



Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

# Avelsarbete med mjölkproducerande getter – fokus på Norge och Frankrike

*Julia Andersson*



---

Institutionen för husdjursgenetik  
Examensarbete 370  
Uppsala 2012

Examensarbete, 15 hp  
– Kandidatarbete (Litteraturstudie)  
Agronomprogrammet–Husdjur

---



Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för husdjursgenetik

## **Avelsarbete med mjölkproducerande getter – fokus på Norge och Frankrike**

Breeding programs for dairy goats with special focus on Norway and France

*Julia Andersson*

**Handledare:**

Anna Näsholm, SLU, Institutionen för husdjursgenetik

**Examinator:**

Britt Berglund, SLU, Institutionen för husdjursgenetik

**Omfattning:** 15 hp

**Kurstitel:** Kandidatarbete i husdjursvetenskap

**Kurskod:** EX0553

**Program:** Agronomprogrammet–Husdjur

**Nivå:** Grund, G2E

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2012

**Omslagsbild:** Julia Andersson

**Serienamn, delnr:** Examensarbete 370

Institutionen för husdjursgenetik, SLU

**On-line publicering:** <http://epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** mjölkgetter, avelsprogram, egenskaper, Norge, Frankrike

**Keywords:** milking goats, breeding program, traits, Norway, France

## Sammanfattning

Huvuddelen av världens getter finns i utvecklingsländer. Organiserat avelsarbete sker däremot främst i Nordamerika och Europa. Getmjölk kan förädlas till många olika produkter men det mesta av mjölken används till ostframställning. I Sverige finns för närvarande inget organiserat avelsarbete medan avelsarbetet i Norge är väl utvecklat. Även i Frankrike förekommer ett väl organiserat avelsarbete. Viktiga egenskaper att ta hänsyn till vid selektion hos mjölkproducerande getter är mjölk-, protein-, och fettavkastning samt protein- och fettinnehåll. Funktionella egenskaper som sjukdomsresistens, juverform, mjölkkningsförmåga och reproduktion har fått en ökad betydelse på senare tid. Dessa egenskaper har stor betydelse för minskad arbetsbelastning och för lantbrukarens ekonomi. Getter från tempererade områden har säsongsbunden reproduktion. Stimulering till brunst kan ske via ljusprogram, hormonbehandling eller introduktion av bockar.

Genom att förbättra funktionella egenskaper och minska sjukdomsförekomsten kan produktionskostnaderna minskas samtidigt som djurvälstånd, mjölkproduktion och kvalitet på mejeriprodukterna förbättras. En förlängd killningssäsong eftersträvas för att ge mindre fluktuationer i produktionen, jämnare tillgång på produkterna och därigenom ett stabilare mjölkpris. Många viktiga selektionsegenskaper har ogynnsamma korrelationer samt låga till måttliga arvbarheter. Således tar det lång tid att uppnå resultat och hänsyn måste tas till flera egenskaper samtidigt, därför krävs en långsiktigt uthållig selektion av avelsdjur. Möjliga förbättringar i framtiden kan vara att inkludera nya selektionsegenskaper genom användning av molekylärgenetisk information. I arbetet beskrivs avelsarbete med mjölkproducerande getter i Europa med fokus på Norge och Frankrike.

## Abstract

The main part of the goats in the world is located in developing countries, whereas active breeding programs are mainly restricted to Northern America and Europe. Goat milk can be processed to several products and goat cheese is the main product. An organized breeding program is carried out in France and Norway but is not present in Sweden. Important selection traits for milk producing goats include milk, protein and fat yield along with protein and fat content. Functional traits have been more important the past years and they have large economic importance for the farmers. Seasonally reproduction has been observed in goats from temperate areas. Ovulation is stimulated by using light treatments, hormonal treatments or introduction of bucks.

Improvement of functional traits and disease resistance reduce production costs and increase animal health and milk production, leading to higher quality products. Prolonged kidding season gives less variation in the availability of products over the year and therefore stabilizes the price. Many important selection traits are unfavorably correlated and have low to moderate heritability. Therefore many traits have to be taken into account simultaneously and the genetic progress is slow. Consequently a long, sustainable breeding is required. Future improvements include new selection traits based on molecular genetic information. In the work current breeding programs and objectives for milk producing goats in Europe are discussed. France and Norway are in focus.

## Introduktion

Geten var det femte vanligaste produktionsdjuret i världen år 2010. Över hälften av getterna i världen fanns i Asien och en tredjedel i Afrika. I Europa fanns knappt 2 % av världens getter (FAO, 2012a). Av den totala getmjölksproduktionen i världen på 17 miljoner ton år 2010 stod Asien för 59 %, Afrika för 22 % och Europa för 16 %. De största producenterna av getmjölk i Europa var i avtagande storleksordning Frankrike, Spanien, Grekland, Ryssland och Ukraina. I Frankrike producerades 650 000 ton getmjölk vilket kan jämföras med Norges produktion på 22 000 ton. För övriga nordiska länder saknas statistik (FAO, 2012b).

Getter kan nyttjas för produktion av mjölk, kött och skinn. Samtidigt är de viktiga landskapsvårdare (Räf, 2012). Getmjölk kan i sin tur förädlas till flera olika produkter och det mesta av mjölken som produceras används till osttillverkning (Montaldo & Manfredi, 2002; Barillet, 2007; Leboeuf et al., 2008).

Montaldo och Manfredi (2002) gjorde en sammanställning över registrerade mjölkgetraser i olika länder. De två vanligaste raserna i Frankrike var alpin och saanen som representerade över 95 % av de 278 300 franska getterna. Den enda registrerade rasen i Norge var en lokal ras. Alla mjölkgetter i Norge hör till samma ras (Bagnicka et al., 2007) och heter norsk mjölkget som är en sammanslagning av de tidigare lokala lantraserna och har influenser av saanen. Nu finns det omkring 38 000 mjölkgetter i landet med en genomsnittlig produktion på 560 liter mjölk per get och år (NSG, 2012).

Det finns ingen heltäckande registrering för svenska getter men uppskattningsvis är det cirka 6 000 getter i Sverige i dag. De svenska getterna har både svenska och norska gener med den svenska lantrasgeten som dominerande ras. Den svenska lantrasgeten som består av cirka 3 000 djur kan variera mycket i både utseende och avkastning. Ungefär hälften av djuren är registrerade och medelavkastningen för dessa är 700 kg mjölk per get och år (Räf, 2012).

Andra raser i Sverige är allmogeraser bestående av jämtget, göingeget samt lappget. Dessa raser är bevarade svenska raser. I genbanken fanns det 370 registrerade jämtgetter år 2010 fördelade i 66 besättningar, 280 göingegetter i 75 besättningar samt 113 lappgetter i 37 besättningar. Både jämtgeten och göingegeten betraktas som utrotningshotade medan lappgeten är akut utrotningshotad och genomgår ett räddningsprogram. De senaste tio åren har Getavelsförbundet i Sverige inte varit aktivt. Jämtlands semin- och bockavelsförening har nyligen lagt ned sitt härstamningsregister över cirka 3 500 djur. I nuläget utreds om getterna i framtiden kan få möjlighet att inkluderas i en egen sektion i Elitlamm, det svenska avels- och härstamningsregistret för får (Räf, 2012). För ett organiserat avelsarbete krävs en fungerande registrering och kontroll av viktiga egenskaper. Det möjliggör selektion av de bäst lämpade avelsdjuren.

Ett väl organiserat avelsarbete är viktigt eftersom det förbättrar djurens produktionsförmåga, djurhälsan, ekonomin och minskar arbetsbelastningen (Ilahi et al., 2000; Montaldo & Manfredi, 2002; Barillet 2007). Även om de flesta mjölkkrasgetterna finns i utvecklingsländer sker avelsarbetet huvudsakligen med renrasiga djur i Nordamerika och Europa, framförallt i Medelhavsländerna (Montaldo & Manfredi 2002; Barillet, 2007). Syftet med litteraturstudien är att undersöka vilket avelsarbete som sker med hänsyn till djurhälsa och produktion hos mjölkproducerande getter. Det förekommer inte något organiserat avelsarbete med getter i Sverige så arbetets fokus är på Norge, eftersom det är geografiskt nära Sverige, samt på Frankrike som är den största getmjölksproducenten i Europa.

## Egenskaper

Viktiga egenskaper inom mjölkproduktion med getter och som är vanliga att selektera för är mjölk-, protein- och fettavkastning samt protein- och fetthinnehåll. Dessa egenskaper är betalningsgrundande och påverkar ostutbytet (Montaldo & Manfredi, 2002; Barillet, 2007). Andra egenskaper som är viktiga att avla för är mjölkkningsförmåga, mastitresistens och rent subjektiva egenskaper som exempelvis smak. Mjölkkningsförmåga och mastitresistens mäts via formen på juver och spenar respektive antalet somatiska celler i mjölken (Montaldo & Manfredi, 2002).

I Frankrike och Norge utförs selektion för de direkt ekonomiskt ersatta egenskaperna såsom mjölkavkastning, protein- och fetthinnehåll, varav proteinavkastning och proteininnehåll är de viktigaste egenskaperna i Frankrike (Moioli et al., 1998; Montaldo & Manfredi, 2002). I Frankrike selekteras även för exteriöra juveregenskaper medan Norge selekterar för laktosinnehåll och mjölkkningsförmåga (Montaldo & Manfredi, 2002).

På senare tid har det blivit allt mer fokus på funktionella egenskaper hos mjölkgetter och nya molekylärgenetiska metoder har möjliggjort selektion för egenskaper som är svåra att mäta i stor skala. Exempel på olika funktionella egenskaper är foderomvandling, juverform, mjölkkningsförmåga, resistens mot mastit, scrapie och parasiter samt reproduktionsegenskaper (Barillet, 2007). Mjölkkningsförmåga, det vill säga flödes hastighet och juver-/spenform, är viktigt ur ekonomisk synpunkt eftersom urmjölkningstiden påverkar arbetstid och därigenom arbetskostnaderna (Ilahi et al., 2000). Andra egenskaper som påverkar ekonomin och som är viktiga ur djurvälståndssynpunkt såsom djurhälsa, livslängd och anpassningsförmåga ingår sällan i selektionsprogram för mjölkgetter på grund av bristfällig information (Montaldo & Manfredi, 2002).

## Reproduktion

Faktorer som ingår i reproduktion är könsmognad, förlängd killningssäsong, killningsintervall, kullstorlek och fertilitet (Barillet, 2007; Bagnicka, et al., 2007). Även om arvbarheten för reproduktionsegenskaper generellt är låg ingår de ofta som selektionsegenskaper (Bagnicka et al., 2007). Egenskaper som ålder vid första killning och killningsintervall är ärftliga och lätta att mäta och kan därför tas med i avelsprogram (García-Peniche et al., 2012). Getter från tempererade och subtropiska områden har säsongsbunden reproduktion vilket begränsar tillgängligheten av produkter under året (Leboeuf et al., 2008). I tempererade områden är getternas parningssäsong under hösten och vintern, vilket leder till killning under våren (Holtz, 2005; Notter, 2012). Raser som inte har säsongsbunden reproduktion har en jämnare mjölkproduktion under året vilket kan ge ett stabilt mjölkpris och jämnare foderåtgång (Montaldo & Manfredi, 2002). För att kunna anpassa mjölkproduktionen efter både uppfödningssystem och efterfrågan på marknaden är det önskvärt att kunna förlänga killningssäsongen. Raser från norra halvklotet har visat sig ha sämre förmåga att få killningar under större delen av året jämfört med raser från Medelhavsområdet. Det innebär att killningssäsongen delvis kan påverkas genom val av ras (Barillet, 2007).

Reproduktionen kan kontrolleras genom ljusprogram eftersom kortare dagar inducerar ägglossning hos mjölkgetter. Hos bockar stimulerar kortare dagar till ökning av testosteronutsöndring, spermieproduktion och sexuellt beteende (Leboeuf et al., 2008). Säsongsbundna getter som är utanför brunstsäsongen kan stimuleras genom att ha bockar närvarande, så kallad bockeffekt. Getternas respons på bockarna kan ökas ytterligare med hjälp av ljusprogram. I en studie på alpin- och saanengetter i Frankrike behandlades både

bockar och getter med ett artificiellt ljusprogram under cirka tre månader. Getterna behandlades med hormonet progesteron intravaginalt och ägglossningen stimulerades genom närvaro av bockar. Getterna seminerades därefter en till två gånger med artificiell insemination (AI) i upp till 72 timmar efter introduceringen av bockarna (Pellicer-Rubio et al., 2008). Det är viktigt att kunna göra en noggrann bedömning av brunstperioden för att kunna seminera vid rätt tillfälle och få en bra fruktsamhet (Leboeuf et al., 2008). Brunsten kan upptäckas genom att introducera bockar utrustade med förkläde eftersom dessa markerar brunstiga getter (Pellicer-Rubio et al., 2008). Alternativt kan progesteronkoncentrationen mätas i blodet eller i mjölken i ett senare skede för att upptäcka om geten är dräktig eller inte. Dräktiga getter har en hög progesteronkoncentration (Holtz, 2005).

I Norge utnyttjas inte hela reproduktionssäsongen eftersom lantbrukarna vill ha killningarna under en samlad period. Det påverkas delvis av mjölkleveranssystemet i Norge men underlättar även skötseln på gården (Bagnicka et al., 2007).

Med fertilitet avses hur många getter som får killingar i relation till antalet parade (Bagnicka et al., 2007). Fertilitet har vanligtvis en mycket låg arvbarhet och korrelationen till mjölkavkastning är närmast obefintlig (Montaldo & Manfredi, 2002; Barillet, 2007). Det kan ändå vara värt att ta hänsyn till egenskapen vid selektion av avelsbockar för att undvika genetisk drift (Barillet, 2007). Hos mjölkkor har man funnit ett ogynnsamt samband mellan mjölkavkastning och fertilitet, men det finns ännu inga tydliga bevis för att selektion för ökad mjölkavkastning skulle leda till en försämrad fertilitet hos getter (Barillet, 2007). I studien på alpin- och saanengetter i Frankrike (Pellicer-Rubio et al., 2008) var det 57 till 78 % av getterna som fick killingar. Getter som seminerades vid två tillfällen visade sig ha den lägsta fertiliteten. Detta kan eventuellt bero på stress orsakad av hanteringen under en andra seminering på de befruktade getterna.

## Mjölkteiner

Eftersom mjölken från getter huvudsakligen används till ostproduktion är individuella skillnader i mjölkproteiner av stor vikt för mjölkproduktionsegenskaper (Moioli et al., 1998). De olösliga proteinerna som finns i mjölken utgörs huvudsakligen av kasein vars produktion styrs av "major genes" med stor inverkan på proteinet (Barillet, 2007). Mjölkteinpolymorfism orsakas av en förändring i aminosyraprofilen på grund av punktmutationer eller en omstrukturering av DNA vanligen av mikrosatelliter (repetitiva enheter). Individuella skillnader kan upptäckas genom att jämföra längdsekvenser från gelelektrofores av mjölkproteiner eller DNA-analys med hjälp av PCR-teknik (Polymerase Chain Reaction) (Moioli et al., 1998).

Kaseinproteinerna som är avgörande för ostproduktionen utgör närmare 80 % av proteinerna i mjölken (Moioli et al., 1998). Det finns fyra olika sorter av kasein som är  $\beta$ ,  $\kappa$ ,  $\alpha 1$  samt  $\alpha 2$ -kasein (Moioli et al., 1998; Barillet, 2007). Den viktigaste kaseinfraktionen i mjölken utgörs av  $\beta$ -kasein som förekommer i tre alleler (A, B, O) i mjölken, varav den ena fungerar som stoppkodon och kallas för "nollallel". Nollallelen förlänger koaguleringstiden samt minskar avkastningen (Moioli et al., 1998).

Den mest varierade polymorfismen hos getter är i  $\alpha 1$ -kasein (Moioli et al., 1998; Barillet, 2007). Allelfrekvensen för  $\alpha 1$ -kasein varierar mycket både mellan raser och inom raser mellan generationer (Barillet, 2007). För  $\alpha 1$ -kasein består polymorfismen av åtta alleler (A, B, C, D, E, F, G, O) i mjölken som detekterats hos de flesta europeiska raserna, bland annat saanen, alpin och murciana-granadina. Dessa åtta alleler förknippas med olika  $\alpha 1$ -

kaseinmängder i mjölken. Polymorfism av mjölkproteinets  $\alpha$ 1-kasein har flera olika effekter på sammansättningen på mjölkmicellerna och deras mineralisering. Den gynnsammaste allelkombinationen med avseende på protein- och fetthinnehåll som funnits hos alpingetter var homozygota för AA, men dessa getter hade samtidigt en lägre mjölkavkastning (Moioli et al., 1998). Andra studier har visat att genotypen AA av  $\alpha$ 1-kasein påverkar både proteininnehåll, proteinavkastning och fetthinnehåll positivt utan att förändra mjölkavkastningen (Barillet, 2007).

Det finns två varianter av  $\kappa$ -kasein i mjölken (A, B) och tre varianter av  $\alpha$ 2-kasein (A, B, C). Vassleproteinerna i mjölken består av de två varianterna  $\alpha$ -lactalbumin och  $\beta$ -lactoglobulin. Det finns två varianter av  $\alpha$ -lactalbumin och  $\beta$ -lactoglobulin i mjölken men ingen DNA-polymorfism för någon av dem. Däremot finns det DNA-polymorfism för alla kasein genotyper (Moioli et al., 1998).

Moioli et al. (1998) föreslår att framtida forskning skulle kunna fokusera på användning av annan molekylärgenetisk information såsom kartläggning av hela getens arvs massa, fortsatt DNA-genotypning och utveckling av genmodifieringstekniker.

### **Sjukdomsresistens**

Klinisk mastit hos getter överstiger oftast inte 5 % men subklinisk mastit kan däremot förekomma i över 50 %. Givet den låga frekvensen för klinisk mastit är det troligt att förbättringar i juverhälsa kan uppnås via selektion mot subklinisk mastit. En sådan selektion grundar sig på antalet somatiska celler i mjölken. Men det finns inte något underlag för att beräkna avelsvärden med avseende på somatiska celler för juverhälsa hos getter. Framtagningen av ett sådant värde försvåras eftersom getters  $\alpha$ 1-kaseinlokus visat sig minska antalet somatiska celler signifikant och påverkar därmed bedömningen (Barillet, 2007). Mastit kan upptäckas antingen genom att räkna antal bakterier eller indirekt genom mätningar av antalet somatiska celler till exempel med California mastitis test (CMT) (Leboeuf et al., 2008).

Andra sjukdomar som kan förekomma är Caprin artrit encefalitvirus (CAEV), scrapie och sjukdomar orsakade av parasiter (Leboeuf et al., 2008). CAEV är en anmälningspliktig sjukdom som kan orsaka artrit (ledinflammation), encefalit (hjärnhinneinflammation), pneumoni (lunginflammation), avmagring och mastit. Eftersom sjukdomen kan leda till minskad produktion och utslagning innebär den stora ekonomiska problem för lantbrukaren. Det finns ingen behandling eller vaccin mot sjukdomen som endast kan utrotas genom sanering av smittade besättningar (SVA, 2012a). Även scrapie är en anmälningspliktig och dödlig sjukdom som kan orsaka både klåda och störningar i centrala nervsystemet hos får och getter. I Sverige finns det ett kontrollprogram med provtagningar på slaktade och självdöda får och getter. Klassisk scrapie är vanlig i större delen av Europa och världen men har inte varit något problem i Sverige. Under 80-talet infekterades två får (SJV, 2012; SVA, 2012b). Enligt SJV (2012) är scrapieresistenta gener ovanligt hos svenska fårraser och vi har inte något avelsprogram för resistens mot sjukdomen. Däremot nämns inget om förekomst av scrapie hos getter i Sverige.

Det finns genetisk variation för sjukdomsresistens och sjukdomstolerans (Bishop & Morris 2007). Trots det har studier inte kunnat visa på tydliga kopplingar mellan specifika gener och sjukdomsresistens hos getter (Bishop & Morris 2007; Gama & Bressan, 2011).

## Arvbarheter och korrelationer

### Avkastning av mjölk, fett och protein

Medelavkastningen för alpin- och saanengetter i Frankrike var cirka 700 kg mjölk samt 19,9-24,4 kg protein och fett i olika studier. Antalet getter som ingick i studierna varierade från 1 400 till 67 900 (Bélichon et al., 1999; Ilahi et al., 2000; Rupp et al., 2011). För fenotypiska standardavvikelser för mjölk-, protein-, och fettavkastning se tabell 1.

Tabell 1. Medeltal, arvbarheter och fenotypiska standardavvikelser för olika egenskaper hos mjölkproducerande getter (litteraturuppgifter)

	Medeltal	Arvbarhet	Fenotypisk standardavvikelse	
			Alpin	Saanen
Mjölkkavkastning, kg	648–722 <sup>a, c, d</sup>	0,26–0,35 <sup>a, b, c, d</sup>	133 <sup>d</sup>	144 <sup>d</sup>
Proteinavkastning, kg	19,9–21,3 <sup>a, c, d</sup>	0,31–0,36 <sup>a, c, d</sup>	3,80 <sup>d</sup>	3,96 <sup>d</sup>
Fettavkastning, kg	21,8–24,4 <sup>a, c, d</sup>	0,32–0,40 <sup>a, c, d</sup>	4,99 <sup>d</sup>	5,08 <sup>d</sup>
Proteininnehåll, %	2,78–3,08 <sup>b, c, d</sup>	0,27–0,67 <sup>a, b, c, d</sup>	0,23 <sup>d</sup>	0,19 <sup>d</sup>
Fettinnehåll, %	3,25–3,88 <sup>b, c, d</sup>	0,24–0,72 <sup>a, b, c, d</sup>	0,40 <sup>d</sup>	0,38 <sup>d</sup>
Laktosinnehåll, %	4,44 <sup>b</sup>	0,24 <sup>b</sup>	-	-
Kullstorlek	1,23–1,28 <sup>e</sup>	0,13–0,18 <sup>e</sup>	-	-
Killningsintervall	375,8 <sup>e</sup>	0,03 <sup>e</sup>	-	-
Mjölklöde, kg/min	1,095 <sup>c</sup>	0,65 <sup>c</sup>	-	-

<sup>a</sup> Rupp et al. (2011)

<sup>b</sup> Andonov et al. (2007)

<sup>c</sup> Ilahi et al. (2000)

<sup>d</sup> Bélichon et al. (1999)

<sup>e</sup> Bagnicka et al. (2007)

Enligt Barillet (2007) är arvbarheten för mjölkproduktionsegenskaper liknande för getter, får och kor. Arvbarheten för mjölk-, fett- och proteinavkastning är ofta mellan 0,2 och 0,4 (Montaldo & Manfredi, 2002; Barillet, 2007; Leboeuf et al., 2008; Gama & Bressan, 2011). Det stämmer överrens med studier utförda på alpin och saanen i Frankrike samt norska mjölkgetter (Bélichon et al., 1999; Ilahi et al., 2000; Andonov et al., 2007; Rupp et al., 2011).

Avkastningen av mjölk, fett och protein har generellt en stark positiv korrelation till varandra (0,8-0,95) (Barillet, 2007; Leboeuf et al., 2008). För alpin- och saanengetter i Frankrike varierade den genetiska korrelationen mellan mjölk-, protein-, och fettavkastning från 0,57 till 0,92. Den genetiska korrelationen mellan mjölkkavkastning och innehållet av fett och protein var negativ och ogynnsam, och mellan cirka -0,1 till -0,5 (Bélichon et al., 1999; Ilahi et al., 2000). Vid selektion är det därför viktigt att ta hänsyn till båda aspekterna eftersom en ökning i både mjölkkavkastning och innehåll av fett och protein är önskvärd (Barillet, 2007; Leboeuf et al., 2008). Även genetiska korrelationer mellan mjölkproduktionsmängd och juverexteriöra egenskaper har visat sig vara negativa och ogynnsamma hos franska mjölkgetter (Danchin-Burge et al., 2012) vilket gör att selektion för mjölkproduktion i längden kan leda till svårigheter att maskinmjölka (Barillet, 2007). De genetiska korrelationerna mellan proteinavkastning, fettavkastning, proteininnehåll samt fettinnehåll var däremot samtliga positiva och gynnsamma, cirka 0,05 till 0,86, för alpin och saanen i Frankrike. De starkaste korrelationerna var mellan proteinavkastning och fettavkastning för båda raserna. Den svagaste korrelationen var mellan proteinavkastning och fettinnehåll för alpin och mellan fettavkastning och proteininnehåll för saanen (Bélichon et al., 1999; Ilahi et al., 2000). För mer detaljerad information se tabell 2.



Tabell 2. Genetiska korrelationer mellan olika egenskaper hos getraserna alpin (ovanför diagonalen, efter Bélichon et al. (1999) samt Ilahi et al. (2000)) respektive saanen (nedanför diagonalen, efter Ilahi et al. (2000)) i Frankrike

	Mjolk- avkastning	Protein- avkastning	Fett- avkastning	Protein- innehåll	Fett- innehåll
Mjolkavkastning, kg		0,75–0,89	0,57–0,77	– 0,28–0,51	– 0,18–0,34
Proteinavkastning, kg	0,92		0,70–0,86	0,18–0,19	0,05–0,11
Fettavkastning, kg	0,76	0,83		0,06–0,14	0,49–0,57
Proteininnehåll, %	– 0,29	0,10	0,08		0,59–0,61
Fettinnehåll, %	– 0,10	0,10	0,56	0,51	

### Innehåll av fett, protein och laktos

Det genomsnittliga innehållet av fett och protein i mjölken varierade mellan 2,78 och 3,88 % i olika studier för alpin och saanen i Frankrike samt för norska mjölkgetter (Bélichon et al., 1999; Ilahi et al., 2000; Andonov et al., 2007). Fenotypiska standardavvikelser för alpin och saanen visas i tabell 1. I Norge ingår även laktosinnehåll i avelsmålet. Medelvärdet för laktosinnehåll hos drygt 2 000 norska mjölkgetter var 4,44 % (Andonov et al., 2007).

Arvbarheten för protein- och fettinnehåll varierar i studier mellan 0,5 och 0,6 (Barillet, 2007). I olika studier för alpin, saanen och norska mjölkgetter varierade de skattade arvbarheterna för fett-, protein- och laktosinnehåll mellan 0,24 och 0,72 (Bélichon et al., 1999; Ilahi et al., 2000; Andonov et al., 2007; Rupp et al., 2011). Arvbarheten för laktosinnehållet hos norska mjölkgetter var 0,24 (Andonov et al., 2007).

Korrelationen mellan protein- och fettinnehåll var 0,5–0,6 för franska alpin- och saanengetter (Bélichon et al., 1999; Ilahi et al., 2000).

### Reproduktionsegenskaper

Enligt Notter (2012) är arvbarheten för de flesta reproduktionsegenskaperna hos får och getter mellan 0,05 och 0,15. Bagnicka et al. (2007) utförde en studie på cirka 68 000 norska mjölkgetter under en period på elva år. Arvbarheterna för reproduktionsegenskaperna kullstorlek och killningsintervall var låga, 0,03–0,18, men dock något högre för första killningen. För att kunna göra en tillförlitlig avelsvärdering av egenskaper med låga arvbarheter krävs stora avkommegrupper. Det är inte praktiskt möjligt i getbesättningar med begränsad användning av AI som i Norge eftersom naturlig parning begränsar antalet avkommor (Bagnicka et al., 2007). Den genetiska korrelationen mellan mjölkproduktion och funktionella egenskaper som reproduktion är ogynnsam vilket är viktigt att ta hänsyn till vid selektion (Barillet, 2007).

### Mjökflöde

Med hjälp av genetiska markörer har ”Quantitative trait loci” (QTL), det vill säga sekvenser i arvsmassan med stor effekt på en viss kvantitativ egenskap, hittats som påverkar mjökflöde och innehåll av fett och protein (Montaldo & Manfredi, 2002). Studier har visat att skillnader i mjökflödet hos getter till stor del kan förklaras av genetisk variation (Barillet, 2007). Genom släktskapsanalyser har en ”major gene” hittats hos rasen alpin i Frankrike. Genen förklarade ungefär 60 % av den totala genetiska variationen och mjökflödet hade en arvbarhet på 0,65. Mjökflödet hos alpingetterna var cirka 1 kg mjök per minut och den genetiska korrelationen mellan mjökflöde och mjökavkastning var 0,10 (Ilahi et al., 2000).

## Avelsprogram

Utformningen av ett avelsprogram beror av både produktionssystem, ekonomi, resurser och genetisk kunskap. För att utforma ett avelsprogram krävs registreringar och mätningar på viktiga egenskaper som ska ingå. En vanlig modell för att skatta genetiska värden är "Best Linear Unbiased Prediction" (BLUP) djurmodell som används i både Norge (Montaldo & Manfredi, 2002) och Frankrike (Leboeuf et al., 1998; Montaldo & Manfredi, 2002). En BLUP djurmodell tar hänsyn till all tillgänglig information och gör det möjligt att skilja på genetiska och miljömässiga effekter (Leboeuf et al., 2008). Modellen kräver genetisk koppling mellan besättningar vilket kan skapas genom användning av AI (Leboeuf et al., 1998; Montaldo & Manfredi, 2002; Barillet, 2007; Leboeuf et al., 2008).

## Frankrike

Medelstorleken för mjölkgetsbesättningar i Frankrike ökade kraftigt under 90-talet till 110 getter per besättning år 2000 (Ilahi et al., 2000). I Frankrike sker selektionen av alpin- och saanengetter i två öppna kärnbesättningar (Leboeuf et al., 1998; Barillet, 2007). Selektionen baseras på användning av både AI med fryst sperma och östrogensynkronisering vilket möjliggör planerad parning av föräldradjur och avkommebedömning, samt skapar genetisk koppling mellan besättningar (Montaldo & Manfredi, 2002; Barillet, 2007). Vid avelsvärderingen av mjölmängd, fett och protein analyseras egenskaperna var för sig (single trait) (Montaldo & Manfredi, 2002) medan för exteriöra egenskaper sker avelsvärderingen för flera egenskaper i en gemensam analys (multiple trait) (Montaldo & Manfredi, 2002; Danchin-Burge, 2012).

Användning av tröskelvärden och kombinerade selektionsindex för proteinavkastning och proteininnehåll har lett till en förbättring av proteinegenskaperna. Även fettinnehållet har ökat eftersom det är positivt korrelerat till proteininnehållet. Men förhållandet mellan fett- och proteininnehåll är svagt negativt vilket medfört att ökningen av fett inte har varit förhållandevis lika stor. Även för juvrets exteriöra egenskaper används ett kombinerat selektionsindex för juverprofil, juvrets position över golvet samt juvrets fäste och form eftersom dessa faktorer orsakar det mesta av variationen. På grund av genetisk skillnad mellan alpin och saanen har dessa egenskaper viktats olika i det kombinerade indexet (Leboeuf et al., 2008). För att kunna förbättra såväl exteriöra juveregenskaper som mjölkavkastning har ett samlat index skapats för att ta hänsyn till båda kriterierna (Leboeuf et al., 2008; Danchin-Burge et al., 2012).

För att få så stort genetiskt framsteg som möjligt selekteras de hon- och handjur som har bäst avelsvärde för produktionsegenskaper och exteriöra juveregenskaper. Planerad parning gör att inavel undviks och den genetiska variationen behålls. Varje år inspekteras 350 handjur inför selektion till ett center för spermieproduktion (Leboeuf et al., 2008). Dessa djur utvärderas med avseende på släktskap, rasstandard, tillväxt, sexuellt beteende samt produktion och frystålighet av spermier (Leboeuf et al., 1998; Leboeuf et al., 2008). Därefter väljs 70 handjur som avkommeprövas baserat på 200 semineringar vardera. De 35 bästa selekteras och alla andra handjur slaktas (Leboeuf et al., 2008).

Tillgängliga DNA-metoder gör det möjligt att finna individuella bärare av önskvärda alleler för att öka det genetiska framsteget (Moioli et al., 1998). Genom molekylärgenetiska studier har kaseinpolymorfism upptäckts, så alla AI-bockar i Frankrike genotypas för *as1*-kaseinalleler. Vid val av bockar och inför planerad parning selekteras de djur med önskvärda alleler (A) för att öka allelfrekvensen och därigenom förbättra kaseininnehållet i mjölken (Moioli et al., 1998; Montaldo & Manfredi, 2002).

## Norge

Norge har ett organiserat avelsarbete för mjölkgetter som drivs av Norsk Sau og Geit (NSG, 2012). För att skapa en genetisk koppling mellan besättningarna i Norge används naturlig betäckning av bockar som roteras mellan besättningar, så kallade bockcirklar (Montaldo & Manfredi, 2002). Norge hade cirka 55 000 vuxna mjölkgetter i 826 besättningar år 1998 varav 61 % ingick i bockcirklar. Aveln bedrevs i 35 bockcirklar som i genomsnitt bestod av nio gårdar med 69 getter vardera (Ådnøy, 2012 personligt meddelande). Genom användning av naturlig parning finns också risk för sjukdomsspridning och nu finns det bara åtta bockcirklar kvar på grund av saneringsarbete för sjukdomen CAEV (NSG 2012; Ådnøy, 2012 personligt meddelande). Det finns ännu ingen styrd avveckling av bockringar men det är osäkert hur länge de kommer att vara i drift. Allt fler getägare har istället övergått till att avelsvärdera bockarna i egen besättning så utöver bockringarna finns det även 40 avelsbesättningar (NSG, 2012).

I varje bockcirkel testas ett antal bockar som roteras mellan besättningarna under parningssäsongen för att få avkommor i flera besättningar. Getternas första killning sker vid 12 månaders ålder och utifrån registrering av avkommornas mjölkproduktion görs en primär rankning och selektion av testbockar. När avkommornas första laktation är avslutad får bockarna ett officiellt avelsindex. Indexet är en sammanvägning av avelsvärden för egenskaper från BLUP modellen (Ådnøy, 2012 personligt meddelande). En multiple trait BLUP testdagsmodell används för beräkning av avelsvärdet för produktion av mjölk, fett, protein och laktos (Montaldo & Manfredi, 2002; Ådnøy, 2012 personligt meddelande). Avelsvärdena baseras på registrering av mjölkavkastningen som sker fem gånger per år, varav två under betessäsongen. Vid minst tre av dessa fem tillfällen analyseras innehållet av protein-, fett- och laktoshalt samt celltal i mjölken (Ådnøy, 2012 personligt meddelande). Besättningarna lämnar in data till Getkontrollen varje månad och nästkommande månad publiceras de nya avelsindexen (NSG, 2012). Vid selektion av avelsbockar tas hänsyn till både avelsindex och kaseingenvariabler (NSG, 2012; Ådnøy, 2012 personligt meddelande). Bockarna med högst värde selekteras till avelsbockar som paras med avelsgetterna som utgör cirka 20 % av getterna i besättningarna. Deras avkommor har sedan möjlighet att rekryteras som nya testbockar i följande runda. De bästa avelsbockarna i landet selekteras för att producera sperma som används till AI (Ådnøy, 2012 personligt meddelande). År 2006 startade en seminbockstation upp med plats för 100 bockar varav 15 platser är i bruk i dag. Det har varit vissa problem att genomföra avkommegranskning baserat på seminanvändning men avsikten är att det ska tillkomma upp till 15 nya testbockar och 5 nya avelsbockar per år. Varje år säljs det cirka 3 000 doser semin (NSG, 2012).

Avelsvärdet för de norska mjölkgetterna och bockarna består av åtta delindex för olika egenskaper som visas i tabell 3. Alla index uppdateras varje månad under hela året. Beroende på målet med egenskaperna får de olika ekonomisk vikt och ett samlat avelsvärde som har ett medeltal på 100 och standardavvikelse på 10, beräknas (NSG, 2012). Testbockarna och avelsbockarna har ett avelsvärde mellan 125 och 140 (NSG Semin, 2012). Den senaste ändringen av avelsmålet var år 2007 då målet att minska fria fettsyror i mjölken och att minska nollallelen för kaseingenen infördes. De ekonomiska vikterna för de olika egenskaperna som ingår i avelsmålet justerades år 2009 då vikten av egenskaperna urmjölkkningshastighet och celltal sänktes (NSG, 2012).

Tabell 3. Ekonomisk vikt av 8 delindex i avelsmålet för norska mjölkgetter

Egenskap	Vikt
Mjölmängd (kg/dag)	20
Fett (%)	10
Protein (%)	10
Laktos (%)	10
Fria fettsyror (log)	- 5
Celltal (log)	- 1
Juverexteriör (poäng)	5
Urmjölkningshastighet (poäng)	10

Tabell justerad efter NSG, 2012

Enligt NSG Semin (2012) pågår det nu en satsning för att förbättra mjölk kvaliteten med avseende på ystbarhet och fria fettsyror samt eliminering av den så kallade nollallelen i  $\beta$ -kaseingenen. För att undvika en alltför stor inavelsgrad används importerad sperma från de franska alpingetterna som inte har nollallelen. Nu finns det möjlighet att både använda och avkommegranska korsningsraser i produktion. De importerade franska bockarna har ett sammanlagt avelsvärde mellan 118-149 och är nu på ungefär samma nivå som de norska bockarna.

## Diskussion

Som Barillet (2007) och Leboeuf et al. (2008) konstaterar kommer framtida getmjölksnäring vara beroende av att optimera produktionen med avseende på mjölkavkastning, protein- och fettinnehåll samt en jämnare laktation över året genom en förlängd killningssäsong. En förlängd killningssäsong kan eftersträvas för att ge mindre fluktuationer i produktionen, jämnare tillgång på produkterna och därigenom ett stabilare mjölkpris. Det finns även fördelar med den traditionella säsongsbundna reproduktionen. Om killningen är koncentrerad till en viss period under året kan det underlätta arbetet på gården. Valet att ha en arbetsintensiv period under året kan vägas mot fördelarna av att ha en stabilare inkomst. Killningsperiodens längd kan i dagsläget styras genom val av ras eftersom raser från sydligare breddgrader såsom Medelhavsområdet visat sig ha en mer utsträckt reproduktionsperiod (Barillet, 2007) men i framtiden kan ett fortsatt avelsarbete på förlängda killningsperioder på samtliga använda raser vara till ekonomisk nytta för lantbrukarna.

Reproduktion är en viktig egenskap att selektera för ur ekonomisk synpunkt eftersom könsmodnhet, killningsintervall och dräktighetsprocent påverkar produktion och kostnadseffektivitet. Många viktiga selektionsegenskaper har en låg till måttlig arvbarhet och det är allmänt känt att egenskaper med låg arvbarhet är svåra att selektera för eftersom det tar längre tid att uppnå ett önskvärt resultat. Därför krävs en långsiktig och uthållig selektion av avelsdjur.

För att minska produktionskostnaderna och öka djurvälstånd, mjölkproduktion och kvalitet på mejeriprodukterna är det viktigt att förbättra funktionella egenskaper, minska sjukdomsförekomsten och att inte ensidigt avla för ökad mjölkavkastning. Selektion inriktad på ökad mjölkavkastning kan tyvärr leda till minskat innehåll av både fett- och protein samtidigt som de exteriöra juveregenskaperna kan försämrans på grund av negativa genetiska korrelationer till just mjölkavkastning. Ett exempel på detta skulle kunna vara djur som visserligen ger hög mjölkavkastning men vars juver inte lämpar sig för maskin- eller robotmjölkning. Alltså måste både mjölmängd och funktionella egenskaper beaktas vid selektion, och i längden kan det löna sig att avla på djur som kanske inte har den högsta

avkastningen men som har bättre hälsa och lämpar sig för rationell och kostnadseffektiv djurhållning. Ett annat ogynnsamt samband som hittats hos mjölkkor är den negativa korrelationen mellan mjölkavkastning och fertilitet (Barillet, 2007) så därför kan det vara intressant med fortsatta genetiska studier på getter för att ta reda på om det finns något negativt samband även för dem.

Ilahi et al. (2000) nämner vikten av att ta hänsyn till både mjölkningsförmåga och sjukdomsresistens i syfte att förbättra ekonomin för lantbrukare. Djurhälsa är alltså en viktig ekonomisk aspekt och avelsarbete i framtiden bör fokusera på sjukdomsförebyggande åtgärder och tillvaratagande av den naturliga genetiska sjukdomsresistens som finns i populationen. Ökande problem med exempelvis antibiotikaresistenta bakterier ställer högre krav på att aveln i framtiden förebygger och dämpar effekten av sjukdomsspridning. För vissa sjukdomar saknas det vaccin eller behandling i dagsläget, t.ex. för CAEV (SVA 2012a). Alltså är avel av största vikt. En begränsande faktor för aveln kan dock vara förekomsten av gener i populationen som ökar motståndskraften mot sjukdomar. En alltför intensiv selektion på ett fåtal djur med en viss önskvärd egenskap kan leda till inavel. Eftersom det inte finns studier som visar på tydliga samband mellan specifika gener och sjukdomsresistens hos getter (Bishop & Morris 2007; Gama & Bressan, 2011) behövs vidare forskning för att sjukdomsresistens ska kunna inkluderas i avelsmålet. En möjlighet kan vara att inkludera en generell motståndskraft liknande motsvarande avelsvärde för övriga sjukdomar inom mjölkkoaveln. Förutsättningen är att sjukdomarna registreras.

Möjliga förbättringar för etablerade avelsprogram kan enligt Montaldo & Manfredi (2002) och Barillet (2007) vara att inkludera nya selektionsegenskaper och utnyttja molekylärgenetisk information. Ett sätt att ta hänsyn till nya selektionsegenskaper kan vara genom förändring av avelsstrategi. I Norge har man exempelvis bockcirklar vilket kan ersättas med användning av AI för att förbättra avelsarbetet och minska sjukdomsspridning. Selektion för egenskaper med låg arvbarhet underlättas genom användning av AI eftersom det möjliggör stora avkommegrupper vilket krävs för att ge en tillförlitlig bedömning. Genom större avkommegrupper och fler djur att välja bland finns möjlighet att selektera en mindre andel vilket ger en högre selektionsintensitet och därigenom större genetiska framsteg. Ett exempel på utnyttjande av genetisk information är selektion för önskvärda kaseingenotyper som redan utnyttjas i aveln i Frankrike och Norge. Utnyttjande av annan molekylärgenetisk information såsom kartläggning av hela getens arvs massa, fortsatt DNA-genotypning och utveckling av genmodifieringstekniker (Moioli et al., 1998) kan leda till upptäckten av fler DNA-polymorfismer och utökar möjligheten att studera genetiska samband.

Användningen av hormonell behandling i Frankrike (Pellicer-Rubio et al., 2008) kan ifrågasättas ur etisk synpunkt och Leboeuf et al. (2008) föreslår att mer naturliga metoder såsom att utnyttja bockeffekten bör utvecklas i syfte att minska användningen av syntetiska preparat och hormonbehandlingar på hondjur. Utnyttjande av mer naturliga metoder kan vara effektivt både kostnadsmässigt och arbetsmässigt eftersom inga inköp och behandling av hormonella preparat behövs. Vidare kan det även vara mer tilltalande för konsumenterna om de vet att produkten har framställts på naturlig väg.

Eftersom getpopulationen i Sverige är relativt liten och flera raser enligt Räf (2012) är utrotningshotade är det svårt att selektera för att förbättra vissa egenskaper utan att öka risken för inavel. Dock har svenska getter redan en relativt bra mjölkavkastning jämfört med norska och franska getter. För att getnäringen i Sverige skall kunna utvecklas krävs bildande av en aktiv avelsförening med härstamningsregister och egenskapsregistrering samt intresse och engagemang från producenter.

## Slutsats

Det finns redan organiserat avelsarbete i Frankrike och Norge men fortsatt avelsarbete och kontinuerlig skattning av genetiska parametrar behövs på grund av förändringar över tiden. Avel främjar bättre djurmaterial, djurhälsa, ekonomi och minskar arbetsbelastning. Nuvarande avel fokuserar mest på betalningsgrundande egenskaper som mjölkavkastning och mjölksammansättning. Funktionella egenskaper hamnar allt mer i fokus och dessa har också stor betydelse för ekonomin. Framtida avel kan vara att hitta sätt att registrera och inkludera dessa nya egenskaper i avelsmålen med hjälp av molekylärgenetisk information. Dock är produktionsegenskaperna ofta negativt korrelerade till funktionella egenskaper vilket försvårar avelsarbetet.

## Litteraturförteckning

- Andonov, S., Degard, J., Boman, I. A., Svendsen N, M., Holme, I. J., Adny, T., Vukovic, V. & Klemetsdal, G. 2007. Validation of test-day models for genetic evaluation of dairy goats in Norway. *Journal of Dairy Science*, 90, 4863-4871.
- Bagnicka, E., Wallin, E., Lukaszewicz, M. & Ådnøy, T. 2007. Heritability for reproduction traits in Polish and Norwegian populations of dairy goat. *Small Ruminant Research*, 68, 256-262.
- Barillet, F. 2007. Genetic improvement for dairy production in sheep and goats. *Small Ruminant Research*, 70, 60-75.
- Belichon, S., Manfredi, E. & Piacere, A. 1999. Genetic parameters of dairy traits in the Alpine and Saanen goat breeds. *Genetics Selection Evolution*, 31, 529-534.
- Bishop, S.C. & Morris, C.A. 2007. Genetics of disease resistance in sheep and goats. *Small Ruminant Research*, 70, 48-59.
- Danchin-Burge, C., Allain, D., Clément, V., Piacé, A., Martin, P., Palhière, I. 2012. Genetic variability and French breeding programs of three goat breeds under selection. *Small Ruminant Research*, article in press, 9 pages.
- FAO, mars 2012a. Food and Agriculture Organisation of the United States. <http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573#ancor>
- FAO, mars 2012b. Food and Agriculture Organisation of the United States. <http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#ancor>
- Gama, L. T. & Bressan, M. C. 2011. Biotechnology applications for the sustainable management of goat genetic resources. *Small Ruminant Research*, 98, 133-146.
- García-Peniche, T.B., Montaldo, H.H., Valencia-Posadas, M., Wiggans, G.R., Hubbard, M., Torres-Vázquez, J.A., Shepard, L. 2012. Breed differences over time and heritability estimates for production and reproduction traits of dairy goats in the United States. *Journal of Dairy Science*, 95, 2707-2717.
- Holtz, W. 2005. Recent developments in assisted reproduction in goats. *Small Ruminant Research*, 60, 95-110.
- Ilahi, H., Manfredi, E., Chastin, P., Monod, F., Elsen, J. M. & Roy, P. L. 2000. Genetic variability in milking speed of dairy goats. *Genetical Research*, 75, 315-319.
- Leboeuf, B., Manfredi, E., Boue, P., Piacere, A., Brice, G., Baril, G., Broqua, C., Humbolt, P. & Terqui, M. 1998. Artificial insemination of dairy goats in France. *Livestock Production Science*, 55, 193-203.
- Leboeuf, B., Delgadillo, J. A., Manfredi, E., Piacere, A., Clement, V., Martin, P., Pellicer, M., Boue, P. & De Cremoux, R. 2008. Management of goat reproduction and insemination for genetic improvement in France. *Reproduction in Domestic Animals*, 43, 379-385.

- Moioli, B., Pilla, F. & Tripaldi, C. 1998. Detection of milk protein genetic polymorphisms in order to improve dairy traits in sheep and goats: a review. *Small Ruminant Research*, 27, 185-195.
- Montaldo, H. H. & Manfredi, E. 2002. Organisation of selection programmes for dairy goats. *Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Montpellier, France, August, 2002. Session 1, 1-8.
- Notter, D.R. 2012. NSG, mars 2012. Genetic improvement of reproductive efficiency of sheep and goats. *Animal Reproduction Science*, 130, 147-151.
- NSG, mars 2012. Norsk sau og geit. <http://www.nsg.no/geit/>
- NSG Semin, mars 2012. NSG Semin AS. <http://www.nsgsemin.no/>
- Pellicer-Rubio, M. T., Leboeuf, B., Bernelas, D., Forgerit, Y., Pougnaud, J. L., Bonne, J. L., Senty, E., Breton, S., Brun, F. & Chemineau, P. 2008. High fertility using artificial insemination during deep anoestrus after induction and synchronisation of ovulatory activity by the "male effect" in lactating goats subjected to treatment with artificial long days and progestagens. *Animal Reproduction Science*, 109, 172-188.
- Rupp, R., Clement, V., Piacere, A., Robert-Granie, C. & Manfredi, E. 2011. Genetic parameters for milk somatic cell score and relationship with production and udder type traits in dairy Alpine and Saanen primiparous goats. *Journal of Dairy Science*, 94, 3629-3634.
- Räf, K. 2012. Getter. *Fårskötsel- Svenska Fåravelsförbundets tidskrift för får- och getägare* 2, 20-25.
- SVA, april 2012a. Statens veterinärmedicinska anstalt. <http://www.sva.se/sv/Djurhalsa1/Far-och-get/Endemiska-sjukdomar-hos-get-erval/Caprin-Artrit-Encefalit-CAE/>
- SVA, april 2012b. Statens veterinärmedicinska anstalt. <http://www.sva.se/sv/Djurhalsa1/Epizootier/Transmissibla-Spongiforma-Encefalopatier-TSE-och-prioner/Scrapie-och-Atypisk-Scrapie-Nor98/>
- SJV, april 2012. Jordbruksverket. <http://www.sjv.se/ammesomraden/djur/farochgetter/sjukdomar/scrapie.106.1bd41dbf120d2f595da80001476.html>
- Ådnøy, T. Mars 2012. Personligt meddelande. Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, Universitetet for miljø- og biovitenskap.