

## Genetisk bakgrund till fotröta hos får



**Ebba Ekholm**

Examensarbete för kandidatexamen, 15 hp  
Agronomprogrammet – Husdjur  
Institutionen för husdjursgenetik, 515  
Uppsala 2017

# Genetisk bakgrund till fotröta hos får

## Genetical background to ovine footrot

### Ebba Ekholm

**Handledare:** Elisabeth Jonas, SLU, Institutionen för husdjursgenetik  
**Examinator:** Anna Johansson, SLU, Institutionen för husdjursgenetik

**Omfattning:** 15 hp  
**Kurstitel:** Kandidatarbete i husdjursvetenskap  
**Kurskod:** EX0553  
**Program:** Agronomprogrammet - Husdjur  
**Nivå:** Grund, G2E

**Utgivningsort:** Uppsala  
**Utgivningsår:** 2017  
**Serienamn, delnr:** Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjursgenetik, **515**

**Omslagsbild:** Ebba Ekholm

**Nyckelord:** får, fotröta, genetik, *Dichelobacter nodosus*, *Fusobacterium necrophorum*, klövsjukdom, DQA<sub>2</sub>

**Key words:** sheep, footrot, genetics, *Dichelobacter nodosus*, *Fusobacterium necrophorum*, hoof disease, DQA<sub>2</sub>

## Sammanfattning

Fotröta är ett bestående hälsoproblem hos får världen runt. Därför undersöks idag olika alternativ som kan användas för att bekämpa denna sjukdom. Sverige är ett av de länder där fotröta är ett relativt nytt problem och mer forskning efterfrågas. Målet med detta kandidatarbete är att undersöka fårens genetik och andra påverkande faktorer bakom fotröta. Olika behandlingsmetoder finns idag tillgängliga såsom antibiotikakurer, vaccinering, klövklippning och fotbad, men även avelsprogram för förbättrad resistens mot fotröta hos får är under utveckling. Två bakterier som är inblandade i fotrötans uppkomst har upptäckts, *Dichelobacter nodosus* och *Fusobacterium necrophorum*. I detta arbete har information från studier om fårens genetik och kopplingen till fotröta sammanfattats, där bland annat arvbarhet och kandidatgener undersöks. En viss arvbarhet för resistens mot fotröta har påvisats i en studie och två studier har undersökt DQA<sub>2</sub>-genen där olika alleler verkade ha en koppling till en ökad eller minskad risk för fotröta. Både äldre och nyare studier har utförts där andra faktorer som sägs påverka fotrötan såsom ras, klövar, ålder, vikt, temperatur, väder och underlag undersöktes. Dessa studier tyder ofta på ett samband mellan dessa faktorer, bakterier samt fårens genetik. Genom denna litteratursammanfattning är det dock tydligt att mer forskning krävs som kan styrka att de ovan nämnda faktorerna tillsammans ger upphov till fotröta.

## Abstract

Footrot is a continuous health problem in sheep all around the world. Thus several options to treat this disease are investigated. Sweden is one of the countries where footrot is a relatively new problem and research within this area is requested. The aim of this paper is to examine the genetics of the sheep, as well as other influencing factors causing footrot. As of today several treatments are available such as the use of antibiotics, vaccination, hoof trimming and footbaths, but also breeding programmes are being developed to improve the resistance of sheep to footrot. Two bacteria which are involved in the prevalence of footrot have been found, *Dichelobacter nodosus* and *Fusobacterium necrophorum*. In this paper information from studies on the genetics of sheep and the connection to footrot have been summarized, where amongst others heritability and several candidate genes have been investigated. A certain heritability for resistance against footrot has been found in one study and two studies have researched the DQA<sub>2</sub> gene where different alleles seemed to be connected to either a higher or lower prevalence of footrot. Both older and newer studies have been performed analyzing other influencing factors such as breed, hooves, age, weight, temperature, weather and environmental factors. These studies often show a correlation between these factors, the bacteria and the genetics of the sheep. However, through this literature summary it is evident that further research is needed to strengthen the statement that all of these factors together give rise to footrot.

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Introduktion</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Litteraturstudie</b>	<b>7</b>
2.1	Fotröta	7
2.1.1	Olika grader av fotröta	7
2.2	Geografisk utspridning	9
2.3	Bakterier	9
2.3.1	<i>Dichelobacter nodosus</i>	9
2.3.2	<i>Fusobacterium necrophorum</i>	9
2.3.3	Virulensfaktorer	10
2.4	Behandlingar	10
2.4.1	Kortsiktiga behandlingar	10
2.4.2	Långsiktiga behandlingar	11
2.5	Genetik	11
2.5.1	Arvbarhet	11
2.5.2	DQA <sub>2</sub> -genen	12
2.5.3	Genome-wide association study (GWAS)	12
2.5.4	Homo-och heterozygoti	13
2.6	Påverkande faktorer	13
2.6.1	Ras	13
2.6.2	Klövar	14
2.6.3	Ålder och vikt	14
2.6.4	Temperatur, väder och underlag	14
<b>3</b>	<b>Diskussion</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>Slutsats</b>	<b>18</b>
	<b>Referenslista</b>	<b>19</b>

# 1 Introduktion

Fotröta är en sjukdom som existerar i hela världen och drabbar får och getter, men i störst utsträckning får. Sjukdomen har varit ett bestående problem då den leder till infektioner i klövarna och är ytterst smittsam. Trots detta diagnostiserades det första fallet av fotröta i Sverige så sent som år 2004 (Olofsson *et al.*, 2005). Möjligheten finns dock att den förekommit innan dess, men blivit feldiagnostiserad.

Man brukar dela upp fotröta i kategorierna benign, det vill säga godartad, och virulent som är den aggressiva formen (König *et al.*, 2011). Som sammanfattat av König *et al.* (2011) så används ofta ett femskaligt utvärderingssystem för att ytterligare bedöma fotrötan.

Olika faktorer spelar in på om fotröta uppstår hos ett får eller inte, såsom varmare årstider, fuktigare temperaturer och bakterier. En bakterie som alltid är involverad i att orsaka fotröta heter *Dichelobacter nodosus* (*D.nodosus*), vilken är den främsta orsaken till fotröta. En annan bakterie är *Fusobacterium necrophorum* (*F.necrophorum*) som karakteristiskt liknar den tidigare nämnda bakterien (Sjödén, 2007). Båda dessa bakterier är högst relevanta att ta upp när man pratar om fotröta (Parker, 2001).

Denna klövsjukdom leder inte bara till stora ekonomiska förluster för bonden, såsom veterinärkostnader och förlängda arbetstider, utan den leder även till en försämrad produktivitet hos fåren. Som sammanfattat av Mucha *et al.* (2015) så lider självfallet även fåren av detta då sjukdomen kan leda till förlamningar.

Fotröta är ett relativt nytt problem på svenska färgårdar och relativt lite forskning har hittills undersökt den genetiska bakgrunden hos svenska får.

Syftet med denna litteraturstudie är att granska genetiken bakom fotrötan samt att titta på vilka faktorer som spelar in vid uppkomsten av fotröta. Ett annat syfte är att sammanfatta lösningar som vetenskaplig litteratur föreslagit till hur denna plågsamma sjukdom kan behandlas. Hypotesen är att både bakterier, fårens genetik och underlaget gemensamt ger upphov till fotröta.

## 2 Litteraturstudie

### 2.1 Fotröta

Fotröta är en vanligt förekommande sjukdom hos får som orsakas av bakteriella infektioner i den känsliga klövspaltshuden. En infektiösaagent, *D.nodosus*, kan ta sig genom huden i klövspalten och på så vis infektera klöven. I allvarligare fall av fotröta sprider sig infektionen till den mjuka klövväggen som börjar brytas ned. Smittan sprids ofta via betet och sjukdomen kan överföras mellan individer i flocken. Om fall av fotröta uppträder i besättningen är bonden skyldig att anmäla detta så att en laboratoriediagnos kan utföras. Sedan 2009 har Sverige även ett kontrollprogram för fotröta (SVA, 2017).

Fåren lider enormt av fotröta och ett vanligt symptom är att fåren haltar. Detta på grund av att klövsulan har börjat luckras upp (Sjödin, 2007). I vissa fall om klövröten är aggressiv kan man se får som står lutade på framknäna när de betar (SVA, 2017). Det förekommer också fall där får kan gå runt med fotröta utan att visa några kliniska symptom. Det är sådana fall som är mest kritiska, då de sjuka djuren går runt bland de friska, vilket kan leda till att smittan sprids vidare (Simmons och Darnell, 1992).

#### 2.1.1 Olika grader av fotröta

Som beskrivet i König *et al.* (2011) så sker bedömning av skador på klövarna efter en femgradig skala. Skalan sträcker sig mellan poäng 0-5, där poäng 0 indikerar en frisk klöv. Om klöven har börjat bli inflammerad i klövspaltshuden har fåren grad 1. Ibland har denna del av huden även förlorat lite päls. Får med grad 1 bedöms dock inte ha fotröta. Nästa grad är 2 och här har inflammationen ofta lett till nekrotisering av den drabbade huden, samt ibland spridit sig vidare till det mjuka klövhornet. Grad 3 räknas som allvarlig fotröta och här har infektionen spridit sig till klövens sula som börjat förstöras. Grad 4 innefattar

att även klövens sula i princip är helt förstörd. Vid grad 5, den allvarligaste, är hela klöven illa drabbad med mycket nekrotiserad vävnad.



*Figur 1.* Grad 1. (Foto: Åsa Hilmersson)



*Figur 2.* Grad 2. (Foto: Ulrika König)



*Figur 3.* Grad 3. (Foto: Ulrika König)



*Figur 4.* Grad 4. (Foto: Ulrika König)



*Figur 5.* Grad 5. (Foto: Ulrika König)



## 2.2 Geografisk utspridning

Som tidigare nämnt upptäcktes det första fallet av fotröta i Sverige år 2004 (Olofsson *et al.*, 2005). I studien utförd av König *et al.* (2011) testades klövarna av 500 slaktade svenska lamm under september månad. Det visade sig efter undersökningen att 29 av lammen led av fotröta. Förekomsten av fotröta beräknades individuellt ligga på cirka 5,8 % hos slaktlamm. Klövarna undersöktes dels genom en okulärbesiktning med den femgradiga utvärderingsskalan som hjälp och dels genom bakteriella prover. Resultaten från König *et al.* (2011) visade att förekomsten av fotröta var signifikant högre i norra Sverige än i Sveriges södra delar.

Runt om i världen har fotröta länge varit ett stort problem. Länder som varje år lider av stora ekonomiska förluster är Australien, centrala Indien och Storbritannien. Som sammanfattas av Mucha *et al.* (2015) så blir upp emot 9 miljoner får förlamade av fotröta varje år enbart i Storbritannien.

## 2.3 Bakterier

### 2.3.1 *Dichelobacter nodosus*

*D.nodosus* är en infektionsagent i fotröta och är en anaerob bakterie. Då den är anaerob överlever den inte länge i underlag på beten utan enbart i klövarna. Om man låter smittad mark vila i några veckor dör bakterien ut (Sjödin, 2007).

I studien av Kennan *et al.* (2014) samlades olika stammar av *D.nodosus* in från 8 olika länder. Dessa länder var Australien, Butan, Danmark, Indien, Nepal, Norge, Storbritannien och Sverige. Denna utbredning bidrog med att man fick en stor variation av raser, inhysningar och klimat där bakterien isolerats från. Alla isolat togs sedan till två laboratorier där bakterierna fick växa till. Den breda variationen av isolat bidrog till slutsatsen att *D.nodosus* har ett genom som är relativt välkonserverat. Denna slutsats skulle kunna vara en viktig aspekt att tänka på vid avel eller bekämpning av fotröta.

### 2.3.2 *Fusobacterium necrophorum*

En annan anaerob bakterie som verkar tillsammans med *D.nodosus* är *F.necrophorum*. Denna bakterie är i sig själv ofarlig och återfinns ofta på beten, men även i fårens digestionskanal. Förloppet börjar med att *D.nodosus* angriper den mjuka klövspaltshuden i det infekterade fåret. Endast då blir *F.necrophorum* farlig och orsakar inflammation i klövarna, vilket utan behandling kan leda till allvarigare grader av fotröta (Parker, 2001).

### 2.3.3 Virulensfaktorer

Som tidigare nämnt beror graden av fotrötan på olika faktorer, varav en är bakteriens virulens, framför allt hos *D.nodosus*. De viktigaste virulensfaktorerna att nämna som produceras av *D.nodosus* är typ IV fimbrier och extracellulära proteaser. Utan dessa verkar det som att *D.nodosus* inte är virulent. Som Kennan *et al.* (2011) har sammanfatta är fimbrierna stora antigener på ytan av *D.nodosus*. Dessa är farliga då de kan ta sig igenom klövskadorna, där sedan proteaserna bryter ned den sjuka vävnaden. De bidrar även med en nära kontakt mellan värdceller och bakterier. Dessa kan man få fram genom tester som utförs in vitro, där det har påvisats att *D.nodosus* kan ha olika inverkan på klövarna hos får beroende på sin virulens (Stewart *et al.*, 1986).

## 2.4 Behandlingar

### 2.4.1 Kortsiktiga behandlingar

Det finns idag olika behandlingar för får som drabbats av fotröta. Vilken behandling man väljer att tillämpa varierar och beror vanligtvis på faktorer såsom kostnader och flockstorlekar.

Antibiotika sätts ofta in och fungerar bra för att behandla fotröta individuellt hos får. Inte bara botar detta fotrötan utan det förhindrar även smittan från att sprida sig ytterligare (Sjödin, 2007). Man kan också vaccinera får mot fotröta och det finns idag några olika vaccin på marknaden. Första vaccinet mot fotröta presenterades 1969 och sedan dess har utvecklingen av nya vaccin varit ett stort forskningsämne. Idag finns specifika vaccin för olika utbrott av sjukdomen (Dhungyel *et al.*, 2014). Klövklippning är en annan behandling där döda vävnader trimmas bort, vilket ger klöven en chans att återhämta sig. Med klövklippningen blottas dock klöven ytterligare till omgivningen och därmed möjliga patogener. Därför bör denna behandling användas med försiktighet. I värsta fall om graden av fotrötan är för allvarlig och för många djur är drabbade bör dessa djur slås ut (Bennett och Hickford, 2011). Även fotbad med 10-procentig zinksulfat kan användas för att behandla fotrötan och regelbunden uppsyn av klövarna är rekommenderat (Sjödin, 2007).

Att försöka förhindra fotrötan innan den uppstår är det bästa sättet att motverka den. Det är viktigt att hålla får som behandlats mot fotröta skiljt från flocken tills de är helt friskförklarade, samt att sanera alla ytor som kan ha kommit i kontakt med sjukdomen innan fåren släpps dit, då fotröta är ytterst smittsam. Nya får som tas in i besättningen bör alltid kontrolleras för fotröta direkt, för att minska risken för smitta (Parker, 2001). Det är även vanligt att får

utfodras på en specifik plats där risken är stor att smittan sprids vidare. Om man har haft smittade får så bör sådan utfodring undvikas (Conington *et al.*, 2008).

#### 2.4.2 Långsiktiga behandlingar

En långsiktigare lösning till problemet är att avla och utveckla avelsprogram för får som är resistent mot fotröta. Detta initiativ är både ekonomiskt försvarbart och mer permanent än de lokala behandlingarna, men också mer hållbar än kortsiktiga behandlingar (Conington *et al.*, 2008). Avel för resistens av fotröta har genomförts i Australien, Nya Zeeland och England och framstegen inom detta område fortsätter att öka (Conington *et al.*, 2008). Dessa tre länder har alla en stor fårproduktion med många fall av fotröta rapporterade och letar därför efter en permanent lösning på problemet.

### 2.5 Genetik

Fotrötans grad och bakteriernas överlevnad beror delvis på värdens, i detta fall fårets gener. Russell *et al.* (2013) satte upp en modell, där de ville undersöka potentiella kopplingar mellan fårens genetik och sjukdomsutvecklingen av fotröta. Tackor och lamm undersöktes i denna studie. Fenotyper och avelsvärden användes från en baspopulation och värden för avkommorna beräknades ut genom att ta föräldrarnas genomsnittliga avelsvärde. Det finns tre viktiga fenotypiska egenskaper för selektion mot fotröta enligt Russell *et al.* (2013). Den första är hur mottagliga fåren är för bakterierna och sjukdomen. En annan faktor är hur lång återhämtningsperioden är tills fåren är fullständigt friskförklarade. Slutligen undersöks efter hur lång tid fåren kan bli smittade igen efter att ha varit immuna under en viss period. Modellen i deras försök påvisade att antal dagar fåren var förlamade eller på annat sätt led av fotrötan påverkades av de nämnda aspekterna (Russell *et al.*, 2013).

#### 2.5.1 Arvbarhet

Information om fotröta kan vara ärftligt är en viktig aspekt att undersöka, då detta kan underlätta i avel för mera sjukdomsresistenta djur. I en studie av Nieuwhof *et al.* (2008) inkluderades två olika raser av får under åren 2005 och 2006. Målet med denna studie var att se arvbarheten av klövskadorna samt om sjukdomen upprepades. Den ena rasen var Skotskt blackface får och den andra var en blandras. De Skotska blackface tackorna bedömdes en gång per år, till skillnad från blandrastackorna som bedömdes två gånger per år. För båda raserna sattes statistiska modeller upp för den genetiska analysen. Individerna inom varje ras var av olika åldrar och var utspridda på tre olika gårdar. Fyra personer utvärderade fårens klövar efter den tidigare nämnda femgradiga skalan och

diagnosen gjordes på flocknivå. I sina resultat presenterar de skillnader mellan lammen och tackorna, där ingen arvbarhet upptäcktes hos lammen men däremot hos tackorna.

I sin studie fick Nieuwhof *et al.* (2008) även fram att arvbarheten för resistens mot fotröta ligger runt 0,2. Det betyder att en selektion för ökad resistens mot fotröta är möjligt hos tackor.

### 2.5.2 DQA<sub>2</sub>-genen

Vilka gener som har betydelse för fotrötans utveckling är idag ett ämne med många synpunkter. En studie av Ennen *et al.* (2009) inkluderade 538 tackor av de tyska raserna Mutton Merino, Merino och Blackheaded Merino. Syftet med studien var att se om fårens genetik spelar in på fotrötans uppkomst. Det undersöktes därmed om en specifik genotyp, i detta fall genotypen av DQA<sub>2</sub>-genen, kunde kopplas till fotröta. Sammanlagt kunde 21 alleler påvisas, där de vanligaste var D, B1 och G. Det visade sig att tackor med en av allelerna G eller J2 hade betydligt lägre chans att bli smittade än andra tackor. Inomhus hölls 170 tackor och av dessa låg prevalensen av fotröta på 31,8 %. En av författarnas slutsatser syftar till att fåren som inte blev smittade är mer genetiskt sjukdomsresistenta än de tackor som faktiskt blev smittade.

I en annan studie av Gelasakis *et al.* (2013) undersöktes också DQA<sub>2</sub>-genen och dess påverkan på fotröta, denna gång hos en grekisk mjölkras. Tidigare studier har ofta fokuserat på kött-och ullraser. Fåren i försöket valdes ut slumpmässigt från 30 olika gårdar och 400 får inkluderades i studien där de allra flesta var tackor. Totalt hittades 20 olika alleler på DQA<sub>2</sub>-genen och de vanligaste var 0301, 0501 och 0602. Ur en tabell från Ennen *et al.* (2009) kan man läsa att dessa alleler även kallas för K, L respektive B2. En specifik allel benämnd 1101, även benämnd E, visade sig vara kopplad till uppkomsten av fotröta. Mer specifikt bidrog den med 9,0 % högre risk för fotröta om den förekom som en kopia än för får som inte har en upplaga av denna allel. Fanns allelen dessutom i dubbel upplaga var risken för sjukdomen cirka fyra gånger så stor som med endast en upplaga. Författarna såg även en signifikant betydelse av genotyp på förekomst av fotröta, men då relativt få får med fotröta inkluderades i denna studie kunde ingen direkt slutsats om detta dras. Även om ingen annan liknande publicerad forskning finns inom denna ras, menar de att avel som selekterar bort allel 1101 skulle kunna hjälpa med att utveckla starkare resistens för fotröta hos denna fårras (Gelasakis *et al.*, 2013).

### 2.5.3 Genome-wide association study (GWAS)

I en studie utfördes en genome-wide association study (GWAS) på rasen Texel (Mucha *et al.*, 2015). För detta undersöks, som namnet antyder, hela genomet.

Syftet med denna studie var att se om fotröta kunde ha en koppling till vissa regioner i fårens genom i denna ras. En sådan studie ska bidra med att identifiera ytterligare genetiska regioner förutom den tidigare identifierade kandidatgenen DQA<sub>2</sub>. Detta utfördes med hjälp av genetiska markörer, så kallade single nucleotide polymorphisms (SNPs). Alla SNPs testades, men bara SNPs som har koppling till resistens mot fotröta användes. Återigen användes det femskaliga utvärderingssystemet och fåren utvärderades av två bedömare. Totalt inkluderades 2229 lamm och tackor från olika gårdar och testades under tre olika perioder och årstider mellan åren 2006 och 2007. Blodprover samlades in från både djur med hög grad av fotröta och friska djur för att genotypas. Inga gener som kunde vara kopplade till mottaglighet av fotröta kunde dock bekräftas i slutändan. Slutsatsen drogs att resistens mot fotröta inte endast styrs av en specifik gen som fåren har (Mucha *et al.*, 2015). Ytterligare forskning är nödvändig för att kunna se om detta samband existerar eller inte.

#### 2.5.4 Homo-och heterozygoti

Alleler kan antingen förekomma i heterozygot form (två olika alleler) eller homozygot form (två likadana alleler). I sin studie hade Smith *et al.* (2012) som syfte att undersöka om det är större risk för uppkomst av fotröta om fåren har genetisk homozygoti. En mikrosatellitmarkör kallad BMC5221 ansågs vara kopplad till fotröta beroende på om den förekom i homo-eller heterozygot form. Två möjliga kandidatgener (NFKBIA och PSMA6) upptäcktes i detta försök som skulle kunna vara kopplade till fotröta, men genens funktion är inte helt fastställd. Får som inte led av fotröta var betydligt oftare heterozygota (markör BMC5221), medan får med virulent fotröta ofta var homozygota. Sannolikheten att ett friskt får är heterozygot är då betydligt större, än att den skulle vara homozygot för detta mikrosatellitlocus.

## 2.6 Påverkande faktorer

### 2.6.1 Ras

Resistens mot fotröta är med stor sannolikhet ärftligt. Detta har lett till att vissa raser är tåligare och inte får fotröta lika ofta som andra raser. Ett exempel på detta är den brittiska rasen Romney, medan Merinofår räknas som en känsligare ras. Generellt har Storbritannien visat sig ha mer resistenta raser (Emery *et al.*, 1984).

Att olika raser skiljer sig genetiskt är ett faktum. I studien utförd av Gelaskis *et al.* (2013) påvisades DQA<sub>2</sub>-alleler oftare i mjölkraiser än andra raser som används för kött-och ullproduktion. Detta är en intressant aspekt då olika alleler

på DQA<sub>2</sub>-genen visade sig ha en koppling till uppkomsten av fotröta (Gelasakis *et al.*, 2013).

### 2.6.2 Klövar

Skillnader mellan olika klövar och klövuppbyggnader är en annan intressant aspekt. Optimalt ska klövarna ha en bra form, inte vara så mottagliga för sjukdomar samt ha en bra anatomisk inre struktur. I en studie av Lambertz *et al.* (2014) undersöktes om klövarnas uppbyggnad kan vara kopplad till fall av fotröta. Två raser undersöktes och olika klövegenskaper mättes en gång i månaden under de varmare månaderna juli till oktober. Varannan vecka undersöktes fåren för fotröta. Klövuppbyggnaden skiljde mellan de olika raserna. I slutändan kunde dock en sådan koppling inte bekräftas (Lambertz *et al.*, 2014). I försöket utfört av Nieuwhof *et al.* (2008) konstaterade de att det inte fanns några skillnader mellan de olika klövarna. Conington *et al.* (2008) beskrev däremot i sitt försök att framklövarna hade mindre risk för att smittas än bakklövarna.

### 2.6.3 Ålder och vikt

Om ålder påverkar graden av fotröta har även undersökts. Generellt kopplas äldre djur till mer benägna att bli sjuka. Ett försök som utfördes visade på att äldre tackor oftare hade en allvarligare grad av fotröta än tackor runt två år (Conington *et al.*, 2008). När det kommer till vikten såg Nieuwhof *et al.* (2008) ett samband mellan större risk för klövskador och ökad vikt. Förklaring till varför dessa faktorer påverkar kunde dock inte författarna fastlägga.

### 2.6.4 Temperatur, väder och underlag

Fotröta uppstår troligen inte lika ofta under hela året. Graham och Egerton (1968) undersökte detta i en studie utförd i New South Wales i Australien. Friska och sjuka får hölls tillsammans och väder-och klövstatusar mättes över en 8-årig period. Författarna kom i sin studie fram till att fotrötan ofta spreds under våren, men inte vintern då det var under 10° Celsius. Detta antagligen på grund av att våren ofta innebar långvariga regniga perioder med fuktiga marker som gjorde klövarna mer mottagliga för smittan. Fotröta beror inte enbart på årstiden utan även på vilket underlag de olika årstiderna gett upphov till. Under en period i försöket så hade det inte regnat tillräckligt mycket och länge för att jorden skulle bli för fuktig. Regn som föll torkade snabbt upp igen vilket ledde till att jorden höll sig relativt torr. Under denna period kunde inga fall av fotröta påvisas. Författarna tryckte därför på att fuktig mark är den mest gynnsamma miljön för att bakterier ska trivas (Graham och Egerton, 1968).

### 3 Diskussion

I detta kandidatarbete har flera studier inkluderats som tar upp olika faktorer som påverkar uppkomsten av fotröta hos får. Både bakterier, fårens genetik och andra påverkande faktorer har undersökts.

Få undersökningar har utförts om fotröta i Sverige. Detta beror antagligen på att fotröta är ett relativt nytt problem i Sverige. Länder som är ledande inom forskning om fotröta är Australien, Nya Zeeland och England. Dessa länder har alla en stor fårproduktion och drabbas mer av fotröta än vad Sverige gör. Med detta i åtanke är det troligtvis på grund av att dessa länder har fler får än vad Sverige har, så chanserna är högre att hitta får som lider av fotröta. Incidensen kanske inte är större, men för detta krävs mer forskning.

Fotröta är ett stort problem som måste behandlas och olika behandlingar finns idag tillgängliga. Dock finns idag i min åsikt ingen ultimata behandling för sjukdomen. Både lokala behandlingar samt avelsprogram är idag möjliga lösningar på fotröta. Även om behandling med antibiotika och fotbad är effektiva (Sjödén, 2007), kan dessa metoder medföra konsekvenser. Antibiotikaresistens är ett stort problem som hela världen står inför, antibiotika ska därför inte användas i onödan. Zinklösningen som används för fotbad kan även diskuteras om detta medför negativa konsekvenser, då zink är ett ämne som kan vara skadligt för miljön.

När det kommer till avel för får som är mer resistenta mot fotröta ligger länder med stora fårproduktioner på framkant (Conington *et al.*, 2008). En nackdel med att avla för starkare resistens skulle kunna vara att andra oönskade genetiska förändringar sker (Bennett och Hickford, 2011), detta måste man självfallet beakta vid avel. En annan fråga är hur anpassningsbara bakterierna är och ifall de skulle kunna anpassa sig till de resistenta fåren. Skulle det visa sig att bakterierna kan anpassa sig, skulle avel kanske inte vara det bästa alternativet i det här fallet. Genom detta kandidatarbete blev det tydligt att mer förståelse av *D.nodosus* och fotröta i allmänhet vore fördelaktigt innan aveln väljs som det bästa alternativet för att förhindra fotrötans uppkomst.

Om olika klövar kan vara mer eller mindre känsliga har undersökts i flera studier (Lambertz *et al.*, 2014; Conington *et al.*, 2008; Nieuwhof *et al.*, 2008). Även om dessa studier inte alltid hade detta som den största frågeställningen så är resultaten intressanta. Av den sammanställda informationen kan ingen slutsats dras om klövarnas roll vid smitta av fotröta. Eftersom många får, särskilt kötttraser, kan tänkas vara framtunga så vore det enligt mig mer logiskt att framklövarna har större risk att bli smittade, då dessa trycks in i underlaget mer än bakklövarna. Denna hypotes motsäger dock Conington *et al.* (2008), som fick fram att framklövarna hade mindre risk att bli smittade. En hypotes som skulle kunna styrka detta är att avföring lättare hamnar på bakklövarna och därmed ökar risken för sjukdomen. En annan hypotes skulle kunna att framklövarna slits ner snabbare än bakklövarna. Detta skulle i sin tur kunna ge klövar i bättre skick och därför minska chansen för fotröta. Större försök som fokuserar på detta samt involverar fler får är nödvändiga för att kunna dra slutsatser om detta.

I studien av Graham och Egerton (1968) undersöktes vädrrets och årstidens inverkan på fotröta. De kunde genom sina undersökningar påvisa att kallare temperaturer utan längre fuktiga perioder ledde till färre fall av fotröta. Då denna studie endast utfördes i Australien är det intressant om detta skulle kunna stämma överens med resten av världen. König *et al.* (2011) observerade i sin studie att norra Sverige hade flest fall av fotröta. En förklaring till detta skulle kunna vara att fåren oftare hålls inomhus på grund av kylan och att smittan därför lättare sprider sig. Förutom detta skulle det kunna förklaras med längre snö-och regnperioder i norr. Marken hinner inte torka upp ordentligt och detta resulterar i fler fall av fotröta. Dock var en annan slutsats av Graham och Egerton (1986) att kyla ofta gav mindre upphov till fotröta. Norra Sverige har dock ett kallare klimat, vilket motsäger resultaten i den australienska studien. Utifrån en jämförelse mellan dessa studier skulle fukten i marken kunna antas vara den mest avgörande faktorn för uppkomst av fotröta.

Gällande fårens genetik verkar de flesta studierna vara utförda på tackor. Detta är antagligen på grund av att besättningar till stor del består av tackor, vilket gör det lättare att undersöka flera individer samtidigt. I vissa fall undersöks även deras lamm. Inga studier enbart utförda på baggar togs upp i detta kandidatarbete. Russell *et al.* (2013) och Nieuwhof *et al.* (2008) undersökte tackor och lamm medan Ennen *et al.* (2009) undersökte tackor. Då olika resultat i vissa fall kunde påvisas mellan lamm och tackor är det troligt att även resultat från baggar skiljer sig. Då baggar ofta selekteras till avelshonar och producerar många avkommor är det viktigt att undersöka faktorer som ger upphov till fotröta även här eller beräkna avelsvärde för baggar baserat på informationen från deras avkomma. Eftersom en liten arvbarhet på 0,2 för fotröta upptäck-



tes i försöket utfört av Nieuwhof *et al.* (2008), skulle denna siffra kunna tas hänsyn till vid aveln och parning av tackor och avelsbaggar. Det är dock viktigt att tänka på att arvbarhet är en svår parameter att mäta då fler faktorer än genetik verkar påverka fotrötan. Siffran för arvbarhet är därför nödvändigtvis inte pålitlig. Men då det finns en arvbarhet i många andra sjukdomar hos får och då vissa raser är känsligare än andra, är det möjligt att det faktiskt är en ärftlig sjukdom till en viss grad. Det är onekligen en viktig aspekt att belysa och forskning på flera generationer av får skulle möjligtvis kunna påvisa denna arvbarhet. Vidare forskning på både tackor och baggars arvbarhet skulle kunna leda till en bättre förståelse av fotrötans gemensamma nämnare för de olika könen, vilket skulle kunna förbättra aveln. Utöver arvbarhet så har hela gener undersökts. Exempel på detta är studierna valda i detta arbete som undersökte DQA<sub>2</sub>-genen i får. Dock visade resultaten från de båda studierna att olika alleler förekom olika ofta. Ennen *et al.* (2009) kom fram till att två olika alleler gav upphov till lägre risk för fotröta, medan Gelasakis *et al.* (2013) hittade en allel som skulle kunna vara kopplad till högre risk för fotröta. Att betänka är att de båda studierna använde sig av olika raser i olika länder och undersökte olika alleler. Därför skulle forskning behövas där de olika allelerna undersöks vidare. Det vore intressant att studera fler raser för att försöka se möjliga samband mellan mjölk- och kötttraser.

Ytterligare vore det spännande med forskning som undersöker om fotrötans uppkomst och påverkande faktorer skiljer sig mellan länder. Hade det kunnat påvisas att likheter finns skulle avel och bekämpning av fotröta underlättas. Exempelvis skulle framsteg inom olika behandlingar kunna appliceras på fler länder än bara det landet. Detta skulle kunna gynna länder som Sverige där fotröta är ett växande problem.

## 4 Slutsats

I mitt kandidatarbete som sammanställt information om fotröta hos får är det tydligt att en del forskning har utförts men att resultaten ofta visar olika slutsatser. Det finns dock vissa bevis som tyder på att både fårens genetik, bakterier och underlag gemensamt ger upphov till fotröta. Enligt mig spelar alla dessa faktorer en viktig roll och dessa bör tas hänsyn till när man pratar om fotröta. Även om fotröta kan bekämpas med exempelvis antibiotika, klövklippning och fotbad så vore det önskvärt med nya framsteg inom forskning och avel som leder till att fotrötan kan bekämpas och slutligen utrotas.

## Referenslista

- Bennett, G.N., Hickford, J.G.H., 2011. Ovine footrot: New approaches to an old disease. *Vet. Microbiol.* 148, 1–7. doi:10.1016/j.vetmic.2010.09.003
- Conington, J., Nieuwhof, G.J., Bishop S.C., Bünger, L. 2008. Breeding for resistance to footrot – the use of hoof lesion scoring to quantify footrot in sheep. *Veterinary Research Communication*, 32, 583-589. doi: 10.1007/s11259-008-9062-x
- Dhungyel, O., Hunter, J., Whittington, R., 2014. Footrot vaccines and vaccination. *Vaccine*, 32, 3139–3146. doi:10.1016/j.vaccine.2014.04.006
- Emery, D.L., Stewart, D.J., Clark, B.L., 1984. The comparative susceptibility of five breeds of sheep to foot-rot. *Aust. Vet. J.* 61, 85–88. doi:10.1111/j.1751-0813.1984.tb15524.x
- Ennen, S., Hamann, H., Distl, O., Hickford, J., Zhou, H., Ganter, M., 2009. A field trial to control ovine footrot via vaccination and genetic markers. *Small Rumin. Res.* 86, 22–25. doi:10.1016/j.smallrumres.2009.09.011
- Gelasakis, A.I., Arsenos, G., Hickford, J., Zhou, H., Psifidi, A., Valergakis, G.E., Banos, G., 2013. Polymorphism of the MHC-DQA2 gene in the Chios dairy sheep population and its association with footrot. *Livest. Sci.* 153, 56–59. doi:10.1016/j.livsci.2013.02.011
- Graham, N.P.H., Egerton, J.R., 1968. Pathogenesis of Ovine Foot-Rot: The Role of Some Environmental Factors. *Aust. Vet. J.* 44, 235–240. doi:10.1111/j.1751-0813.1968.tb09092.x
- Kennan, R.M., Gilhuus, M., Frosth, S., Seemann, T., Dhungyel, O.P., Whittington, R.J., Boyce, J.D., Powell, D.R., Aspan, A., Jorgensen, H.J., Bulach, D.M., Rood, J.I., 2014. Genomic Evidence for a Globally Distributed, Bimodal Population in the Ovine Footrot Pathogen *Dichelobacter nodosus*. *mBio* 5, e01821-14-e01821-14. doi:10.1128/mBio.01821-14

- Kennan, R.M., Han, X., Porter, C.J., Rood, J.I., 2011. The pathogenesis of ovine footrot. *Vet. Microbiol.* 153, 59–66. doi:10.1016/j.vetmic.2011.04.005
- König, U., Nyman, A.-K.J., de Verdier, K., 2011. Prevalence of footrot in Swedish slaughter lambs. *Acta Vet. Scand.* 53, 27. doi:10.1186/1751-0147-53-27
- Lambertz, C., Friedrich, C., Moors, E., Brandt, H., Erhardt, G., Gauly, M., 2014. A comparison of claw conformation and claw horn structure of two sheep breeds, and their relationship to footrot incidence. *Small Rumin. Res.* 117, 103–107. doi:10.1016/j.smallrumres.2013.11.017
- Mucha, S., Bunger, L., Conington, J., 2015. Genome-wide association study of footrot in Texel sheep. *Genet. Sel. Evol.* 47. doi:10.1186/s12711-015-0119-3
- Nieuwhof, G.J., Conington, J., Bünger, L., Haresign, W., Bishop, S.C., 2008. Genetic and phenotypic aspects of foot lesion scores in sheep of different breeds and ages. *animal* 2. doi:10.1017/S1751731108002577
- Olofsson, A., Bergsten, C., Björk Averpil, H., 2005. Smittsam klövsjukdom hos får diagnostiserad för första gången i Sverige (Infectious claw disease diagnosed for the first time in Sweden). *Svensk veterinärtidning*, 11:11-14
- Parker, R. 2001. *The sheep book*. USA, Swallow Press.
- Russell, V.N.L., Green, L.E., Bishop, S.C., Medley, G.F., 2013. The interaction of host genetics and disease processes in chronic livestock disease: A simulation model of ovine footrot. *Prev. Vet. Med.* 108, 294–303. doi:10.1016/j.prevetmed.2012.11.006
- Simmons, P., Darrell, L. 1992. *Your Sheep*. USA, Capital City Press.
- Sjödin, E. 2007. *Får*. Stockholm, Natur & Kultur.
- Smith, E.M., Hoffman, J.I., Green, L.E., Amos, W., 2012. Preliminary association of microsatellite heterozygosity with footrot in domestic sheep. *Livest. Sci.* 143, 293–299. doi:10.1016/j.livsci.2011.10.009
- SVA, Statens veterinärmedicinska anstalt. 2017-01-18. <http://www.sva.se/djurhalsa/far/endemiska-sjukdomar-hos-far/fotrotta-far>.

Stewart, D.J., Peterson, J.E., Vaughan, J.A., Clark, B.L., Emery, D.L., Caldwell, J.B., Kortt, A.A., 1986. The pathogenicity and cultural characteristics of virulent, intermediate and benign strains of *Bacteroides nodosus* causing ovine foot-rot. *Aust. Vet. J.* 63, 317–326.  
doi:10.1111/j.1751-0813.1986.tb02875.x