

Genetik av Ylva Stockelberg

Ur Våra Katter 6/2000 - 3/2001

Det finns önskemål från läsarna om mer genetik i Våra Katter. Dels kommer det till nya läsare dels tar det tid att ta till sig detta ämne. Under 1997-99 hade Anne-Marie Nilsson en utmärkt serie i Våra Katter/Kattjournalen (gå gärna tillbaka till den). 20 år tidigare hade hon en liknande serie som gav mig mycket kunskap. Men det kan nog vara en dags med en ny serie med lite annan infallsvinkel.

Del 1

ur Våra Katter 6-2000

Genetisk karta

Forskning pågår både för människa och katt (och även andra djur) med att ta fram genetiska kartor det vill säga att bestämma samtliga gener. I USA finns ett kattprojekt Feline Genome Project. Med hjälp av blodprov kartläggs kattens genetiska karta och DNA. De samarbetar med olika laboratorier, veterinärer och uppfödare världen runt.

De har parat vilda katter med tamkatter (provrörsparning) för att få flest variationer och därmed lättare kartlägga genetiken. Man vill ha så lite släktskap som möjligt men ändå att katterna kan para sig.

Katter är mycket lika människor genetiskt, de har ungefär lika många kromosomer som ser lika ut. Man kan alltså utnyttja mycket av den forskning som finns på människor genom likheten. Man kan leta i rätt gen från början genom att en defekt är klarlagd på människa och därmed spara tid.

I framtiden kommer man att kunna visa om katten bär en recessiv gen genom ett blodprov. Då blir det mycket lättare att sortera bort katter som inte ska användas i avel på grund av att de bär på någon defekt. Tills vidare får vi försöka lära känna våra avelsdjur och dess genotyp genom genetikstudier.

Genetik

Kattgenetik är läran om hur katten ärver sina egenskaper. Ordet genetik kommer från grekiska där gennan betyder alstra. En kattindivids speciella egenskaper är resultat dels av miljö och dels av arvsanlag. Vissa egenskaper som pälsens färger och mönster beror framför allt på arvet och påverkas mindre av miljön. Kunskapen om kattgenetiken kan utnyttjas för att få fram vissa önskade egenskaper eller för att undvika ärftliga defekter. Önskade anlag kan vara färger och mönster på ungarna. Vilka färger ungarna har bli lättare att konstatera när man vet vad föräldrarna har - och inte har - för anlag. Med genetikens hjälp kan man räkna ut viss del av kattens genotyp.

Celler, kromosomer

Själva kroppsvävnaden hos katten består av miljontals celler som även om de har samordnad verkan, är självständiga enheter. Kroppen som kallas **soma** och består av celler vars ursprung är den befruktade äggcellen.

Arvsanlagen som förs från föräldrar till avkomma i könscellerna förser varje blivande kattunge med instruktioner som bestämmer hur kattungen blir. Den kompletta uppsättningen instruktioner är känd som **genotypen**. De yttre synliga egenskaperna kallas för **fenotypen**.

I varje cell hos katten finns en kärna, som i sin tur innehåller trådlika kromosomer. Antalet kromosomer i cellerna hos tamkatten är 38 eller 19 par. Människan har som jämförelse 46 (23 par) kromosomer.

Vid den vanliga celldelningen mitos, som sker under tillväxten hos kroppen eller vid återuppbyggnad av kroppsvävnader, duplicerar varje kromosom sig själv genom att ge upphov till en partner. Därefter övergår cellen i två separata celler med varsin cellkärna som innehåller en komplett uppsättning kromosomer. I sin tur växer dessa celler i storlek tills de är identiska med sin ursprungscell och hela processen upprepas.

När könsceller bildas sker en annan form av celldelning, meios. Vid denna ordnar sig kromosomerna först parvis och därefter skiljs de åt, utan duplicering, för att forma nya grupperingar runt vilka de nya cellerna bildas. Var och en av dessa nya grupperingar innehåller på detta sätt bara en kromosom från varje par det vill säga 19 totalt. Denna typ av celldelningsmekanism säkerställer att det konstanta antalet av 38 kromosomer upprätthålls när sädescellen och äggcellen smälter samman.

Varje kattunges kön bestäms av ett särskilt par kromosomer, **könskromosomerna**. Alla andra kromosomer kallas **autosomala**. Könskromosomerna är däremot inte ett identiskt par eftersom den kvinnliga könskromosomen är avsevärt större än den manliga. Den kvinnliga könskromosomen kallas för X-kromosom och den manliga kallas för Y-kromosom. Man talar om två sorters nedärvning, könsbunden (ärvs på X- eller Y-kromosomen) och autosomal.

Gener

Gener kan sägas vara mycket små delar av kromosomens hela längd och varje kromosom består av tusentals gener. Generna är uppbyggda av DNA. Både sädesceller och äggceller innehåller kromosomer med fullständiga genuppsättningar och den befruktade äggcellen har dubblade kromosomer, vilka innehåller kompletta genuppsättningar - en uppsättning ärvd från fadern och en ärvd från modern. Alla gener finns i alla celler men är bara aktiva där det behövs.

Generna genomgår en självkopieringsprocess under celldelningen, så att exakt lika dottergener bildas. Mycket sällan händer det att en inexact kopia görs, men det är så en genförändring uppstår. En sådan förändrad gen kallas för **mutant** och den inträffade händelsen är känd som **mutation**. Mutation beror på en skada och är oftast negativ men kan också vara positiv och föra utvecklingen framåt. Ursprungsgenen och dess mutant behåller sitt läge på kromosomen, de beskrivs därför som **alleliska**. Deras läge på kromosomen kallas för **locus**. Antalet gener på ett locus kan variera, i några fall är det bara två, men det kan också vara fler.

Gener som styr en särskild egenskap återfinns alltid på samma locus på den kromosom som bär dem och de kan vara antingen **dominanta** eller **recessiva** gentemot varandra. Ett dominant anlag tar överhanden (dominerar) över ett vikande (recessivt) anlag, och behöver bara finnas i en upplaga, bredvid det recessiva, för att komma till synes. Ett recessivt anlag måste däremot finnas i dubbel upplaga för att visa sig.

En katt som får två lika gener på ett locus, kan bara producera könsceller med den genen närvarande på detta locus. Sådana katter kallas **homozygota** och nedärver enbart detta anlag på detta locus. Om en katt får två olika gener på ett locus, kommer vissa av könscellerna att innehålla den ena genen och vissa kommer att innehålla den andra. Förhållandet mellan dem blir hälften av varje. En sådan katt beskrivs som **heterozygot** och kommer att vara bärare av den gen, det anlag, vars verkan inte är synlig eller märkbar.

Könet

Honkatter producerar enbart X- kromosomer, men hankatter producerar både X- och Y-kromosomer i lika antal. Om äggcellen som ju bär en X- kromosom, befruktas av en sädescell med en X-kromosom, så kommer den blivande kattungens könskromosomer att vara lika i par (XX) och det blir en hona. Om äggcellen däremot befruktas av en sädescell med en Y-kromosom, får kattungen ett olikt par av könskromosomer (XY) och blir en hane.

Vid parningen händer följande, ungen ärver ett anlag från modern och ett från fadern. Från modern kan det bara komma X, medan det kan vara antingen X eller Y från fadern.

	från fadern	
från modern	X	Y
X	XX	XY
X	XX	XY

Hälften av ungarna blir honor och hälften blir hanar enligt rutschemat. Detta utfall är, liksom alla följande andelar, teoretiskt och med avseende på ett mycket stort antal kullar. I en viss kull kan man naturligtvis få enbart honor eller enbart hanar. Hanen får alltid sin X-kromosom från sin mor, från fadern får han ju Y, och han ger sin egen X-kromosom endast till sina döttrar. En hona får alltid en av sina X-kromosomer från fadern och den andra X-kromosomen från modern.

Färger

EMS-systemet (Easy Mind System) är det system som numera används i våra stamtavlor. Vet man vad de olika bokstäverna och siffrorna i EMS-systemet står för kan man snabbt utläsa samtliga godkända färger på alla raser inom FIFE.

Beteckning	Färghamn	Utseende
n	Svart /brun, vilt	Svart/mörkbrun
a	Blå	Blågrå
b	Choklad	Mellanbrun
c	Lila	Ljusgrå
d	Röd	Orange
e	Creme	Sandfärgad
f	Svartsköldpadd	Svart/mörkbrun och orange
g	Blåsköldpadd	Blågrå och sandfärgad
h	Chokladsköldpadd	Mellanbrun och orange
J	Lilasköldpadd	Ljusgrå och sandfärgad
O	Sorrel (kanel)	Ljusbrun
P	Fawn (beige)	Beige
Q	Sorrelsköldpadd (kanelköldpadd)	Ljusbrun och orange
R	Fawnsköldpadd	Beige och sandfärgad
S	Silver	Vitaktig
W	Vit	Vit
Y	Golden	
	Icke godkänd färg	

Trots att kattens päls visar en sådan mängd olika färger, finns det bara två sorters pigment, rött och svart. Pigmentet heter melanin och det är utseendet på och fördelningen i hårstrået, av melaninkornen, som ger den stora variationen av färger. Rött melanin (phaeomelanin) ger röd och creme färg. Svart melanin (eumelanin) ger svart, blå, choklad, light chocolate (sorrel/kanel), lila och fawn färg.

Rött ärvs könsbundet

Den röda färgen ärvs könsbundet. Anlaget har sitt locus på X-kromosomen. Hanen, som endast har en X- kromosom (XY), kan enbart ha anlag för rött (röd, creme) eller icke-rött (svart, choklad, blå, lila, sorrel, fawn). Honan med sina två X- kromosomer (XX) kan ha anlag för både rött och icke-rött samtidigt och blir då sköldpaddsfärgad. Anlagen kan förekomma växelvis på olika delar av kroppen. Orsaken till att det blir ett mosaikmönster (sköldpaddsfärg) är att den ena X- kromosomen i cellen inaktiveras på ett visst stadium fosterutvecklingen, så att vissa cellgrupper i huden har en aktiv röd X- kromosom medan andra har en aktiv svart X-kromosom. Honan kan också ha två X-kromosomer med svart pigment, då får hon någon av de svartpigmenterade färgerna. Den tredje möjligheten är att hennes båda X-kromosomer har anlag för rött pigment, hennes färg är i detta fall någon form av röd eller creme.

Man brukar ange en rödpigmenterad hane med **Oy** och en svartpigmenterad hane med **oy**. **O** står för X-kromosom med rött pigment (orange), **o** står för X-kromosom med svart pigment, **y** är vad som gör katten till en hane. En sköldpaddsfärgad hona anges som **Oo**, en svartpigmenterad som **oo** och en rödpigmenterad som **OO**.

Utseende

Om man parar en rödpigmenterad hane (Oy) med en svartpigmenterad hona (oo), händer detta:

	från fadern	
från modern	O	y
o	Oo	oy
o	Oo	oy

Man får sköldpaddsfärgade honor och svartpigmenterade hanar. Om man parar en svart- pigmenterad hane (oy) med en sköldpaddsfärgad hona (Oo), händer detta:

	från fadern	
från modern	o	y
O	Oo	Oy
O	oo	oy

Här blir det sköldpaddsfärgade och svartpigmenterade honor, och hanarna kan bli antingen röd-pigmenterade eller svart-pigmenterade.

Man kan ibland träffa på sköldpaddsfärgade hanar, men dessa är ganska sällsynta. Anledningen är ju att sköldpaddsfärg förutsätter att katten har två X-kromosomer så att den kan visa både rött och svart pigment samtidigt. Sköldpaddsfärgade hanar är nästan alltid genetiskt felkonstruerade, med en X-kromosom för mycket. Till exempel kan de vara XXY (Ooy) eller XXYY (Ooyy). På grund av sin genetiska

felkonstruktion är sköldpaddsfärgade hanar nästan också alltid sterila. Även honkatter med en könskromosom för lite före- kommer (X -), det är också mycket ovanligt.

Sköldpaddsfärgen kan även bero på en somatisk mutation, där en skada på kromosomen under fosterutvecklingen medför att den dolda färgen, till exempel svart på röda katter eller blå på svarta katter, visar sig i fläck eller enstaka fläckar. En genetisk svart katt kan få rosa pigmentbortfall på nospiegel och trampdynor (som på en röd-pigmenterad katt) på grund av medicinering som i enstaka fall kan ge ljuskänslighet för ultraviolett ljus.

Del 2

ur Våra Katter 1-2001

Dilution

D - för dilution

Pigmentkornen kan vara normalt placerade och ge intensiv färg (fullfärg) eller klumpa ihop sig och ge utspädd färg (dilution). Anlaget för dilution är recessivt. Den intensiva färgen (DD,Dd) är dominant över den diluterade (dd). Dilutionsanlaget dd fungerar lika bra på svart pigment som på rött pigment. Dilutionsanlaget i dubbel upplaga ger blå färg på svartpigmenterade katter och creme färg på rödpigmenterade.

Det dominanta anlaget skrivs först. Ett bindestreck (-) tillsammans med en dominant (D-), stor bokstav, betyder att man inte vet om katten är homozygot dominant (DD) eller heterozygot dominant (Dd).

När man ska göra rutscheman är det enklast är att ta ett anlag i taget, det vill säga att göra fyra rutor (2x2) i ett korsningsschema. Visserligen får man då inte fram sannolikhetsprocenten för vissa färgkombinationer, men det gör inte så mycket när ändå slumpen spelar in. Det visar i alla fall vilka färgvarianter som är möjliga i en viss parningskombination. Vill man ta två anlag samtidigt medför antalet kombinationer att detta korsningsschema blir 16 rutor stort (4x4).

Anlag kan bevisas genom föräldrar eller barn. Om en katt har en creme förälder (dd) vet man att katten bär på dilutionsgenen. Om en katt får en blå avkomma (dd) bevisas att den bär på dilution.

Choklad

B - för choklad/light chocolate

Det finns två alternativa anlag på chokladfärgslocus, choklad och light chocolate (kanel, sorrel). Om pigmentkornen är av normal form ger det svart färg. Chokladfärgen orsakas av att pigmentkornen har en avlång form.

Fullfärg (BB,Bb,Bb^l) är dominant över de båda chokladgenerna, och choklad (bb,bb^l) är i sin tur dominant över light chocolate (b^lb^l). Choklad, respektive light chocolate, har ingen synlig inverkan på rött pigment.

Två chokladfärgade katter som paras kan inte få svarta ungar, däremot kan två katter med den dominerande färgen få ungar med den recessiva färgen, om båda föräldrarna har anlaget. Två svarta katter med chokladanlag kan alltså få chokladfärgade ungar.

På abessinier och somali finns färgen sorrel eller light chocolate (b^lb^l) som är recessiv mot både svart och choklad. På andra raser benämns denna färg kanel.

Det svarta pigmentet ger ännu fler färger genom samtidig inverkan av choklad /light chocolate och dilution. En katt med genotypen (bbdd) eller (bb^ldd) är lila och en katt med genotypen (b^lb^ldd) är fawn.

En röd eller creme katt kan ha ett eller två chokladanlag.

Silver

I - för silver.

Silverkatter har antingen silvergenen "Inhibitor of hair melanin" i enkel (Ii) eller dubbel (II) upplaga, anlaget är dominant. Motsatsen icke-silver (ii) är förstas recessiv. Silvergenen tar bort pigment ur hårstrået, speciellt där det är svagt pigmenterat, vid basen av hårstrået eller i de beige/aprikos banden i agoutihår.

Agoutikatterna med silver (A- I-) benämns exempelvis silvertabby och silvertigré. De solida katterna (aa I-) blir smokefärgade, bottenfärgen av pälsen är helt vit. En svartsmoke katt ser svart ut och man måste lyfta på pälsen för att se att basen är vit. Rött + silver kallas ibland cameo (efter kamébroschen).

Viss äldre litteratur anger två silvernedärvingar, den vanliga dominanta och en som ett recessivt silveranlag. Denna recessiva teori har sedan inte beskrivits men skulle eventuellt kunna vara ett svar på vissa norska skogkatters till synes orimliga silvernedärving där två fenotypiskt icke silver katter ger fenotypiskt silver.

Helvit katt

W - för helvit katt

Vitgenen ger helvita katter och är dominant. Katter med någon av genotyperna WW eller Ww är helt vita. Genen hindrar all pigmentering i hud och päls och döljer vilken genetisk färg som helst. Även huden är vit. På katten med den recessiva genotypen ww ser man färgen i sin helhet. På en vit nyfödd eller mycket ung katt kan man ibland se en så kallad indikationsfläck på hjässan. En blå fläck talar om att katten är genetisk blå.

Katter som är helvita kan vara gulögda, blåögda eller oddeyed (ett blått öga och ett gult öga). Hos blåögda katter (ej maskade katters blå ögon) saknas en hinna i ögonbotten, tapetum lucidum. Hinnan reflekterar ljuset så att det träffar näthinnan en andra gång. Detta medför att katter ser mycket bra även i mycket svagt ljus. Hinnan orsakar också det starka gröna återskenet i de flesta djurs ögon. De blåa ögonen har nästan inget återsken, utan får bara en lite rödare färgton när ljus, exempelvis kamerablixt, träffar dem. Hos katter som är oddeyed har det gula ögat hinnan tapetum lucidum, men inte det blå ögat. Pupillen i det blå ögat är således alltid lite större än i det gula ögat för att kunna kompensera och se lika bra som det gula ögat.

Risken för dövhet är större för vita katter, dövheten kan vara dubbelsidig eller enkelsidig. Risken för blåögda vita katter att bli döva är mycket stor. Katterna föds inte döva utan hörselorganet förstörs vid 1-2 veckors ålder. Numera är det förbjudet att avla på döva vita katter och förhoppningsvis kommer detta att leda till att antalet döva katter minskar.

Foreign white som är en helvit katt med blå ögon, tillhör dock inte riskgruppen. Den blå ögonfärgen hos foreign white framkommer genom att katten har genotyp c^sc^s , katten har alltså den maskade kattens blå ögon. Så länge som c^sc^s -vita katter bara paras med andra c^sc^s -katter, oavsett om de är vita eller ej, får avkomman alltid blå ögon.

Dilute modifier

Ytterligare ett färganlag finns men är ej fullt utrett, Dm (dominant) dilute modifier som verkar på dd - katter och gör deras färg ljusare. De blå blir mullvadsfärgade (caramel), de lila gråbeige (taupe) och de creme får en aprikos ton (apricot). Namnen är provisoriska. Dessutom får de ett metalliskt skimmer. I EMS systemet läggs m till efter färgen (a, c, e, g, j, p och r).

Mönster

I EMS-systemet har mönstren följande beteckningar.

Vitfläck

- 01 - van
- 02 - harlekin
- 03 - bicolour
- 04 - mittad
- 09 - ospecificerad mängd vitt

Pälsmönster

- 11 - shaded
- 12 - shell
- 21 - agouti
- 22 - tabby
- 23 - tigre
- 24 - spotted
- 25 - tickad

Olika mycket färg på kroppen

- 31 - burma
- 32 - tonkanes
- 33 - siames, maskad

Agouti eller solid

En sydamerikansk gnagare har genom sin päls givit namn åt det allra vanligaste utseendet på katters päls och päls hår - agouti.

En agoutikatt har mönstrad päls, där finns områden med enfärgade hårstrån och områden med hårstrån som är tickade, det vill säga päls håren har ett eller flera band av omväxlande mörk och ljus färg. Olika mängd melanin förs in i hårstrået under hårets utväxt och åstadkommer de bandade hårstråna. Igenkänningstecken för agouti är orange nospegel hos svartpigmenterade katter, päls håren inuti örat är ljusbleka och enfärgade, läpparna är mörka och hakan ljus samt undersidan av svansen är ljus. Det finns flera olika grundmönster.

Men alla katter är inte agouti, alltså finns det en motsats och den heter nonagouti eller solid. Hos non-agoutikatterna finns det inga tickade hårstrån med omväxlande mörka och ljusa band synliga, det finns ingen orange nos och ingen ljus haka.

Anlaget för agouti anges med A, och det är dominant gentemot anlaget för non-agouti, vilket i sin tur anges med a.

Non-agoutianlaget har en fullgod verkan på svart pigment, men inte på rött pigment. Rödpigmenterade katter blir aldrig så enfärgade som motsvarande svartpigmenterade. Det underliggande mönstret (tickat, tabby, tigré, spotted) kommer alltid att vara mer eller mindre synligt. Enfärgade och omönstrade röda katter, jämförbara med exempelvis svarta, finns inte.

Även på svartpigmenterade katter kan man ibland se det underliggande mönstret, till exempel hos mycket unga djur.

Det bästa beviset på non-agoutianlagets ofullständiga verkan på rött pigment är jämförelsen mellan två sköldpaddsfärgade honkatter (Oo), där den ena är agouti (A- Oo) och den andra non-agouti (aa Oo). Hos honkatten som är non-agouti, ser man inte några tickade och bandade hår i det svarta, bara enfärgade. I den rödhåriga delen av pälsen däremot finns det mönster, ett mönster som tvärt slutar vid övergången till de svartpigmenterade delarna av pälsen.

Förväxla inte de små, mörka pigmentfläckar som till och från syns på nospegeln hos rödpigmenterade katter med en äkta svart nos.

Mönstertyp

T - för mönster

Olika former av agoutimönster finns; tickad (abessiniermönstrad), tigré, tabby (blotched tabby, classic tabby) och spotted. Tickat (T^aT^a , T^aT , T^at^b) är dominant över både tigré och tabby- mönstrat. Tigré (TT , Tt^b) är i sin tur dominant över tabby (t^bt^b).

Genserien är inte fullständigt utredd, bland annat gäller detta frågan om spotted ingår eller om detta mönster är beroende av ett eget anlag, med eget locus, som bryter upp ränderna hos tigré och tabby.

Begreppsförvirring råder mellan det engelska språket och det svenska. Den svenska beteckningen på en katt med genotyp AA, Aa är ju agouti, på engelska heter den tabby. Den svenska termen tabby (för den tabbymönstrade) måste på engelska utökas till classic tabby/blotched tabby. En tabbymaskad katt är inte alltid tabbymönstrad, oftare har den spottedmönster eller tigrémönster. En genetiskt mer korrekt beteckning är agoutimaskad.

Genom att räkna ringarna på svansen kan man mönsterbestämma vantecknade katter eller katter med mycket vitt. Tabby har runt sex stycken ringar på svansen, tigré har betydligt fler.

Del 3

ur *Våra Katter 2-2001*

Burma- och siamesfärger

C - för färg (colour)

Siamesanlaget (siames, balines, birma, colourpoint, ragdoll och andra maskade katter) och burmaanlaget ingår i en genserie som muterat flera gånger och där varje steg reducerar pigmentkornens färgstyrka och antal.

C - ger fullt utfärgade djur.

c^b - burmafärg, reducerar lite av färgstyrkan på pigmentet, temperaturberoende.

c^s - siamesfärg, reducerar lite av färgstyrkan på pigmentet samt utvecklar färg endast på kroppens kallaste delar (ansikte, öron, ben och svans), temperaturberoende. Helfärgat (CC, Cc^b, Cc^s) är dominant över alla andra anlag i serien.

En nyfödd burma (c^bc^b) är betydligt ljusare än vad den blir som vuxen och för vissa färger kan man under lång tid se kontraster mellan ansikte, ben, öron och svans. Burmaanlaget åverkar även färgens styrka och nyans, svart förvandlas till brunt och rött till aprikos, också ögonfärgen blir svagare. En guloragne ögonfärg jämförbar med den hos perser och hos brittiskt korthår, finns inte.

Maskade katter (c^sc^s), föds helt vita på grund av den högre temperaturen i livmodern. Snart börjar färgen komma på kroppens kallaste delar (ansikte, öron, ben och svans). Katternas färger bleks också av c^sc^s , exempelvis blir svart till mycket mörkt brunt (seal) och rött blir till blekt aprikos. En annan effekt av c^sc^s är att katterna får blå ögon.

Rakas katten blir pälsen som växer ut tillfälligt mörkare på grund av temperaturkänsligheten. Om katten är långhårig blir kroppshuden något varmare och katten blir vanligen något ljusare än de korthåriga katterna. Samtidigt kan maskfärgen bli något sämre på de långhåriga.

I vissa fall samverkar anlagen och åstadkommer en mellanliggande [*intermediär*] effekt. Den intermediära formen c^bc^s är mer känd som tonkanes. Färgen är givetvis också temperaturberoende. En tonkanes har mycket mer kontraster än en burma, men aldrig så mycket som siamesen och ögonfärgen ska vara turkos.

Tonkanesfärgen kan aldrig renas.

Den recessivt vita färgen (blue-eyed albino), vars genotyp är $c^a c^a$ ställer till med stora problem. Helfärgade katter kan plötsligt få vit avkomma, något som annars är omöjligt. Färgen recessivt vitt ($c^a c^a$) konstaterades för några år sedan på orientaler i Holland. Det lär också ha föds någon ren albinokatt (med rödaktiga ögon). Albino är recessiv mot resten av anlagen i serien.

Vidbandsanlaget

Wb - genen för band widening/vidbandsanlaget
Chinchillakatter och shadedkatter har en päls med pigmentering endast i hårstråets topp, chinchilla har endast spetsen färgad, shaded har en större andel färgad. Denna effekt orsakas av en gen som ökar bredden på det ljusa bandet (vitt på silverkatter, beige/aprikos på övriga agoutikatter) på agoutihårstrån.

Anlaget som är dominant kallas Wb (band widening gene) och genen som ger normal bandbredd benämns wb och är ofullständigt dominant. WbWb ger bandbredd i form av chinchilla/shell, Wbwb ger bandbredd av shadedform (som alltså inte går att renavla), och wbw ger normala bandbredder. Det kan ibland vara svårt att se om katten genetiskt är shell/chinchilla eller shaded beroende på pälskvalitet och polygener. Golden benämns katter med vidbandsgen men utan silverfärg.

Liksom tidigare måste katten vara agouti (AA, Aa), för att man tydligt ska se verkan av Wb-genen, den suddar ut effekten av mönstergener. Rödpigmenterade katter påverkas också till viss del. En speciell effekt som genen Wb ger är att ränder syns mindre på katten.

Vitfläck

S - för vitfläckighet

Pigmentproducerande celler, melanocyter, bildas under fosterstadiet i områden nära ryggmärgen och sprider sig utåt/neråt, så att hela kroppen är täckt när fosterutvecklingen är färdig. Vitfläckighet kan orsakas av tre olika mekanismer:

- Spridningen över kroppen går för långsamt så att alla områden inte hinner täckas under fosterutvecklingen.
- Ett minskat antal områden där melanocyter bildas.
- Melanocyterna fungerar inte i vissa områden.

Anlaget är ännu inte fullt utrett. Troligen är katten med genotyp SS nästan helt täckt med vitt (höggradigt vitt), med genotyp Ss är den synligt vitfläckig i många olika former och med genotyp ss är den utan vitt. Dessutom spelar polygener in hur mycket vitfläckighet katten får. Höggradigt vitfläckskatter kan även vara blåögda och oddeyed.

G - för recessiv vitfläckighet?

Frågetecknet står för att man inte är säker, än finns inget vetenskapligt material publicerat. Det är i stället olika uppfödarens praktiska erfarenhet som ligger bakom teorierna. Katten utan vitt antas ha genotyp GG (homozygot) eller Gg (heterozygot). Med vita fläckar efter icke-vitfläck föräldrar tror man att genotypen är gg.

Päslängd

L - för päslängd

Anlaget för kort päls (LL, Ll) är dominant gentemot anlaget för lång päls (ll). Katten har en av däggdjurens hårtätaste pälsar med flera hårstån från samma hårfollockel. Kattens päls består grovt indelat i tre lager av hårstrån med olika utseende:

- täckhår som är längst, raka och relativt jämntjocka, slutar i en spets, har fullständig utfärgning och ger katten dess huvudsakliga färg.
- mellanpäls, något kortare än täckhåren, har en ansvallning nedanför spetsen och ofta en böj vid nedre delen av ansvallningen.

- underull, korta tunna, jämntjocka och ofta svagt vågiga hårstrån.
Raserna olika pälsstyper beror på förhållandet mellan olika hårsorter eller avsaknaden av någon av dessa. Perser ska ha extra mycket underull och mycket lite täckhår som tynger ner pälsen. Hos vissa korthår vill man ha en mycket tätliggande päls, till exempel burmor, och dessa saknar då mer eller mindre underull. Även inom en ras kan pälsen variera en del, och vara mer eller mindre rastypisk. Ibland kan det nästan vara svårt att se skillnad på en lång- och korthårig katt på kroppen, beroende på polygener, svansen är dock alltid plymig på en långhårig katt.

Rex/lockighet

Båda anlagen som ger lockiga pälsar är recessiva gentemot normalraka pälsar.

R - för lockig päls (som hos cornish rex)

Alla katter utom cornish rex och slåthåriga cornish-bärare, har genotypen RR. En katt med genotyp rr har cornish rexpäls. Den pälsen saknar täckhår, underullen är mjuk och vågig. Morrhår och ögonbryn är krusiga. En slåthårig bärare har genotyp Rr.

Re - för vågig päls (som hos devon rex)

Alla katter utom devon rex och slåthåriga devonbärare, har genotypen ReRe. En katt med genotyp rere har devon rexpäls. rere-katter har förvridna täckhår, mellanår och underull. Morrhår och ögonbryn är krusiga. En slåthårig bärare har genotyp Rere. Paras en RR rere (devon rex) med en rr ReRe (cornish rex) blir avkomman slåthårig.

Glittergen

Bengal har en glittergen som orsakas av att det finns luftblåsor i hårstrået som gör att pälsen får ett extra glitter, detta ger störst effekt på kort hår och syns tydligast i ansiktet.

Polygener

Kattens färg kan vara mer eller mindre mörk, kattens storlek kan skilja, färgen kan vara mer eller mindre varm (rufism), pälskvaliteten kan vara olika liksom pälslängden och vitfläckighet. Detta och andra liknande anlag styrs av en mängd gener som kallas polygener eller kvantitativa gener. Polygener måste förekomma i en större mängd för att visa sin verkan till skillnad från huvudgener. De flesta egenskaper ärvs polygent.

Varje gen ger en liten effekt, när denna gen adderas till andra gener av samma typ ökas dess inverkan i en viss riktning. Man kan beskriva det med att polygener har plus- och minuseffekter på vissa egenskaper. En pluseffekt kan förstärka en viss egenskap och en minuseffekt kan försvaga egenskapen. All selektiv avel bygger på att man försöker öka och ansamla många polygener för den effekt man eftersträvar. Lyckas man bra får man en ojämn kull med en unge som är betydligt bättre än föräldrarna i egenskapen och någon som är betydligt sämre. Den bättre ungen för aveln framåt.

Ofullständig penetrans och variabel expressivitet

Anlaget kan också visa sig på ett ofullständigt sätt beroende på ofullständig penetrans, (en del katter får aldrig egenskapen trots att de bär på genen och därmed kan de ge anlaget till sina avkommor) och variabel expressivitet (olika katter drabbas olika kraftigt). Exempel på detta är att alla vita blåögda katter inte är döva eller att navelbräck kan variera betydligt i storlek.

Genetiska defekter

Statens jordbruksverks författningssamling 1995: 24 saknummer L102 behandlar hund och kattaveln. I §2 står:

"Djur, som nedärver missbildning eller andra egenskaper som medför lidande för avkomman eller negativt påverkar avkommans naturliga funktioner, får inte användas i avel. Ett djur får inte heller användas i avel om det nedärver disposition för hög frekvens allvarliga sjukdomsfall eller förlossningssvårigheter eller om det saknar förmåga att föröka sig på ett naturligt sätt".

Vissa defekter är inte ärftliga utan miljöbetingade, orsakade av att katten utsatts för virus eller bakterier under dräktigheten.

Raser som bygger på defekter

Det kan ju tyckas egendomligt att en viss ras mer eller mindre bygger på en defekt, detta kan bero på att rasen är gammal som manx eller att de som tagit fram rasen inte bedömt defekten som allvarlig.

Manx

M - för manx

Manxanlaget som ger svanslöshet är ett semiletalt anlag. Semiletalt betyder "till hälften dödlig". Anlaget är dominant, men homozygota (MM) finns ej eftersom MM-djur blir så gravt missbildade att de dör redan på fosterstadiet. Den heterozygota M m –katten föds med svansen kraftigt tillbakabildad, ibland finns ingen kotdel alls.

Manxanlaget kan också påverka och deformera ryggraden med det centrala nervsystemet så att inte bara svansen försvinner, vissa förlorar förmågan att kontrollera urin och avföring. Manxar kan ha olika svanslängder beroende på starkt polygen inverkan.

Scottish fold

Scottish fold får sina hängöron på grund av en dominant gen F d . f d f d ger normala öron. Tyvärr finns det ytterligare en defekt som är nära kopplad till anlaget, broskdefekter i skelettet. Homozygota scottish fold (FdFd) kan få svårt att gå genom onormal tillväxt av brosk i skelettens ben framför allt blir benen runt tassarna förtjockade. Detta verkar kunna undvikas om man parar scottish fold med andra katter och ungarna blir Fdfd-katter. Kattungarna föds med normala öron men mellan 3-12 veckor viker sig örontopparna framåt och ger hängöron. Parar man Fdfd katter med varandra får man även scottish fold med normala öron (fdfd), straight, som är värdefulla i scottish fold aveln.

Sphynx

Sphynx som är en näst intill hårlös katt får sitt speciella utseende på grund av ett recessivt anlag. Kattungarna föds med ett tunt hårlager som försvinner då kattungen utvecklas.

Munchkin

"Rasen" munchkin finns i USA och är en katt med taxben. De förkortade benen ärvs autosomalt dominant.

Japanese bobtail

Japanese bobtails korta pudervippslika svans är ofta vriden och stel. Kotorna är oftast ihopväxta och raka, men grovt förkortade, eller vinkat böjda. Svansdefekten ärvs recessivt.

Andra defekter

Nedan uppräknade defekter kan vara vanligare på en viss ras men det kan också vara så att man hittat defekten där för att rasen är äldre och mer vetenskapligt dokumenterad eller att uppfödare har varit mer uppmärksamma. Äldre raser är exempelvis siames, perser, birma och abessinier. Där det står förekommer på alla raser gäller detta naturligtvis även huskatter. En del av de uppräknade defekterna har bara förekommit på vissa linjer i viss del av världen.

Polydaktyli

Vissa katter kan ha för många tår, polydaktyli. Denna defekt orsakas av en dominant gen P d . Normala tår har genuppsättningen p d p d . Anlaget för polydaktyli (Pd) nedärvs autosomt dominant och medför extratår, vanligen 1-2 st, så att framtassarna får 6-7 tår och baktassarna 5-6 tår. Ibland finns extra tår endast på framtassarna. Polydaktyli verkar dock inte medföra något lidande för katten. Observera att polydaktyli inte får förväxlas med andra missbildningar såsom split foot vilka är missbildningar som kan försvåra kattens dagliga liv. Polydaktyli förekommer på maine coon.

Split foot

Split foot kan yttra sig i för få tår på någon tass eller sammanväxta tår, fler klor per tå eller onormala trampdynor. Ärvs dominant. Finns bland annat på helig birma. Kattungar kan undantagsvis födas med bakåtvända tassor. Detta är inte en ärftlig defekt. Ungens tassor brukar vända sig rätt efter några dagar/veckor.

Patellaluxation

Patellaluxation, lösa knäskålar, kan vara mer eller mindre allvarligt. Det drabbar de flesta katter. Patellaluxation ärvs polygenetiskt. Kattungar har ofta lösa knäskålar helt normalt varför man ska vänta med definitiv bedömning till katten är vuxen. En duktig veterinär kan ofta uttala sig om tendenser till luxation även på kattungen. Patellaluxation går att operera. Även höftledsdysplasi förekommer hos katt men är inte lika ofta förekommande som patella-luxation. Höftledsdysplasi ärvs polygenetiskt. Även hos katter med höftledsdysplasi är symptomen små och katten verkar inte lida.

Sternumkrok

Bröstbenet (sternum) kan var böjt inåt eller utåt i en böj eller krok. Förekommer bland annat hos siam/orientalgruppen. Sannolikt ärftligt, polygenetiskt.

Plattbröst

Bröstkorgen har tillplattats upp och nerifrån (som ett liggande O). En kattunge som drabbas av plattbröst (flat chest) kan vara mer eller mindre platt. Den kan vara så lindrigt platt att det endast känns en svag kant när ungen andas in. Detta känns lättast med fingertopparna. För en lindrigt platt unge växer det ofta bort. Grava plattbröstungar kan dö av lunginflammation. Ungen blir platt under de tre första veckorna, oftast vid cirka en veckas ålder. I samband eller strax före ungen blir platt står den ofta still eller ökar mindre än tidigare i vikt. Den kan också gå ner i vikt. När brosk ska förbenas hos kattungen behövs kalcium. Det behövs även D-vitamin och järn för att upptagningen av kalcium ska ske så effektivt som möjligt. Sker inte upptagningen av kalcium normalt sker en kollaps (=plattbröst) när ungen växer och inte förmår bära upp kroppstyngden. Hos människan finns engelska sjukan, rakitis som var vanligt förr, nu har vi bättre kost och ger även AD-doppar i förebyggande syfte.

Flera raser är drabbade men det har uppmärksamats mest på burma och siames. Arvsgången är inte fastställd men troligen recessiv med variabel och ofullständig nedärvning.

Svansdefekter

Kan vara knicksvans, svansrotsknick, knölar på svanskotorna, ihopväxta svanskotor, symmetriskt avsmalnande av sista kotan så att den känns som en klump eller en bit brosk utanför sista kotan. Svansknickar kan uppstå upp mot 1,5 års ålder, så länge skelettet inte har växt färdigt.

Knickar kan vara synliga eller osynliga. De kan vara kännbara vid fingertoppsgrepp på alla fyra sidor eller endast vid gnuggning. Knick kan bero på ärftliga deformerade kotor eller senare skador i muskulatur-senor-ledkapsel som kan bero på inflammation.

Man kan på röntgen se om svanskotorna är defekta men det kan vara svårt att se om defekten uppstått genom arv eller skada. Man ska inte avla på synlig knick som finns vid födslen. Troligen autosomalt recessiv nedärvning med variabel och ofullständig nedärvning.

Bettfel

Det kan ibland ge katten problem. Bettfel kan vara snedbett, över eller underbett. Vanligast på perser/exotic, förekommer även på siam/orientalgruppen på grund av huvudtypen.

Burmasyndromet

Upptäcktes i USA på slutet av 1970-talet på rasen burma. En letal (dödlig) gen orsakar huvud-missbildningar. Hjärnan tränger igenom en öppning fram till på skallen, frambartiet och nosregionen är starkt reducerade, katten saknar näsa, framtänder och ibland ögon. Det har skett en onormal ofullständig delning under tidig fosterutveckling så att vissa vävnader bildas dubbelt och andra inte bildas alls.

I USA har burmorna delats in i två grupper, contemporary (moderna) och traditionella. Contemporaryburmor har rundare huvuden och är extra korta i nosen. Defekten förekommer när man parar contemporaryburmor med varandra. Anlaget är recessivt. Enstaka contemporary burmor har exporterats till Europa.

Gomspalt

Gomspalt innebär att förbindelse finns mellan gom och näshåla genom att överkäkens gomtak är genombrutet. Kattungen kan inte dia normalt. Ärvs polygenetiskt men kan också orsakas av medicinering under dräktigheten. Går att operera så att katten får ett normalt liv. En opererad katt får naturligtvis inte användas i avel.

Diafragmabräck

Bräcket bildar ett hål i mellangärdet mellan buk och bukhåla som innebär att tarmar och organ kan komma in i brösthålan. Diafragmabräck kan uppkomma även vid olycka då det kan opereras. Det är sämre prognos vid operation av medfött bräck då organen anpassat sig till sin onormala plats och har svårt att tåla att de flyttas. Förekommer på alla raser. Ärvs autosomalt recessivt. Symptomen är ansträngd andning speciellt vid fysisk aktivitet (lek).

Navelbräck

Navelbräck ser ut som en svullnad vid navel och syns tydligast när katten står upp på alla fyra benen. Faran med ett stort navelbräck är att organ eller tarmar kan åka ner i bräcket och klämmas åt. Detta är ytterst farligt och smärtsamt för katten. Om bräcket är litet innehåller det istället fettvävnad. Små navelbräck kan växa igen av sig själv. Stora navelbräck måste opereras tidigt medan små kan vänta till i samband med kastringen av katten. Katter med navelbräck får inte användas i avel. Navelbräck har minskat betydligt sedan denna restriktion infördes. De flesta raser drabbas sporadiskt. Ärvs troligen polygenetiskt.

PKD

PKD polycystisk njursjukdom, cystanjure, är en ärftlig njursjukdom som har hittats hos perser. PKD diagnostiseras lättast genom ultraljudsundersökning då man kan påvisa sjukdomen på ett mycket tidigt stadium vid cirka ett års ålder. Polycystisk njursjukdom är en sjukdom vars symptom visar sig sent i livet, med förstörade njurar och njursvikt som uppträder i medeltal vid sju års ålder. Cystor finns från födseln men är mindre och färre hos yngre djur. Problem uppträder när dessa cystor börjar växa och successivt förstör njuren. Symptom är depression, avsaknad av eller minskad aptit, onormalt ökad törst och urinering samt viktminskning. Ärvs autosomalt dominant.

RA

RA eller Renal Amyloidosis innebär att amyloid inlagras i njurarna och leder till njursvikt. Amyloid kan också inlagras i levern. Ärvs troligen recessivt. Kan även orsakas av infektioner. Beskrivet på abessinier, somali, siames och oriental.

HCM

HCM eller hypertrofisk kardiomyopati yttrar sig i att hjärtmuskelväggarna successivt förtjockas. Detta leder till blodpropp eller hjärtsvikt, katten dör ofta plötsligt. Sjukdomen debuterar oftast mellan 1-3 års ålder, tidigare och allvarligare på hankatter. Kan testas med hjärtultraljud. Ärvs troligen dominant med variabel expressivitet och ofullständig penetrans.

Myopati

Myopati, spasticitet, förtvining av muskler. Debuterar vid 4-14 veckors ålder. Ungen börjar gå stiltigt, böjer ner huvudet och har skakningar. Symptomen ökar och leder till döden. Förekommer på devon rex och sphynx. Ärvs autosomalt recessiv.

GM1 (neuronal gangliosidos) och GM2 (gangliosidos)

Ett defekt enzym orsakar upplagring av ett ämne i hjärnan. GM1 visar sig vid 2-4 månaders ålder med svaghet, inkoordination av bakbenen och tilltagande skakningar. Vid cirka 12 månaders ålder är symptomen allvarliga; förlamningar, blindhet, återkommande grand-mal-attacker. Leder till döden. Arvsgången är autosomalt recessivt. Förekommer hos korat. Beskrivet även på siames. Symptomet GM2 debuterar tidigare med i stort sätt samma symptom, dock ännu allvarligare. Förekommer hos korat.

PRA

PRA (Progressiv Retinal Atrofi) näthinneförtvining som leder till blindhet. Förtviningen börjar vanligen vid 1-2 års ålder. Detta kan visas på ögonspeglingsundersökning som utförs av veterinärer med speciell kompetens. Blinda katter lever ett gott liv i invand miljö men får naturligtvis inte användas i avel. Förekommer på abessinier men också på andra raser, ärvs autosomalt recessiv.

Entropion

Entropion, inrullade ögonlock med inåtvända ögonhår som irriterar hornhinnan. Kan finnas på ett eller båda ögonen, kan vara undre, övre eller båda ögonlocken. Finns främst hos perser med sitt korta ansikte och nos. Ärvs polygenetiskt. Går att operera.

Skelögdhet

Skelögdhet kan drabba främst maskade katter. Arvsgången är ej klarlagd.