

## Genetiska parametrar som påverkar pälsegenskaper hos domesticerade djurarter



**Lisa Oellig**



# Genetiska parametrar som påverkar pälssegenskaper hos domesticerade djurarter

## Genetic parameters for fur conformation traits of domestic animals

### Lisa Oellig

<b>Handledare:</b>	Jussi Peura, SLU, Institutionen för Husdjursgenetik (HGEN)
<b>Examinator:</b>	Erling Strandberg, SLU, Institutionen för Husdjursgenetik (HGEN)
<b>Omfattning:</b>	15 hp
<b>Kurstitel:</b>	Kandidatarbete i husdjursvetenskap
<b>Kurskod:</b>	EX0553
<b>Program:</b>	Agronomprogrammet - Husdjur
<b>Nivå:</b>	Grund, G2E
<b>Utgivningsort:</b>	Uppsala
<b>Utgivningsår:</b>	2017
<b>Serienamn, delnr:</b>	Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Husdjursgenetik (HGEN) , 516
<b>Omslagsbild:</b>	Lisa Oellig
<b>Nyckelord:</b>	<b>genetiska parametrar, pälssegenskaper, pälsgenetik, ekonomiska vikter</b>
<b>Key words:</b>	genetic parameters, fur traits, fur genetics, economic values



## Sammanfattning

Syftet med denna litteraturstudie var att med hjälp av relevant litteratur ta reda på vilka genetiska parametrar och specifika gener som kan påverka pälssegenskaper och jämföra mellan olika djurslag från olika produktionslinjer. De genetiska parametrarna som undersöktes var arvbarheter och genetiska korrelationer. Utöver detta var det också intressant att se hur pälssegenskaper värderas i en produktion, genom att jämföra deras ekonomiska vikter.

Resultaten visade att beräkning av arvbarheter och genetiska korrelationer används i många olika produktionsgrenar såsom får, räv och nötkreatur. I avelsarbetet läggs mycket vikt på att försöka eliminera så mycket miljöpåverkan som möjligt. Samtidigt arbetas det mycket med att utforska vad det finns för korrelationer mellan gener som kan påverka en egenskap, både positivt och negativt. Arvbarheterna som jämfördes mellan studierna var medelhöga till höga och genetiska korrelationer kunde ses både mellan pälssegenskaperna samt mellan pälssegenskaperna och andra viktiga egenskaper, exempelvis mjölmängd.

De ekonomiska vikterna för pälssegenskaperna var relativt lika mellan djurslag, där man i det flesta fall lade mer vikt på fertilitet och överlevnad av ungar oavsett vilken produktionslinje det handlade om.

Genom forskning med olika hundraser med olika fenotyper har man hittat fem muterade gener som påverkar olika pälssegenskaper; FOXI3, SGK3, RSPO2, FGF5 och KRT71.

Intresset och kunskaperna kring de genetiska parametrarna som kan påverka pälssegenskaper har ökat. Avelsarbetet har blivit mer framgångsrikt och det är viktigt att vi i framtiden fortsätter den utveckling som sker för att öka avelsframsteget ytterligare.

*Nyckelord:* genetiska parametrar, pälssegenskaper, pälsgenetik, ekonomiska vikter

## Abstract

The purpose of this review was to use relevant literature to study which genetic parameters and specific genes that could affect fur traits and to compare these between different animal breeds and productions. The genetic parameters that were studied were heritabilities and genetic correlations. It was also interesting to study how different fur traits were valued in a production, by comparing their economic values.

The results showed that calculations of heritabilities and genetic correlations are widely used in different productions, for example, fox, mink and cattle. When using breeding programmes, very much effort is used to try to eliminate as much of the environmental impacts as possible. There is also much work done trying to study what kinds of genetic correlations there might be between genes that affect certain traits, both in a positive and negative way.

The heritabilities that were compared were moderate to high and genetic correlations were seen both between fur traits, but also between fur traits and other important production traits, such as milk yield.

The economic values for fur traits were relatively equal between animal breeds, and in most cases it was seen that the most economically important traits were fertility and the survival of offspring.

Through research of different dog breeds with different phenotypes, five mutated genes were found that could affect different fur traits; FOXI3, SGK3, RSPO2, FGF5 och KRT71.

The knowledge and interest of genetic parameters that can affect fur traits has increased and the breeding programmes have gotten more successful. It is important that we in the future continue the development of this knowledge in order to increase the breeding progress even further.

*Keywords:* genetic parameters, fur traits, fur genetics, economic values

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Material och metoder</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Litteraturöversikt</b>	<b>8</b>
3.1	Arvbarheter för olika pälseegenskaper hos olika djurslag	8
3.2	Genetiska korrelationer	10
3.3	Ekonomiska vikter	13
3.4	Enskilda gener som påverkar pälseegenskaper	14
<b>4</b>	<b>Diskussion och slutsats</b>	<b>15</b>
4.1	Arvbarhet och genetiska korrelationer	15
4.2	Ekonomiska vikter och avelsarbete	17
4.3	Enskilda gener som påverkar pälseegenskaper	17
4.4	Slutsats	18
	<b>Referenslista</b>	<b>20</b>





# 1 Inledning

Enligt Jordbruksverket (2015) definieras begreppet pälsdjur som djur som föds upp enbart för produktion av päls eller skinn och innefattar först och främst räv och mink. I undantagsfall inkluderas även chinchillor och kaniner som annars omfattas av andra regler när djuren även används till sällskap. Men det finns många fler djur som har någon typ av päls och hos alla dessa djur så har denna en eller flera viktiga funktioner som mekaniskt skydd och isolering (Sjaastad *et al.*, 2010).

Hårstrået är en icke-levande struktur som bildas och utvecklas ur hårfolliklar (Sjaastad *et al.*, 2010). Dessa folliklar sträcker sig från överhuden (*epidermis*) till läderhuden (*dermis*), där de övergår i en struktur som liknar en glödlampa, och där hårstrået har sin rot. Roten omsluter en papill som förser den med näring och tillväxtsignaler som gör att nya dotterceller bildas och trycks upp genom follikeln. Hårstrået består av keratiniserade epitelceller som bildar tre olika hårda lager; det innersta lagret kallas mörgen (*medulla*), det mittersta lagret barksubstansen (*cortex*) och det yttersta lagret fjällskiktet (*cuticula*) (figur 1). Hårstråna i pälsen delas in i två typer, täckhår och underhår (Kondo & Nishiumi, 1990). Täckhåren är oftast raka och har en tjocklek mellan 40-250  $\mu\text{m}$  i diameter, de innehåller mycket färgpigment och deras främsta funktion är att skydda och isolera huden. Underhåren är ofta lockiga och betydligt mindre i storlek, mellan 5-40  $\mu\text{m}$  i diameter, har mindre pigment och används främst för isolering. Håren växer i tre stadier, den anagena fasen där tillväxt sker, den katagena fasen är en övergångsfas och den telogena fasen som innebär vila (Dry, 1926).

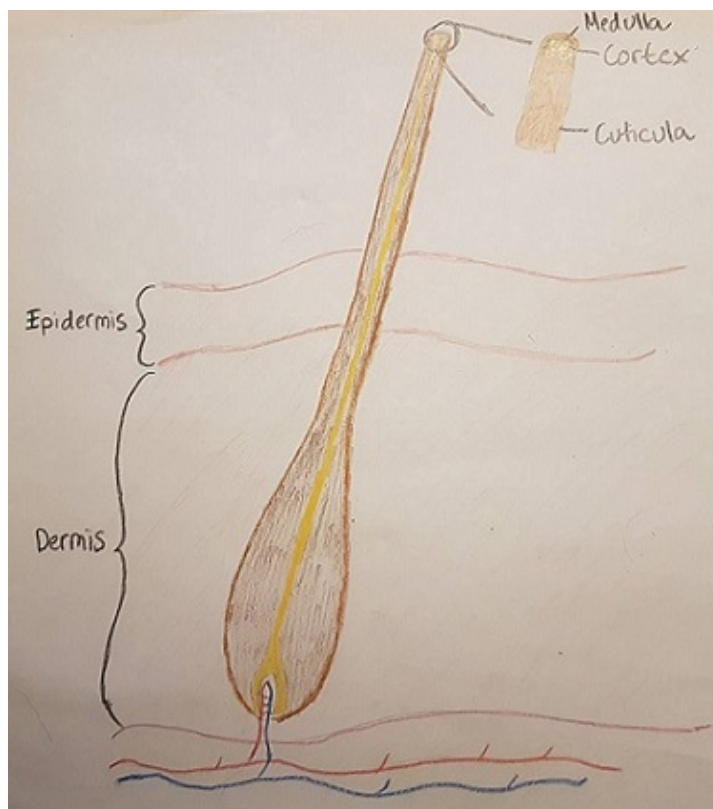
I tidigare studier om rävens pälsstillväxt har man sett att hårstråna kan växa i så kallade knippen, där flera hårfolliklar ligger tätt ihop, oftast med många underhår kring ett eller ett fåtal täckhår (Blomstedt, 1998). Hur många av respektive typ som växer i samma knippe kan påverkas av både ålder och årstid.

Inom avelsarbetet hos våra vanligaste sällskaps- och produktionsdjur finns det idag flera olika avelsmål för specifika pälsstrukturer och färger. Hundar som används till utställning är exempel på djur som avlas enligt specifika rasstandarder där

pälsutseende och färg är viktiga parametrar (Parker *et al.*, 2017). Får avlas för produktion av både kött, mjölk och ull, och avelsarbetet innefattar ullegenskaper som exempelvis längd, tjocklek och styrka av fibrerna, som alla har viktiga ekonomiska värden beroende på kvalitén (Safari *et al.*, 2005). En annan viktig aspekt inom avelsarbetet är kunskapen om hur pälsegenskaper påverkar djuren fysiologiskt, exempelvis genom värmereglering, och om det finns korrelationer mellan dessa och andra positiva eller negativa egenskaper (Maia *et al.*, 2005).

Kunskap kring genetiken för färegenskaper och generna som påverkar dessa är idag väl dokumenterad, men relativt lite är känt kring vilka gener som påverkar pälsstrukturen och dess egenskaper (Cadieu *et al.*, 2009).

Syftet med denna litteraturstudie är att med hjälp av relevant litteratur ta reda på vilka pälsegenskaper som beaktas inom olika typer av djuravel och vad det finns för genetiska parametrar som påverkar dessa. Genom att undersöka arvbarheter och genetiska korrelationer, diskutera och dra slutsatser kring hur pälsegenskaperna påverkas av dessa parametrar. Utöver detta är det också intressant att se vilka specifika gener som kan påverka pälsegenskaperna samt hur pälsegenskaper värderas i en produktion, genom jämförelse av deras ekonomiska vikter.



Figur 1. Schematisk bild av ett hårstrå. (Bild: Lisa Oellig, Original: Anne Langdalen, *Physiology of Domestic Animals*.)

## 2 Material och metoder

Litteraturen som har granskats och jämförts i denna studie har hämtats från databaser som *Google scholar* och *Web of science*, samt relevanta hemsidor som jordbruksverket.se. Sökorden som har använts är; *genetic parameters, fur, coat characteristics, pelage genetics, economic values och genes affecting fur*. Artiklar inom olika produktionslinjer såsom ull från får, päls från rävar, mjölk från kor samt hobbyavel hos hund har valts ut och relevant information har sammanfattats.

## 3 Litteraturöversikt

### 3.1 Arvbarheter för olika pälseegenskaper hos olika djurslag

I en sammanställning av Safari *et al.* (2005) samlades data in från 165 tidigare studier om genetiska parametrar som påverkade fårens ulltillväxt, köttproduktion och reproduktion, och jämfördes. Skattningarna som jämfördes var direkta och maternella arvbarheter, miljöeffekter, korrelationer mellan avelsvärden och fenotyp för de olika egenskaperna samt de fenotypiska och genetiska korrelationerna mellan egenskaperna. Egenskaperna av relevans för denna litteraturstudie var vikten på den otvättade ullen, vikten på den tvättade ullen samt tjockleken och längden på fibrerna. Fåren som användes i de tidigare studierna var indelade i tre grupper, ullraser, kött-raser och korsningsraser (blandning ull- och kött-ras).

Resultaten visade att de viktade medelvärdena för arvbarheterna inte skilde sig mycket mellan grupperna, bortsett från vikten av den tvättade ullen, där arvbarheten var 0,36 för ullraserna och 0,51 för korsningsraserna. De högsta arvbarheterna sågs för fibertjocklek och de lägsta för vikt otvättad ull (tabell 1).

Resultaten visade också att det fanns en signifikant maternell effekt på både den otvättade och tvättade ullvikten bland ullraserna, men däremot såg man inte samma effekt på korsningsraserna. Resultaten visade att man för de flesta ullegenskaperna bland ull- och korsningsraserna, kunde se väldigt liten skillnad i arvbarheterna mellan grupperna.

Shoeman & Albertyn (1992) undersökte genetiska parametrar och genetiska trender i en grupp Karakulfår i Sydafrika, där man studerade pälseegenskaper som lockighet, mönster (ojämnt eller jämnt lockig), och kvalitet. Resultaten visade att arvbarheten för lockighet var högst (0,46), och arvbarheten för pälskvalitet var lägst (0,14). Arvbarheten för mönster (0,27) var den enda parametern som låg högre än medelvärdet hämtat från annan litteratur (0,20) (tabell 1). Variationskoefficienterna för lockighet var 32,5%, kvalitet var 10,7%, och mönster var 16,4%, och slutsatser

drogs att de låga värdena på kvalitet och mönster kunde påverka den genetiska utvecklingen av egenskapen negativt.

I en liknande studie av Peura *et al.* (2005) var syftet att skatta genetiska parametrar för pälskvalitetsegenskaper i den finska fjällrävspopulationen. Datan som användes kom från den finska pälsavelsorganisationen, och var insamlad från pälsfarmer över hela landet. Datan var indelad i två huvudgrupper, en för pälsegenskaper på det levande djuret och en efter avlivning, där man graderade egenskaperna på en förbestämd skala. Egenskaperna som studerades inom den levande gruppen var pälstjocklek, färgstyrka, färgklarhet och kvalitet. Samma egenskaper studerades på skinnpälssarna, och man tittade även på pälsdensitet och mängden täckhår.

Resultaten visade att färgstyrka hade högst arvbarhet både i den levande gruppen (0,55) och för skinnpälssarna (0,51). Lägst arvbarhet visade färgklarhet, 0,16 i den levande gruppen och 0,10 på skinnpälssarna (tabell 1). Arvbarheterna på skinnpälssarna var generellt lite lägre än i den levande gruppen. Jämförelser med tidigare studier visade att arvbarheterna var lite lägre. Slutsatsen drogs att det kan ha varit en effekt av att kullstorlek inkluderades i modellen som användes.

Arvbarheter för pälstjocklek, pälslängd, antal hårstrån/cm<sup>2</sup>, tjocklek på håret och proportion av svarta fläckar har också studerats hos Holstein kor (Maia *et al.*, 2005). Syftet med studien var att undersöka hur genetiska- och miljöfaktorer påverkade pälsegenskaper hos mjölkkor i tropiska områden. Högsta arvbarhet visade proportion av svarta fläckar (0,75). Arvbarheten som var lägst var för antal hårstrån (0,06) (tabell 1). Alla arvbarheter, förutom för antal hårstrån, låg lite över de skattade arvbarheterna som fanns i annan litteratur.

Tabell 1. Sammanfattning av pälseegenskapernas arvbarheter för olika djurslag

Egenskap	Djurslag/ typ	Arvbarhet ( $\pm$ SE)	Studie
Vikt otvättad ull	Får / ullras	0,37 $\pm$ 0,02	Safari <i>et al.</i> , 2005
	Får/korsningsras	0,38 $\pm$ 0,03	
Vikt tvättad ull	Får/ullras	0,36 $\pm$ 0,02	
	Får/korsningsras	0,51 $\pm$ 0,07	
Fibertjocklek	Får/ullras	0,59 $\pm$ 0,02	
	Får/korsningsras	0,57 $\pm$ 0,05	
Fiberlängd	Får/ullras	0,46 $\pm$ 0,04	
	Får/korsningsras	0,48 $\pm$ 0,03	
Lockighet	Får	0,46	Shoeman & Albertyn, 1992
Mönster	Får	0,27	
Kvalitet	Får	0,14	
Färgstyrka	Räv/ levande djur	0,55 $\pm$ 0,02	Peura <i>et al.</i> , 2005
	Räv/skinnpäls	0,51 $\pm$ 0,02	
Färgklarhet	Räv/ levande djur	0,16 $\pm$ 0,01	
	Räv/skinnpäls	0,10 $\pm$ 0,02	
Pälstjocklek	Räv/ levande djur	0,22 $\pm$ 0,01	
	Räv/skinnpäls	0,16 $\pm$ 0,02	
Kvalitet	Räv/ levande djur	0,22 $\pm$ 0,01	
	Räv/skinnpäls	0,11 $\pm$ 0,02	
Pälsdensitet	Räv/ levande djur	0,15 $\pm$ 0,02	
Täckhårsfyllnad	Räv/ levande djur	0,19 $\pm$ 0,02	
Pälstjocklek	Ko/mjölkras	0,18 $\pm$ 0,120	Maia <i>et al.</i> , 2005
Päslängd	Ko/mjölkras	0,38 $\pm$ 0,143	
Antal hårstrån/cm <sup>2</sup>	Ko/mjölkras	0,06 $\pm$ 0,056	
Hårstrå tjocklek	Ko/mjölkras	0,39 $\pm$ 0,144	
Proportion av svarta fläckar	Ko/mjölkras	0,75 $\pm$ 0,076	

### 3.2 Genetiska korrelationer

Genetiska korrelationer visar hur två egenskaper påverkas av samma genetiska faktor och om de följs åt eller påverkas åt olika håll (Safari *et al.*, 2005)

De viktade medelvärdena för de genetiska korrelationerna mellan egenskaperna som sammanfattades i Safari *et al.* (2005) studie låg huvudsakligen på en skala mellan låga till medelhöga positiva värden och varierade mellan 0,16 och 0,44, bortsett från korrelationen mellan otvättad ullvikt och tvättad ullvikt som var hög (0,86). Den

lägsta korrelationen sågs mellan fiberlängd och fibertjocklek (0,19). Förutom korrelationen mellan fibertjocklek och den otvättade/tvättade ullvikten som generellt var lite lägre, så skilde sig resterande korrelationer inte mycket från tidigare studier. Utöver ullegenskaperna studerades också hur dessa korrelerade med mjölkavkastningen (ullras och korsningsras) och resultatet visade att de flesta egenskaperna var medelhögt positivt korrelerade (0,04-0,38), förutom otvättad ullvikt som var svagt negativ (-0,14) (tabell 2). I de flesta studierna som studerades användes ullrasen Merino, vilket innebar att variationen mellan skattningarna inte var så stor.

Bland Karakulfåren i Shoeman & Albertyns (1992) studie visades att de genetiska korrelationerna mellan pälseegenskaperna var relativt lika dem som hade hittats i litteraturen, bortsett från korrelationen mellan mönster och kvalitet som var lägre samt negativ, där deras var -0,37 och värdet hittat i annan litteratur var 0,15. Den genetiska korrelationen för lockighet och mönster var 0,15 (deras studie) och 0,11 (annan litteratur) och korrelationen mellan lockighet och kvalitet var -0,22 och -0,34 (tabell 2). En annan aspekt som upptäcktes var att spannet på korrelationerna i tidigare studier hade varit väldigt stora där exempelvis de olika skattningarna för de genetiska korrelationerna mellan lockighet och mönster hade värden mellan -0,55 och 0,77.

I studien av Peura *et al.* (2005) var de genetiska korrelationerna i skinnpälsggruppen generellt väldigt låga men positiva, där den lägsta för pälseegenskaperna var mellan färgklarhet och färgstyrka (0,10) och den högsta var mellan pälskvalitet och färgklarhet (0,12). En annan egenskap som också studerades och jämfördes med pälseegenskaperna var storleken på djuret, som hade låg korrelation med pälseegenskaperna; färgstyrka (0,02), färgklarhet (0,08) och pälskvalitet (0,12).

De genetiska korrelationerna för egenskaperna bedömda på de levande djuren var generellt högre än egenskaperna bedömda på skinnpälarna, men spannet hos de levande djuren var större där det förekom både negativa och positiva korrelationer. Den lägsta korrelationen påvisades mellan färgklarhet och färgstyrka (-0,02) och den högsta mellan pälskvalitet och pälsdensitet (0,77). Även i denna grupp studerades korrelationerna mellan storleken på djuret och dess pälseegenskaper och det visade att de var negativa och låga mellan storlek och färgstyrka (-0,05), färgklarhet (-0,25) och täckhårsfyllnad (-0,06), samt positiva och medelhöga för pälsdensitet (0,30) och pälskvalitet (0,23). Mellan de två grupperna varierade korrelationerna mellan -0,17 och 0,84, där korrelationen mellan storlek på djuret (skinnpälsggruppen) och färgstyrka (levande gruppen) var svagt negativ (-0,17) och där den högsta positiva korrelationen var mellan färgstyrka i båda grupperna (0,84) (tabell 2).

I studien av Maia *et al.* (2005) om Holsteinkor i tropiskt klimat beräknades de genetiska korrelationerna endast mellan mjölmängden och pälseegenskaperna. Resultatet visade att endast hårstråets tjocklek (0,07) var positivt korrelerat med mjölmängden. Resterande egenskaper varierade mellan den mest negativt korrelerade

som var pälsjocklek (-0,99) och den minst negativt korrelerade som var proportion av svarta fläckar (-0,18) (tabell 2).

Tabell 2. Sammanfattning av genetiska korrelationer mellan pälsegenskaper bland olika djurslag

Egenskap 1	Egenskap 2	Genetisk korrelation ( $\pm$ SE)	Studie
Otvättad ullvikt	Tvättad ullvikt	0,86	Safari <i>et al.</i> , 2005
	Fibertjocklek	0,36	
	Fiberlängd	0,44	
Tvättad ullvikt	Fibertjocklek	0,28	
	Fiberlängd	0,36	
Fibertjocklek	Fiberlängd	0,19	
Mjölkkavkastning	Otvättad ullvikt	-0,14	
	Tvättad ullvikt	0,38	
	Fibertjocklek	0,04	
	Fiberlängd	0,25	
Lockighet	Mönster	0,15	Shoeman & Albertyn, 1992
Lockighet	Kvalitet	-0,22	
Mönster	Kvalitet	-0,37	
Färgklarhet <sup>S</sup>	Färgstyrka <sup>S</sup>	0,10 $\pm$ 0,04	Peura <i>et al.</i> , 2005
Pälskvalitet <sup>S</sup>	Färgklarhet <sup>S</sup>	0,12 $\pm$ 0,05	
Storlek <sup>S</sup>	Färgstyrka <sup>S</sup>	0,02 $\pm$ 0,04	
	Färgklarhet <sup>S</sup>	0,08 $\pm$ 0,05	
	Pälskvalitet <sup>S</sup>	0,12 $\pm$ 0,05	
Färgklarhet <sup>L</sup>	Färgstyrka <sup>L</sup>	-0,02 $\pm$ 0,08	
Pälskvalitet <sup>L</sup>	Pälsdensitet <sup>L</sup>	0,77 $\pm$ 0,06	
Storlek <sup>L</sup>	Färgstyrka <sup>L</sup>	-0,05 $\pm$ 0,07	
	Färgklarhet <sup>L</sup>	-0,25 $\pm$ 0,12	
	Täckhårsfyllnad <sup>L</sup>	-0,06 $\pm$ 0,10	
	Pälsdensitet <sup>L</sup>	0,30 $\pm$ 0,10	
	Pälskvalitet <sup>L</sup>	0,23 $\pm$ 0,11	
Storlek <sup>S</sup>	Färgstyrka <sup>L</sup>	-0,17 $\pm$ 0,06	
Färgstyrka <sup>S</sup>	Färgstyrka <sup>L</sup>	0,84 $\pm$ 0,02	
Mjölkmängd	Pälsjocklek	-0,99	Maia <i>et al.</i> , 2005
	Päslängd	-0,52	
	Antal hårstrån/cm <sup>2</sup>	-0,82	
	Hårstrå tjocklek	0,07	
	Proportion av svarta fläckar	-0,18	

<sup>S</sup>: skinnpälsgruppen

<sup>L</sup>: levande gruppen



### 3.3 Ekonomiska vikter

Ekonomiska vikter används inom djurproduktion för att fastställa hur pass mycket en egenskap kan påverka det ekonomiska resultatet positivt och beräknas per djur och år (Groen, 1989). De faktorer som måste beaktas i beräkningen är den inkomsten som genereras av djuret samt alla kostnader som har uppkommit under djurets livstid. Beroende på vilken produktion det handlar om så är vissa egenskaper ekonomiskt viktigare än andra, exempelvis pälsenskaper hos rävar eller mjölmängd hos mjölkkor. Förbättring av en egenskap kan leda direkt till en bättre produkt som säljs för ett bättre pris, men den kan också indirekt ge vinst exempelvis genom ökad tillväxt som innebär kortare uppfödning och mindre kostnader och jobb för producenten.

I studien av Safari *et al.* (2005) om fårproduktion, drogs slutsatserna att aveln för produkter från får blivit mer komplex när fler egenskaper läggs till i avelsmålen, såsom ullkvalitet, köttkvalitet, fertilitet och sjukdomsresistens. Alla egenskaper som räknas till avelsmålet måste utvärderas i form av deras genetiska parametrar och framförallt de genetiska korrelationerna mellan de egenskaper som har höga ekonomiska vikter. Med bättre kunskaper om de genetiska korrelationerna mellan viktiga egenskaper kan man avgöra hur avelsarbetet på bästa sätt ska läggas upp för att öka lönsamheten i produktionen.

Liknande slutsatser drogs i studien av Peura *et al.* (2005) där det diskuterades arvbarheter och genetiska korrelationer mellan egenskaper som är viktiga för den produkt som ska produceras, men de tog även upp värdet av att räkna på dessa egenskaper med ekonomiska värden för att kunna förbättra lönsamheten. I rävproduktionen är pälsen den viktigaste produkten, och framförallt storleken, men också kvalitén på pälsen sätter priset på marknaden.

I en senare studie av Peura *et al.* (2016) undersöktes det hur riskaversion hos rävuppfödare kan påverka de ekonomiska vikterna av specifika egenskaper. Pälsens egenskaper som var inkluderade var pälskvalitet, pälsstorlek och färgklarhet. Värdena beräknades för två scenarier, en för hög riskaversion och en för låg. Generellt var värdena för den låga riskaversionen högre. Värdena för låg riskaversion uttryckta per standardavvikelse (STD) var följande: pälskvalitet (7,30 EUR), pälsstorlek (5,26 EUR) och pälsklarhet (0,33 EUR). Motsvarande i den andra gruppen var 7,30, 3,37 och 0,33 EUR. De ekonomiska värdena för fertilitet och valpens överlevnad var 26,42 och 18,39 EUR i gruppen med låg riskaversion.

I en liknande studie av Wolfová *et al.* (2009) beräknades de ekonomiska vikterna av produktionsegenskaper hos köttraser av får. I många fall är en av de viktiga egenskaperna inom köttrasproduktion ullvikten. Det ekonomiska värdet av ullvikten (kg) beräknades till 16,5 EUR/STD.

### 3.4 Enskilda gener som påverkar pälsegenskaper

Kunskaperna kring de gener som påverkar pälsen hos våra husdjur varierar beroende på djurslag och egenskap (Parker *et al.*, 2017). De djurslag där man har forskat mest kring vilka gener som påverkar pälsegenskaper och mönster är hund, och i viss utsträckning även mink, räv och katt. Kunskapen kring genetiken som styr färger och teckningar är mer utbredd bland flera arter. Troligtvis är detta ett resultat av att man genom åren har avlat hobbydjuren såsom hund och katt mycket för pälsegenskaper vilket har lett till en bred bas att forska kring idag, samtidigt som räv och minkpäls är viktig av ekonomiska skäl i en produktion.

Den senaste tiden har forskning visat att det finns 3 olika gener som genom mutationer kan påverka hur pälsen uttrycker sig hos hundar, *encoding R-spondin-2* (RSPO2), *fibroblast growth factor-5* (FGF5) och *keratin-71* (KRT71) (Cadieu *et al.*, 2009). RSPO2 har visat sig kontrollera pästillväxt och förekomst av specifika hårtillväxter som längre mustascher och ögonbryn, samt strävårighet, som kan ses på exempelvis Schnauzern. FGF5 styr längden på pälsen och KRT71 gör pälsen lockig. En hunds fenotyp fås oftast av en blandning av alleler från dessa gener, exempelvis Airedale terriern som har både strävårighet och lockig päls, men man har också sett att vissa kombinationer inte går att få fram på grund av fysiska gränser, exempelvis kan väldigt kort päls inte bli lockig.

Man har även hittat två gener som påverkar pälslöshet hos hundar vid mutation, *forkhead box transcription factor* (FOXI3) och *serum/glucocorticoid regulated kinase family member 3* (SGK3) (Parker *et al.*, 2017). Även dessa egenskaper kan i viss utsträckning blandas med egenskaperna från RSPO2, FGF5 och KRT71 för att ge specifika fenotyper, exempelvis som hos Chinese crested där hunden är naken på kroppen men har lång päls på huvudet, tassarna och svansen.

En annan viktig aspekt av lärdomen kring vilka gener som styr specifika egenskaper är att man kan hitta sjukdomar som kan påverkas av samma mutation. Hos många av de pälslösa hundarna som har en mutation i FOXI3 genen, förekommer även problem med tänderna och missbildade öron (Parker *et al.*, 2017).

## 4 Diskussion och slutsats

För att få ett så framgångsrikt avelsarbete som möjligt, både av hälsomässiga och ekonomiska skäl, så krävs det kunskaper kring de gener och faktorer som kan påverka eftertraktade egenskaper, oavsett om man jobbar med hobbyavel eller produktionsdjur (Safari *et al.*, 2005; Parker *et al.*, 2017). Kunskapen om arvbarheter och hur olika egenskaper nedärvs och påverkas av genetiska korrelationer är något som blir mer och mer utbrett i husdjursaveln.

Vilka egenskaper som är viktiga i olika produktioner varierar beroende på vilken produkt man vill framställa. Pälsen i sig är viktig i flera produktioner men de egenskaperna man eftersträvar skiljer sig lite där man exempelvis hos räv och hund kan eftersträva egenskaper som längd, färgstyrka, klarhet i färg, krullighet och avsaknad av päls. Hos får eftersträvas bland annat långa och fibrer med specifika tjocklekar, hög ullvikt samt krullighet och specifika mönster och hos kor eftersträvas egentligen inte pälsen i sig, men den kan ändå ha en indirekt påverkan på andra egenskaper som är åtråvärda i produktionen, såsom mjölk mängd.

### 4.1 Arvbarhet och genetiska korrelationer

I studien av Safari *et al.*, (2005) om genetiska parametrar för fårullsproduktion där man jämförde ullraser och korsningsraser drogs slutsatserna att de flesta arvbarheterna för ullegenskaper mellan grupperna var väldigt lika, bortsett från vikten på den tvättade ullen. De genetiska korrelationerna mellan arvbarheterna var medelhögt positiva vilket är en fördel om man vill avla för bra ull, samtidigt som de flesta egenskaperna även var positivt korrelerade med mjölkavkastningen vilket också är viktigt i produktionen. Man diskuterade att de liknande resultaten mellan grupperna kunde bero på att det bland studierna som granskades fanns ett liknande antal skattningar av avelsvärden och miljöparametrar som kunde påverka arvbarheten, och att de då kunde jämföras mellan de olika fårpopulationerna. I de flesta studierna som

studerades användes ullrasen Merino, vilket innebar att variationen mellan skattningarna inte var så stor. Slutsatser drogs att detta kunde ha påverkat den låga variationen mellan de skattade korrelationerna i den sammanställda datan. Man kom fram till att det i framtiden kommer att vara viktigt att skatta korrekta värden på framförallt genetiska korrelationer mellan viktiga egenskaper då man i större utsträckning lägger till fler egenskaper till avelsmålen.

I studien av Shoeman & Albertyn (1992) om en grupp Karakulfår i Sydafrika, visade resultaten att de genetiska parametrarna som beräknades var liknande de värden som hittades i annan litteratur, vad gäller lockighet och mönster. Arvbarheten för pälskvalitet var den enda parametern som låg långt under medelvärdet från hämtad litteratur och slutsatserna drogs att detta kunde bero på den låga variationskoefficienten (10,72%), som också ansågs vara en anledning till reducerad genetisk utveckling av denna egenskap. Variationskomponenterna för lockighet och mönster var 32,54% och 16,41%, där liknande slutsatser i viss utsträckning även drogs för mönster. Den genetiska korrelationen som var mest intressant var mellan mönster och kvalitet, där medelvärdet låg signifikant lägre än de värden som hittats i annan litteratur. Man drog slutsatsen att detta kunde bero på att det funnits större genetiska skillnader mellan flockarna samt påverkan av pleiotropiska gener på grund av avel för båda egenskaperna.

I studien om rävar av Peura *et al.* (2005) såg man att arvbarheterna mellan egenskaperna på skinnpälarna och på de levande djuren var relativt lika samt att de flesta korrelationerna mellan samma egenskaper i de två grupperna var höga. Detta innebar att man skulle kunna använda sig av båda typerna av bedömningar för att få ett säkrare avelsarbete, exempelvis genom indirekt selektion av pälskinnsegenskaper genom bedömning av de levande djuren. Man kom också fram till att man med hjälp av dessa skattningar kan utveckla avelsmålen samt jobba med ekonomiska vikter för de olika egenskaperna som är viktigast för produktionen, vilket i detta fall skulle vara storlek på päls och kvalitetsegenskaper.

I studien om korna av Maia *et al.* (2005) visade resultaten att alla arvbarheter förutom antal hårstrån låg lite högre än de värden som hittades i annan litteratur. Pälsens egenskapers genetiska korrelation med mjölmängd beräknades, där endast korrelationen mellan hårstråets tjocklek och mjölmängden var positiv. Korrelationerna ansågs vara fördelaktiga för producenter som använder sig av dessa raser i tropiska områden, då avel för ökad mjölmängd leder till att djuren får en tunn päls med mest vita hår som leder till att djuren lättare kan reflektera värme och är bättre anpassade till klimatet. Kännedomen om genetiska parametrar är en viktig del inom avelsarbetet för både våra produktionsdjur och djurslag som används till hobby eller sällskap.

Kunskapen kring arvbarheter och korrelationer kan förbättra avelsarbetet både i form av ökad andel individer med åtråvärda egenskaper men också genom hälsoaspekter där man skulle kunna eliminera eller förebygga sjukdomar som uppkommer på grund av genetiska korrelationer. En annan viktig aspekt är att kunna reda ut hur mycket av egenskaperna som är påverkade av arvet och miljön, för att på ett bra sätt kunna eliminera så mycket miljöpåverkan som är möjligt. Samtidigt är det bra om man kan bli medveten om vilka gynnsamma korrelationer som vi kan använda oss av och på så vis avla för färre egenskaper men med samma effekt.

## 4.2 Ekonomiska vikter och avelsarbete

I studien av Peura *et al.* (2016) beräknades ekonomiska vikter för egenskaper som påverkar pälsproduktion hos rävm, där tre stycken var pälsegenskaper. Trots att det är pälsens kvalitet man får betalt för så är det många fler egenskaper som också påverkar det totala priset av en produkt, exempelvis fertilitet, valpöverlevnad och tillväxt. Den ekonomiska vikten för pälskvalitet (7,30 EUR) var högst av alla pälsegenskaper men värdena visar också att de egenskaper som hade högst värde av alla var fertilitet (18,39 EUR) och valpöverlevnad (26,42 EUR) uttryckt per standardavvikelse. Oavsett hur bra kvalitet en päls har så kommer det inte att bli en hållbar produktion om det inte föds tillräckligt med valpar eller om valparna dör.

I en annan studie tittade man på de ekonomiska vikterna av egenskaper hos kött-raser av får, där man beräknade värdet på ullviken till 16,5 EUR (Wolfová *et al.*, 2009). Om man skulle jämföra olika typer av djurproduktion så ser man att siffrorna skiljer sig lite mellan djurarter och produktionsform, men framförallt så är det tydligt att de egenskaper som anses som mest ekonomiskt viktiga i de flesta produktioner är fertilitet och överlevnad hos ungar. Priserna varierar både för uppfödning av djuren och för försäljning av produkterna, därav ser man även små skillnader mellan produktionsformerna, men där finns ändå likheter i ekonomiska vikter mellan de produkter som anses vara huvudprodukten. Oavsett vilken produktionsgren man utövar så är det viktigt att använda sig av ekonomiska vikter för alla egenskaper som kan tänkas påverka den slutliga produkten och i framtiden kommer detta förhoppningsvis bli praxis.

## 4.3 Enskilda gener som påverkar pälsegenskaper

I studierna av Cadieu *et al.* (2009) och Parker *et al.* (2017) har man sammanfattat den kunskapen som finns idag, kring ett fåtal gener som man vet kan påverka olika

pälsegenskaper såsom tillväxt, strävårighet, längd, lockighet och pälslöshet. Forskning kring dessa gener har skett framförallt på hund, på grund av intresset för att avla för specifika typer av utseende, där pälsens textur, mönster och färg är något som värderas inom exempelvis utställningar. Avel för pälsegenskaper är viktig hos dessa djur, samt hos de djur som används för pälsproduktion såsom rävar, mink och kanin. Samtidigt har det inte funnits samma intresse att forska kring vilka gener som påverkar pälsegenskaper hos andra produktionsdjur såsom får och nötkreatur.

I studien om korna av Maia *et al.* (2005) diskuteras det dock om hur betydelsefull pälsen kan vara för anpassning till klimatet och påverkan av andra viktiga egenskaper, vilket indikerar att detta är ett fält som kräver mer forskning framöver, även bland andra djurslag. Utöver detta är det också viktigt att utforska vilka gener som kan påverka våra produktions- och hobbydjur negativt, genom sjukdomar och andra hälsoproblem.

#### 4.4 Slutsats

Pälsegenskaper och hur de påverkas hos ett specifikt djurslag beror på vad som eftertraktas inom produktionen och hur avelsarbetet anpassas för att få fram specifika egenskaper. Genetiken som påverkar dessa egenskaper är ett fält som kräver mer forskning men ett stort framsteg har varit att ta hjälp av egenskapers arvbarheter och genetiska korrelationer för att få ett så ändamålsenligt avelsarbete som möjligt. Samtidigt är det också viktigt att studera vilka gener som påverkar specifika egenskaper för att vidare kunna förbättra avelsarbetet med avel för bra gener som ökar avelsframsteget och minskar hälsoproblem. Kunskapen kring ekonomiska vikter hjälper till att på ett standardiserat sätt jämföra betydelsen av olika egenskaper, samt hur man på bästa sätt kan få en gynnsam produktion med hjälp av förbättring av egenskaperna.



## Referenslista

- Blomstedt, L. (1998) Pelage cycle in blue fox (*Alopex lagopus*): A comparison between animals born early and late in the season. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A- Animal Science*, vol. 48(2), ss. 122-128.
- Cadiou, E., Neff, M.W., Quignon, P., Walsh, K., Chase, K., Parker, H.G., VonHoldt, B.M., Rhue, A., Boyko, A., Byers, A., Wong, A., Mosher, D.S., Elkahoulou, A.G., Spady, T.C., André, C., Lark, G.L., Cargill, M., Bustamante, C.D., Wayne, R.K., Ostrander, E.A. (2009). Coat Variation in the Domestic Dog Is Governed by Variants in Three Genes. *Science (New York, NY)*, vol. 326(5949), ss. 150-153.
- Dry, F.W. (1926). The coat of the Mouse (*Mus Musculus*). *Journ. of Gen.*, vol. 16(3), ss. 287-340.
- Groen A.F. (1989). Economic values in cattle breeding. I. Influence of production circumstances in situations without output limitations. *Livest. Prod. Sci.*, vol. 22(1), ss. 17-30.
- Jordbruksverket (2015). *Pålsdjur*. <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/djur/resorochtransporter/palsdjur.4.4eea2b6311f3b931ba48000219.html> [2017-03-02]
- Kondo, K & Nishiumi T. (1991). The Pelage development in young mink (*Mustela Vison*). *J. Fac. Agr. Hokkaido Univ.*, vol 64(4), ss.247-255.
- Maia A.S.C., da Silva R.G., Bertipaglia E.C.A., Munoz M.C. (2005). Genetic variation of the hair coat properties and the milk yield of Holstein cows managed under shade in a tropical environment. *Braz J Vet Res Anim Sci*, vol. 42(3), ss.180–187.
- Parker H.G., Harris A., Dreger D.L., Davis B.W., Ostrander E.A. (2017). The bald and the beautiful: hairlessness in domestic dog breeds. *Phil. Trans. R. Sac*, vol. 372(1713).
- Peura, J., Kempe, R., Strandén, I., Rydhmer, L. (2016). Risk aversion affects economic values of blue fox breeding scheme. *J. Anim. Breed. Genet.*, vol. 133(6), ss. 485–492.
- Peura, J., Strandén, I & Mäntysaari, E.A. (2005). Genetic parameters in Finnish blue fox population: Pelt character and live animal grading trait. *Acta Agriculturae Scandinavica*, vol. 55(4), ss 137-144.
- Safari, E., Fogarty, N.M., Gilmour, A.R. (2005). A review of genetic parameter estimates for wool, growth, meat and reproduction traits in sheep, *Livestock Production Science*, vol. 92(3), ss. 271-289.
- Schoeman, S.J., Albertyn, J.R. (1992). Estimates of genetic parameters and genetic trend for fur traits in a Karakul stud flock. *S Afr J Anim Sci*, vol. 22(3) ss. 75–80.
- Sjaastad, Ø.V., Sand, O. & Hove, K. (2010) *Physiology of Domestic Animals*, 2nd edition. Oslo, *Scandinavian Veterinary Press*, ss. 644.
- Wolfová, M., Wolf, J., Milerski, M. (2009). Calculating economic values for growth and functional traits in non-dairy sheep. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, vol. 126(6), ss. 480–491.