

Farvegenetik hos katte

Kattegenetik baseret på farver og mønstre

Tekst og foto: Ole Amstrup

Artiklen er fortsat fra sidste nummer af Kattemagasinet

[x_o] / [x] Den røde farve

I de fleste lærebøger og artikler anvendes betegnelsen "[O] / [o]" for dette gen. Det giver efter min mening anledning til nogen forvirring. For at gøre det meget tydeligt, at denne egenskab er placeret på x kromosomet – eller på kønskromosomerne, og det dermed er kønsbundet, plejer jeg at markere både kromosomets karakter og egenskaben, sådan at jeg opererer med den normale/oprindelige variation af dette gen som [x], og markerer det muterede gen med [x_o]. Det vil betyde, at en normalfarvet kat vil have genkoden for dette gen som [x x] / [x y] en tortie-hun vil have [x_o x] og en rød kat sammensætningen [x_o x_o] / [x_o y].

Denne mutation – kønsbundet rødt – er ret enestående hos de domesticerede katte. Hos andre pattedyr har den røde variant (hvor der kun produceres phaeomelinin) været tilknyttet genet Extension (betegnet ved bogstavet E) (se senere afsnit).

[x_o] – rødt

Hvis man ser på produktionen af melanin, bliver vi lige nødt til at se på en anden mutation – nemlig det vi kender som rødt.

Denne mutation har den virkning, at der i melanocytterne IKKE produceres noget eumelanin overhovedet – altså ingen sorte, chokolade eller cinnamon pigmentkorn!

Der er desuden det specielle ved dette gen, at det er hæftet på kromosomet, som også bestemmer kønnet på katten/killingen – derfor kaldes den mutation, der ændrer farven, for kønsbundet.

Virkningen af dette gen er, at det fuldstændigt undertrykker dannelsen af sorte/brune pigmentkorn!

Når håret vokser, starter processen med at placere farvepigment i de enkelte hår som planlagt, men da der jo ikke dannes eumelanin, er det kun det røde phaeomelanin, der kan deponeres i de enkelte hår. Den samme proces med dannelse af bånd, er fuldstændigt som i de oprindelige hår, bortset fra at her mangler den sorte farve.

Der vil stadig være synlige bånd på de enkelte hår, men de vil kun kunne ses som varierende nuancer af det røde phaeomelanin.

Et andet spørgsmål vi kan få afklaret her,

er så om der kan være forskel i farven på en rød kat, der genetisk set er sort eller chokolade. Når der ikke produceres eumelanin – eller produktionen af eumelanin er ændret til produktion af phaeomelanin – vil katten – uanset om der genetisk set skulle være sort, chokolade eller cinnamon, have samme farve, og det er ikke muligt at skelne imellem røde, der genetisk er en af de tre eumelanin farver – sort, chokolade eller cinnamon.

For at dannelsen af eumelanin helt skal standse, kræver det hos hunnerne to anlæg for den røde farve. Hvis der kun er et af det "røde gen" og et af det normale gen til stede, vil killingerne (som alle er hunner) blive tortie – altså en kombination af den røde farve og eumelanin farven. Det kan man kalde "fælles dominans", da både den ene og den anden af disse egenskaber kan ses.

Når en killing er meget tidligt i fosterstadiet – allerede i den første uge – vil overflade-cellerne begynde at vokse ud fra ryggen. Disse celler, som jo også skal danne melanocytterne, skal her meget tidligt i fostertilstanden tændes (cellernes opgaver skal defineres). Hvis killingen er enten helt rød eller normalfarvet bærer, har disse celler kun den ene måde at blive tændt på, men hvis killingen bærer på både et gen for rød og et for normal farve, sker der det, at enten det normale gen eller det røde gen "tændes" (det oprindelige gen [x] eller det muterede [x_o]) – altså om de skal producere eumelanin, eller de ikke skal.

Det sker helt tilfældigt og automatisk, og

videre i processen mens de vokser hele vejen rundt om det "rør" fostret er på dette tidspunkt, deler de sig og danner disse forskelligt farvede områder dvs. den mosaik vi kender fra en tortie kat.

Er killingen homozygot for rødt [x_o x_o] eller en hankilling med anlæg for rødt [x_o y] vil killingerne have den røde farve over hele kroppen.

Altså vil katten fremtræde med kun phaeomelaninet synlig. Det vil være deponeret i håret med de bånd, der naturligt er med kraftigere pigmenterede bånd og svagere pigmenterede bånd som vist i fig. 6

Det specielle ved dette gen, at det er hæftet på kromosomet, som også bestemmer kønnet

Denne mutation sammen med non agouti vil give en speciel effekt. Non agouti opstår, når der sker en overproduktion af melanin i melanocytterne, så eumelaninet fylder hele håret. Når der ikke hos den røde farve produceres eumelanin over hovedet, vil det ikke

være muligt at have ensfarvede røde hår, men røde hår vil ALTID vise bånd på de enkelte hår.

Det vil sige at tabbymønstret ALTID er synligt på røde katte, og der er ingen forskel i udseendet på en non agouti og en agouti rød kat!! Det er simpelt hen ikke muligt at konstatere, om en rød kat er geno type [A A]/[A a] eller [a a], og hvis opdrættene eller dommere påstår andet, er det simpelt hen en romantisk opfattelse af farven rød, som ikke har noget med de faktiske forhold at gøre!

I de tilfælde hvor man har registreret en ensfarvet rød – med EMS koden "d", vil



Fig. 6 Håret er fyldt med phaeomelanin, men ingen eumelanin (det sorte, chokolade eller cinnamon produceres ikke) og kun phaeomelaninet er synligt. Dannelsen af bånd sker ligesom i "normale" hår.



EC/GIP Hindkjær's Athene, chokolade spotted tabby, OCI b 24. Ejer: Marianne og Lars Hindkjær



DK Arjunas Fætter Lavben, OLH o24. Foto Julia K. Beck



DK Arjuna's Soline, OLH d 24. Foto Anne Korsbakke.



DK Zalethco's Kræn, n 24. Foto Lone Thomsen



Fig. 7 – Variationen af de fire typer pigmentering af agouti hår.



Fig. 8 – Variationen af de fire typer pigmentering i non agouti hår. Med den røde farve er både det non agouti og det agouti hår altså ens!!

det dreje sig om en rød tabby kat, der har et så dårligt mønster, at den kan passere for at være ensfarvet rød. Det stammer muligvis fra perseropdrættet, hvor det på grund af den lange pels, ofte kan være svært at se et utydeligt tabbymønster

– men tabbymønstret er altså altid til stede, selvom det måske ikke er så tydeligt! Hvis der skulle findes en rigtig ensfarvet rød, skulle katten ikke have et "tabby M" i panden, og hvis man se nærmere efter, har alle røde katte dette "M".

I FIFE registrerer vi kattene efter udseende, og derfor burde alle røde katte være registreret som en af tabbyvarianterne 22, 23, 24 og 25. Rent genetisk kan de så registreres med geno og phaenotype

i henhold til FIFes Breeding and Registration Rules.

Dvs. at nu har vi fået beskrevet melaninets betydning for farven – de enkelte hårs struktur og de 3 forskellige typer

eumelanin og det fuldstændige fravær af eumelanin.

Hvis man skulle vise dette skematisk vil det være som i fig. 7 og 8

I sjældne tilfælde kan der opstå tortie hanner

I sjældne tilfælde kan der opstå tortie hanner. Det skyldes hovedsagelig, at der er sket en fejl i kromosomsammensætningen, og disse hanner vil oftest have tre XXY i stede for de normale to X og Y.

Disse tortie hanner er for det meste

ikke fertile, og så løses problemet jo af sig selv, men enkelte tortie hanner er fertile, og kan få levedygtigt afkom. Dette afkom vil dog ikke have samme kromosomfejl, men være med en normal kromosomsammensætning. Det er således ikke muligt at opdrætte en linje af katte, der giver tortie hanner!

For denne mutation findes der ingen gentest.

[D] / [d] – Dilution – fortynding af farverne.

I det normale hår er farvepigmentet jævnt fordelt i hele håret. Denne egenskab er en del af den oprindelige genetik hos kattene. I den oprindelige genetik betegnes dette med [D] og mutationen, som er recessiv, betegnes med [d], dvs. at for at denne egenskab skal kunne ses, skal der være to alleler af dette gen til stede i katten.

Mutationen gør, at de fire grundfarver ændrer sig, så sort "fortyndes", så det kommer til at se ud som blåt (farven er egentlig grå, men i katteverdenen har vi valgt at kalde denne farve blå)

Denne mutation gør, at farvepigmentets fordeling ændrer sig.

Fra at være jævnt fordelt sker der det, at farvepigmentet (både eumelanin og phaeomelanin) samler sig i større "klumper", og der sker en uens fordeling af pigmentet og i de enkelte hår.

Den ujævne fordeling vil også påvirke farven tæt ved hårets rod, og den nederste del af håret kommer til at have en lysere nuance af farver.

I tilfælde af to anlæg for fortynding vil

sort vil komme til at se ud som blå, chokolade som lilla, cinnamon som fawn, og rød som creme.

Da egenskaben er recessiv vil disse farver kun optræde, hvis katten har modtaget genet [d] fra begge forældre og være homozygot for denne egenskab [d d].

Der findes en gentest for denne egenskab, så det er muligt at identificere katte, som bærer fortynding – eller klarlægge om en kat er rød eller creme!

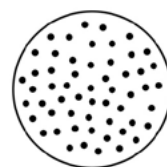
[E] / [e] – Ekstension / Amber

Denne mutation er kun kendt hos katte inden for Norske Skovkatte, men er hos andre pattedyr en almindelig mutation, hvor den ofte bliver betegnet som værende rød.

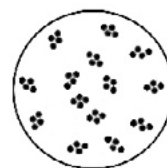
Denne mutation er recessiv i forhold til den normale farve.

Selve mutationen kan hos kattene spores tilbage til en enkelt hunkat født i 1981 i Norge. I mange år var der stor diskussion om denne farve, og den blev i lang tid, efter den blev opdaget, kaldt alt muligt – lige fra cinnamon / chokolade mv. Indtil den i sin slutfase, før den endelige godkendelse, blev betegnet som x – farven. Først senere viste de genetiske undersøgelser sig, at det drejede sig om "extension" mutationen – som i katteverdenen er blevet døbt Amber.

Funktionen af denne mutation er, at eumelaninet, når katten vokser, gradvist bliver erstattet med phaeomelanin. Det vil sige, at når katten bliver født, vil den ligne en almindelig sorttabby, men så gradvis ændre farve, så der til sidst



En jævn fordeling af farvepigment i håret. Håret vil have en normal farve



Farvepigmentet er klumpet sammen og bliver ujævnt fordelt i håret. Farven vil, på grund af muligheden for at lys kan trænge igennem, se "fortyndet" ud.

Fig. 9 Tværsnit af et normalfarvet hår og et hår påvirket af dilution (fortynding)



Forskellige røde dyr der alle har mutationen for Extension

Mutationen kan hos spores tilbage til en enkelt hunkat



IC Nightrunners Strongbow, BRI ns 22. Foto: Felicious Studios

næsten kun er den røde farve (phaeomelanin) tilbage.

Hvis katten genetisk er sort, er farvebetegnelse amber, og hvis katten er blå, vil den ende som "light amber". Da der jo inden for skovkattene ikke findes nogle af de andre gener i B serien – chokolade og cinnamon, er der ingen, der ved, hvordan en chokolade amber eller en cinnamon amber vil se ud, men mit gæt vil være, at de kommer forbavsende tæt på at være samme farve som en kønsbundet rød.

Da der, når katten er endeligt udfarvet som voksen, næsten kun er phaomelanin tilbage i pelsen, gør det også at tabbymønstret kan ses – præcis på samme måde som hos den kønsbundne røde, og

det betyder, at non agouti amber katte vil vise et tydeligt tabbymønster. Det har også den betydning, at en amber tabbymønstret kat og en rød tabbymønstret kat vil have samme fænotype (se ens ud) og derfor findes amber og light amber ikke i non agouti eller i rød.

Som det er i FIFe, er denne farve kun godkendt hos Norske Skovkatte, og i EMS koden er denne kode for amber "t" ("nt" for amber, "at" for light amber, "ft" amber tortie og "gt" for light amber tortie), kun godkendt til brug for Norske Skovkatte.

I princippet er der ikke nogle problemer med at hente dette gen over i andre racer, men som det er nu, er det noget helt specielt for NFO!

Der er udviklet en gentest, der kan påvise om katten er bærer af dette gen!

[I] / [i] – Inhibitor / Sølv

Den eneste mutation der berører phaeomelanin, er inhibitor eller undertrykkelsesgenet. Dette gen undertrykker dannelsen af phaeomelanin og efterlader de enkelte hår kun med eumelanin – altså sort (samt chokolade og cinnamon).

Det bevirker ganske enkelt, at der i melanocytterne ikke kan dannes de gule/røde farver (phaeomelanin, så håret fremstår kun sort hvidt.

Dette gen, som jo er en mutation, er i modsætning til de fleste af de andre ændringer af den oprindelige genetik – dominant. Det vil sige, at hvis et

inhibitor/sølvgen er til stede, er katten en sølvkat. Det kan diskuteres, om der er forskel på en kat, der er homozygot (har to anlæg for sølv), og en kat der kun har et gen for sølv. I nogle videnskabelige artikler gives der udtryk for, at en kat der er homozygot sølv vil være fri for "rester" af phaeomelanin. Disse rester betegnes ofte som rufisme og skulle efter disse kilder være mere almindelige hos katte, der kun har et gen for sølv,

Helt sikkert er det dog, at det er muligt gennem selektion at minimere disse områder med rufisme.

Dette gen har forskellig virkning på agouti og non agouti hår, og jeg vil først lige beskrive virkningen på de agouti hår.

Når det agouti hår vokser, dannes der som normalt farvepigment i melanocyterne, som skal deponeres i hårene, men da der kun dannes eumelanin, vil de enkelte bånd skifte mellem den sorte (chokolade eller cinnamon) farve, og når de bånd, der normalt består af phaeomelanin skal fyldes, står de "tomme" for farvepigment og ser hvide ud.

Kombinationen mellem non agouti og sølv betegnes som smoke – så smoke er en non agouti sølv kat!

I det non agouti hår fremtræder sølvet på den måde, at eumelaninet kun dannes i den yderste del af håret, og efterlader den nederste del af håret helt hvidt. Det er dog med rigtigt meget variation. Så meget, at der i den nederste del af håret, godt kan være så lidt, at det ikke engang er vokset ud af hårsækken, eller så meget, at det kun er den alleryderste spids af håret, der er farvet.

Sølvgenet optræder altså med et utroligt variabelt udtryk.

Specielt sammen med de "fortyndede" farver kan det være ekstremt vanskeligt. Fortyndingsgenet gør jo, at pigmenterne fordeles ujævnt i de enkelte hår, og ofte er helt eller delvist fraværende i den nederste del af håret, hvilket meget let kan forveksles med at være sølv. Desuden er phaeomelaninet på f.eks. en blå kat ikke så varmt i farven, at det tydeligt kan skelnes fra inhibitor / sølvgenet udtryk.

Reduktionen af pigmentmængden har også en anden pudsig virkning på smoke katte – specielt de korthårede. Når mængden af pigment er reduceret i en smoke kat vil det underliggende tabbymønster ofte være ret tydeligt. Det skyldes, at der i et non agouti hår dannes normalt phaeomelanin, som vil være placeret i de lyse bånd på de enkelte hår. Når der i en smoke kat ikke dannes dette phaeomelanin, vil tætheden af pigmentkorn i det, der strukturemæssigt skulle være de lyse bånd, være lavere end i de bånd der er fyldt med eumelanin, og derfor kan tabbymønstret træde ret så tydeligt frem. Så tydeligt at Ægyptisk Mau rent faktisk er godkendt i en "smoke med pletter"!!

Der findes endnu ikke en gentest for dette gen, men selve genets placering/ locus er fundet, og der mangler blot at blive udviklet en gentest der kan være offentligt tilgængelig.

En sådan gentest er meget ønskeligt, da netop dette gen er årsag til en del forvirring i forbindelse med farvebedømmelsen af katte, og på udstillinger er det ofte katte, hvor der er tvivl om egenskaben sølv er til stede, som giver de fleste problemer med farvebestemmelser, men også i forbindelse med siamesermaske og sølv vil en test være ønskelig.

Læs mere i fjerde udgave af genetikerien i næste nummer af Kattemagasinet



Fig. 10. Det agouti hår står med et klart sort hvidt udtryk.. Dog kan den nederste del af håret ofte være af en lysere nuance eller helt hvid, forholdsvis lang op af skaftet. Udtrykket kan variere utroligt fra kat til kat

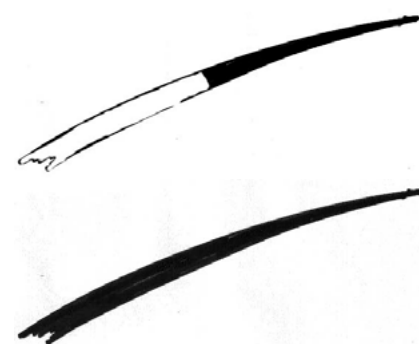


Fig. 11. Et smoke hår sammenlignet med et ikke sølv non agouti hår.



Smoke orientaler med tydelige pletter.