

## Om kimærer, mosaikker og hermafroditer

af lic.scient., biolog, seniorforsker Anne Phaff  
Ussing, Det Kongelige Bibliotek

I disse tider med transplantationer, genmanipulation, kloning og andre kunstgreb kan der være behov for at forklare, hvordan individer, der er sammensmeltet af væv med forskellig genetisk sammensætning, er opstået, og hvilken konsekvens det har på deres udseende og livsfunktioner.

### Kimærer

Individer, som har forskellig sammensætning af arvematerialet i forskellige dele af kroppen, kaldes kimærer. Ordet stammer fra græsk: Χίμαιρα (Chimaira), et fabeldyr med hoved som en løve, krop som en ged, og hale som en slange. Det samme ord findes på latin: Chimaera.

Men kimærer er ikke bare fabeldyr, de findes også i den virkelige verden; somme tider er de resultatet af transplantationer eller blodtransfusioner, andre gange har de en naturlig forklaring.

I 2008 blev der født en ægte ”trefarvet” hest. Eller rettere sagt, en ægte tofarvet, for hvid er jo ikke en



Føllets fanotype er ”trefarvet”, og består formentlig af to forskellige genotyper. En ægte kimære? (© Inga Bára Ragnarsdóttir).



*Kimære og delfin, fra Jean Anker og Svend Dahl, Fabeldyr og andre fabelvæsener, 1938.*

farve. Det smukke føl på billedet er fænotypisk tobianobroget, med rødt pigment på forparten og sort pigment på bagparten. Fænotypen er det, man kan se. Genotypen er arveanlæggene bagved fænotypen. I dette tilfælde ser det ud til, at føllet er sammensat af to forskellige genotyper.

Der kan være flere videnskabelige forklaringer på ægte, naturligt opståede kimærer.

Den mest sandsynlige er, at ægget er blevet befrugtet af to sædceller. Fænomenet er set før, men optræder meget sjældent, idet det kræver, at sædcellerne når frem til ægcellens membran præcis samtidig med deres ”næser”. For så snart den ene sædcelle er begyndt at bore sig ind i ægget, bliver overfladen ”lukket” for andre sædceller.

En anden forklaring kunne være to sammensmeltede ægceller. Dette er dog meget usandsynligt hos hesten, hvor der kun yderst sjældent modnes to ægceller samtidig. Det kan ses af, at

hestetvillinger er meget sjældne. Men hos andre arter, såsom får, kunne denne mulighed have større betydning.

### Mosaikker

Ordet mosaik har sine rødder fra græsk, Mousa (muse). På middelalderlatin findes *musaicum*, en af genitivformerne af *Musa*, i betydningen ”af eller fra muserne”. Senere afledtes *mosaiko* på latin og *mosaique* på fransk, i betydningen et kunstværk i form af et vindue eller en rude, som er sammensat af felter af glas i forskellige farver.

I biologien kan mosaikker forekomme, når der optræder en mutation i nogle, men ikke alle, celler i et individ. Mutationen kaldes somatisk, når den er opstået i en enkelt af individets kropsceller, og ikke nedarves til afkommet. Hvis mutationen derimod er sket i forbindelse med dannelse af kønsceller (æg- og sædceller), vil den nedarves til afkommet.



Den ”trefarvede” kat er en X-kromosom-mosaik. De to X-kromosomer skiftes til at bestemme i de forskelligt pigmenterede partier. Det, at der mangler pigment nogle steder på kroppen, får de pigmenterede områder til at brede sig, så de forskelligt farvede områder bliver større og mere velafgrænsede. (© Lis Milo Diemer).

### Arvelig mutation

**D**en mest kendte form for mosaik, som skyldes en mutation hos den ene af forældrene, er den trefarvede kat. Ligesom hos ovennævnte føl er der ikke tale om tre farver, men om to farver, samt upigmenterede, altså hvide områder.

Både den ”trefarvede” og

den ”skildpaddemønstrede” (engelsk: tortoiseshell) kat har en mutation på det ene X-kromosom. Mutationen ændrer det sorte pigment til gult (som ser rødt ud når det er koncentreret). Det var længe en gåde, hvorfor de allerfleste af disse flerfarvede katte var hunner, og man bl.a. af denne årsag ikke var i stand til et ”renavle” farvetypen. Når der en sjælden gang fandtes en hankat med et af disse farvemønstre, var den steril og kunne dermed ikke bruges i avlen.

Årsagen til denne kønsforskel skal findes i kønskromosomerne. Hos pattedyr har hunner to X-kromosomer, mens hanner har et X-kromosom og et Y-kromosom. På visse kattes X-kromosom findes en mutation, som ændrer det sorte pigment til gult. Hunner, som har arvet denne mutation fra den ene af forældrene, har derfor et ”mosaik”-mønster af skiftevis sort og gult pigment. Sådanne hunners hankillinger vil være enten sorte eller røde, mens hunkillinger kan være enten sorte, røde eller mosaikmønstrede. Er der desu-



Den ”skildpaddemønstrede” kat er en X-kromosom-mosaik, men uden de hvide (upigmenterede) områder. Når der ikke er upigmenterede områder, bliver de forskelligt farvede områder mindre, og blander sig mere ind i hinanden. (© Lis Milo Diemer).



*Trillingeføllene har arvet anlægget for broget lod (dvs. hvide områder) fra deres fader. Forskellen i de upigmenterede områders størrelse og udførmning er forårsaget af fænotypisk variation. Det er almindeligt, at de upigmenterede områder "fortrænger" den røde farve mere end den sorte farve. De to søl har heller ikke ens farvetegning på begge sider. (© Rie Dumvad).*

den hvidt på katten, indgår det som en ekstra dimension, dog ikke som led i de små mosaikfelter, men koncentreret på bugsiden, samt i ansigtet og på poterne. Når katten har upigmenterede ventrale områder, kompenserer de pigmenterede celler ved at udbrede sig mere end de ellers ville have gjort, således at de røde og sorte mosaikfelter på den "trefarvede" kat er større, end de er på den skildpaddemønstrede kat. Pigment er ikke bare pynt, det er både et styrkeelement i vævene og et kemisk aktivt molekyle, der fungerer som antioxidant og herved beskytter mod bl.a. sollysets ultraviolette stråler.

### Somatisk mutation

I andre tilfælde, hvor der kun er mindre områder med afvigende farve, er der formentlig tale om somatisk mutation, altså ændringer i arvematerialet (generne) som er opstået i en enkelt celle, efter at fosterudviklingen er begyndt. Det kan skyldes ydre påvirkninger, såsom bestråling eller kemiske påvirkning fra stoffer med teratogen (fosterskadende)virkning. Der kan også være tale om, at den genetiske "opskrift" ved en fejltagelse ikke er blevet fulgt, dengang pigmentet i de pågældende områder blev dannet. I disse tilfælde er der tale om en mosaik, ikke en kimære,

eftersom alle cellerne som udgangspunkt havde samme arvemateriale. De har altså ikke forskellig genetisk oprindelse, som de forskellige cellepopulationer i en kimære har det.

DNA-analyser af arvematerialet kan belyse forholdene nærmere i det enkelte tilfælde; hertil behøves et antal hår, trukket ud med hårsækken på, fra hvert af områderne.

### Hermafroditter

**M**ens tvillinger er yderst sjældne hos heste, forekommer de mere hyppigt hos kvæg. Kalvetvillinger af hver sit køn har vist sig at have et udviklingsforløb, hvor kviekalvens kønsorganer ikke udvikles normalt, fordi den tidligt i fosterstadiet er påvirket af kønshormoner fra sin tvillingebroder, tyrekalven. Kviekalve, der har en tyrekalv som tvilling, fødes derfor som helt eller delvis hermafroditter, altså med både hanligt og hunligt kønspræg. Sådanne kvier kan ikke blive drægtige, og hermed heller ikke give mælk. Tidlige slagtede man dem som kalve, men nu er der nogle landmænd, der opfodrer dem som kødkvæg.

Den samme påvirkning sker ikke hos mennesketvillinger, og heller ikke hos hunde, katte osv., fordi moderkagen (placenta) her har en anderledes udformning, hvor blodkredsløbet ikke deles.

De tveæggede kalvetvillinger



*Griff, fra Jean Anker og Svend Dahl, Fabeldyr og andre fabelvæsener, 1938.*

har fungeret som en model for begrebet erhvervet immunologisk tolerance, altså det fænomen, at to individer med forskellig vævstype, som tidligt i tilværelsen havde blandet blod og celler, hele livet igennem ville kunne tåle transplantation med hinandens væv, uden at afstøde dette.

En hermafrodit er betegnelsen for et væsen - f.eks. en plante eller et dyr - der har både han- og hunkønsorganer. Dersom organismen er frugtbar - i stand til at formere sig med begge køn - er den tvekønnet. Ordet stammer fra den græske gud Ἑρμαφροδίτης (Hermaphroditos), som var søn af Hermes og Aphrodite. Hermaphroditos er ofte afbildet som en vinget yngling med kvindeligt rundede lår, bryster og kvindefrisure, samt mandlige genitalier.

Foto: Inga Bára Ragnarsdóttir, Rie Dunvad og Lis Milo Diemer.