Spis med sanserne

Sanserne

Sanseceller fungerer nogenlunde på samme måde som nerveceller. Sansecellerne har dog udviklet sig til at være mere specifikke og meget følsomme overfor specielle påvirkninger (også kaldet **stimuli**) såsom tryk, lys og smag. Der skal dog imidlertid aktiveres nogle (10-100 styk) sanseceller før hjernen registrerer, bearbejder og sammenholder stimuli med tidligere oplysninger og erfaringer og danner et sanseindtryk. En stor del af det vi sanser, når ikke op til hjernens "bevidsthedsniveau". Vores hjerne udvælger sanseindtryk ud fra et "nyhedsprincip". Det vil sige, at vi vænner os til påvirkninger, som vi har været udsat for et stykke tid såsom duften af parfume på vores krop, og koncentrerer os derimod om de ændringer som sker rundt omkring os. Denne mekanisme hedder **adaptation.**

Det at spise og drikke er en sanselig oplevelse, som oftest inddrager oplysninger fra alle vores sanser: smags-, lugte-, høre-, føle- og synssansen på samme tid. Eksempelvis føler vi boblerne og registrerer temperaturen af den kolde øl. Vores smertereceptorer registrerer f.eks. chilien fra den varme gryderet, vi kan dufte om mor har puttet karry i retten, og smage om den er for salt. Vi kan mærke og høre på knaset fra guleroden om den er sprød eller har kogt længe med i retten. De sanser som især bruges i spise- og drikkesituationer er smags- og lugtesansen. Disse vil kort blive gennemgået herunder.



Vores opfattelse af mad involverer oftest alle vores sanser (Tegning: Line Holler Mielby).

Smagssansen

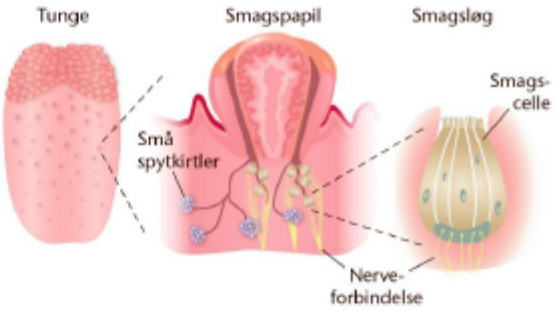
Menneskets smagssans er en kemisk sans, som kan opfatte stoffer opløst i en væske. Smagssansen kan opfatte og skelne mellem de forskellige grundsmager: salt, sødt, surt, bittert og umami. Menneskets smagssans er bl.a. tilpasset den periode hvor menneskets forfædre levede i skoven.

Det har været meget vigtigt at kunne afgøre om maden var værd at spise eller om det var noget farligt, der helst skulle undgås.

Hvis det smager sødt, så fortæller det at der er simple sukkerstoffer og dermed hurtig energi i maden. Hvis det smager af umami, så fortæller det, at maden er rig på proteiner og mineraler og hvis det smager bittert, så kan det være giftigt og skal helst undgås. Derfor ser man i dag også at de fleste godt kan lide smagen af noget sødt, men i udgangspunktet er mere kritiske overfor bitter smag

Smagsløg

På tungen sidder smagsløgene, der er det væv, hvor smagen sanses. Et smagsløg er opbygget så spyt kan løbe ned i bunden af det, og det er her at smagsstofferne, der er opløst i spyttet, kommer i kontakt med smagscellerne.



På figuren til højre kan man se hvordan smagscellerne ligger nede i smagsløgene. Hver smagscelle kan sanse én enkelt smag. Der kan ligge flere forskellige smagsceller i det samme smagsløg, sådan at man kan sanse f.eks. surt, sødt og umami med det samme smagsløg.

Man har ikke lige mange smagspapiller over hele tungen, og der er også forskel mellem mennesker på hvor mange smagspapiller de har.

Tilvænning

Hvis vi smager mange gang på den samme smag, så vænner vi os til den. Hvis man f.eks. tilsætter salt til en ret, og så smager gentagende gange på retten, så vil den smage mindre og mindre salt.

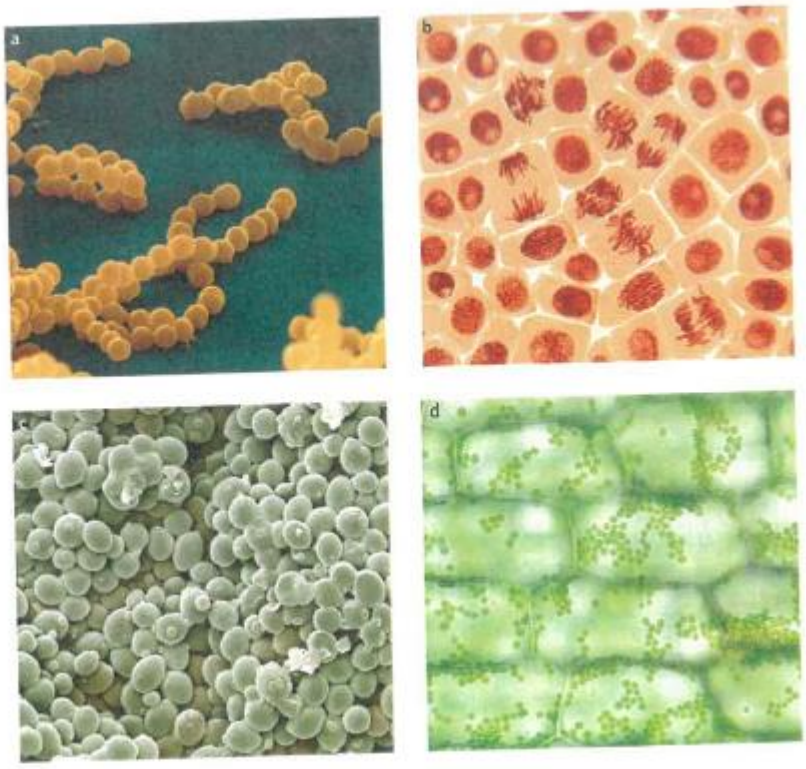
Vores sanseceller er tilpassede til at opfatte indtryk stærkest, første gang de møder dem, og i takt med at de møder dem flere gange, så tilvænner de sig stimuleringen, og reagerer mindre og mindre på den. Dette kaldes tilvænning eller adaptation og skyldes, at nervesystemet bl.a. skal bruges til at opfange faresignaler, og når noget viser sig ikke at være farligt, så skal nervesystemet ikke længere reagere på det, men holde fokus på andre nye signaler, der kommer ind.

Lugtesansen

Lugtesansen er med til at gøre smagsoplevelsen mere kompleks. Når man spiser maden, vil duftstoffer fra maden komme op i næsehulen. Her findes lugteepithelet, som kan ses på figuren til højre. Her kan særlige celler registrere mere end 10.000 forskellige duftstoffer og sende signaler til hjernen om det.



En stor del af det, vi opfatter som smag, er i virkeligheden duft. Dette kan man opleve ved at holde sig for næsen, og på den måde kan man ikke længere smage det man spiser.



Figur 8. Fotos af forskellige typer celler. a. Streptokokker. b. Menneskeceller under deling. c. Gærceller. d. Plantecelle.

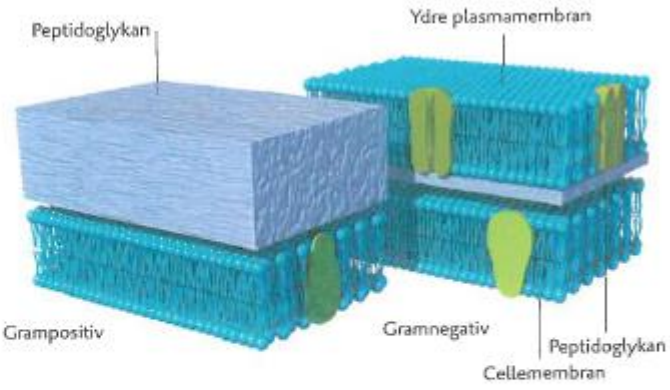
Cellen

Levende organismer er opbygget af celler. Sammenligner man levende organismer, opdager man at der findes to hovedtyper af celler. Dem uden cellekerne kaldes for *prokaryote celler*, og denne celletype finder vi hos alle bakterier. Celler der har en *cellekerne*, en såkaldt nucleus, kaldes for *eukaryote celler*. Den eukaryote celletype findes hos alle andre levende organismer herunder flercellede organismer som dyr, planter og svampe, samt en række encellede organismer der normalt samles under fællesbetegnelsen *protozoer*.

Ved hjælp af et almindeligt lysmikroskop er det muligt at se nærmere på forskellige celletyper, se figur 8. Både prokaryote og eukaryote celler er omsluttet af en *cellemembran* der regulerer hvilke stoffer, der kan passere ind og ud af cellerne. Alle celler indeholder en vandig væske, det såkaldte *cytoplasma*, hvori cellens bestanddele befinder sig. En af de strukturer der findes i stort antal i alle celler, er *ribosomer*. Ribosomerne er cellens proteinfabrikker. Læs om cellernes proteinsyntese side 179 ff.

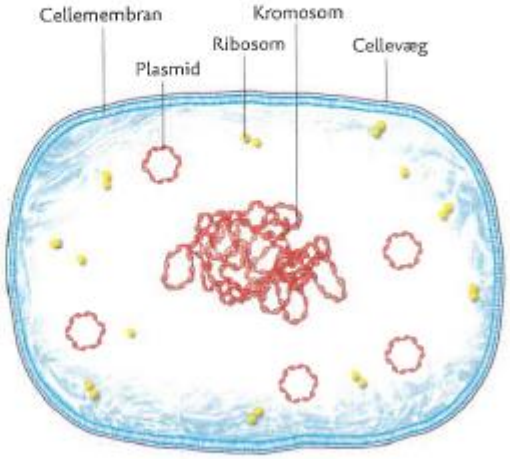
Den prokaryote celle

Den prokaryote celle er mere simpel end den eukaryote celle. Prokaryote celler har yderst en *cellevæg* der består af stoffet peptidoglykan. Peptidoglykan består af en bestemt type kulhydrater bundet sammen af særlige proteiner, se figur 9. Der findes to forskellige typer cellevægge hos bakterier. Forskellen på cellevæggene gør at man ved hjælp af en teknik der kaldes gram-farvning, kan inddele bakterier i henholdsvis *grampositive* og *gramnegative* bakterier. De grampositive bakteriers cellevæg består af et tykt lag peptidoglykan, mens de gramnegative bakterier har et tyndere lag peptidoglykan. Til gengæld har de gramnegative bakterier yderst en særlig ydre plasmamembran der i opbygning minder om cellemembranen, derfor farves de ikke på samme måde som de grampositive bakterier. Forskellen på cellevæggens opbygning gør ydermere at det normalt kun er grampositive bakterier der kan behandles med penicillin og lignende antibiotika.

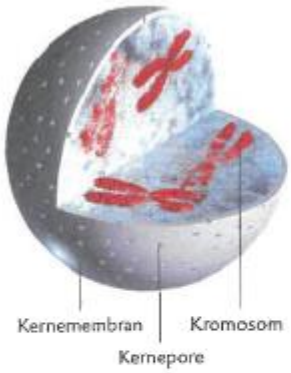


Figur 9. Forskellen på cellevæggen hos grampositive og gramnegative bakterier.

Under cellevæggen findes cellemembranen der omkranser cytoplasmaet. I cytoplasmaet findes blandt andet næringsstoffer, bakteriernes arvemateriale og deres ribosomer. Bakteriernes arvemateriale udgøres kun af ét kromosom der består af dobbeltstrenget DNA, der er snoet på en måde så det ikke fylder så meget i cellen, se figur 10. Bakterier er haploide hvilket betyder, at de kun har én kopi af deres arvemateriale. Derudover har bakterier ofte et eller flere ringformede minikromosomer, de såkaldte *plasmider*. Et plasmid er et lille stykke arvemateriale som bakterier kan udveksle med hinanden – også selvom de ikke tilhører samme art. Plasmider indeholder ofte gener der giver bakterier forbedrede livsbetingelser under særlige miljøforhold. Det kan for eksempel være gener der gør bakterien resistent overfor bestemte typer antibiotika, eller gør bakterien i stand til at producere særlige giftstoffer.



Figur 10. Den prokaryote celle.



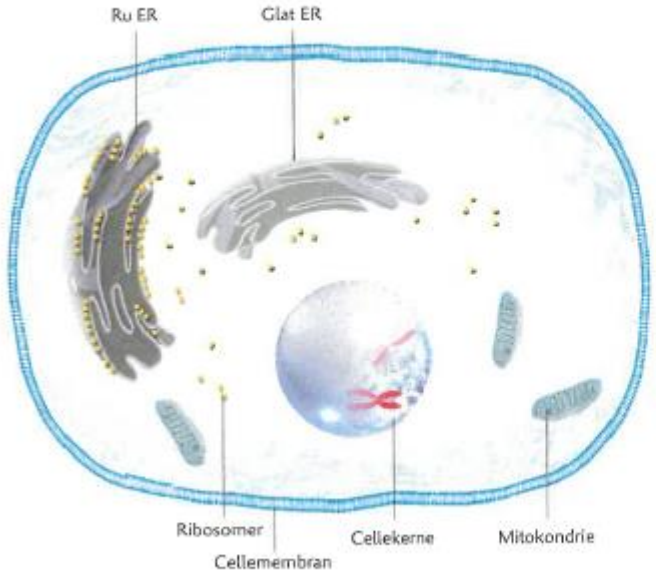
Figur 11. Cellekernen med kromosomer og kerneporer.

Den eukaryote celle

Eukaryote celler er i gennemsnit næsten 10 gange større end en prokaryot celle. Den eukaryote celle har udover cellekernen, også en række andre karakteristika. Cellekernen er omsluttet af en kernemembran der indeholder små proteinporer hvorigennem stoffer som enzymer og RNA frit kan passere, se figur 11.

Cytoplasmaet i en eukaryot celle er mere komplekst end hos de prokaryote celler og indeholder blandt andet et *cytoskelet*. Cytoskelettet fungerer som cellens indre skelet og er med til at give cellen form, men det er også med til at regulere transporten af forskellige stoffer rundt i cellen. Alle eukaryote celler indeholder små organeller der er omsluttet af en membran, se figur 12. Et *organel* i cellen kan sammenlignes med kroppens organer der hver især udfører forskellige funktioner. Et af de vigtigste organeller der findes i stort antal i alle eukaryote celler, kaldes mitokondrier. Mitokondriernes primære funktion er at udvinde energi til cellens livsprocesser ved respiration, dvs. aerob nedbrydning af organiske stoffer til kuldioxid og vand. Planteceller har desuden et særligt organel der kaldes et grønkorn eller en kloroplast. Det er her fotosyntesen foregår. Læs mere om celler, respiration og fotosyntese i afsnittet Energi i økosystemet side 24 ff. Den eukaryote celles ribosomer har grundlæggende samme funktion som hos de prokaryote celler, men der er dog den forskel at nogle ribosomer er bundet til et membrankompleks der kaldes endoplasmatisk retikulum (ER). Når ribosomer på den måde er bundet til ER, får ER en mere ru overflade, og derfor kaldes denne type ER også for ru ER. Det ru ER's funktion er at producere proteiner der enten skal bruges i cellemembranen eller uden for cellen, som eksempelvis fordøjelsesenzymer. Det glatte endoplasmatiske retikulum derimod medvirker i forskellige stofskifteprocesser som fx produktionen af fosfolipider til cellemembranen.

Figur 12. Den eukaryote celle.

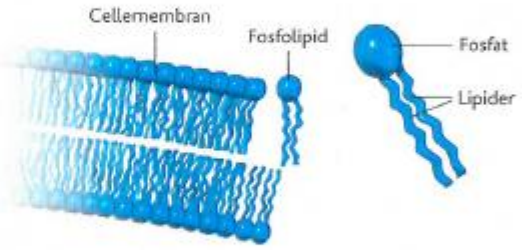


Planteceller og svampeceller er anderledes end dyreceller da de har en stiv *cellevæg* uden for cellemembranen. Cellevæggen er med til at give cellerne struktur og beskyttelse. Hos planter består cellevæggen hovedsageligt af kulhydratet cellulose mens dette stof ikke findes i svampes cellevægge, der primært består af kulhydratet kitin.

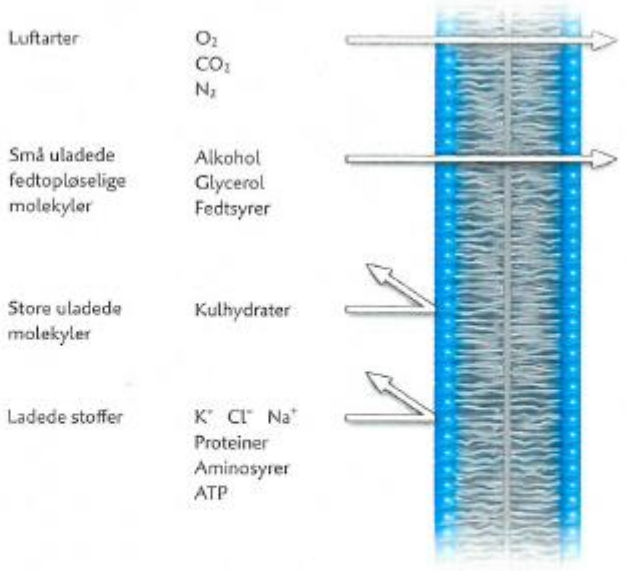
Cellemembranen og transportprocesser

Cellemembranens opgave er bl.a. at regulere hvilke stoffer der kommer ind og ud af cellen. Cellemembranen er opbygget af et dobbelt lag af et stort antal løst sammenhængende enheder af et særligt molekyle der kaldes for et fosfolipid. Et fosfolipidmolekyle består af en fosfatgruppe bundet til to fedtsyrer, se figur 13.

I cellemembranen vender de hydrofobe (vandskyende) fedtsyrer ind mod hinanden, mens den hydrofile (vandelskende) fosfatdel af molekylerne enten vender ud mod omgivelserne eller ind mod cellens cytoplasma. Cellemembranens særlige opbygning gør at den kun tillader små uladede molekyler og fedtopløselige stoffer at trænge igennem. Andre stoffer kan ikke passere membranen uden hjælp. Man siger at membranen er halvgennemtrængelig eller *semipermeabel*, se figur 14.



Figur 13. Cellemembranens opbygning.



Figur 14. Den semipermeable membran er gennemtrængelig for nogle mindre uladede molekyler mens ladede og større molekyler ikke kan passere uden hjælp.

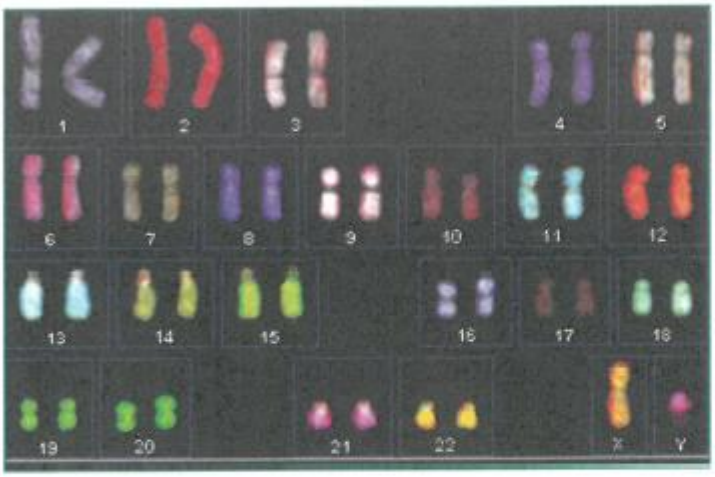
Den genetiske arv

Gener og kromosomer

Mennesket har 20.000–25.000 gener. Disse gener er bestanddele af hver eneste celles DNA. Cellens samlede DNA som også består af store områder der ikke fungerer som gener, udgør arvemassen eller genomet.

Generne i genomet kan man forestille sig som en samling af koder der tilsammen rummer opskriften på hvordan det enkelte menneskes krop skal se ud og fungere.

Mere præcist virker generne ved at styre dannelsen af proteiner i vores celler, se faktasiden Proteinsyntese, side 152. Proteinerne styrer alle processer i cellerne, og de er på den måde ansvarlige for cellers funktion og for udvikling og vedligeholdelse af alle kroppens organer.



Figur 143. *Karyotype af en mand farvet med en ny farveteknik som man kalder spectral karyotyping (sky-farvning). Fordelen ved teknikken er at den giver hvert kromosompar sin egen farve så parrene er lettere at adskille fra hinanden.*

DNA'et og dermed genomet befinder sig i cellens kerne. Dér ligger det som lange usynlige tråde, såkaldte kromosomer. I en almindelig kropscelle har vi 46 kromosomer der parvis hører sammen.

Man kan farve kromosomerne, ordet kromosom betyder faktisk farvet legeme. Når en celle skal til at dele sig, trækker kromosomerne sig sammen og bliver derved synlige. Hvis man farver kromosomerne på dette tidspunkt, kan man let sortere dem på grundlag af størrelse, og farve eller farvemønstre. Derefter kan man opstille dem i et skema. Den opstillede række af kromosomer kalder man en karyotype. Figur 143 viser en karyotype af en mand hvor kromosomerne er farvet med en ret ny farveteknik der giver hvert kromosompar sin egen farve.

Figur 144 viser en karyotype af en kvinde hvor kromosomerne er blevet farvet med en mere traditionel farveteknik. Den giver alle kromosomerne den samme farve, men de kan alligevel adskilles på grundlag af forskel i størrelse og farvemønster.

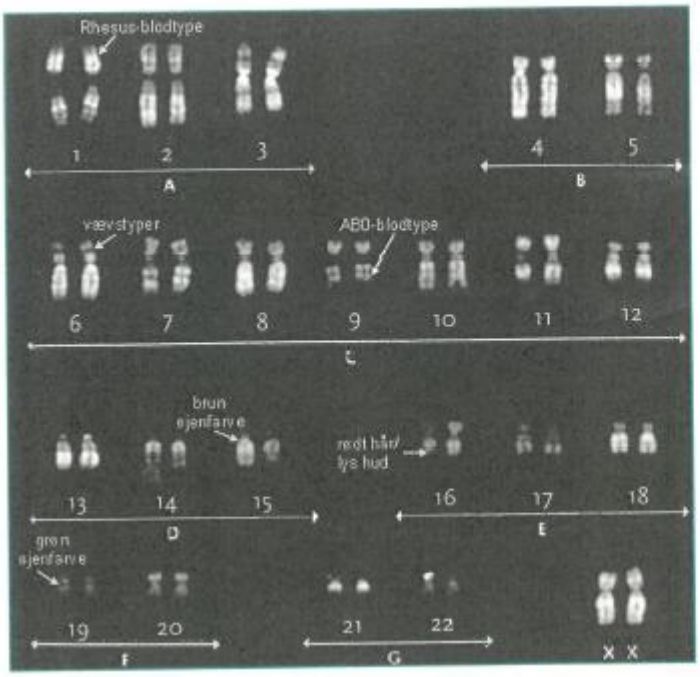
På karyotypen er indtegnet placeringen af gener for nogle få af menneskets kendte arvelige egenskaber. Gener for øjenfarve bliver nærmere omtalt på faktasiden Genetiske grundbegreber.

Man har efterhånden kortlagt de fleste af menneskets gener. Det vil sige at man har fundet ud af hvor de sidder på kromosomernes DNA. Arbejdet med dette har været muligt fordi man siden gensplejsningsteknikken blev opfundet i slutningen af 1970-erne, har udviklet en række metoder der kan analysere rækkefølgen af baser i DNA. Læs mere om DNA på faktasiden DNA, side 150.

Men det at kende strukturen og placeringen af generne, er ikke det samme som at kende til genernes funktion. Den kender man endnu kun for ca. halvdelen af generne.

Kromosomerne

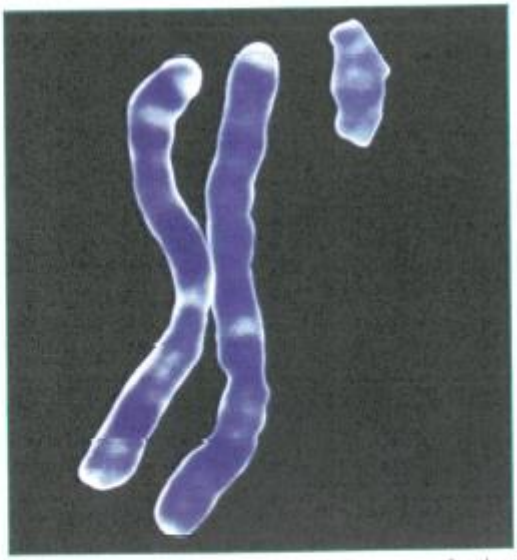
To af menneskets kromosomer kalder man kønskromosomer, de øvrige 44 kalder man autosomer. Hos kvinder er de to kønskromosomer ens, og de hedder X-kromosomer. Hos mænd er kønskromosomerne forskellige. Det største af kromosomerne er også et X-kromosom, mens det mindste af kromosomerne er et Y-kromosom, se figur 143 og 144 samt figur 145.



Figur 144. *En karyotype for en kvinde. På figuren er indtegnet placeringen af gener for nogle af menneskets kendte arvelige egenskaber.*

De 23 af kromosomerne i hver celle har vi oprindelig arvet fra vores mor, og de øvrige 23 har vi arvet fra vores far. Mænd har arvet X-kromosomet fra deres mor og giver det videre til deres døtre, mens de har arvet Y-kromosomet fra deres far og giver det videre til deres sønner. Kvinder har arvet et X-kromosom fra hver forælder og giver således også et X-kromosom videre til både sønner og døtre, se figur 146.

Da vi således har arvet et sæt kromosomer fra både vores far og vores mor, har vi de fleste gener i to udgaver. En undtagelse fra dette er gener på X- og Y-kromosomet hos manden. Selvom de to kønskromosomer udgør et kromosompar, har de kun et mindre antal gener til fælles. Man kalder derfor X- og Y-kromosomet for heterologe kromosomer, hetero betyder forskellig. Alle øvrige kromosompar består af homologe kromosomer, homo betyder ens. Homologe kromosomer indeholder udelukkende gener der parvis koder for de samme egenskaber. Man kalder sådanne par af samhørende gener for allele gener.



Figur 145. *Farvet billede af kønskromosomer fra en mand set i lysmikroskop. Til venstre ses X-kromosomet, og til højre ses det noget mindre Y-kromosom.*

FAKTASIDE

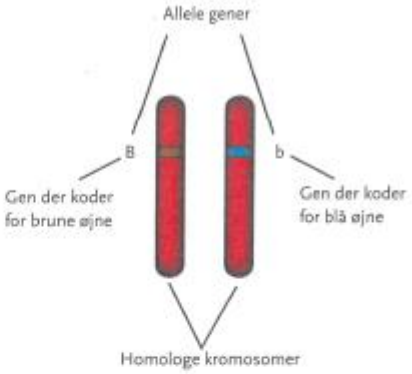
Genetiske grundbegreber

Dominante og recessive egenskaber

Hvis man betragter et par allele gener, er de ikke nødvendigvis ens selv om de koder for den samme type egenskab. Det er fx velkendt at hvis man betragter egenskaben øjenfarve hos mennesket, så findes der både et gen for brun øjenfarve og et for blå øjenfarve. Disse to gener er allele gener, og sidder på kromosom nr. 15, se figur 144. Genet for brun øjenfarve koder for evnen til at danne et brunt farvestof i øjets regnbuehinde (iris). Det blå gen er opstået ved en mutation, og det medfører en manglende evne til at danne det brune farvestof, se figur 149.

En person som har fået et gen for blå øjne fra den ene forælder og et gen for brune øjne fra den anden forælder, vil have brune øjne, da genet for brun øjenfarve sikrer at der bliver dannet det brune farvestof i regnbuehinden. Man siger da at brun øjenfarve er en dominant egenskab, mens blå øjenfarve er en recessiv egenskab. Recessiv betyder vigende.

Nedarvning af øjenfarve er dog mere kompliceret end som så. Som man også kan se af figur 144, findes der et gen for grøn øjenfarve. Det sidder på kromosom nr. 19, og det dominerer over et andet gen der også giver blå øjne. Som bekendt findes der en stor variation i øjenfarve blandt mennesker lige fra næsten sorte, til nøddebrune, grønne, og forskellige nuancer af blå. Det skyldes at mange gener påvirker farven. De gener der har betydning for hud- og hårfarve påvirker fx til en vis grad generne for øjenfarve. Så når vi for nemheds skyld siger at brun dominerer over blå, er det kun en del af forklaringen på de øjenfarver der kan fremkomme.



Figur 150. *Et par homologe kromosomer med de allele gener B og b indtegnet. B står for brun øjenfarve der er en dominant egenskab. b står for blå øjenfarve der er en recessiv egenskab.*

Som vi har set, kan mutationer også føre til at der opstår sygdomsgener, som enten kan nedarves som recessive eller dominante egenskaber.
Ofte betegner man gener med et bogstav. Fx kan man kalde genet for brun øjenfarve for B, og genet for blå øjenfarve for b. Ved at betegne generne med henholdsvis et stort eller et lille bogstav, angiver man samtidig hvilket gen der koder for den dominante egenskab, og hvilket gen der koder for den recessive egenskab, se figur 150.

Genotype og fænotype

Den sammensætning af gener et individ har med hensyn til en egenskab, kalder man for individets genotype. Fx har personen med de homologe kromosomer i figur 150 genotypen Bb med hensyn til egenskaben øjenfarve.



Figur 149. *Blå og brune øjne.*

Personen har brune øjne. Det er personens fænotype. Fænotypen er således det faktiske udtryk af generne for en egenskab.

Figur 151 viser sammenhængen mellem genotype og fænotype for egenskaben øjenfarve.

Homozygot og heterozygot

Et individ der har en genotype hvor de allele gener er ens, kalder man en homozygot med hensyn til egenskaben, fx BB eller bb. Et individ der har en genotype hvor de allele gener er forskellige, fx Bb, kalder man en heterozygot.

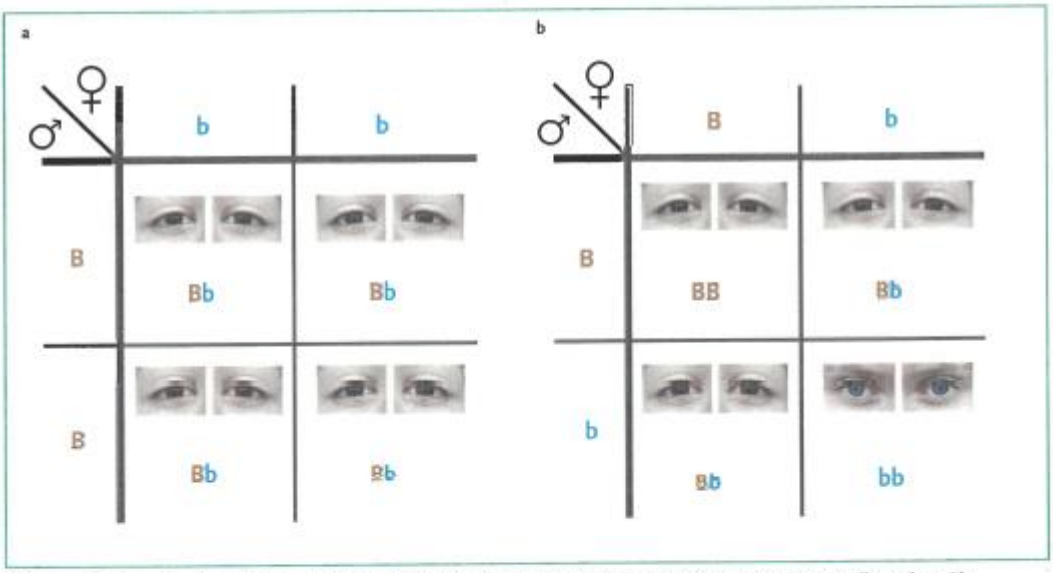
Genotypen	Fænotypen
BB eller Bb	Brune øjne
bb	Blå øjne

Figur 151. *Egenskaben øjenfarve der bestemmes af generne brun (B) og blå (b).*

Krydsningsskema

Man kan beregne sandsynligheden for at få et barn med en bestemt genetisk egenskab, hvis man kender forældrenes genotyper for egenskaben. En nem måde at overskue beregningen på er ved at opstille et såkaldt krydsningsskema. I skemaet opskriver man de kombinationer af forældrenes kønsceller som er mulige, se figur 152.

Som man kan se af figuren, er sandsynligheden for at få et barn med brune øjne (Bb) 100 %, hvis forældrene har de genotyper som er vist i figur 152a. Derimod er sandsynligheden for at få et barn med brune øjne kun 75 % (BB eller Bb), hvis begge forældrene er heterozygoter med hensyn til egenskaben, figur 152b. Til gengæld har disse forældre også en sandsynlighed på 25 % for at få et barn med blå øjne (bb).



Figur 152. *Nedarvning af egenskaben øjenfarve. a. Krydsningsskema mellem BB og bb. b. Krydsningsskema mellem Bb og Bb.*