskop

Prokaryota och eukaryota celler

Prokaryoter
Eukaryoter

BIOLOGINS KARAKTÄR OCH ARBETSMETODER II
Sterilteknik och odling av bakterier

Cellers energiomsättning och kommunikation

ATP – Livets energivaluta
Cellandning
Celler omvandlar näringsämnen i biosyntesen
Reglering av cellens metabolism
Fermentering
Fotosyntes
Evolution av cellers metabolism
Olika typer av signalmolekyler
Samordning av celler

Virus

Virus byggnad
Virus förökar sig i levande celler
Virusliknande partiklar

Cell- och molekylärbiologins användning

Användning av mikroorganismer
Cellterapi
Bioinspirerade membraner
Användning av enzymer
De nya ”-omikerna”
Systembiologi

BIOLOGINS KARAKTÄR OCH ARBETSMETODER III
Metoder för storskaliga datamängder – globala analysmetoder

2 Organens tillkomst

Utvecklingsbiologi

Från en cell till en flercellig individ
Fosterutvecklingen hos däggdjur
Stamceller

Evolution av organsystem

Vad skulle vi hitta på en exoplanet?
Vad driver utvecklingen av organsystem?
Organsystemens utveckling hos djuren
Hur kan komplexa organsystem uppstå?
Slump eller nödvändighet?

3 Växters och svampars fysiologi

Växter

Vad är en växt?
Växters ämnesomsättning
Transport i växter
Mineralnäringsämnen
Kommunikation, styrning och rörelse
Växters fortplantning
Sjukdomar och stress hos växter

BIOLOGINS KARAKTÄR OCH ARBETSMETODER IV
Korrelation och regression

Svampar

Vad är en svamp?
Svamparnas reproduktion och livscykler

BIOLOGINS KARAKTÄR OCH ARBETSMETODER V
Modellorganismer

4 Människans och djurs fysiologi

Kommunikation och styrning

Nervsystemet
Nervsystemets byggnad
Funktionell indelning av nervsystemet
Nervcellen
Signalöverföring mellan celler
Sinnesorgan
Mekanoreceptorer
Kemoreceptorer
Centrala nervsystemet, CNS
Information bearbetas i hjärnan
Hjärnans högre funktioner
Hormonsystemet
Hormoner
Hormonsystemet och nervsystemet samverkar
Hormonsystemet styr kroppens olika funktioner
Hormonstörande ämnen

Rörelse

Djur har olika typer av rörelseapparat
Människans rörelseapparat
Muskler ger kraft och rörelse
Fysisk aktivitet och hälsa

Ämnesomsättning och cirkulation

Näringsupptag
Matspjälkningssystemet
Gasutbyte
Utsöndring
Cirkulation

BIOLOGINS KARAKTÄR OCH METODER VI
Anamnes – grundläggande för all diagnos av sjukdom

Försvar

Försvaret aktiveras
Det yttre försvaret
Det inre försvaret – immunförsvaret
Det medfödda försvaret
Det adaptiva försvaret
När immunförsvaret misslyckas

Kärlek, sex och reproduktion

Förälskelse
Sex, lust och åtrå
Reproduktion
Preventivmedel
STD – sexuellt överförbara sjukdomar

Inledande uppslag

Varje kapitel inleds med ett uppslag som ger eleverna en översikt av kapitlets kunskapsinnehåll.

1 Cell- och molekylärbiologi

Innehåll

Kapitlet är indelat i fem avsnitt.

- Det första handlar om de delar av cellernas uppbyggnad och funktioner som är gemensamma för alla celler, bland annat hur olika ämnen kan ta sig in i och ut ur en cell. I det första avsnittet går vi också genom vad som skiljer olika huvudtyper av celler och vad virus är.
- Det andra avsnittet behandlar olika typer av celler och hur de skiljer sig åt.
- Det tredje avsnittet beskriver cellers ämnesomsättning. Här beskrivs också hur kommunikation inom cellen går till och hur celler kommunicerar med sin omgivning.
- Det fjärde avsnittet handlar om virus.
- Det femte och sista avsnittet handlar om cell- och molekylärbiologins användningsområden.

Vad har du gemensamt med träden i en skog, fiskarna i haven, maskarna i jorden eller maskrosorna på skolgården? Jo, du är liksom alla andra levande organismer uppbyggd av små byggstenar, som vi kallar celler. Det här kapitlet handlar om hur celler är uppbyggda och fungerar. Celler studeras av cellbiologer, mikrobiologer och molekylärbiologer. Cellbiologer studerar hur encelliga och flercelliga organismer fungerar på cellnivå. Mikrobiologer är intresserade av hur encelliga organismer fungerar. Molekylärbiologer är framförallt intresserade av hur olika makromolekyler som nukleinsyror och proteiner är uppbyggda och deras funktion i cellerna.

Avsnitt

Cellers byggnad
Vad är en cell?
Cellmembran
Ribosomer
Cellens kemiska byggstenar
BIOLOGINS KARAKTÄR OCH ARBETSMETODER I
Celler under mikroskop

Prokaryota och eukaryota celler
Prokaryoter
Eukaryoter
BIOLOGINS KARAKTÄR OCH ARBETSMETODER II
Sterilteknik och odling av bakterier

Cellers energiomsättning och kommunikation
ATP – Livets energivaluta
Cellandning
Celler omvandlar näringsämnen i biosyntesen
Reglering av cellens metabolism
Fermentering
Fotosyntes
Evolution av cellers metabolism
Signaltransduktion
Samordning av signaler

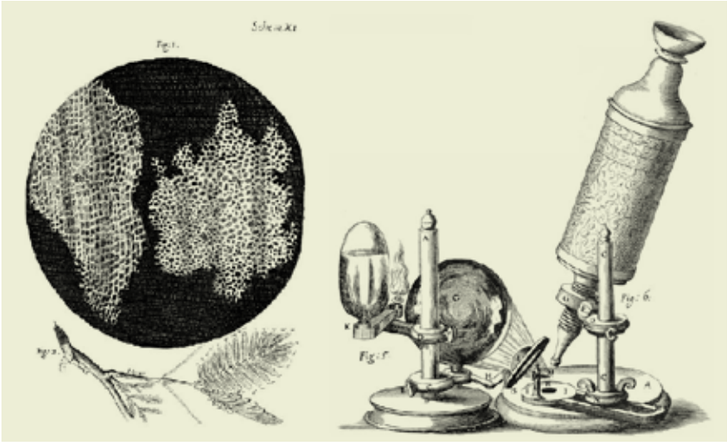
Virus
Virus byggnad
Virus förökar sig i levande celler
Virusliknande partiklar

Cell- och molekylärbiologins användningsområden
Användning av mikroorganismer
Cellterapi
Bioinspirerade membraner
Användning av enzymer
De nya ”-omikerna”
Systembiologi
BIOLOGINS KARAKTÄR OCH ARBETSMETODER III
Metoder för storskaliga datamängder – globala analysmetoder

Cellers byggnad

Begrepp

Cellteorin
Cellmembran
Transportproteiner
Membranpotential
Passiv och aktiv transport
Koncentrationsgradient
Semipermeabel
Osmos
Akvaporiner
Turgor
Hypoton, hyperton och isoton
Vattenpotential
Jonkanaler och transportproteiner
Endo- och exocytos
Ribosom
Nukleinsyra, protein, kolhydrat och lipid
Mikroskopering



Robert Hooke *avbildade de strukturer som han såg i barken av en korkek på 1600-talet och kallade dem för celler.*

Viktiga begrepp

Begreppslistor i början av varje delkapitel hjälper eleverna att se vilka begrepp som är centrala.

…nsta funktionella enheten som bygger upp alla levande …nismer, exempelvis du och en björk, är uppbyggda …erade celler. Andra organismer som bakterier och …nda cell.

…s för första gången i slutet av 1600-talet av den …bert Hooke. Han beskrev då de strukturer som …ark genom ett mikroskop. Kort därefter rapport…naturforskaren Antonie van Leeuwenhoek att han …levande organismer i olika vätskor. Bland annat …t sperma innehöll levande ”sädesdjur”.

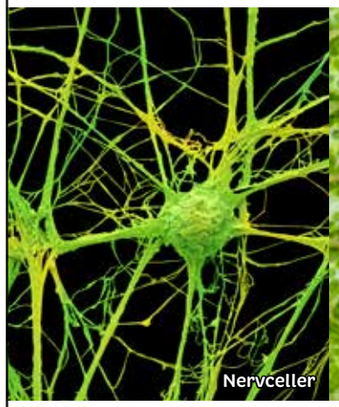
…nis det enkla mikroskop redan på 1400-talet, men de första mikroskopen hade rätt dålig optik och forskarna var inte alltid helt säkra på vad de egentligen såg. Förbättringar av optiken i början av 1800-talet gjorde att man kunde studera cellerna i större detalj. Det ledde till att två tyska forskare, Matthias Jacob Schleiden och Theodor Schwann formulerade i mitten av 1800-talet oberoende av varandra den så kallade cellteorin. Den beskriver cellen som livets grundläggande enhet. Alla levande organismer är uppbyggda av en eller flera celler som i sin tur har uppkommit genom delning av andra celler. Det gemensamma ursprunget gör att celler fortfarande delar många egenskaper på molekylär nivå trots att de kan se väldigt olika ut. Cellteorin är en av de viktigaste teorierna inom biologin. Nuförtiden består den av betydligt fler delar än de som formulerades på 1800-talet. Det här kapitlet är i stora delar en beskrivning av den moderna cellteorin.

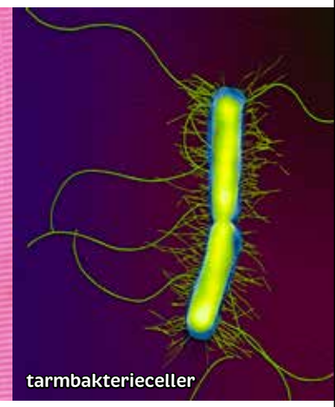
Cell är latin och betyder kammare.

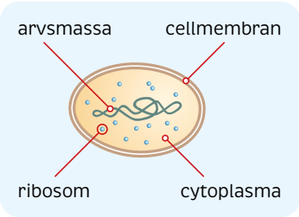
Funktionell betyder användbar, ändamålsenlig eller funktionsduglig. Att något fungerar.

VAD ÄR EN CELL?

BILDEN HÄR INTILL VISAR exempel på celler som ser ganska olika ut. Vad är det som dessa celler trots allt har gemensamt och som gör dem till celler?







Alla celler *har cellmembran, cytoplasma, arvsmassa och ribosomer.*

Under evolutionen har celler anpassats till ett stort antal olika miljöer och uppgifter. Exempelvis har nervceller ett tunt, upp till en meter långt utskott, vars funktion är att transportera elektriska signaler. För en nervcell hos människan, som sträcker sig från din ryggrad till din stortå, kan utskottet vara över en meter långt. Växtceller är ofta rektangulära, sitter tätt ihop och har en yttre hård cellvägg som ger cellen och hela växten stadga. Muskelceller har en inbyggd töjbarhet som gör att de kan ändra längd när muskeln spänns eller slappnar av. Tarmbakteriernas yta är täckt med utskott som gör att de kan fästa vid tarmcellernas yta. Men trots dessa och många andra olikheter är vissa grundläggande drag gemensamma för alla celler.

Alla celler omges av ett mycket tunt hölje som kallas cellmembran. Hos växter omges cellmembranet av en styv cellvägg. Även de flesta svampar, arkéer och bakterier har cellvägg. Innanför cellmembranet finns cytoplasman. Cytoplasman är en trögflytande vätska som innehåller mycket högre halter av olika joner och molekyler, än vad som finns utanför cellen. Skillnaden mellan ut- och insidan är nödvändig för att cellens livsprocesser ska fungera. Cellen använder upp till 30 % av sin energi för att bevara den här skillnaden. I cytoplasman finns också cellens arvsmassa med instruktioner för hur cellens proteiner ska tillverkas. Proteinerna gör det mesta av jobbet i en cell och ger därför cellen dess unika egenskaper. Proteinerna tillverkas av ribosomerna, som därför också finns i alla slags celler.

Utvecklingsbiologi

Begrepp

Embryo
Groddlager
Ektoderm, mesoderm, endoderm
Celldifferentiering
Inre cellmassa (ICM)
Blastula/blastocyst
Trofoblast
Gastrula
Specificering, determinering, differentiering
Cellvandring
Induktion
Gastrulation (mönsterbildning)
Programmerad celldöd (apoptos)
Stamcell
Totipotent, pluripotent, multipotent
Embryonala stamceller (ES-celler)
Inducerade pluripotenta stamceller (iPS-celler)

FLERCELLIGA ORGANISMER SOM människor, getingar och äppelträd har utvecklats från en enda befruktad äggcell, en zygot. Den har därefter delat sig, först till två celler och sedan till fyra, åtta, sexton osv. fram till de miljontals celler som finns i den vuxna individen. Cellerna bildar vävnader och organ. Men hur ”vet” cellerna att de ska bilda till exempel huvud eller fötter? Varför förlorar cellerna successivt förmågan att utvecklas till olika typer av vävnader? Eller finns förmågan kanske kvar hos vissa celler i den vuxna individen? Kan sådana kunskaper i så fall användas för att reparera eller ersätta skadade vävnader och organ? Det är den typen av frågor som utvecklingsbiologin ägnar sig åt.

FRÅN EN CELL TILL FLERCELLIG INDIVID

ETT BEFRUKTAT MÄNNISKOÄGG ÄR ungefär 0,1–0,2 mm i diameter, inte större än punkten i slutet av den här meningen. Efter fyra dagar har det befruktade ägget delat sig till en cellklump på 32 celler och efter fyra veckor går det att urskilja början till alla de stora organsystemen i kroppen. Efter ytterligare tre till fyra veckor är organsystemen i princip färdigutvecklade. Under de återstående sju månaderna finslipas organens funktioner, samtidigt som fostret tillväxer. På mindre än två månader har alltså en enda mikroskopiskt liten cell gett upphov till en helt ny individ med miljontals specialiserade celler i vävnader och organ. Hur är denna utveckling från en enda cell till färdig individ möjlig?

På 1100-talet reflekterade den judiske rabbinen Moses Maimonides över fosterutvecklingen. Många av hans samtida ansåg att det krävdes att en ängel tog sig in i livmodern och formade organen. Men Maimonides frågade sig om det inte vore än mer fantastiskt om Gud hade skapat materien så att den själv kan forma sig till en ny individ, utan en ängels hjälpande hand.

Den kunskap vi har idag ger stöd åt Maimonides funderingar, även om utgångspunkten är olika. Den befruktade äggcellen behöver ingen yttre hjälp för att formas till en ny individ. Den allra första tiden styrs utvecklingen av pro- [illegible] från början redan finns i den obefruktade äggcellen. [illegible]gen hand slå på och stänga av generna i cellen. [illegible]ret för utvecklingen successivt till fostrets eget [illegible]erentieringen, en process där cellerna utveck- [illegible]er och mer specialiserade. Enskilda cellers [illegible]ra celler de omges av. Cellerna i den lilla [illegible]las i livmodern känner igen andra celler som [illegible]opplar ihop sig och bildar större samman- [illegible] kan förflytta sig till nya platser och forma sig [illegible]sätt bildas de olika vävnaderna och organen.

- Att *differentiera* betyder att dela upp, nyansera, särskilja.
- *Sjok* är ett stort platt skikt, eller ett större avsnitt av till exempel en text.
- *Pre-* kommer från latin *prae* och betyder före. Preembryo betyder alltså ”före embryot”.

Tydlighet och läsbarhet

Ordförklaringar i direkt anslutning till texten stöder läsningen av texten.

FAKTA

Fosterutvecklingens tre perioder

1. Preembryoperioden (klyvningsfas, celldelningsperiod)
2. Embryoperioden
   a) mönsterbildning
   b) organbildning
3. Fosterperioden

FOSTERUTVECKLINGEN HOS DÄGGDJUR

Den nya individ som utvecklas när en befruktad äggcell börjar dela sig, kallas för ett embryo. Ett embryo är de tidigaste utvecklingsstadierna hos ett djur eller en växt. Utvecklingen fram till att organen är utvecklade kallas för embryonalutvecklingen. Hos människan och andra däggdjur kallar man därefter embryot för ett foster. Hos människan talar man därför ofta om fosterutveckling från och med 9:e veckan, istället för embryonalutveckling.

Fosterutvecklingen hos däggdjur delas in i tre perioder: preembryo-, embryo- och fosterperioden. Preembryoperioden är tiden från befruktningen till det att embryot har fäst sig i livmoderslemhinnan och börjat få näring och syre från moderns blodcirkulation. Preembryoperioden kallas även klyvningsfasen eller celldelningsperioden och varar hos människan i ungefär två veckor. Det befruktade ägget delas i fler och fler celler under denna period, men eftersom cellerna inte tillväxer mellan delningarna blir de allt mindre. Slutresultatet är en klump av små celler som vandrar genom äggledarna ner till livmodern, där den fäster i livmoderslemhinnan.

***När en** spermie befruktar en äggcell bildas en zygot. Under de två första veckorna efter befruktningen sker intensiv celldelning och det bildas en klump av celler som fäster sig vid livmoderslemhinnan. Under perioden tredje till och med åttonde veckan efter befruktningen bildas de flesta organ. Efter åttonde veckan och fram till förlossningen sker tillväxt och fortsatt utveckling av organen.*

KOMMUNIKATION, STYRNING OCH RÖRELSER

Växter kan upptäcka och reagera på förändringar i den inre och yttre miljön, trots att de inte har några särskilda sinnesorgan. Istället har alla växtceller receptorer som reagerar på till exempel ljus av olika våglängd. Växter kan känna av gravitation och en del växter reagerar även på beröring. Dessutom finns det troligen receptorer i rötterna som kan känna markens fuktighet.

Växter har inte heller något som motsvarar djurens nervsystem. Istället har de två kemiska kommunikationssystem. Det ena systemet bygger på plasmodesmerna. Via plasmodesmerna kan framför allt transkriptionsfaktorer och mikro-RNA transporteras från cell till cell utan att behöva passera något cellmembran. På så sätt kan växten enkelt reglera proteinsyntesen i flera celler i en vävnad. Växthormoner är det andra och viktigaste systemet för kommunikation inom växten.

Utmanar och väcker nyfikenhet

Inledande vardagliga frågeställningar som skapar eftertanke, nyfikenhet och intresse.

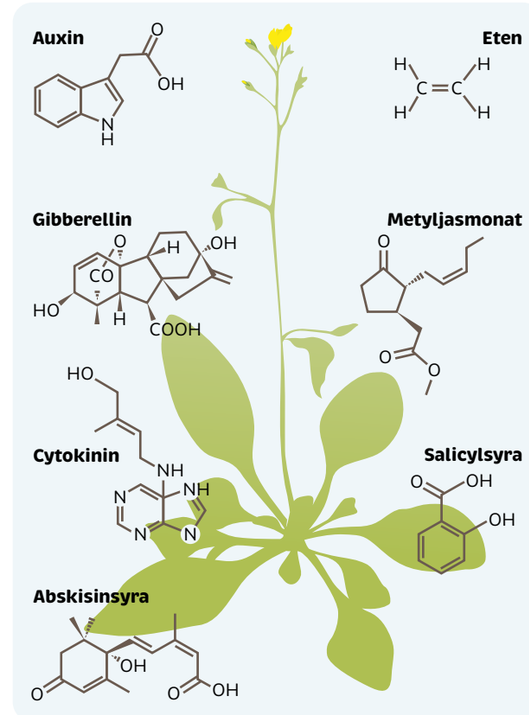
Växthormoner

DET SÄGS ATT MAN helst inte ska köpa snittblommor i matafären om de placerats nära fruktdisken eftersom de vissnar snabbt. Det sägs också att en huvudvärkstablett som innehåller acetylsalicylsyra i blomvasen får snittblommorna att hålla längre. Frågan är om de här råden bara är påhitt, eller om de har någon växtfysiologisk grund.

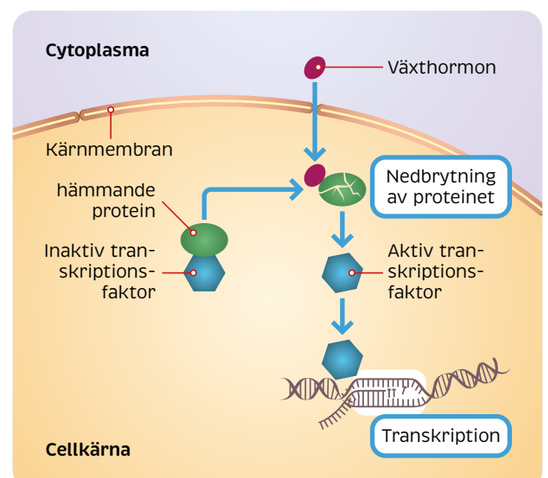
Båda råden är goda råd. Mogna frukter bildar eten (etylen), ett flyktigt ämne som sprider sig från fruktdisken till snittblommorna och gör att de vissnar fortare. Eten bildas nämligen också i blommor som blivit pollinerade, och gör att blommorna vissnar och börjar bilda frukt. Ju mer eten det finns desto snabbare vissnar blommorna. Därför ska man inte ha snittblommor i närheten av frukter. När du lägger en huvudvärkstablett med acetylsalicylsyra i vasen tar blommorna upp salicylsyran. Salicylsyra hämmar blommornas produktion av eten. Det gör att dina snittblommor håller lite längre.

Flyktig betyder tillfällig, ytlig eller kortlivad. Ett flyktigt ämne avdunstar lätt, övergår lätt i gasform vid normal temperatur och tryck.

Hämma är ett annat ord för att hindra, bromsa eller dämpa.



Många växthormoner *tar sig in i cellkärnan och startar nedbrytningen av det protein som hämmar en viss transkriptionsfaktor. Transkriptionsfaktorn blir då fri och kan binda till genen och därmed starta transkriptionen.*



Eten och salicylsyra är två exempel på växthormoner. Hormoner är kemiska ämnen som bildas i och frisätts från speciella celler och påverkar hur andra celler fungerar. Precis som djurens hormoner verkar växternas hormoner vid mycket låga koncentrationer. De påverkar ofta cellerna i den vävnad där de produceras. Många hormoner kan dock transporteras kortare eller längre sträckor i växtens ledningsvävnad. Gasformiga växthormoner som eten kan även spridas till andra delar av växten, men också till andra växtindivider i närheten.

Växthormoner binder precis som djurhormoner antingen till receptorer i cellmembranet, i cytoplasman eller i cellkärnan. Typiskt för växthormoner är att de ofta bryter ner proteiner som hämmar transkriptionen av någon gen. Så länge hormonet är frånvarande binder proteinet till transkriptionsfaktorn och förhindrar att genen aktiveras. När hormonet är närvarande bryts det hämmande proteinet ner. Då frigörs transkriptionsfaktorn och genen kan uttryckas. Växthormoner kan grovt delas in i tre grupper: hormoner som reglerar växtens tillväxt, hormoner som styr utvecklingen och hormoner som samordnar växtens svar på stress.

Växthormonerna auxin, cytokininer och gibbereliner (GA) reglerar växternas tillväxt. De stimulerar eller hämmar celldelning och ökar cellens längd eller volym. Auxin är det viktigaste tillväxthormonet och var också det första hormon som identifierades och beskrevs på 1930-talet av växtfysiologer från Holland och USA. Men redan på 1880-talet formulerade Charles Darwin och hans son Francis utifrån ett antal experiment hypotesen

	Tillväxt	Utveckling	Svar på stress
Auxin	●	●	
Gibberilliner	●	●	
Cytokininer	●	●	
Eten		●	
Abskisinsyra		●	●
Metyljasmonat			●
Salicylsyra			●

De flesta *krukväxter på ett fönsterbreda vänder sina blad utåt mot ljuset och inifrån rummet ser man bara bladens mindre snygga baksidor. Fenomenet beror på fototropism.*

adoneus gör. Två andra exempel på samma sak är unga solrosor och den lilla växten fjällsippa (*Dryas octopetala*). Däremot kan de flesta växter växa mot eller bort från en ljuskälla. På motsvarande sätt kan de orientera sig i förhållande till gravitationen. Skott växer mot ljuset och uppåt, medan rötter växer bort från ljuset och böjer sig nedåt.

Fototropism

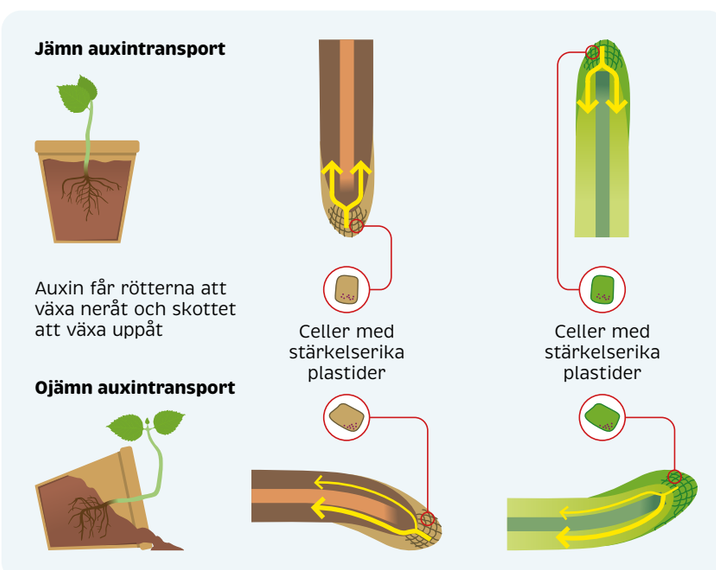
Tillväxt mot eller bort från en ljuskälla kallas fototropism. Tillväxtrörelserna hos smörblomman *R. adoneus* är ett exempel på fototropism. Fototropism sker genom att ett pigment som kallas fototropin samverkar med tillväxthormonet auxin. Fototropinet finns i skottspetsarna och gör att mer auxin transporteras till den sida av skottet som inte är belyst. Celler på den obelysta sidan sträcker sig därför mer än celler på den belysta sidan. Resultatet blir att stammen böjer sig mot ljuset.

Auxinet transporteras precis på samma sätt i rötterna, alltså ansamlas på den sida av roten som är vänd bort från ljuskällan. Men här har auxinet motsatt effekt på cellernas tillväxt. Där det finns mycket auxin hämmas cellsträckningen. Det leder till att roten böjer sig bort från ljuset.

Gravitropism

Växternas tillväxtrörelser mot eller med tyngdkraften kallas gravitropism. Gravitropism gör att skotten växer uppåt och rötterna nedåt i förhållande till marken. Tänk dig nu en liten bönplanta vars stam ligger parallellt med marken. Plastiderna gör att mer av hormonet auxin ansamlas i den del av stammen som vetter mot marken. Det leder till att cellerna i stammens undersida tillväxer mer och då böjer stammen av uppåt. I rötterna hämmar auxinet cellsträckning, vilket gör att rötter växer nedåt.

Auxin transporteras *i samma riktning som gravitationen. Auxin i roten hämmar cellernas längdtillväxt, medan auxin i skottet stimulerar längdtillväxten.*



Rosenbönor är *bra på att klättra genom att slingra sig längs andra växter och stolpar. De har dessutom vackra blommor och bönorna jättegoda att tillaga.*

Thigmotropism

Tillväxtrörelser som orsakas av tryck eller beröring kallas för thigmotropismer. Växter som växer med klängen eller slingrar sig, till exempel längs trädstammar, kan hålla reda på var underlaget är någonstans. Trycket från underlaget gör att cellerna på den motsatta sidan av stjälken sträcker sig mer. Då böjer sig stjälken mot underlaget. På så sätt kan exempelvis en bönstjälk slingra sig runt en pinne.

Snabba rörelser

SENSITIVA ÄR EN LITEN ärtväxt med en ganska speciell egenskap. Om du petar på ett blad drar det ihop sig snabbt och får en smal grenliknande form. Men efter några minuter har bladet återgått till sitt normala, utbredda tillstånd igen. Rörelsen är alltså mer lik den hos djur, eftersom den är så snabb och reversibel. Men sensitivan har inte några nerver och muskler som djuren, så hur bär den sig åt?

Till skillnad från tropismer kan så här snabba rörelser inte förmedlas av växthormoner. Istället är det faktiskt elektriska impulser som får bladen att dra ihop sig. När du petar på bladet, sträcks cellmembranen i epidermiscellerna som svar på ett yttre tryck. Det leder till att jonkanaler, troligen för kalciumjoner, öppnas. Vi får en aktionsp
uppstår i våra egna nerv- och muskelceller. Signal
centimeter per sekund. I sensitivan fortplanta
dets ledningsvävnad till särskilda förtjockni
blad. Den elektriska signalen påverkar in- o
ningarna. Det är genom att förtjockningarn
per som sensitivans blad kan röra sig. Även
typen av snabba rörelser. Mekanismen likn
insekt hamnar i ett blad fäller det snabbt ih

Reversibel betyder omvändbar, att något kan återgå till ett tidigare tillstånd.

Modern form och inspirerande bilder

Tydliga, informativa illustrationer och noga utvalda foton ger inspiration och ökar elevernas förståelse.

Sensitiva (*Mimosa pudica*)

Venusfälla (*Dionaea muscipula*)

Inom släktet *Anomalocaris fanns några av jordens första toppredatorer. De levde för mer än 500 miljoner år sedan i haven och kunde bli upp till en meter långa, vilket var betydligt större än några andra djur på den tiden. Därför bör det ha funnit starka selektionstryck för utveckling av effektivare organ för rörelse, andning och cirkulation hos* Anomalocaris, *liksom för ökande storlek hos bytesdjuren.*

kapprustning mellan predatorer och deras byten samt anpassning till nya miljöer, har varit tre viktiga faktorer som drivit utvecklingen av specialiserade celler och organ hos flercelliga organismer.

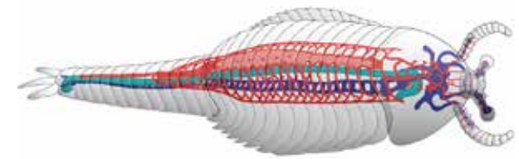
Hos de flercelliga organismernas encelliga förfäder sköttes ämnesomsättning, fortplantning och att uppfatta samt reagera på omvärlden av en enda cell. Och så fungerar det fortfarande hos nutida encelliga organismer. Deras enda cell gör allt. Men ju fler celler en flercellig organism bestod av, desto svårare blev det för enskilda celler att själva göra allt. En del celler kanske inte längre hade någon direkt kontakt med yttervärlden utan behövde få näringsämnen och syre genom de celler som omgav dem. Omgivna av andra celler kunde de inte heller skaffa sig information från yttervärlden på egen hand. I det läget bör det naturliga urvalet ha gynnat utvecklingen av arbetsfördelning mellan celler så att vissa celler specialiserades till att reagera på yttervärlden medan andra inriktades på att ta upp näringsämnen. Ju större organismerna blev och ju fler celler de bestod av, desto starkare bör selektionstrycket ha varit för utvecklingen av specialiserade celler och organ som sköter olika livsfunktioner.

Även den evolutionära kapprustningen mellan predatorer och deras byten har drivit utvecklingen av organ och organsystem. Allteftersom predatorernas förmåga att fånga byten och bytenas förmåga att fly undan från predatorn blev bättre, utvecklades deras andnings- och cirkulationsorgan, rörelseapparat och sinnesorgan. Nya miljöer och levnadssätt drev också på utvecklingen av hela organsystem. Växternas erövring av landmiljön drev exempelvis på utvecklingen av särskilda organ för att ta upp och transportera vatten i växten. Hos landlevande djurgrupper som insekter, blötdjur och fyrfotadjur förändrades rörelseapparat, cirkulations- och andningsorgan kraftigt jämfört med deras förfäder i haven allteftersom de anpassades till livet på land.

ORGANSYSTEMENS UTVECKLING HOS DJUREN

Den största variationen och komplexiteten av celltyper, vävnader och organsystem har utvecklats hos djuren. Det är inte lätt att veta varför det är på det sättet, men djur skiljer sig på ett par viktiga punkter från de övriga flercelliga grupperna. Djur har en extracellulär matris som fyller ut mellanrummen mellan cellerna, vilket är en unik egenskap för djuren. En annan viktig skillnad är deras uppbyggnad. Djur har sina flesta organ inneslutna inuti kroppen till skillnad från växter som har sina viktigaste organ, blad och rötter, vända ut mot yttervärlden. Denna skillnad påverkade hur organ för ämnesomsättning och kommunikation med yttervärlden utvecklades hos djuren jämfört med andra grupper.

Hur vet vi…
hur organsystem har utvecklats?



Fossilet av *leddjuret* Fuxianhuia protensa *är 520 miljoner år gammalt. Det är det äldsta exemplet på ett hjärt-kärlsystem hos leddjuren, och visar att det redan då fanns komplexa organsystem.*

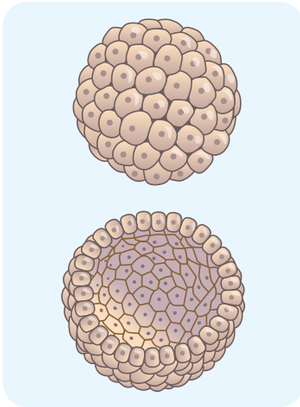
De forskare som studerar hur djurens olika organsystem utvecklats har ingen lätt uppgift. De flesta organ består av mjuka delar som inte bildar fossil så lätt. En annan svårighet är att alla nutida djurfyla och deras organsystem utvecklades snabbt under en kort tidsperiod på bara cirka 25 miljoner år, den så kallade kambriska explosionen som inträffade för omkring 540 miljoner år sedan. Det vet man eftersom de äldsta kända fossilen av djur efter den kambriska explosionen redan har fullt utvecklade organsystem.

Trots detta har forskarna ganska detaljerade hypoteser om hur uppkomsten och den tidigaste utvecklingen av djurens organsystem gick till. Dessa hypoteser utgår från djurens fylogeni, dvs. deras släktskap. Forskarna har jämfört hur olika organsystemen är uppbyggda och hur de anläggs hos olika nutida djurgrupper. Sådana jämförelser har gett information om vilka egenskaper hos ett organ som är ursprungliga och vilka som har uppkommit senare. Även jämförande studier mellan olika djurs embryonalutveckling används för att pröva hypoteser om hur ett visst organsystem har utvecklats. Embryonalutvecklingen är tiden från att den befruktade äggcellen börjar dela sig och tillväxa, till dess att organen har bildats. Vissa strukturer som har funnits under djurens utvecklingshistoria anläggs under embryonalutvecklingen men försvinner innan djuret föds, till exempel gälar och svans hos människan.

Kunskaper om hur organbildningen i embryot styrs genetiskt är ytterligare ett viktigt verktyg för att utforma hypoteser om organsystemens utveckling. Även här kan man jämföra likheter och skillnader mellan olika djurgrupper. Med hjälp av de fossil som t finns avgöra vilka eg ursprungliga

Förklarar och ger bakgrund

De återkommande rutorna *Hur vet vi …?* ger eleverna en inblick i hur man med vetenskapliga undersökningar kan få svar på olika frågeställningar och skapa biologisk kunskap.



Den extracellulära matrisen m djurens rörelseapparat

Djurens celler frisätter ett nätverk av pr cellulära matrisen (ECM), som fyller ut m Den extracellulära matrisen gör att celler k olika strukturer i djurembryot. Förmågan att av celler i embryot var troligen avgörande för a bildas. ECM spelade också en viktig roll för utveckl sesystem, en skyddande yttre hud och ett ett hårt skelett.

Tänk dig kroppen hos djurens föregångare som en ihålig boll uppbyggd av några få cellager. Cellerna i det yttre lagret utvecklades med tiden till platta celler som hängde ihop med varandra, så kallade epitelceller. Dessa

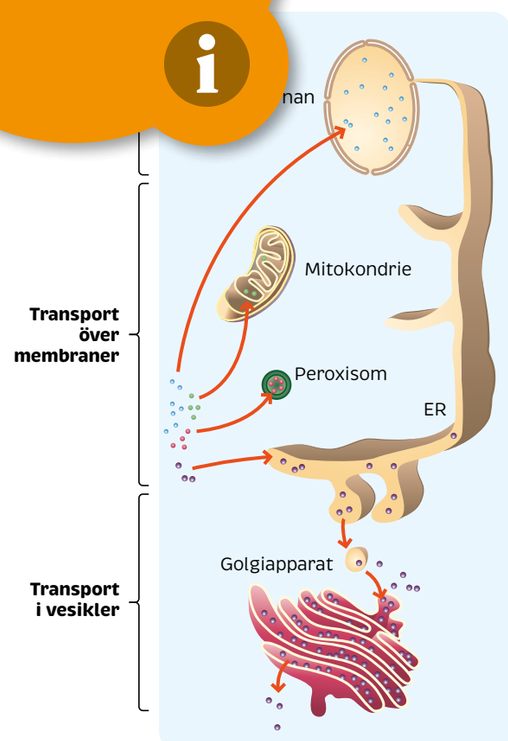
FAKTA: Modifiering och transport av proteiner

Proteinerna, särskilt enzymerna, avgör vilka kemiska processer som ska ske på en viss plats och vid en viss tidpunkt i cellen. En del proteiner ska finnas i cytoplasman, andra ska vara i mitokondrier, peroxisomer eller lysosomer, och ytterligare några ska sitta inbäddade i cellmembranet. Om proteinerna hamnar på fel ställe kan cellen inte längre fungera normalt.

…teras till sina rätta platser i cel-
…ekanismer. Proteiner som
…ranskription av DNA i cell-
…från ribosomer genom
…dra proteiner transpor-
…om mitokondrier och
…särskilda transportpro-
…teiner kommer först till

Fördjupar och vidgar

Faktarutor ger eleven möjlighet att fördjupa och vidga sina kunskaper i intressanta områden.



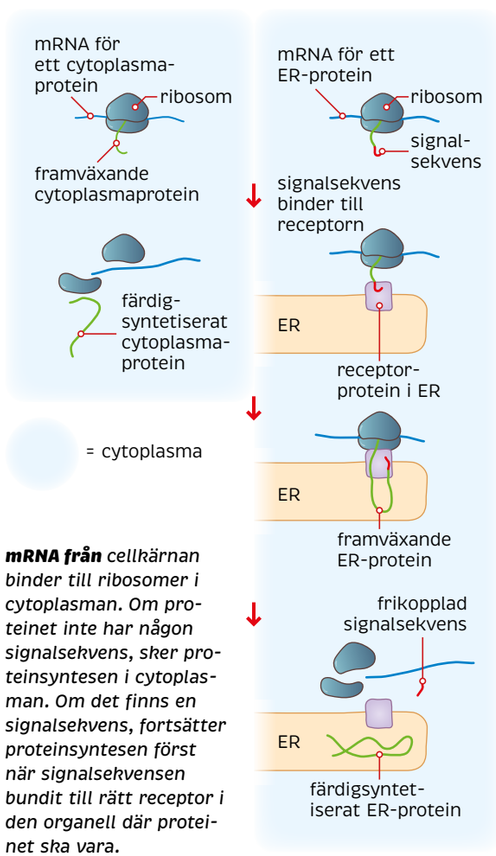
Proteiner transporteras *på i princip tre olika sätt i cellen. Genom porer in i cellkärnan, över membraner in i olika organeller, samt via transportblåsor in i cellmembranet eller vidare ut ur cellen.*

ER och transporteras sedan inuti särskilda transportblåsor till olika delar av cellen.

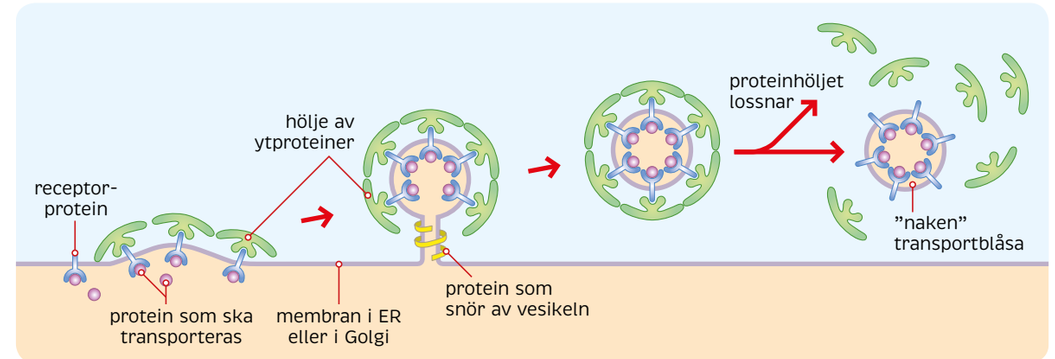
Proteinerna har särskilda aminosyrasekvenser, så kallade signalsekvenser, som talar om vart de ska transporteras. Signalsekvensen finns i början av mRNA-molekyen.

Proteinsyntesen börjar i cytoplasman när en mRNA-molekyl binder till en ribosom. Proteiner som ska vara kvar i cytoplasman har ingen signalsekvens, de ska ju inte transporteras. När sådana proteiner är klara släpper de helt enkelt från ribosomen och kan sedan utföra sina uppgifter i cytoplasman.

Men tänk dig nu ett protein som ska till ER. Den första delen av proteinet som växer fram ur ribosomen är en särskild signalsekvens. När ribosomen känner av signalsekvensen upphör proteinsyntesen tillfälligt. Först när ribosom/mRNA/signalsekvens-komplexet träffar på en receptor i ER-membranet fortsätter proteinsyntesen. Men nu växer proteinet fram ur ribosomen, ner genom receptorn i ER-membranet så att det färdiga proteinet hamnar inuti ER. Om proteinet är ett membranprotein som ska till cellmembranet, släpps det inte ut fritt inuti ER utan införlivas direkt i ER-membranet.



mRNA från *cellkärnan binder till ribosomer i cytoplasman. Om proteinet inte har någon signalsekvens, sker proteinsyntesen i cytoplasman. Om det finns en signalsekvens, fortsätter proteinsyntesen först när signalsekvensen bundit till rätt receptor i den organell där proteinet ska vara.*



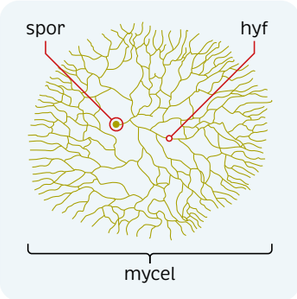
Transportblåsor bildas *genom att särskilda membranproteiner bildar ett hölje på ytan av membranet. Höljet binder särskilda receptorer, som i sin tur binder just de proteiner som ska transporteras i blåsan.*

Proteiner modifieras vanligtvis på olika sätt i ER. De får där sin tredimensionella struktur och dessutom läggs andra molekyler till proteinet, till exempel olika kolhydrater. De flesta proteiner fortsätter att modifieras i Golgiapparaten, särskilt genom att ytterligare kolhydrater binder till proteinet. Därefter transporteras proteinerna vidare, till exempel till cellmembranet, en lysosom eller ut ur cellen.

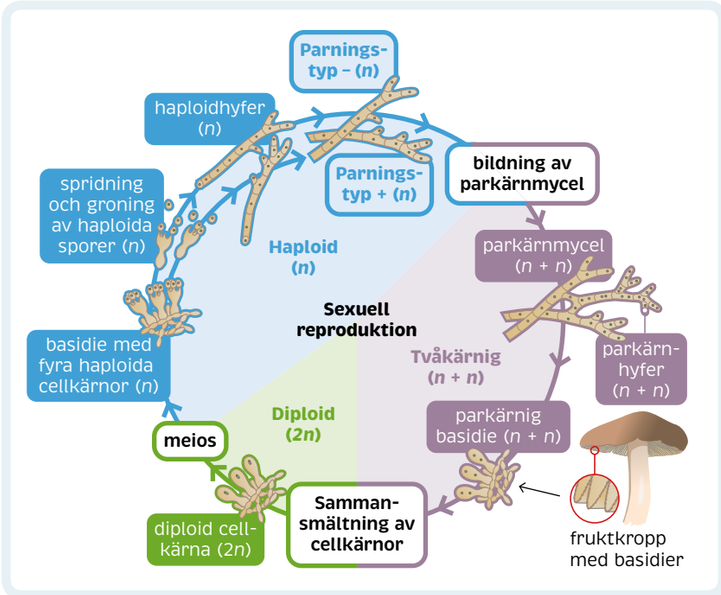
Även transporten av proteiner i transportblåsor kräver mekanismer som kan känna igen specifika proteiner. ER och Golgiapparaten innehåller ju tusentals olika proteiner. Blåsor som ska bli lysosomer ska bara innehålla vissa proteiner, medan transportblåsor som ska till cellmembranet ska innehålla andra. Det här löser cellen genom att ER-membranet innehåller särskilda receptorer för olika proteiner. Receptorerna binder både till proteinet som ska transporteras och till särskilda membranproteiner i ER-membranet. På så sätt ansamlas endast en viss sorts proteiner i det område som ska bilda blåsan.

Transportblåsan bildas genom att ytterligare en typ av membranproteiner lägger sig som ett hölje utanpå ER-membranet. Höljet får membranet att börja bukta upp och bilda en blåsa. En tredje sorts protein snör slutligen av blåsan vid basen så att den frisätts. Därefter släpper proteinhöljet och transportblåsan kan ta sig till sitt mål, som kan vara nästa säck i Golgiapparaten, eller cellmembranet. Ofta flyttas blåsorna med hjälp av cellskelettet.

Illustrationen visar *hur en transportblåsa från ER bildas.*



***Alla svampar** producerar sporer som en del av sina livscykler. Luften vi andas kan innehålla så mycket som 10 000 svampsporer per kubikmeter. Sporer är extremt små haploida förökningskroppar som sprids långt med vind och vatten. Från en spor växer det sedan ut en haploid hyf, som förgrenar sig och bildar ett mycel. Svampar bildar sporer både sexuellt och asexuellt.*



***Basidiesvampars** livcykel.*

***Röksvampar kan** sprida miljontals sporer.*

Sporangierna finns i fruktkroppen. Hos basidiesvampar sitter de på undersidan av hatten. I sporangierna smälter de haploida cellkärnorna (n) i tvåkärnmycelet ihop och bildar zygoter med diploida cellkärnor ($2n$). Oftast genomgår de diploida cellkärnorna meios direkt efter kärnsammansmältningen och bildar haploida sporer (n). Hos en del jästsvampar kan den diploida zygoten föröka sig även asexuellt och ger då upphov till en diploid cellpopulation ($2n$). För att en sådan diploid population ska kunna reproducera sig sexuellt igen krävs att den först genomgår meios och bildar haploida celler.

Asexuell reproduktion

Asexuell förökning utan meios är mycket vanlig hos svampar. Hos många arter sker all fortplantning asexuellt. Exempelvis har man aldrig sett någon sexuell fortplantning hos glomeromyceter. Den asexuella förökningen gör att svampar kan sprida sig väldigt snabbt. Det är så mögel sprider sig i våra matvaror.

Hos en del arter bildas haploida sporer direkt från hyfspetsarna genom att bitar av hyferna snörs av. Hos andra arter ger hyferna först upphov till asexuella sporangier där sporerna bildas. Svampar kan också föröka sig genom fragmentering, det vill säga att en del av mycelet bryts av och utvecklas till en ny svampindivid.

En del jästsvampar förökar sig asexuellt genom att en cell delar sig till två lika stora celler. Andra förökar sig genom avknoppning. Avknoppning innebär att det bildas ett knoppanlag på modercellen. Knoppanlaget utvecklas till en dottercell och när den är tillräckligt stor avsnörs den från modercellen. Både jästsvampar och flercelliga svampar kan föröka sig genom avknoppning.

Egenskaper hos olika svampfyla

Fyla	Antal kända arter	Encelliga	Flercelliga	Sammansmältning av cellkärnor	Tvåkärnmycel	Septa	Livnär sig som:	Övrigt
Mikrosporidier (*Microsporidia*)	1 300	+	–	–	–	–	parasiter	Intracellulära parasiter på djur
Pisksvampar (*Chytridiomycota*)	700	+	+	–	–	–	parasiter nedbrytare	Ingår idisslarnas tarmflora
Oksv[illegible]	[illegible]	[illegible]	+	+	–	–	parasiter nedbrytare mutualister	Mögelsvampar Mykorrhiza
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	+	–	–	mutualister	Mykorrhiza
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	+	+	+	parasiter nedbrytare mutualister	Matsvampar Mykorrhiza
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	+	+	+	parasiter nedbrytare mutualister	Matsvampar Mykorrhiza Lavar Sjukdomssvampar hos människor

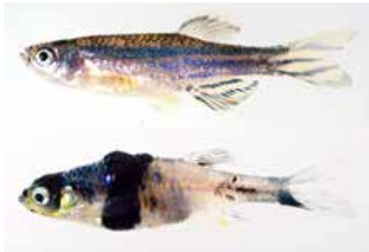
Biologins karaktär och arbetsmetoder

Olika aspekter av biologins karaktär och arbetsmetoder lyfts fram i alla kapitel.

BIOLOGINS KARAKTÄR OCH ARBETSMETODER

MODELLORGANISMER

***Bilden visar** zebrafiskar* (Danio rerio)*, en vanlig modellorganism på senare år. Den undre fisken har utvecklat en typ av melanom, alltså en form av hudcancer. Zebrafiskar används av forskarna för att leta efter de gener som orsakar olika cancerformer.*



Allt liv på jorden har en gemensam historia. Det innebär att varenda nu levande organism, encellig såväl som flercellig, är släkt med alla andra. Eftersom organismerna delar många grundläggande egenskaper med varandra, är det möjligt för biologer att studera ett litet antal arter, och ändå lära sig mycket om alla andra, inklusive människan. På det här sättet har biologin under historien lärt sig väldigt mycket om några få arter. Dessa arter kallas gemensamt för modellorganismer.

En vetenskaplig modell är en förenklad beskrivning av ett vetenskapligt fenomen. Det finns olika slags vetenskapliga modeller, som tjänar olika syften. Matematiska och statistiska modeller handlar ofta om att kunna göra förutsägelser, genom att stoppa in data i ekvationer. Genom datormodeller kan forskarna simulera komplicerade skeenden, som väder eller hur en epidemi sprids. Fysiska modeller används för att studera eller illustrera komplexa företeelser. Tänk på kulmodellerna i kemin, som du kan

Backtrav
(*Arabidopsis thaliana*)

vrida och vända på för att lättare få en uppfattning om hur atomerna hänger ihop med varandra. När Watson och Crick utformade sin hypotes om hur DNA-molekylen är uppbyggd, använde de en sådan fysisk modell.

Modellorganismer är en variant av fysiska modeller. Precis som andra modeller är de förenklingar av verkligheten. När en växtfysiolog använder växten backtrav (*Arabidopsis thaliana*) för att studera upptaget av näringsämnen, är det en förenkling i förhållande till andra arter med andra typer av rotsystem, till exempel barrträd. Ofta använder forskarna dessutom särskilt framavlade stammar som har anpassats till laboratoriemiljön. Sådana stammar har ofta liten eller ingen genetisk variation alls. Fördelen är att forskarna kan vara säkrare på att effekterna av ett experiment beror på behandlingen och inte på att individerna varierar sinsemellan. Men priset är att modellorganismerna ofta inte är typiska ens för sin egen art.

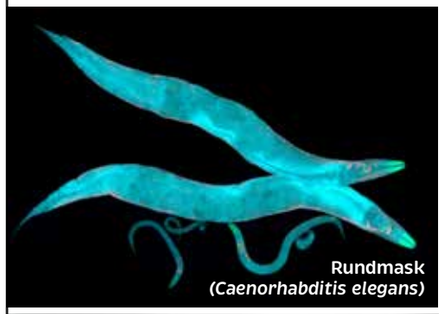
Två encelliga supermodeller

Av alla modellorganismer finns det en som kan kallas för biologins superstjärna. Det är den lilla gramnegativa, stavformiga bakterien *Escherichia coli*. Den viktigaste livsmiljön för *E. coli*, utanför biologins laboratorier, är i däggdjurens tarmkanaler. Där ingår den i en viktig mutualism med sitt värddjur. I utbyte mot en bekväm, skyddad och näringsrik miljö producerar *E. coli* K- och B-vitamin och skyddar värddjuret mot infektioner av sjukdomsframkallande bakterier.

Jästsvamp
(*Saccharomyces cerevisiae*)

E. coli är utan konkurrens den viktigaste modellorganismen inom biologin, särskilt när det gäller molekylär- och cellbiologi. Livets grundläggande processer, som den genetiska koden, transkription, translation och replikation upptäcktes alla genom studier på *E. coli*. Dessa processer verkar ha bevarats nästan oförändrade sedan de första cellerna utvecklades. Därför har resultaten varit viktiga för att förstå även eukaryota cellers livsprocesser, inklusive våra egna celler.

Det finns dock viktiga skillnader mellan pro- och eukaryota celler, som du såg i början av den här boken. Många av dessa skillnader har upptäckts genom en annan oerhört viktig modellorganism, nämligen den lilla jästsvampen *Saccharomyces cerevisiae*. Det var den första eukaryota cellen som fick hela sitt genom sekvenserat. Vidare var det med hjälp av *S. cerevisiae* som cellbiologerna kunde kartlägga hur eukaryota celler och alla deras organeller delar sig. Det har visat sig att de processerna i princip är identiska hos alla eukaryoter. I stort sett alla experiment med *S. cerevisiae* görs med en enda cellinje, den så kallade S288c-linjen. Cellinjen är haploid, alltså har en enkel uppsättning kromosomer vilket gör att det är lättare att studera dess genetik. Samtidigt är det ett exempel på hur modellorganismer utgör förenklingar av verkligheten.


Rundmask
(*Caenorhabditis elegans*)

Bananfluga
(*Drosophila melanogaster*)

Flercelliga modellorganismer

Det första djuret som fick hela sitt genom sekvenserat var rundmasken *Caenorhabditis elegans*. Den har varit särskilt viktig för utvecklingsbiologin. *C. elegans* embryon utvecklas nämligen med ett urverks precision till exakt 959 kroppsceller. Idag har utvecklingsbiologerna exakta kartor för hur varje enskild cell delas, vandrar och differentieras hos *C. elegans*. Även om de flesta andra djur har en betydligt mer komplicerad fosterutveckling, har forskarna lärt sig enormt mycket genom denna modellorganism. Bland annat har de molekylära mekanismerna för programmerad celldöd, apoptos, kartlagts genom studier av *C. elegans*. En annan modellorganism, zebrafisken *Danio rerio*, har varit viktig för att kartlägga hur cellerna vandrar under fosterutvecklingen. Det beror på att zebrafiskens embryon är genomskinliga.

En annan flercellig organism som nästan har superstjärnestatus är bananflugan *Drosophila melanogaster*. Den har varit särskilt viktig för genetiken under nästan 100 år. Det var hos *D. melanogaster* som nobelpristagaren från 1933, Thomas Hunt Morgan, visade att generna finns i kromosomerna. *Drosophila melanogaster* har därefter varit en viktig modellorganism för att studera bland annat mutationer och hur generna styr embryots utveckling. Forskarna har också utvecklat särskilda modeller för mänskliga sjukdomar hos bananflugan, exempelvis cancer, Alzheimers och Parkinsons sjukdom.

Husmus
(*Mus musculus*)

När det gäller däggdjur är husmus (*Mus musculus*) den viktigaste modellorganismen. Det gäller särskilt medicinska studier av sjukdomar. Det var genom studier på *M. muskulus* som man visade att Mendels lagar för nedärvning gäller även för däggdjur.

Bland växtforskare blev lilla ettåriga örten backtrav (*Arabidopsis thaliana*) populär som modellorganism på 1980-talet. Den var den första blomväxten som fick hela sitt genom sekvenserat. Idag är det mesta vi vet om växters utveckling, cellbiologi, ämnesomsättning, fysiologi, genetik och epigenetik baserat på studier av *A. thaliana*.

FAKTA: Quorn

***Quorn tillverkas** av slemmögelsvampen* Fusarium venenatum *som är en sporsäcksvamp.*

Quorn är ett halvfabrikat som används som vegetarisk alternativ till kött. Utseendemässigt och till konsistens liknar quorn kött, men huvudingrediensen är svamphyfer. Quorn är gjord av mycel från slemmögelsvampen Fusarium venenatum som är en sporsäckssvamp och nära släkt med fotsvamp.

Svampen odlas i näringslösning i stora sterila och syresatta jäskammare. Den tillväxer väldigt snabbt. Mängden mycel som bildas under ett dygn motsvarar 50 kossor. Mycelet skördas allt eftersom det tillväxer. Därefter blandas massan med lite ägg och ångkokas. När svampmassan kyls ner efter ångkokningen uppstår det fibrer som påminner om köttfibrer. Fibrerna blandas med olika smaksättare och formas till färs, bitar och filéer. Quorn innehåller mycket protein och fibrer men lite fett.

Quorn är ett varumärke och tillverkas av ett företag i en enda fabrik i nordöstra England. Företaget började leta efter mikroorganismer som kunde omvandla stärkelse till protein redan på 1960-talet. Startskottet var FN:s rapport år 1960 som förutspådde att jordens befolkning skulle öka snabbare än tillgången på mat och att det framför allt skulle uppstå brist på proteinkällor. Företaget letade efter lämpliga mikroorganismer från över 3 000 jordprover från hela världen och hittade till slut *Fusarium venenatum* i en trädgård utanför London. Försäljningen av quorn startade 1985 i England. De första quornprodukterna såldes i Sverige 1998.

***Spagetti Bolognese** gjord på quorn.*

Begreppskontroll

1 Beskriv hur en sporsäckssvamp är uppbyggd. Använd begreppen hyf, mycel, fruktkropp och spor i beskrivningen.

2 Beskriv hur svamphyfer är uppbyggda.

3 Vad är substrat?

4 Vad är en jästsvamp?

5 Vilka typer av upplagsnäring använder svampar?

6 Vad menas med mykoremediering?

7 Vad är mykorrhiza?

8 Det finns två huvudtyper av mykorrhiza. Vad är skillnaden mellan dem?

9 Beskriv hur en lav är uppbyggd.

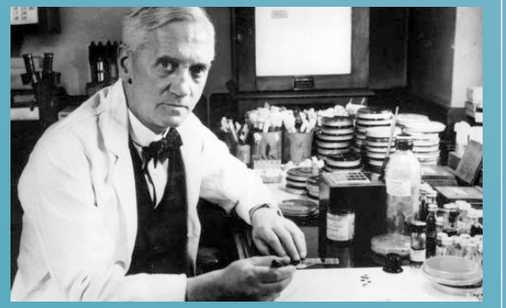
10 Vad är en parningstyp?

11 Vad är en vetenskaplig modell?

12 Vad är en modellorganism?

Ta reda på, diskutera & ta ställning

1 Utvecklingen av penicillin var en av de viktigaste händelserna inom modern medicin.



a) Forskaren som upptäckte penicillinet hette Alexander Fleming. Historien om hur det gick till är en av de mest kända i vetenskapshistorien. Leta rätt på berättelsen och diskutera vad den kan säga om vetenskapligt arbete.

b) Ta reda på vilka andra former av antibiotika som finns utöver penicillin. Hur ser framtiden ut för människans användning av antibiotika, till exempel i ljuset av multiresistena bakterier?

2 Någon visar dig en organism som påminner om en grön svamp. Beskriv minst tre egenskaper som skulle hjälpa dig att avgöra om organismen är en svamp eller en växt.

3 Om alla svampar i världen plötsligt skulle dö ut, hur skulle det påverka de överlevande organismerna?

4 Diskutera när under basidiesvamparnas livscykel (s. 257) motsvarigheten till andra organismers befruktning sker. Vad händer efter ”befruktningen”?

5 När forskare isolerar DNA från olika växtarter för att studera hur nära släkt arterna är med varandra, hittar de ibland gener som verkar vara mer släkt me
forskarna är in

a) Formulera e
att det finns
DNA-prover.

b) Hur skulle du

Frågor som stöttar och utmanar

Alla delkapitel avslutas med uppgifter av begreppskaraktär och uppgifter som uppmanar till undersökningar, diskussion och ställningstagande.

BIOLOGI

Campus nyskrivet, modernt och inspirerande!

Biologi Campus är ett helt nyskrivet läromedel i biologi för gymnasiet. Här möter eleverna både den traditionella biologin och det som sker på forskningsfronten.

Biologi Campus

- väcker elevernas nyfikenhet genom att formulera vardagliga frågeställningar och utmaningar, inte bara fakta och färdiga svar
- har en modern form med innehållsrika illustrationer och noga utvalda bilder som inspirerar och ökar elevernas förståelse
- ger exempel på den vetenskapliga forskning som ligger bakom dagens biologiska kunskap
- fördjupar intressanta områden och vidgar det biologiska kunskapsfältet
- stöder elevernas inlärning med en läsbar text, ordförklaringar, listor med viktiga begrepp och utmanande frågeställningar
- lyfter fram biologins karaktär och arbetsmetoder i alla kapitel
- stöttar och utmanar med kontrollfrågor och uppgifter där eleverna ska ta reda på, diskutera och ta ställning.
- finns även som onlinebok

Beställ ditt kostnadsfria utvärderingsexemplar på www.sanomautbildning.se/biologicampus

FÖRFATTARE:

Leena Arvanitis,
gymnasielärare och lektor Bi och Nk, Blackebergs gymnasium Stockholm

Karim Hamza,
gymnasielärare Bi och Nk, universitetslektor i naturvetenskapsämnenas didaktik Stockholms Universitet

Carl Johan Sundberg,
läkare och professor i fysiologi, Karolinska Institutet Stockholm

Anders Pålsson
Biolog, lärare och förlagsredaktör

sanoma utbildning

www.sanomautbildning.se

Har du frågor om Biologi Campus kontakta:
Lena Bjessmo, redaktör
lena.bjessmo@sanomautbildning.se
Olof Edblom, förläggare
olof.edblom@sanomautbildning.se