



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och  
husdjursvetenskap

Institutionen för biomedicin och veterinär  
folkhälsvetenskap

# **Mastit orsakad av *Staphylococcus aureus* hos mjölkkor**

Problematik och vikten av profylaktiskt  
arbete

*Erik Backman*

*Uppsala  
2018*



# **Mastit orsakad av *Staphylococcus aureus* hos mjölkkor** – Problematik och vikten av profylaktiskt arbete

## **Mastitis caused by *Staphylococcus aureus* in dairy COWS** – Problems and the importance of prophylactic measures

*Erik Backman*

**Handledare:** *Ingrid Hansson, institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap*

**Examinator:** *Maria Löfgren, institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap*

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i veterinärmedicin

**Kurskod:** EX0700

**Program/utbildning:** Veterinärprogrammet

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2018

**Serienamn:** Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen

**Delnummer i serien:** 2018:11

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** *Staphylococcus aureus, mastit, nötkreatur.*

**Key words:** *Staphylococcus aureus, mastitis, dairy cows.*

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
**Swedish University of Agricultural Sciences**

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning .....	2
Summary .....	3
Inledning .....	4
Material och metoder .....	4
Litteraturoversikt .....	5
Allmänt om <i>Staphylococcus aureus</i> och dess egenskaper .....	5
Juvrets anatomi .....	6
Mastit .....	6
Mastit orsakat av <i>S. aureus</i> .....	6
Behandling av akut klinisk <i>S. aureus</i> mastit .....	7
<i>Staphylococcus aureus</i> reservoarer hos mjölkkor .....	8
Förebyggande åtgärder och hygienrutiner på besättningsnivå .....	9
Utvecklingspotential och förbättringsområden för framtiden .....	10
Diskussion .....	11
Litteraturförteckning .....	14



## SAMMANFATTNING

Mastit är den vanligaste och mest kostsamma sjukdomen hos mjölkkor. I Sverige är det vanligaste agenset till mastit *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), som orsakar 21 % av de kliniska och 19 % av de subkliniska mastiterna.

Juvret hos en ko består av fyra avgränsade juverdelar, där varje del skiljs åt av bindväv och de fyra delarna producerar mjölk oberoende av varandra. Mastit är en inflammation i juvervävnaden och orsakas huvudsakligen av bakterier. Vid subklinisk mastit visar inte kon några symtom på infektion, utan sjukdomen identifieras istället med ett mjölkprov som visar en hög mängd somatiska celler, i huvudsak vita blodkroppar. Vid den kliniska mastiten är kon märkbart påverkad och inflammationen delas oftast in i fyra kategorier: gangränös mastit, svår mastit, purulent mastit och granulomatös mastit.

*Staphylococcus aureus* smittar huvudsakligen från ko till ko under mjölkningen genom att mjölk från en infekterad juverdel kommer i kontakt med en frisk juverdel. Bakterien kan med sina toxiner direkt skada mjölkproducerande vävnad, vilket attraherar vita blodkroppar till området. *Staphylococcus aureus* sprider sig i juvervävnaden genom juvrets många mjölkgångar och tar sig till och skadar de mjölkproducerande alveolerna. Bakterien bildar abscesser i den mjölkproducerande vävnaden som omsluts av ett tjockt fibröst lager. Detta avskärmar bakterien från immunförsvaret och dessutom kan mjölkgångarna täppas igen av var och ärrbildning. Detta är de huvudsakliga anledningarna till varför antibiotikabehandling har en så pass dålig effekt på *S. aureus* och därmed blir infektionen oftast kronisk. Utöver detta kan bakterien gömma sig i neutrofiler och andra celler där den kan ligga vilande.

Behandling av *Staphylococcus aureus* har visat sig vara problematiskt, vilket gör att profylaktiskt arbete är den viktigaste åtgärden för att begränsa utbredningen i besättningen. Vid akut mastit är förstahandsvalet bensylpenicillin och understödjande behandling. Trots att vikten av god hygien och förebyggande arbete är känd, så fungerar kontrollprogrammen inte så effektivt. Detta kan bero på att *S. aureus* har ett antal andra viktiga reservoarer utöver juvret som man måste ta hänsyn till t.ex. hasorna. Ett samband mellan tarsalhälsa och celltal har kunnat identifieras i flera studier. Problemet kan begränsas med mjukare liggplatser som t.ex vattenbäddar.

En bra mjölkningshygien är den faktorn av störst betydelse för att begränsa smittan, men även kalvningshygien, stallhygien och liggplatskomfort är viktiga åtgärder. Det huvudsakliga problemet idag verkar inte vara branschens rekommendationer utan snarare att råden inte följs, därför kan strängare regler vara ett framtida alternativ för att minska förekomsten av *Staphylococcus aureus* i svenska mjölkbesättningar.

## SUMMARY

Mastitis is the most common and financially the greatest problem among dairy cows. In Sweden, *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) is the most prevalent agent and causes 21% of the clinical and 19% of the subclinical infections.

The cow udder consists of four unconnected quarters, where every quarter is separated by connective tissue and produces milk independent of each other. Mastitis is an inflammation in the udder tissue and is mainly caused by bacteria. Subclinical mastitis is characterized by a high somatic cell count in milking samples, but the cow itself does not show any signs of disease. In contrast the cow is affected and severe signs of disease is seen in clinical mastitis, which can be divided into four categories: gangrenous, severe, purulent and granulomatous mastitis.

*Staphylococcus aureus* is mainly spread from cow to cow during milking. The toxins of the bacterium can directly damage milk producing tissue, which attracts leukocytes to the area. *Staphylococcus aureus* spreads throughout the udder from the milking ducts and gets to the alveoli where it causes damage. *S. aureus* forms abscesses in the milk producing tissue that is covered with a fibrous layer. This helps the bacteria to shield itself from the immune system. In addition, pus can accumulate and clot the milking ducts. Beyond this the bacterium can hide within neutrophils and other cells where they lie dormant. These are the main reasons why the failure to antibiotic treatment is so high and why the infection often becomes chronic.

*Staphylococcus aureus* therapy are problematic and therefore a prophylactic approach is the most important and effective action to limit the spread in the herd. In acute mastitis the first-hand choice is benzylpenicillin in combination with supportive therapy. The effectiveness of the control programs has shown to be low, even though the importance of a good prophylactic plan with a good hygiene protocol is well known. One reason to this could be that *S. aureus* has a number of other important reservoirs that has been neglected, for example the hocks. An association between tarsal health and somatic cell count has been identified by several studies and can be limited with a softer cubicle such as waterbeds.

First and foremost, a hygienic milking routine is necessary to limit the spread of disease, but also calving hygiene, housing hygiene and cubicle comfort are important measures. The main problem today seems to be that the farmers don't follow the recommendations from the line of the branch, therefore stricter demands could be an option for the future to reduce the prevalence of *Staphylococcus aureus* in the Swedish dairy industry.



## INLEDNING

Mastit är en inflammation i juvret och en av de vanligaste sjukdomarna som drabbar mjölkkor. Juverinflammationer har en mycket stor betydelse inom mjölkindustrin på grund av dess produktförstörande karaktär, vilket orsakar stora ekonomiska förluster för mjölkbönder världen över. Ur djurvälståndssynpunkt orsakar det ofta ett akut eller kroniskt lidande för djuren med recidiverande sjukdom och smittspridning i besättningen. Subklinisk mastit är en av de vanligaste sjukdomsformerna hos mjölkkor (Sağlam *et al.*, 2017). *Staphylococcus aureus* är i Sverige den vanligaste orsaken till subklinisk mastit och akut mastit, 19,0 % av de subkliniska (SVA, 2018) och 21,3 % av de kliniska mastiterna är orsakade av *Staphylococcus aureus* (Ericsson Unnerstad *et al.* 2009).

Globalt sett är penicillinresistensen hos *S. aureus* mycket utbredd. I USA rapporterades att 50 % av de kliniska fallen var resistenta mot penicillin, Irland 71,4 % och 67,3 % i England. (Sağlam *et al.*, 2017). I Sverige är det än så länge bara 7,0 % för klinisk mastit och 4,0 % för subklinisk (SVA, 2018) men eftersom antibiotikaanvändning selekterar för resistens bör man vara restriktiv med användandet av antibiotika (Ventola 2015).

Principiellt kan man säga att det finns två olika metoder för att minska sjukdomsförekomsten i en besättning. Det ena är att minska tiden som djuren i besättningen är sjuka genom behandling eller utslagning. Det andra är att förbättra miljön och på så sätt minimera negativa riskfaktorer så att färre djur blir sjuka, vilket minskar behovet av klinisk behandling (Krömker, 2013). Därför bör fokus vara att arbeta förebyggande, trots denna kännedom fungerar de profylaktiska kontrollprogrammen inte alltid så bra (Capurro *et al.* 2010b). Därmed väcks frågan om dagens rekommenderade mjölkkningsrutiner gällande *Staphylococcus aureus* är optimala. Är de rekommenderade svenska mjölkkningsrutinerna i enlighet med forskningen? Och i så fall varför fungerar det förebyggande arbetet inte som tänkt.

## MATERIAL OCH METODER

Under litteratursökningen har jag använt mig av databaserna PubMed och SLUs egna söktjänst Primo. Jag har använt mig av följande sökord: *Staphylococcus aureus* eller *S. aureus* och mastitis eller udder health och dairy cow eller bovine som en bas. Därefter har jag lagt till sökord som therapy, antibiotic treatment, treatment, reservoirs och prophylactic. I vissa fall har även källor använts från artiklarna som jag fann med hjälp av mina sökord. En del av min grundläggande information kommer också från organisationer som SVA, där jag även hittade en del artiklar samt från VÄXA Sverige. Jag har dessutom använt mig av böcker för en del grundläggande information om bakterien, mastit och juvret. Dessa böcker är:

- Veterinary Anatomy of Domestic Mammals (König *et al.*, 2014)

- Veterinary Microbiology and Microbial Disease. (Quinn *et al.*, 2011)
- Physiology of Domestic Animals (Sjaastad *et al.*, 2010)
- Pathologic basis of veterinary disease (Zachary, 2017)

## LITTERATURÖVERSIKT

### Allmänt om *Staphylococcus aureus* och dess egenskaper

*Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* tillhör familjen *Staphylococcaceae* och släktet *Staphylococcus* (Vetbact, 2018). *S. aureus* är en grampositiv kock som är ca 1µm i storlek och bildar vindruvsliknande kluster (Quinn, 2011). Bakterien är fakultativt anaerob och bildar 2-3 mm stora kolonier med dubbelhemolys på blodagar, med en klar inre zon samt en grumlig (partiell) och bred yttre zon. Den fullständiga hemolysen orsakas av ett  $\alpha$ -hemolysin och den partiella hemolysen av ett  $\beta$ -hemolysin. Hemolys innebär att röda blodkroppar lyseras och bakterien kan utnyttja hemolysen för att frigöra näringsämnen från värdjurets celler såsom t.ex. järn som är essentiellt för många patogena bakterier (Vetbact, 2015).

*Staphylococcus aureus* är en kommensal som förekommer i hela världen på huden hos både människor och djur. Bakterien kan också finnas i mucösa membran som t.ex. i de övre luftvägarna. En vanlig plats för *Staphylococcus aureus* hos människor och djur är i näsborrarna, där ca 20 % av oss människor är permanenta bärare. *Staphylococcus aureus* är framförallt en opportunistisk patogen. Hos kor, får och getter orsakar det framförallt en juverinflammation. Medan det hos hästar, och människor framförallt orsakar dermatiter, infekterade sår och artrit (Quinn *et al.*, 2011).

*Staphylococcus aureus* har ett antal virulensfaktorer. Bakterien är koagulaspositiv, vilket innebär att den kan konvertera fibrinogen till fibrin och på så sätt skydda sig mot omgivningen och därmed phagocytos. Den kan även skydda sig från phagocytos med hjälp av yttermembranproteinet protein A. Bakteriens  $\alpha$ -hemolysin ( $\alpha$ -toxin) destruerar röda blodkroppar, vilket leder till försämrade blodförsörjning och kommer då orsaka en spontan vävnadsdöd i det infekterade området. *Staphylococcus aureus* har också ett  $\beta$ -hemolysin ( $\beta$ -toxin), som orsakar skada på de röda blodkropparnas cellmembran. Toxic shock syndrome toxiner (TSST) inducerar en överdriven produktion av lymfokiner från lymfocyter, vilket leder till ett massivt immunsvår, som i sin tur kan leda till stor vävnadsskada. *S. aureus* har också ett flertal enzymer som t.ex. lipaser, esteraser, staphylokinaser m.fl. som bidrar till vävnadsdestruktion. Med hjälp av alla dessa toxiner och enzymer kan bakterien orsaka stor vävnadsdöd i det infekterade området. Dessutom kan *S. aureus* producera enterotoxiner som är värmestabila, vilket innebär att bakterien är en vanlig orsak till matförgiftning på humansidan (Quinn *et al.*, 2011).

## Juvrets anatomi

Juvret hos en ko består av fyra avgränsade juverdelar, som alla mynnar i varsin juvercistern med tillhörande spene (König *et al.*, 2014). Juverdelarna separeras av bindväv, där vänster och höger juverhalva skiljs åt av ett kraftigt bindvävsligament medan bakre och främre juverhalvorna har en mindre tydlig avgränsning. Det finns ingen kontakt mellan de fyra mjölkkörtlarna utan de producerar mjölk oberoende av varandra. Mjölkörteln kan delas in i alveoler, vilket är små mjölkproducerande enheter som är uppbyggda av epitelceller och basallamina, som omfamnar ett lumen. Alveolerna är kärlförsedda och beklädda med myoepiteliala celler, som hjälper till vid juvertömning. Alveoler kan delas in i lobuli, som består av ca 150-200 alveoler, ytterligare kan en samling av lobuli kallas för en lob. Alveolernas hållighet mynnar ut i gångsystem som transporterar mjölken ner i juvercisternen och senare till spencisternen. Mjölken transporteras ut ur juvret via spenkanalerna som är mellan 7 och 16 mm långa hos nötkreatur. Dessa kanaler omsluts av glatt muskulatur vilka är toniskt kontraherade, undantaget vid juvertömning (Sjaastad *et al.*, 2010).

## Mastit

Juverinflammation (mastit) är en inflammation i juvervävnaden, som huvudsakligen orsakas av bakterier. Mastit är den vanligaste och mest kostsamma sjukdomen hos mjölkkor och kan delas in i subklinisk och klinisk mastit. Vid subklinisk mastit visar inte kon några märkbara symtom, den subkliniska mastiten identifieras genom ett mjölkprov där den somatiska cellmängden, som i huvudsak består av vita blodkroppar, är högre än normalt och därmed indikerar på en inflammation i juvervävnaden. Den kliniska mastiten brukar delas in i fyra olika kategorier, (1) gangränös mastit, som karaktäriseras av kraftig nekros av juvervävnad och orsakas oftast av gramnegativa patogener som frisätter endotoxiner, (2) svår mastit, som är en allvarlig form av mastit men orsakar inte lika mycket skada på juvervävnaden som gangränös mastit, (3) purulent mastit vilken kännetecknas av sin variga kliniska bild samt (4) granulomatös mastit, som är mycket allvarlig med kraftigt påverkat allmäntillstånd och granulombildning. Generellt är höglakterande djur predisponerade för att drabbas av mastit, även faktorer såsom högt vakuum i mjölkmaskinen, öppna sår på spenen, juver kontaminerat av faeces, bristande hygien under mjölkkningsprocessen, flugor, samt hög beläggningsgrad spelar en stor roll för utvecklandet av mastit (Zachary 2017).

## Mastit orsakat av *S. aureus*

Den vanligaste bakteriella orsaken till mastit i Sverige är *Staphylococcus aureus*, vilken oftast ger en subklinisk till måttlig påverkan (SVA, 2018). Bakterien kan överleva flera veckor i miljön men den huvudsakliga smittspridningen sker från ko till ko under mjölkningen, genom att mjölk från en infekterad juverdel kommer i kontakt med en frisk juverdel. Infekterade juver, spenkanaler, och sår på juvret är de viktigaste reservoarerna för bakterien men *S. aureus* har även hittats på flera kroppsytor t.ex. på spenar, mulen samt i näsborrarna (Quinn *et al.*, 2011; Zachary 2017).

*S. aureus* producerar ett flertal toxiner, som kan förstöra cellmembran och direkt skada mjölkproducerande vävnad. Detta leder till att vita blodkroppar (leukocyter) attraheras till det skadade området i ett försök att bekämpa infektionen. Inledningsvis angriper bakterien vävnaden som bekläder inkörsporren, det vill säga spenkanalen, för att sedan ta sig upp i juvercisternen och skada den beklädande cellytan där. Detta leder så småningom till bildandet av ärrvävnad. Bakterien sprider sig i juverdelen genom de många mjölkgångar, som juvret innehåller. Detta leder till att bakterien kan ta sig till de mjölkproducerande alveolerna och orsaka skada. Nedbrytningen av alveolerna och dess anslutande mjölkgångar leder till en minskad mjölkavkastning på grund av en minskad mängd mjölksekretoriska celler samt att skada på de exkretoriska mjölkgångarnas celler i kombination med en hög mängd leukocyter kan leda till att mjölkgångarna täpps igen. Detta bidrar till en större skada på juvret och ärrvävnad bildas. Dessa gångar kan öppnas igen vid ett senare tillfälle, detta leder dock oftast till en frisättning av *S. aureus* bakterier och en ny infektion (Petersson-Wolfe *et al.*, 2010).

*Staphylococcus aureus* bildar abscesser i den mjölkproducerande vävnaden och mjölkgångarna, vilket avskärmar bakterien från immunförsvaret. Detta är den huvudsakliga orsaken till varför behandling med antibiotika har en så dålig effekt (Petersson-Wolfe *et al.* 2010). Dessa abscesser kan vid ett senare tillfälle spricka och på så sätt frisätta bakterier och orsaka en ny infektion. Abscessen omsluts av ett tjockt fibröst lager, vilket försvårar att en adekvat mängd antibiotika ska nå in i abscessen. Dessutom är det vanligt att djuren har flera av sina juverdelar smittade samtidigt på grund av *S. aureus* infektiösa karaktär (Sağlam *et al.* 2017). Utöver detta kan *S. aureus* gömma sig i neutrofiler då neutrofiler migrerar till det infekterade området. Detta innebär att bakterien kan gömma sig från immunförsvaret och antibiotikabehandlingen. När neutrofilerna så småningom dör 1-2 dagar senare så frisätts *Staphylococcus aureus*-bakterierna igen och blir då åter aktiva och kan fortsätta infektionsprocessen (Petersson-Wolfe *et al.* 2010).

Även om de flesta mastiter orsakade av *S. aureus* är av subklinisk karaktär, så blir sjukdomsförloppet oftast kroniskt på grund av bakteriens förmåga att undvika immunförsvaret. Detta resulterar i att korna går med en kroniskt hög mängd somatiska celler i juvret med återkommande kliniska mastiter, som visar sig genom mild svullnad av juvret med klumpar i mjölken (Petersson-Wolfe *et al.*, 2010). Den subkliniska kroniska mastiten leder till en onormal juvervävnad och därmed sämre avkastning, vilket gör mastit till det största ekonomiska problemet för mjölkbönder (Sağlam *et al.*, 2017).

### **Behandling av akut klinisk *S. aureus* mastit**

Mastit orsakad av *Staphylococcus aureus* är svår att behandla ur ett långsiktigt perspektiv på grund av bakteriens förmåga att gömma sig från immunförsvaret. Profylaktiskt arbete är därför den viktigaste behandlingsmetoden. Globalt sett är dessutom resistensläget för *S. aureus* ett stort problem. I USA rapporterades att 50 % av de kliniska fallen var resistenta mot penicillin, 71,4 % på Irland och 67,3 % i England (Sağlam *et al.*, 2017). I Sverige är läget dock mycket bättre, där endast 7 % av de kliniska *S. aureus* orsakade mastiterna och 4 % av

de subkliniska är penicillinresistenta genom att de producerar betalaktamas (SVA, 2018). Av de kliniska mastiterna i Sverige var 21,3 % orsakade av *S. aureus* år 2009 (Ericsson Unnerstad *et al.*, 2009) och 19,0 % av de subkliniska (SVA, 2018). Behandlingsrekommendationerna från Sveriges veterinärmedicinska sällskap (HUS, 2015) är att i första hand behandla med bensylpenicillin i fem dagar. Antibiotikaterapin skall dessutom alltid kompletteras med understödjande behandling, som bestäms utifrån djurets symtom eller förväntad sjukdomsutveckling. Exempel på understödjande kan t.ex. vara tätare urmjölkningar, NSAID, vätsketerapi, behandling med oxytocin samt liggplats- och foderhygien. Om kon inte svarar på antibiotikabehandlingen så ska prover skickas till ett ackrediterat laboratorium för analys och resistensbestämning. Vidare rekommenderas att kor med kronisk subklinisk mastit ska slås ut, skyndsamt om *S. aureus* påvisats. Det är dessutom mycket viktigt att gruppera korna så att de kroniska bärarna skiljs från övriga kor, i väntan på en eventuell utslagning (HUS, 2015).

### ***Staphylococcus aureus* reservoarer hos mjölkkor**

Den huvudsakliga reservoaren för *Staphylococcus aureus* associerad med mastit hos mjölkkor är den infekterade juverdelen. Därmed är det störst risk för smittspridning mellan olika juverdelar och olika djur under mjölkningen. Detta bland annat genom kontaminerade mjölkningssmaskiner, mjölkarens händer eller att man använder samma handduk för att rengöra både smittade och friska juver. Andra vanliga reservoarer är sår på eller nära spenar, på mulen samt i näsborrarna (Krömker, 2013; Quinn *et al.*, 2011).

Kontrollprogrammen för mastit kan ibland vara bristfällig, i en svensk studie undersöktes potentiella källorna till infektion orsakad av *Staphylococcus aureus* (Capurro *et al.*, 2010b). Studien genomfördes på fem svenska gårdar med juverhälsoproblem. Prover togs från mjölk, kroppsytor och miljö hos de lakterande djuren, sinkor, dräktiga kvigor samt kalvar i åldrarna 0-3 månader och 4-12 månader. De prover som togs på kroppsytor utfördes på samma sätt i alla åldersgrupper och proverna togs från spenhud, ljumske, vagina, näsborrar/mule, hasorna, eventuella hudsår samt från naveln på kvigkalvar. Utöver detta togs bland annat prov från mjölkmaskiner, kalvarnas mjölkhinkar, bäddmaterial, vattenkoppar, stolpar m.m. Resultaten från studien visade att samma *Staphylococcus aureus* stam kunde påvisas i mjölkprov, kroppsytor och i miljön. Den vanligaste kroppsytan där *S. aureus* kunde identifieras hos de lakterande korna var på hasorna, där hela 37 % av djuren påvisade förekomst av *Staphylococcus aureus*. Resultaten visade även på ett signifikant samband mellan *S. aureus* i mjölk och på hasorna. Även hos högdräktiga kvigor var hasorna den vanligaste kroppsytan att identifiera *S. aureus* på, där 29 % av djuren testades positivt. Hos 47 % av de lakterande korna påvisades *S. aureus* på minst en kroppsytta. Totalt påvisades *S. aureus* i 11 % av alla juverdelar som testades, varav hos 27 % av de lakterande djuren kunde *S. aureus* påvisas i minst en juverdel. Denna studie ger en indikation på att *S. aureus* har flera viktiga reservoarer att ta hänsyn till och att fokus inte enbart bör läggas på juverhygien (Capurro *et al.*, 2010b).

I en annan studie då man använde sig av multilocus sequence typning kunde det dock inte bevisas att överföring skett från kroppsytor till mjölk (Smith *et al.*, 2005). *Staphylococcus aureus* påvisades på mjölkarnas händer i fyra av besättningarna och hos 3 av dessa 4 gårdar påvisades *Staphylococcus aureus* i mjölken, men bara ett av *Staphylococcus aureus* från mjölkproven hade samma genotyp som bakterieisolatet från mjölkarens hand. Dock påvisade alla fyra gårdar *Staphylococcus aureus* på sphenhuden, varav tre av dessa var av samma genetiska profil, som från mjölkarens hand. Detta indikerar att olika bakterier har specificitet för olika platser som t.ex. i mjölken. Resultaten tyder på att mjölkaren kan överföra *S. aureus* till kons hud och talar för att isolaten inte är värdspecifika, utan kan spridas mellan människa och ko (Smith *et al.*, 2005). Dessutom fanns indikationer på att miljön kan agera som reservoar för mastitorsakande *Staphylococcus aureus* då samma sekvenstyp av bakterie påvisades i bäddmaterialet och i mjölkprovet från kor med mastit (Smith *et al.*, 2005). Ett antal studier har konstaterat att *S. aureus* stammar kan skilja i virulens och variera i sjukdomsgrad av mastit och spridningshastighet. Detta ger indikationer på att det därmed är viktigt att veta vilka stammar som förekommer i besättningen eftersom de orsakar sjukdom i varierande grad (Capurro *et al.*, 2010a).

### **Förebyggande åtgärder och hygienrutiner på besättningsnivå**

Kostnader för kliniska mastiter såsom behandling, minskad mjölmängd och kasserad mjölk är begripliga och enkla att övervaka för det enskilda djuret, men detta får också konsekvenser för flocken som helhet, vilket är svårare att beräkna kostnaderna för. Kor med mastit bidrar till ett högre celltal i mjölktanken. Detta får konsekvenser för bonden genom att kvalitén på den totala mjölmängden sjunker, vilket därför leder till mindre betalt eller alternativt straffavgifter. Dessutom ökar risken för utslagning av djur och därmed ersättningskostnader. Detta gör att även kliniska mastiter måste angripas ur ett besättningsperspektiv och inte enbart se till den sjuka individen. När den relativa risken för klinisk mastit sjunker ses en markant förbättring i besättningens genomsnittliga celltal. En liten men signifikant minskning i utslagning och ersättning av djur kunde också observeras i samband med att celltalet sjönk. I studien använde man sig av en genomsnittlig svensk populationsstorlek på 150 djur med en blandning av svensk holstein (SLB) och svensk röd och vit boskap (SRB) (Hagnestam-Nielsen & Østergaard 2008).

Generellt kan man säga att det finns två tillvägagångssätt för att minska prevalensen av sjukdom i en besättning. Det ena är att minska durationen som djuren är sjuka, antingen genom behandling eller utslagning. Det andra är att förbättra miljön och på så sätt minimera negativa riskfaktorer. Vid en infektion av *S. aureus* är det viktigt att identifiera riskfaktorer och minimera dess spridning från ko till ko. Det krävs därför tydliga hygienrutiner. Eftersom juvret är *S. aureus* viktigaste reservoar så krävs först och främst en god hygien under mjölkningen. Detta innefattar användandet av handskar, noggrant protokoll för underhåll och byte av gummipackningar, spendopp/spenspray efter mjölkning och separata handdukar för varje ko. Det är dessutom viktigt att de infekterade djuren hålls skilda från de friska

individerna och alltid mjölkas sist på grund av kontaminationsrisken till mjölkningsmaskinen. Utöver goda mjölkningsrutiner bör man arbeta för att förebygga skador på spenarna och övriga vävnadsskador. Det finns ett klart samband mellan spenhälsa och *S. aureus* infektion. Reducerat blodflöde till spenen innebär en ökad risk för rekrytering av patogener till spenen. Generellt gäller att spenen ska se likadan ut före som efter mjölkning. När man på besättningsnivå ser problem med spenarna måste man se över rutiner före mjölkning såsom tillräcklig stimulering innan mjölkapparaten sätts på. Mjölkningsmaskinernas pulseringsfunktion och mjölkningsduration skall också kontrolleras. Varje månad bör korna också provmjölkas för att kunna identifiera varje kos individuella celltal för att få reda på vilka djur som har god juverhälsa och vilka som inte har det (Krömker, 2013). Alla djur som i Sverige är anslutna till Kokontrollen, vilket rör sig om ca 218 000 mjölkkor, provmjölkas en gång i månaden (VÄXA, 2018).

Växa Sverige är Sveriges största husdjursförening som arbetar för en ekonomisk och hållbar lantbruksproduktion. Fokus ligger framförallt på mjölkproduktion och köttproduktion. Växa arbetar efter en pyramid, som de kallar för Celltalsakuten. Pyramiden är tänkt att användas så att man arbetar med byggstenarna i bottenplanet först och klättrar därefter uppåt i pyramiden när de grundläggande målen är uppfyllda. De mest grundläggande målen är spendopp efter mjölkning, mjölkningsrutiner, kontroll av mjölkningsmaskinernas funktion samt smittskydd vid kalvning. När det gäller smittskydd vid kalvning är det viktigt att gruppera efter juverhälsa och att använda individuella kalvningsboxar som noggrant rengörs efter varje kalvning. Mjölk från varje nykalvad ko ska testas för celltal genom CMT-paddling och utefter resultatet bedömer man om en odling är relevant eller ej. Längre upp i pyramiden finns rutiner för t.ex. rengöring av vattenkoppar, vilket bör göras minst två gånger i veckan, hygien för liggbåsen som skall mockas rent två gånger per dag samt rekommendationer om användandet av tillsatsmedel på bäddarna, exempelvis Stalosan® (VÄXA, 2017a).

För att djuren ska kunna eliminera en patogen måste de ha ett starkt immunförsvar. Det är därför viktigt att ha god kontroll på foderkvalitén och dess näringsinnehåll, samt att en god hygien hålls i stallet. Under sommarmånaderna är det viktigt att begränsa mängden flugor eftersom de innebär en stor risk att de kan sprida mikroorganismer mellan djuren (Krömker, 2013).

### **Utvecklingspotential och förbättringsområden för framtiden**

En viktig reservoar för *Staphylococcus aureus* är lesioner på hasorna. Det har påvisats ett samband mellan sår och svullnader på hasorna och klinisk mastit (Sogstad *et al.*, 2006). Även Fulwider *et al.*, 2007 påvisade ett samband mellan allvarliga bensskador och höga celltal. I den studien undersöktes olika underlag för liggplatser och hur de påverkar tarsalhälsan. De kunde visa att kor som låg på gummimattor oftare hade lesioner och högre utslagningshastighet i jämförelse med sandbäddar och vattenbäddar. Detta till trots att producenterna med gummimattor hade mest utrymme för sina djur. Producenterna med sandbäddar i studien hade de minsta bäddarna och den tätaste beläggningsgraden. Vilken sand som användes var mycket

viktig för resultatet. Två av tre gårdar hade bara enstaka tarsalskador medan den tredje gården hade ungefär lika mycket lesioner på hasorna som gårdarna med gummimattor. Kor som hölls på vattenbäddar hade lägst utslagning och dimensionerna på stallet var ett mellanting mellan gummimattor och sand. Producenter med djur på gummimattor och vattenbäddar höll en bättre hygien på sina djur än sandbäddarna (Fulwider *et al.*, 2007).

Det finns numera också ett vaccin som är godkänt på den svenska marknaden. Vaccinet heter Startvac<sup>®</sup> och är riktat mot *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* och koagulasnegativa staphylococci. Staphylokock-komponenten av vaccinet baserar sig på ett bacterin från ett *S. aureus* isolat med förmågan att uttrycka slemassocierade antigen komplex som involveras i biofilmproduktion. Ingen signifikant skillnad kunde dock påvisas mellan vaccinerad grupp och kontrollgrupp i en studie utförd på två svenska mjölkgårdar med 600 respektive 200 djur (Landin *et al.*, 2015).

## DISKUSSION

Frågeställningen med detta arbete var om dagens rekommenderade kontrollprogram för mastit var optimala och i enlighet med forskningen? Och i så fall varför fungerar det förebyggande arbetet inte som tänkt?

Anledningen till att problemet med *S. aureus* är så stor kan sannolikt förklaras av att infektionen ofta är subklinisk i kombination med bakteriens smittsamma karaktär. Detta tillåter bakterien att spridas obemärkt i besättningen. Utöver detta har *S. aureus* ett antal virulensfaktorer, som gör att behandlingen av klinisk mastit ofta misslyckas (Petersson-Wolfe *et al.*, 2010). Konsekvensen är att korna blir kroniskt infekterade smittbärare. Personligen tror jag dock inte att förklaringen är så enkel.

I min litteraturstudie fann jag att *S. aureus* har ett antal andra viktiga reservoarer utöver det infekterade juvret. Med mina erfarenheter som djurskötare på mjölkgård kom flera av dessa reservoarer som en nyhet, vilket gör att jag misstänker att många bönder inte känner till dessa reservoarer. Brist på kunskap hur man hanterar problemet på besättningsnivå tror jag är den främsta anledningen till varför *Staphylococcus aureus* är ett så pass stort problem. Det infekterade juvret ligger i fokus i den förebyggande hanteringen av besättningar med juverhälsoproblem, men om man inte tar hänsyn till även de andra reservoarerna så kommer man aldrig helt att få bukt med problemet.

Hasorna är en viktig reservoar för *Staphylococcus aureus*, vilket påvisades hos 37 % av i en svensk studie. Dessutom hade 54 % av de lakterande djuren lesioner på hasorna och så mycket som 62 % hade hårfall. I studien fann man att risken för att hitta *S. aureus* på hasorna var 3,3 gånger större för de juverinfekterade individerna i jämförelse med de friska djuren (Capurro *et al.*, 2010b). Eftersom bara en studie gällande reservoarer för *S. aureus* i besättningar med juverhälsoproblem är med i denna uppsats så bör slutsatser tolkas med en viss försiktighet och dessutom borde man kanske ha tagit prover på gårdar utan



juverhälsoproblem för att se om bakterien i miljön var lika vanlig där. Studien genomfördes på fem svenska gårdar med juverhälsoproblem, prov togs från 757 juverdelar, 1811 kroppsytor, 902 miljöytor samt 257 övriga prover. Jag anser att studien var så pass stor att man kan dra slutsatsen att hasen är en viktig reservoar för *S. aureus*. Detta gör att man måste ta hänsyn till hasornas hygien och hälsa för att få bukt med problemet. Studien som utfördes 2010 börjar bli så pass gammal att man borde kunnat finna fler studier som visar på samma korrelation mellan hasproblematik och höga celltal. Dessutom borde detta vara välkänt bland mjölkbönderna. Lesionerna verkar till stor del kunna förhindras om liggplatserna blir mjukare. Detta genom att t.ex. ersätta gummimattor med sand eller vattenbäddar (Fulwider *et al.*, 2007).

*Staphylococcus aureus* är vanligt förekommande i närmiljön t.ex. så har den påvisats hos 29 % av kalvar i åldern 0-3 månader på gårdar med problem med *S. aureus*. Dessutom påvisades *S. aureus* hos 29 % av de högdräktiga kvigorna, vilket medför att hygien i samband med kalvning är av stor betydelse (Capurro *et al.*, 2010b). Vanligt fel är kalvning i grupp och dålig kontroll på de nyrekryterade kvigorna i form av mjölkprov (VÄXA, 2017a). Rent praktiskt kan det vara svårt att få till separata kalvningsboxar på större mjölkgårdar men att man bör CMT-paddla varje nykalvad ko och framförallt kvigor för att se om djuret har ett högt celltal. Vid ett högt celltal bör man odla för att kunna avgöra om det rör sig om *S. aureus* (VÄXA, 2017a). Kor med ett celltal >50 000 celler/ml har en högre sannolikhet att producera råmjölk med en IgG mängd < 30 g/L (Gulliksen *et al.*, 2008). Detta innebär alltså att enligt denna studie så är kor med höga celltal mer sannolika att producera råmjölk av lägre kvalitet. Därför kan man också testa råmjölkens IgG-kvalité med hjälp av en colostrometer (VÄXA, 2017b). Kor med låga uppmätta IgG-mängder från colostrometern bör därmed CMT-paddlas och odlas vid höga celler. Om odling av mjölkprovet inte är praktiskt möjligt kan man avvakta med att placera in de nykalvade djuren i de friska mjölkkningsgrupperna för att se om celltalen sjunker. Detta för att om en *S. aureus* smittad ko placeras i en frisk grupp så kommer denna ko att kunna kontaminera den friska delen av stallet, samt kontaminera mjölkkningsmaskiner under själva mjölkningen eftersom de friska grupperna ska mjölkas först. På så sätt sprids smittan lätt vidare obemärkt i besättningen.

Den mest grundläggande förebyggande åtgärden för att förhindra att smittsamma sjukdomar sprids i en besättning är bra rutiner i samband med mjölkning. Exempelvis använde en tredjedel av besättningarna i studien inte handskar när de mjölkade. Sammantaget följde högst 60 % av besättningarna Växas rekommendationer (Hallberg, 2017). Att en så stor del av besättningarna inte följde mjölkkningsrutinerna är oroväckande och förmodligen är siffran relativt representativ för hela Sverige.

I Celltalsakuten som rekommenderas av Växa finns en klar mall med tydliga riktlinjer. Efter min litteraturgenomgång anser jag att Celltalsakuten håller en god standard, men att man eventuellt bör lägga till att korna ska ha ett mjukare underlag att ligga på för att undvika lesioner på hasorna. Idag har Celltalsakuten enbart rekommendationer om att hålla liggplatsen

ren men inte hur den ska se ut. Hur som helst så är detta inte det huvudsakliga problemet, utan informationen om förebyggande smittspridning når helt enkelt inte ut i tillräcklig utsträckning. Personligen tycker jag att det var ganska rörigt att hitta information på Växas hemsida, den bör kunna förbättras. En sådan minimal ändring kommer dock inte att få bukt med problemet utan istället bör man skärpa de svenska reglerna för hur mjölkbesättningar ska skötas. Istället för att låta goda mjölkningsrutiner vara rekommendationer så kanske det borde vara krav och att regelbundna kontroller utförs på hur väl dessa följs. Kontrollerna skulle t.ex. kunna vara riskbaserade utefter Kokontrollens provmjölkningsresultat där man tydligt kan se vilka besättningar som har problematik med höga celltal. Ett annat alternativ är att införa någon form av krav på introduktionskurs för djurskötare/lantbrukare där man går igenom varför de olika rutinerna är viktiga. Tydligt är i alla fall att kommunikationen mellan branschorganisationen och lantbrukarna kunde varit bättre.

Svaret på min frågeställning är att bra rekommendationer för hur man tacklar problem gällande *Staphylococcus aureus* finns tillgängligt för svenska mjölkbönder på Växas hemsida, men att dessa rekommendationer inte följs av svenska mjölkbönder i tillräcklig utsträckning, vilket kan vara en förklaring till att problemet är så pass stort. Ett gott förebyggande arbete är viktigt för att minska förekomsten av *Staphylococcus aureus* och strängare regler kan bidra till minskad användning av antibiotika, men även leda till en godare djurhälsa som bör vara av intresse både för branschen, mjölkbonden och konsumenten. Detta eftersom en god djurhälsa leder till en mer effektiv produktion där produkten dessutom håller en högre kvalitet.

## LITTERATURFÖRTECKNING

- Capurro, A., Aspán, A., Artursson, K. & Persson Waller, K. (2010a). Genotypic variation among *Staphylococcus aureus* isolates from cases of clinical mastitis in Swedish dairy cows. *The Veterinary Journal*, 185(2), pp.188–192.
- Capurro, A., Aspán, A., Ericsson Unnerstad, H., Persson Waller, K. & Artursson, K. (2010b). Identification of potential sources of *Staphylococcus aureus* in herds with mastitis problems. *Journal of Dairy Science*, 93(1), pp.180–191.
- Ericsson Unnerstad, H., Lindberg, A., Persson Waller, K., Ekman, T., Artursson, K., Nilsson-Ost, M. & Bengtsson, B. (2009). Microbial aetiology of acute clinical mastitis and agent-specific risk factors. *Veterinary Microbiology*, 137(1), pp.90–97.
- Fulwider, W. K., Grandin, T., Garrick, D. J., Engle, T. E., Lamm, W. D., Dalsted, N. L. & Rollin, B. E. (2007). Influence of Free-Stall Base on Tarsal Joint Lesions and Hygiene in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 90(7), pp.3559–3566.
- Gulliksen, S. M., Lie, K. I., Sølverød, L. & Østerås, O. (2008). Risk Factors Associated with Colostrum Quality in Norwegian Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 91(2), 704-712.
- Hagnestam-Nielsen, C. & Østergaard, S., (2009). Economic impact of clinical mastitis in a dairy herd assessed by stochastic simulation using different methods to model yield losses. *Animal*, 3(2), pp.315–328.
- Hallberg, Johan. (2017). Mjölkningsrutiner I Svenska Mjölkkobesättningar Med Mjölkgrup = Milking Routines of Swedish Dairy Farms with Milking Parlour.
- HUS (2015) *Sveriges veterinärmedicinska sällskaps riktlinjer för antibiotikaanvändning till nötkreatur och gris*. [Broschyr] Eskilstuna: Sveriges Veterinärmedicinska Sällskap, Husdjurssektion. Tillgänglig:  
<http://www.svf.se/Documents/S%C3%A4llskapet/Husdjurssektionen/SVS%20riktlinjer%20n%C3%B6tkreatur%20och%20gris%202015%20FINAL.pdf> [ 2018-03-01]
- Krömker, V. (2013) Management of *Staphylococcus aureus* Mastitis at herd level. *Startvac Library*. Vol. 6.
- König, H. E. Liebich, H.G, (2014). *Veterinary Anatomy of Domestic Mammals*. 6. Uppl. München: Schattauer.
- Landin, H., Jansson Mörk, M., Larsson, M. & Persson Waller, K. (2015). Vaccination against *Staphylococcus aureus* mastitis in two Swedish dairy herds. *Acta veterinaria Scandinavica*, 57, p.81.
- Petersson-Wolfe, C.S., Mullarky, I. K. & Jones, M. (2010). *Staphylococcus aureus* Mastitis: Cause, Detection and Control. *Virginia tech*, pp. 404-229

- Quinn, P.J., Markey, B.K., Leonard, F.C., Fitzpatrick, E.S., Fanning, S. & Hartigan, P.J. (2011). *Veterinary Microiology and Microbial Disease*. 2. Uppl. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Sağlam, A.G., Şahin, M., Çelik, E., Çelebi, Ö., Akça, D. & Otlu, S. (2017). The role of staphylococci in subclinical mastitis of cows and lytic phage isolation against to *Staphylococcus aureus*. *Veterinary world*, 10(12), pp.1481–1485.
- Sjaastad, Ø. V., Sand, O. & Hove, K. (2010). *Physiology of Domestic Animals*. 2. Uppl. Oslo: AIT Otta AS.
- Smith, E. M., Green, L. E., Medley, G. F., Bird, H. E., Fox, L. K., Schukken, Y. H., Kruze, J. V., Bradley, A. J., Zadoks, R. N. & Dowson, C. G. (2005). Multilocus Sequence Typing of Intercontinental Bovine *Staphylococcus aureus* Isolates. *Journal of Clinical Microbiology*, 43(9), 4737-4743.
- SVA (2018). *Mastit orsakad av Staphylococcus aureus hos nötkreatur*  
<http://www.sva.se/djurhalsa/notkreatur/endemiska-sjukdomar-notkreatur/mastit-notkreatur/mastit-orsakad-av-staphylococcus-aureus-notkreatur> [2018-02-28]
- Ventola, C. L. (2015). The Antibiotic Resistance Crisis: Part 1: Causes and Threats. *Pharmacy and Therapeutics*, 40(4), pp. 277–283.
- Vetbact (2015). *Hemolys*. Tillgänglig: <http://www.vetbact.org/?LANG=sv&displayextinfo=67> [2018-02-18]
- Vetbact (2018). *Staphylococcus aureus subsp. aureus*. Tillgänglig: <http://www.vetbact.org/index.php?artid=20> [2018-02-18].
- VÄXA (2017a), *Celltalsakuten*. Tillgänglig: <https://www.vxa.se/fakta/styrning-och-rutiner/mer-om-mjolk/celltalsakuten/> [2018-03-06]
- VÄXA (2017b) *Handbok för skötare inom mjölkproduktion*. [Broschyr] Uppsala: Växa Sverige. Tillgänglig: <https://www.vxa.se/globalassets/dokument/fordjupningar/info-pa-flera-sprak/handbok-for-djurskotare-inom-mjolkproduktion-svenska.pdf> [2018-03-01]
- VÄXA (2018) *Välkommen till Växa Sverige*, Tillgänglig: <https://www.vxa.se/om-oss/> [2018-03-10]
- Zachary, J. F (2017) *Pathologic basis of veterinary disease*. 6. Uppl. St. Louis: Elsevier.