

Genetik: Grundlæggende og rotte-specifikt

Af: Astrid Loft Hansen - Indehaver af Hedvig's Rotterede - HosHedvig.dk - 2010
OBS: Ingen kopiering tilladt uden forfatterens tilladelse – kun til privat brug.

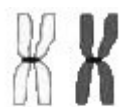
Mine gener indeholder opskrifter på alle de proteiner der skal til for at bygge min krop – med alle de karakteristika der adskiller lige min krop fra alle andres kroppe, og gør den unik. Hver enkelt lille celle i mig har et fuldt sæt DNA, med opskriften på *mig*. Mit udseende, mit temperament og til dels min personlighed og mit helbred er alt sammen grundet i de gener jeg har fået fra mine forældre.

Jeg vil i dette ikke komme nærmere ind på celledeling/mitose, proteinsyntese, celleopbygning osv. Jeg vil dog kort gennemgå meiosen – processen der danner kønsceller (æg- og sædceller), for at klargøre, hvordan ethvert afkom (dyr eller menneske) får en tilfældig blanding af gener fra begge forældre. Og derefter gennemgå mere detaljeret, de forskellige typer gener, og hvordan man fx ved brug af krydsningskemaer kan klarlægge hvilke mulige udfald der er af en given parring. Dette vil jeg selvfølgelig belyse med en række eksempler, for at gøre det så gennemskueligt som muligt.

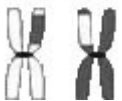
Meiose

Processen hvor én celle deles til fire kønsceller har mange navne, bl.a. kønscelledeling, reduktionsdeling og altså meiose. Følgende gennemgang af processen er ret forenklet.

I normal tilstand ligger de lange strenge af DNA tilfældigt, løst i cellekernen. Et fuldt DNA-sæt kan sammenlignes med to store kokebogssamlinger, der begge indeholder opskrifterne til at danne et helt individ, og tilsammen skaber dig. Dvs. der altid er to opskrifter på ethvert element i kroppen. Før enhver type celledeling kopierer cellen DNA'et, så der findes to ens eksemplarer, der derefter vikler sig op i det vi kender som kromosomer. På billedet ses et enkelt kromosom, hvor DNA-strengen altså er viklet op i en slags sommerfugleform, med ét eksemplar af det fulde genom i hver "vinge".



Derefter sker der, unikt for meiosen en "overlapping" af kromosomerne, hvor generne blandes, så der kan dannes unikke kønsceller. Mennesker har 46 kromosomer (rotter har 42), disse er inddelt i 23 par, med ét kromosom med DNA fra mor og ét fra far, i hvert sæt. Og det er disse sæt der parvis blandes, så der opstår nye kombinationer af opskrifterne. -Ikke nye opskrifter, men nye "kokebøger". Hvor vi startede med kromosom-par af rene "far-gener" og "mor-gener", har vi altså nu par bestående af "far-med-mor" + "mor-med-far".



I første deling bliver parrene splittet, så "mor-med-far" kommer i den ene nye celle, og "far-med-mor" kommer i den anden nye celle. De 46 kromosomer /23 kromosom-par, er nu blevet til to celler med 23 enkeltkromosomer i hver.

Derfter sker deling nr. to, hvor kromosomerne deles – sommerfuglens vinger bliver trukket fra hinanden. Hver vinge var jo ens før overkrydsningen, og indeholder stadig opskrifter på de samme elementer, selvom det nu ikke nødvendigvis er de samme opskrifter.

Resultatet bliver fire nye celler med 23 enkelt-vinger eller DNA-strengene i hver. Hver celle er helt unik, og indeholder én komplet kogeboogsamling, med opskrifter til ethvert element der skal til for at skabe et individ. Når denne kønscelle møder en anden kønscelle, i befrugtningsøjeblikket, og de smelter sammen, vil der igen være 46 kromosomer i 23 par, og der er skabt et nyt DNA-sæt. Én kogeboogsamling fra far, og én fra mor, der tilsammen skaber et helt nyt og enestående individ.

Dominans, Co-dominans og Recessivitet

Enkeltgener kan være enten dominante, co-dominante eller recessive. Fx er genet for blå øjne hos mennesker recessivt, mens genet for brune øjne er dominant. Jeg vil herunder kort ridsse op, hvad de forskellige ting betyder, og hvordan det kommer til udtryk.

Indenfor genetik taler man om "locus", der direkte oversat betyder sted, og henviser til en bestemt placering på en given DNA-tråd. Et gen for en bestemt egenskab kaldes en allel. Et forenklet eksempel kan være, at vi har locus for øjenfarve (hylden), hvor der sidder allelen for "blå". DNA indeholder altid to gener for hver egenskab. Altså er der to alleler for øjenfarve, og er disse to ens, siger man, at individet er homozygot med hensyn til pågældende allel. Hvis de to alleler er forskellige, fx én for blå øjne og én for brune, er individet heterozygot med hensyn til allelen.

En dominant allel (/et dominant gen) vil altid komme til udtryk i individets fænotype. Dvs. at har du et dominant gen for en given egenskab, vil dette altid være bestemmende for egenskaben. Hos mennesker ef fx genet for brune øjne dominant, så arver du dette fra bare én af dine forældre, får du selv brune øjne.

En recessiv allel derimod, er vigende. Den "lader sig undertrykke", med mindre den er til stede i dobbeltform, altså er homozygot. Blå øjne hos mennesker er vigende, hvilket vil sige, at du skal arve det fra begge dine forældre, for at få blå øjne. Arver du allelen for blå øjne (b) fra din far og allelen for brune øjne (B) fra din mor, er du genotypisk heterozygot Bb, og fænotypisk har du brune øjne.

Co-dominante alleler er hverken recessive eller dominante, men ligger side om side, og kommer begge til udtryk, selvom de er heterozygote. Hos rotter er dette bl.a. tilfældet ved pelstyperne glat, rex og velveteen. Homozygot glat giver en rotte med tæt glat pels, heterozygot glat+rex giver en rotte med tæt krøllet pels, mens homozygot rex giver en rotte med kort eller manglende krøllet pels.

Krydsningseskemaer

Et krydsningseskema kan være et godt og overskueligt værktøj til at afklare hvilke genotyper (og dermed fænotyper) der er mulighed for, i en given parring. Når der er mange kendte gener involveret, kan det godt virke uoverskueligt, men der er altid mulighed for at dele det op, og få overblikket igen. Jeg vil forklare hvordan krydsningseskemaer fungerer, og med nogle få almindelige genotyper vise nogle eksempler. En liste over genotyper, kan findes separat på min hjemmeside: Rotterede.HosHedvig.dk, under "Opdræt".

Et krydsningseskema er et skema, hvor man på den ene akse opremser de mulige genetiske kombinationer fra mor, og på den anden akse, de mulige genetiske kombinationer fra far. Derefter kan man krydse ind, og udfylde resten af skemaet, hvorefter man kan tælle resultatet sammen, og få et overblik over udfaldet af kombinationen. Lad os tage et eksempel med dumbo-ører.

Genet for dumboører "du" er recessivt, mens genet for topører "Du" er dominant.

Lad os sige, at mor er dumbo "dudu", og far er topøret dumbobærer "Dudu". Mor har altså mulighed for at give "du" og "du" videre, mens far giver "Du" og "du". Krydsningskemaet vil se sådan her ud:

Far\Mor	du	du
Du	Dudu	Dudu
du	dudu	dudu

Altså vil halvdelen, 2/4, af ungerne (statistisk set) blive topørede dumbobærere som deres far, og halvdelen dumboørede som deres mor.

Så prøver vi med to gener på én gang. Genet for agouti "A" er dominant, mens genet for sort/black "a" er recessivt. Og generne for hhv. glat "re" og rex "Re" er co-dominante.

I dette eksempel er mor (heterozygot) agouti rex "Aa Rere" og far er black rex "aa Rere". Mor kan give "A Re", "A re", "a Re" og "a re" videre. Far kan give "a Re", "a re", "a Re" og "a re" (Ja, der er to ens af hver, da han er homozygot black). Skemaet kommer til at se således ud:

Far\Mor	A Re	A re	a Re	a re
a Re	Aa ReRe	Aa Rere	aa ReRe	aa Rere
a re	Aa Rere	Aa rere	aa Rere	aa rere
a Re	Aa ReRe	Aa Rere	aa ReRe	aa Rere
a re	Aa Rere	Aa rere	aa Rere	aa rere

Når vi tæller sammen er der:

2/16 = 12,5%	Aa ReRe	= agouti dobbeltrex
4/16 = 25%	Aa Rere	= agouti rex
2/16 = 12,5%	Aa rere	= agouti glat
2/16 = 12,5%	aa ReRe	= black dobbeltrex
4/16 = 25%	aa Rere	= black rex
2/16 = 12,5%	aa rere	= black glat

Hvis man har overblikket til det, kan man selvfølgelig vælge at nøjes med to rækker for far, da han kun har "a" at give mht. farven, ligesom man i første eksempel kunne nøjes med én kolonne for mor. Men pas på ikke at få skåret dele fra, der gør en forskel.

Krydsningskemaer kan laves med så mange oplysninger som man har, men vokser hurtigt. Det kan derfor være en fordel at holde fx farver, aftegninger og pels/ører for sig. Krydsningskemaet kan holde styr på mulige fænotyper, og den statistiske fordeling, men kan også blive uoverskueligt, hvis det bliver for stort. I eksemplet nedenfor bruger jeg fire oplysninger, men korter til gengæld af, ved homozygenitet. For tre gener bliver det samlede antal kombinationer for hhv. mor og far 8, for fire gener 16 osv. I praksis har man sjældent brug for at kende den nøjagtige statistiske fordeling mellem specifikke fænotyper, da rotterne sjældent følger bøgerne alligevel, så at vide man sandsynligvis får "halvt dumbo og kvart dobbeltrex", fra to forskellige skemaer, er fint nok.

Alle farver ud over agouti er recessive. Dermed også dilute-genet "d", der giver blå. Fraværet af det, betegnes i rotteverdenen "D".
 Mor er Black (bluebærer) dumbor rex "aa Dd dudu Rere".
 Far er Blue agouti (dumbobærer) rex "Aa dd Dudu Rere".

Far\Mor	a D du Re	a D du re	a d du Re	a d du re
A d Du Re	Aa Dd Dudu ReRe	Aa Dd Dudu Rere	Aa dd Dudu ReRe	Aa dd Dudu Rere
A d Du re	Aa Dd Dudu Rere	Aa Dd Dudu rere	Aa dd Dudu Rere	Aa dd Dudu rere
A d du Re	Aa Dd dudu ReRe	Aa Dd dudu Rere	Aa dd dudu ReRe	Aa dd dudu Rere
A d du re	Aa Dd dudu Rere	Aa Dd dudu rere	Aa dd dudu Rere	Aa dd dudu rere
a d Du Re	aa Dd Dudu ReRe	aa Dd Dudu Rere	aa dd Dudu ReRe	aa dd Dudu Rere
a d Du re	aa Dd Dudu Rere	aa Dd Dudu rere	aa dd Dudu Rere	aa dd Dudu rere
a d du Re	aa Dd dudu ReRe	aa Dd dudu Rere	aa dd dudu ReRe	aa dd dudu Rere
a d du re	aa Dd dudu Rere	aa Dd dudu rere	aa dd dudu Rere	aa dd dudu rere

Talt sammen efter fænotype: (Husk; de bårne gener kan ikke ses)

1/32 ≈ 3%	Aa Dd Dudu ReRe	= Agouti (bluebærer dumbobærer) dobbeltrex
2/32 ≈ 6%	Aa Dd Dudu Rere	= Agouti (bluebærer dumbobærer) rex
1/32 ≈ 3%	Aa Dd Dudu rere	= Agouti (bluebærer dumbobærer) glat
1/32 ≈ 3%	Aa Dd dudu ReRe	= Agouti (bluebærer) dumbor dobbeltrex
2/32 ≈ 6%	Aa Dd dudu Rere	= Agouti (bluebærer) dumbor rex
1/32 ≈ 3%	Aa Dd dudu rere	= Agouti (bluebærer) dumbor glat
1/32 ≈ 3%	Aa dd Dudu ReRe	= Blue agouti (dumbobærer) dobbeltrex
2/32 ≈ 6%	Aa dd Dudu Rere	= Blue agouti (dumbobærer) rex
1/32 ≈ 3%	Aa dd Dudu rere	= Blue agouti (dumbobærer) glat
1/32 ≈ 3%	Aa dd dudu ReRe	= Blue agouti dumbor dobbeltrex
2/32 ≈ 6%	Aa dd dudu Rere	= Blue agouti dumbor rex
1/32 ≈ 3%	Aa dd dudu rere	= Blue agouti dumbor glat
1/32 ≈ 3%	aa Dd Dudu ReRe	= Black (bluebærer dumbobærer) dobbeltrex
2/32 ≈ 6%	aa Dd Dudu Rere	= Black (bluebærer dumbobærer) rex
1/32 ≈ 3%	aa Dd Dudu rere	= Black (bluebærer dumbobærer) glat
1/32 ≈ 3%	aa Dd dudu ReRe	= Black (bluebærer) dumbor dobbeltrex
2/32 ≈ 6%	aa Dd dudu Rere	= Black (bluebærer) dumbor rex
1/32 ≈ 3%	aa Dd dudu rere	= Black (bluebærer) dumbor glat
1/32 ≈ 3%	aa dd Dudu ReRe	= Blue (dumbobærer) dobbeltrex
2/32 ≈ 6%	aa dd Dudu Rere	= Blue (dumbobærer) rex
1/32 ≈ 3%	aa dd Dudu rere	= Blue (dumbobærer) glat
1/32 ≈ 3%	aa dd dudu ReRe	= Blue dumbor dobbeltrex
2/32 ≈ 6%	aa dd dudu Rere	= Blue dumbor rex
1/32 ≈ 3%	aa dd dudu rere	= Blue dumbor glat