



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Reservoarer och källor för *Staphylococcus aureus* i mjölkbesättningar

Malin Bengtsson



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Reservoarer och källor för *Staphylococcus aureus* i mjölkbestättningar

Reservoirs and sources of *Staphylococcus aureus* in dairy herds

Malin Bengtsson

Handledare:

Mona Fredriksson, SLU, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap
Jakob Ottosson, SLU, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Examinator:

Désirée S. Jansson, SLU, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Omfattning: 15 hp

Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin

Kurskod: VM0068

Program: Veterinärprogrammet

Nivå: Grund, G2E

Utgivningsort: SLU Uppsala

Utgivningsår: 2010

Omslagsbild: -

Serienamn, delnr: Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2010: 36
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, SLU

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

Nyckelord: mjölkko, mastit, biosäkerhet, isolat, miljö, kroppsytor, utrustning, förstakalvare

Key words: dairy cow, mastitis, biosecurity, isolates, environment, body surface, equipment, primiparous cows

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	1
Summary	2
Inledning.....	3
Metod	3
Litteraturoversikt.....	4
Mastit orsakad av <i>Staphylococcus aureus</i>	4
Typning	5
Reservoarer och källor	5
Juver och mjölk	5
Kroppsytor.....	6
Utrustning och personal	7
Miljö	8
Förstakalvare	9
Diskussion	9
Referenslista	13

SAMMANFATTNING

Staphylococcus aureus (*S. aureus*) är den huvudsakliga mastitpatogenen i Sverige, både vad gäller kliniska och subkliniska mastiter. Den huvudsakliga reservoaren för *S. aureus* är juvret hos infekterade kor. Det finns flera rekommendationer för hur man ska kunna minska smittspridningen från de infekterade individerna och vidare i besättningen. Dock fungerar inte alltid dessa rekommendationer tillfredsställande. En trolig orsak till detta är att det verkar finnas andra reservoarer och källor för *S. aureus* i besättningen, förutom juvret hos infekterade individer. Andra möjliga reservoarer och källor som identifierats under denna litteraturstudie är spenhud, hasor, sår, inredning, utrustning, personal, flugor och luft. Dessa reservoarer och källor kan återfinnas i alla åldergrupper inom besättningen. Vidare tycks kvigor och förstakalvare spela en avgörande roll för prevalensen i besättningen. Mycket tyder också på att virulensen hos olika isolat av *S. aureus* kan påverka vilka olika mönster man ser i olika besättningar både vad gäller reservoarer och källor, men också vad beträffar prevalensen och persistensen av infektionen i juvret. För att bättre kunna förhindra smittspridning av *S. aureus* i mjölkbesättningar behövs troligen en ökad biosäkerhet på många plan och eventuellt också riktade åtgärder för olika besättningar.

SUMMARY

Staphylococcus aureus (*S. aureus*) is the major mastitis pathogen in Sweden, both concerning clinical and subclinical mastitis. The main reservoir for *S. aureus* is the udder of infected cows. There are several recommendations of how to lower the transmission of *S. aureus* from infected individuals to the rest of the herd. These have not always been satisfactory. A plausible reason for this is that there seems to be other reservoirs and sources for *S. aureus* in the herd besides the udder. Other reservoirs and sources that have been identified during this literature review are teat skin, hocks, wounds, housing, equipment, personnel, flies and air. All of these reservoirs and sources can be found in all animal groups within the herd. Furthermore, heifers and primiparous cows seem to play a critical role for the prevalence in the herd. Much indicates that the virulence of different *S. aureus* isolates influence which patterns that are seen in different herds concerning reservoirs and sources, but also regarding the prevalence and persistence of the infection in the udder. In conclusion, it will probably be necessary with a higher level of biosecurity in many areas and maybe also individual strategies in different herds to prevent the transmission of *S. aureus*.

INLEDNING

Staphylococcus aureus (*S. aureus*) är den vanligaste orsaken till mastit (juverinflammation) i Sverige och förorsakar 21,3% av alla akuta kliniska mastiter och 17,5% av alla subkliniska mastiter (Landin. H., Svensk Mjök AB, pers. medd., 2010). I en svensk studie av Hultgren & Svensson (2009) beräknade man att varje fall av klinisk mastit kostar lantbrukaren \$735/laktation och att snittkostanden varje år är \$95/ko. De ekonomiska förlusterna vid mastit beror på minskad mjökproduktion, sämre mjölk kvalitet, behandlingskostnader, utslagning, uppfödning av ersättningsdjur samt extra arbete. En klinisk mastit innebär dessutom lidande för den drabbade kon.

Staphylococcus aureus räknas till de smittsamma mastitpatogenerna, för vilka smitta sker från ko till ko med den huvudsakliga reservoaren i juvret hos infekterade individer. Behandlingsresultaten är ofta dåliga. Studier visar på avläkning hos 34-52% av alla kliniska mastiter som behandlas (Sol et al., 2000). Utgången av behandlingen påverkas av laktationsnummer, celltal före kliniska symtom, behandlingstid samt om det rör sig om β -laktamaspositiva stammar eller ej.

Eftersom reservoaren för *S. aureus* är juvret på infekterade individer och då behandlingsresultaten inte är så framgångsrika är det extra viktigt, att med andra metoder än behandling, förhindra spridningen mellan individer. För att lyckas med detta rekommenderas separerad mjökning av friska och smittade kor, god mjökningshygien och teknik, desinfekterande spendopp, selektiv sintidsbehandling, utslagning av kroniskt infekterade kor samt att ge frisk helmjök till kvigkalvar. Identifiering av smittbärare bör ske fortlöpande genom provtagning av alla nykalvade kor och nya individer med höga celltal (Landin. H., Svensk Mjök AB, pers. medd., 2010).

Det har i studier visat sig att de rekommendationer som används idag inte alltid är så effektiva som man hade önskat (Roberson et al., 1994a; Middleton et al., 2001; Capurro et al., 2010). En orsak till detta kan vara att det finns andra reservoarer och källor inom besättningen förutom juvret på de infekterade korna. Syftet med denna litteraturöversikt är att ge en överblick över de möjliga reservoarer och källor som har identifierats och viken roll de kan tänkas spela för smittspridningen.

METOD

Sökningar efter artiklar till litteraturöversikten gjordes i PubMed och Web of Knowledge. Grunden i sökningen bestod av följande sökord; "S. aureus AND (Cow OR Cows OR Cattle OR Bovine OR Heifer* OR Herd OR Calves)". Detta kombinerades sedan med "Sources", "Feeding milk" eller "Bedding". Ytterligare en sökning gjordes med; "Mastitis AND Cost AND Sweden AND Cow". Efter en genomgång av artiklarna som erhöles efter sökningarna kompletterades de med artiklar som återkom som referenser i flera artiklar samt verkade vara relevanta för syftet med arbetet. För att få aktuell statistik från Sverige kontaktades Håkan Landin, veterinär på Svensk Mjök AB.

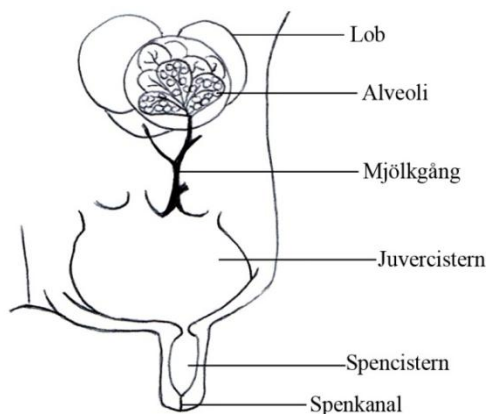
LITTERATURÖVERSIKT

Mastit orsakad av *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus är en grampositiv fakultativt anaerob kock som tillhör bakteriefamiljen *Staphylococcaceae*. Den är koagulaspositiv och producerar bl.a. hemolysin. *Staphylococcus aureus* är en viktig patogen, men återfinns även ofta på huden och i mucosan hos människor och djur som en kommensal. *Staphylococcus aureus* är inte zoonotisk utan värdspecifik, men den är dock en viktig livsmedelspatogen p.g.a. dess förmåga att producera enterotoxin (Quinn et al., 2002).

Staphylococcus aureus kan orsaka både kliniska och subkliniska mastiter. Vanligast är det att mastiter orsakade av *S. aureus* är kroniska och subkliniska, men periodvis blir kliniska. Vid en subklinisk mastit kan man se en minskad mjölkproduktion samt höga celltal och försämrad mjölk kvalitet som kan observeras vid mjölkanalys. Vid en klinisk mastit ses även symtom som feber, svullen juverdel, minskad aptit och synliga förändringar i mjölken (Quinn et al., 2002).

Förökningen av *S. aureus* vid en mastit sker huvudsakligen i mjölkgångarna i juvret (Quinn et al., 2002). Det inflammatoriska svaret resulterar i att mjölkgångarna blockeras följt av att dess alveoli börjar tillbakabildas (Figur 1). Vidare kan abscesser bildas och bindväv växa in vilket försvårar eliminationen av bakterien. *In vitro* studier har visat att *S. aureus* kan invadera epitelceller i juvret på kor och sedan föröka sig där (Almeida et al., 1996). Detta kan vara ytterligare en orsak till att *S. aureus* lyckas undvika immunförsvaret samt är svår att behandla med antibiotika och därmed kan ge kroniska infektioner (Garzoni & Kelley, 2009).



Figur 1. Schematisk bild över en juverdel (efter Sjaastad et al., 2003).

I Sverige är penicillin förstahandsvalet för behandling av alla mastiter orsakade av grampositiva bakterier. Resistens mot penicillin hos *S. aureus* är dock vanligt världen över, vilket försvårar behandlingen. I Sverige idag är resistensläget gynnsamt och stabilt, endast vid 7,1% av kliniska mastiter och 3,6% av subkliniska mastiter förekommer β -laktamasbildning hos *S. aureus* (Landin. H., Svensk Mjolk AB, pers. medd., 2010).

Typning

För att kunna identifiera *S. aureus* reservoarer har man använt sig av fagtypning eller pulsfältsgelelektrofores (PFGE) i många studier (Zadoks et al., 2002). Detta för att kunna skilja på olika isolat av *S. aureus* då de kan ha olika reservoarer och alla inte orsakar sjukdom. Dock är en del äldre studier endast gjorda på artnivå.

PFGE är idag standardmetoden för typning av *S. aureus*. PFGE har många fördelar i förhållande till fagtypning, så som bättre typningsförmåga och högre reproducerbarhet (Bannerman et al., 1995; Zadoks et al., 2002). Dessutom kan PFGE göra skillnad på olika subtyper av bakterien till skillnad från fagtypning (Bannerman et al., 1995).

I flera studier har det visats att det inom en besättning med *S. aureus* finns flera olika och för besättningen unika *S. aureus* isolat, varav en eller ett par av dessa har dominerat i mjölk (Larsen et al., 2000; Haveri et al., 2008; Piccinini et al., 2009; Capurro et al., 2010). De *S. aureus* som dominerat i mjölk har visats vara samma under flera år medan andra isolat av *S. aureus* har varit mer sporadiska (Larsen et al., 2000). Skillnader i prevalens, persistens av infektionen i juver, celltal, antal positiva miljö- och kroppsprov samt resultaten av kontrollåtgärder i olika besättningar tyder på att olika virulensfaktorer förekommer hos de *S. aureus* som orsakar mastit (Larsen et al., 2000; Middleton et al., 2001; Piccinini et al., 2009; Capurro et al., 2010). Haveri et al. (2008) påpekar dessutom att virulensen även kan skilja inom enskilda subtyper.

Reservoarer och källor

En reservoar kan definieras som en plats där den aktuella organismen kan leva och föröka sig. Detta till skillnad från en källa, som är en plats där organismen kan överleva men inte försöka sig (Roberson et al., 1994b).

Juver och mjölk

Juvret hos infekterade individer är den absolut viktigaste reservoaren för *S. aureus* (Roberson et al., 1994b; 1998). I en studie av Zecconi et al. (2003) var provtagning av mjölk den viktigaste kontrollåtgärden i en besättning med mycket mastiter orsakade av *S. aureus*. Detta för att snabbt kunna identifiera infekterade individer och separera dem från övriga. På så vis kunde man effektivt minska spridningen av *S. aureus* från det infekterade juvret via mjölk till friska individer och miljö.

Man har funnit ett positivt samband mellan förekomsten av *S. aureus* i mjölk från lakterande kor och antal positiva miljöprov (Roberson et al., 1994b). Vidare har samma *S. aureus* isolat som dominerat i mjölk också varit det isolat som i störst utsträckning återfunnits i prov tagna från miljön och kroppsytor i studierna av Haveri et al. (2008) och Capurro et al. (2010). Detta gällde prov från såväl lakterande som icke lakterande individer och deras omgivning.

I en studie av Barto et al. (1982) utfodrade man kvigkalvar med mjölk från kor infekterade med *S. aureus*. Risken för att dessa kvigkalvar senare skulle kalva in med mastit ökade inte. Man drog slutsatsen att detta borde gälla även i fält, åtminstone

under förutsättning att kalvarna vistades i ensambox. Detta då de annars skulle kunna ha möjlighet att sprida *S. aureus* mellan varandra till olika kroppsytor så som spenar. I en studie av Roberson et al. (1994a) visade resultaten dock på att gruppställning av kalvar kombinerat med utfodring av mastitmjolk inte heller ökade riskerna för senare insjuknande i mastit.

Kroppsytor

Kolonisering med *S. aureus* på huden kan vara en viktig predisponerande faktor för att utveckla mastit för kvigor såväl som kor (Roberson et al., 1994b).

Lägst förekomst av *S. aureus* på kroppsytor hittade Capurro et al. (2010) och Roberson et al. (1994b) hos kvigor i åldersgruppen 4-12 månader. Detta i motsats till Matos et al. (1991) som fann högst förekomst hos kvigor i åldern 3-12 månader, jämfört med åldersgrupperna 0-3 månader och 12-16 månader. Möjligt är att skillnaden i förekomst mellan olika åldersgrupper och studier främst beror på miljöfaktorer och att åldern i sig spelar mindre roll (Matos et al., 1991).

Spenhud

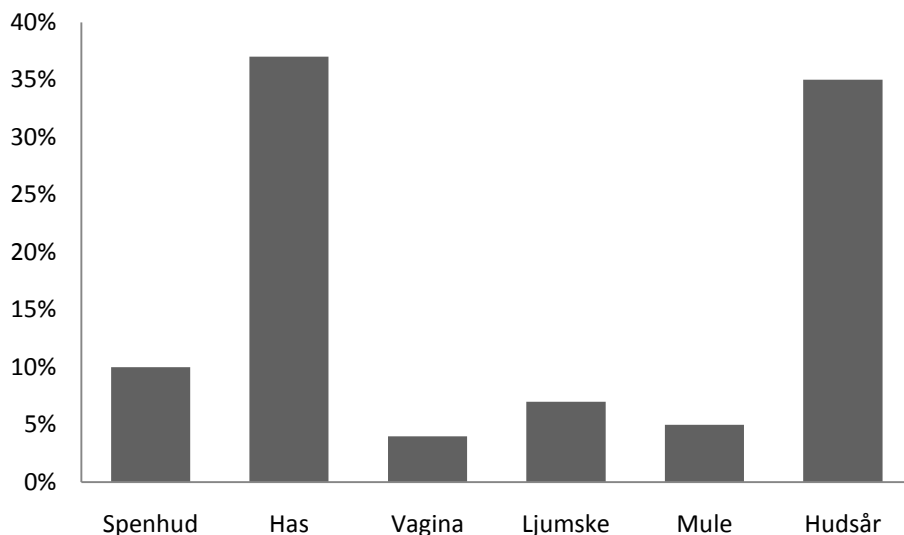
Det har gjorts flera studier för att bedöma om huden på spenen kan vara en potentiell reservoar. I flera av dessa studier har man bedömt detta mycket troligt då samma isolat som dominerat i mjölk i besättningarna också har isolerats från spenar (Haveri et al., 2008; Piccinini et al., 2009; Capurro et al., 2010). Däremot drog Zadoks et al. (2002) slutsatsen att huden på spenen inte är en trolig reservoar. Detta efter resultat som visade att olika isolat dominerade i mjölk respektive på spenar.

Man finner inte bara *S. aureus* på spenar från infekterade individer utan också från lakterande kor som varit separerade från kor med mastiter orsakade av *S. aureus* (Haveri et al., 2008; Piccinini et al., 2009). I en studie av Haveri et al. (2008) fann man på en gård att 80% av de juverdelar som utvecklade mastit orsakad av *S. aureus* sedan tidigare var koloniserade med *S. aureus* på spenhuden eller i spenkanalen. Av de juverdelar som inte blev infekterade var 42% koloniserade med *S. aureus*. Dessutom fann Haveri et al. (2008) att den *S. aureus* PFGE-typ som påvisades på spenhuden hos två friska kor var samma PFGE-typ som de senare under studien utvecklade mastit med. Liknande observationer gjorde Roberson et al. (1998) som isolerade samma fagtyp av *S. aureus* från tre kvigors spenar innan de kalvade som i deras råmjölk efter kalvning. I en studie på artnivå av Roberson et al. (1994b) visade man på 3,34 gånger högre risk för kvigor koloniserade med *S. aureus* på spenhuden att kalva in med *S. aureus*-mastit. Vidare var risken 20 gånger högre för kvigor med *S. aureus*-positivt mjölksekret att kalva in med mastit jämfört med de med negativt mjölksekret.

Has

I en studie av Capurro et al. (2010) togs prov från lakterande kor på spene, ljumske, vagina, mule, has och hudsår. Med 37% positiva prov var hasen den plats från vilken *S. aureus* isolerades från flest prov, följt av hudsår och spene (Figur 2). Risken att en

ko med mastit, orsakad av *S. aureus*, också hade *S. aureus* på hasen var 3,3 gånger högre jämfört med en icke infekterad ko. Sannolikheten att isolera *S. aureus* visade sig också vara 2,7 gånger högre om huden på hasen var päslös och/eller hade sår jämfört med om pälsen och huden var intakt. I samma studie fann man ett signifikant samband mellan hög mjölkproduktion och *S. aureus* på hasen, troligen kopplat till mer mjölkläckage från dessa individer. Slutligen var hasen den plats på kroppen, även hos sinkor och dräktiga kvigor, som flest positiva prov isolerades från.



Figur 2. Sammanställning av andel prov positiva för *S. aureus*, tagna från olika kroppsytor på 191 lakterande kor i uppboundna stallar (efter Capurro et al., 2010).

Sår

Matos et al. (1991) isolerade *S. aureus* från 40% av alla prov tagna från sår på spenar och juver. Dessutom fann Capurro et al. (2010) 35% positiva *S. aureus*-prov från hudsår (Figur 2). Vidare fann Larsen et al. (2000) att subtyperna som isolerades från hudsår stämde väl överens med de man fann i mjölk. I samma studie utvecklade en ko dessutom akut klinisk mastit orsakad av en subtyp som inte tillhörde de dominerande i mjölk. Denna subtyp kunde dock isoleras från hudsår. Som tidigare nämnts har Capurro et al. (2010) funnit att päslös och/eller sårig has också ökar risken för kolonisation av *S. aureus* på hasen.

Utrustning och personal

Spenkoppen på mjölkmaskiner har visats kunna fungera som en källa för *S. aureus* för de fyra till fem nästkommande korna i mjölkningsordningen efter att en ko med *S. aureus*-mastit har mjölkats (Grindal, 1988). Dessutom verkar bakterier kunna sprida sig mellan de olika juverdelarna under mjölkningen. Vid provtagning i mjölkmaskiners spenkoppar efter rengöring återfanns inte *S. aureus* under en studie av Capurro et al. (2010), men i två av fyra fall i en studie av Haveri et al. (2008).

Vid provtagning av utrustning som använts till kvigor och kalvar identifierade man störst andel positiva svar på utrustning kopplad till icke avvanda kalvar (Roberson et al., 1994b).

I en studie av Roberson et al. (1994b), som endast identifierade *S. aureus* på artnivå, drog man slutsatsen att personal kan vara en viktig källa och eventuellt en reservoar för *S. aureus*. Detta stöds av senare studier där den för besättningen dominerande PFGE-typen av *S. aureus* har kunnat isoleras både från personalens händer och näsborrar (Haveri et al., 2008; Capurro et al., 2010). I motsats till detta fick Larsen et al. (2000) resultat som visade på olika subtyper från personalen jämfört med mjölk. Prover tagna från händer och näsborrar från mjölkningpersonal stämde bättre överens med motsvarande prover tagna från icke-lantbrukare än med prover från mjölk. Samma subtyper som isolerades från händerna isolerades också från näsborrarna. I ett fall isolerades samma subtyp av *S. aureus* som var den dominerande i mjölk från händerna hos en ur personalen. Dock isolerades den ej från näsborrarna och kunde inte isoleras senare under studien på händerna. Man drog slutsatsen att händer inte var en viktig reservoar men kunde ha fungerat som källa för smittspridning under mjölkningen.

Miljö

Högst prevalens av *S. aureus*-mastiter i Sverige har man sett under uppställningsperioden, november till april (Ericsson Unnerstad et al., 2009). Dessutom verkar stall med uppbundna kor vara mer drabbade än besättningar med lösdrift.

Capurro et al. (2010) tog prover, i stall med uppbundna kor, i omgivningen hos djur i olika åldersgrupper. Man fann lägst förekomst av *S. aureus* hos unga kvigor och högst hos lakterande kor. De platser i miljön kring lakterande kor som man hittade flest prover positiva för *S. aureus* var på liggplatsen, inredningen och i vattenkoppar (Capurro et al., 2010). Strö verkar inte vara en viktig källa för *S. aureus* (Matos et al., 1991). Mycket strö tycks tvärtom vara en skyddande faktor (Schukken et al., 1991).

Staphylococcus aureus kan även spridas direkt via luften (Matos et al., 1991; Roberson et al., 1994b; 1998). I studien av Matos et al. (1991) lyckades man inte isolera *S. aureus* i luften kring liggplatserna men väl i mjölkgruppen. Under mjölkning fick man 50% positiva *S. aureus* svar från de prover som placerats ut i mjölkgruppen. Motsvarande siffra mellan mjölkningar var 20 %.

Flugor

Samma subtyp av *S. aureus* som har isolerats från mjölk och kvigkalvar har också isolerats från flugor (Roberson et al., 1998; Capurro et al., 2010). Flugor kan vara en väg för *S. aureus* att sprida sig från mjölk och vidare i besättningen. Hälften av alla flugor som var positiva för *S. aureus* i en studie på artnivå av Roberson et al. (1994b) kom från en, av totalt sju besättnings, avdelning med ännu ej avvanda kalvar. Den besättningen hade en hög prevalens av *S. aureus*-mastiter och kalvarna fick mjölk från kor med mastiter. Avdelningen för kalvarna låg dessutom i samma byggnad som de

mjölkande korna. I samtliga övriga besättningar var kalvarna i en annan byggnad eller utomhus.

Förstakalvare

Totalt beräknas förstakalvare med *S. aureus*-mastit vid kalvning stå för en tredjedel av alla nya mastiter orsakade av *S. aureus* i en besättning (Roberson et al., 1994a). Skillnaden i prevalens hos förstakalvare vid kalvning, från besättningar med låg prevalens (<5%) av *S. aureus* hos mjölkorna respektive hög prevalens (>10%), tycks inte vara signifikant. Detta tyder på att kvigor kan vara en viktig reservoar. Vidare kan detta vara en avgörande faktor som försvårar arbetet att förhindra smittspridningen av *S. aureus* även i besättningar med bra kontroll på smittan bland de lakterande korna. Capurro et al. (2010) drog däremot slutsatsen att kvigorna inte var en betydande reservoar. Detta efter att det i deras studie endast gick att isolera *S. aureus* från kroppsytor från sju av 24 kvigor. Vidare var bara tre av dessa isolat av samma PFGE-typ som den som dominerade i mjölk. Inga prov togs från mjölksekret från kvigorna.

DISKUSSION

Att juvret hos de infekterade korna är den huvudsakliga reservoaren för *S. aureus* verkar vara klart, samt att det även finns andra reservoarer och källor. Vilken vikt de andra reservoarerna och källorna spelar råder det dock oenighet om (Tabell 1). Det faktum att olika typningsmetoder har använts i olika studier försvårar jämförelse mellan studierna och därmed också möjligheten att dra slutsatser.

Ytterligare en orsak till att resultaten från olika studier inte alltid stämmer överens kan vara inverkan från olika isolats respektive egenskaper. Tecken på att det kan vara så ses i de enskilda studierna. I studien av Capurro et al. (2010) var det exempelvis signifikant skillnad mellan besättningar beträffande var på kroppen man hittade flest positiva *S. aureus* prov. Vidare hade de besättningar med högst prevalens av *S. aureus* mastiter minst antal kor med kroniskt höga celltal, vilket är motsatsen till vad man skulle förvänta sig. Dock är det, precis som Larsen et al. (2000) påpekar, oklart hur stor roll virulensen kontra skötselrutiner och andra besättningsfaktorer spelar.

Att *S. aureus* har reservoarer på andra platser än de infekterade juvren försvårar avsevärt för besättningar som försöker förhindra smittspridningen. Den stora frågan är hur man med nya kontrollåtgärder kan förhindra spridningen från infekterade individer till andra reservoarer och källor. För att kunna svara på detta behöver man veta hur spridningen sker till miljön, kroppsytor på kvigor etc. Är det via djur inom besättningen, flugor, personal, utrustning, luft eller helt andra vägar, och vilken roll spelar respektive väg?

Risken att utveckla mastit ökar vid kolonisering av spenhud och spenkanaler (Roberson et al., 1994b; Haveri et al. 2008). Förmåga att effektivt kolonisera huden på spenar kan eventuellt vara en fördel som kan vara avgörande för vilket isolat som kommer att dominera i besättningen, samt hur hög prevalensen blir. *Staphylococcus aureus* från spenhuden från kor, vars mjölk är *S. aureus*-negativ, kan dessutom vara en

viktig väg för *S. aureus* att spridas vid mjölkning och hålla smittrycket uppe trots kontrollåtgärder. Från huden på spenar kan spridning ske både till personal och utrustning och vidare till kor senare i mjölkningsordningen. Risken att händer kan fungera som källa och eventuellt också som reservoar gör handhygien under mjölkningen viktigt för att minska spridning mellan individer (Larsen et al. 2000). Förutom handhygien är faktorer som effektiv rengöring av utrustning och tvättning av juverdukar samt fungerande spenspray viktiga. Detta för att minska spridningen och förhindra så höga andelar som 64 % positiva spenprov för *S. aureus*, vilket Haveri et al. (2008) observerade i en besättning, detta trots att infekterade individer mjölkades sist.

Tabell 1. Sammanställning över olika studier och föreslagna reservoarer och källor

Reservoar/källa										
Kvigor	Spenar	Has	Sår	Personal	Utrustning	Inredning		Flugor	Luft	Referens
						etc.				
-	+	+	+	(+)	+	+		+		Capurro et al., 2010
	+									Piccinini et al., 2009
(+)	+			+	+					Haveri et al., 2008
	-				+					Zadoks et al., 2002
				(+)						Larsen et al., 2000
+	+			(+)		(+)		+	+	Roberson et al., 1998
+	+			+	+			+	+	Roberson et al., 1994b
+										Roberson et al., 1994a
			+						+	Matos et al., 1991

+ Troligen viktig reservoar/källa

(+) Troligen reservoar/källa men av mindre betydelse

- Troligen inte reservoar/källa

Både Barto et al. (1982) och Roberson et al. (1994a) drog slutsatsen att risken för mastit inte ökade för kvigkalvar om de fick mjölk från infekterade kor. Enligt rekommendationer från Svensk Mjök AB bör man dock inte ge mjölk från infekterade kor till kvigkalvar (Landin. H., Svensk Mjök AB, pers. medd., 2010). Det skulle vara intressant med ny forskning på området. Detta för att den senaste studien som har påträffats under denna litteraturöversikt är från 1994 och att rekommendationerna på området inte går i linje med resultaten från studierna. En

slutsats som går att dra utifrån litteraturöversikten är att man oavsett ökad mastitrisk eller inte, bör hantera mastitmjölken utifrån det faktum att det är en smittkälla för *S. aureus*. Vid hanteringen av mjölken kan *S. aureus* potentiellt sprida sig till såväl flugor, utrustning, miljö, kroppsytor samt personal och sedan ta sig vidare i besättningen.

Att förstakalvarna har visats stå för en tredjedel av incidensen (Roberson et al., 1994a) gör det extra viktigt att man lyckas få ner förekomsten av *S. aureus* på och runt kvigor. Detta skulle eventuellt effektivt kunna minska prevalensen av mastiter orsakade av *S. aureus* i hela besättningen. Viktigt att poängtera här är att de studier som talar starkt för att kvigor är en viktig reservoar är äldre studier. Alla de senare studierna har haft fokus på andra reservoarer. I en av de senare studierna är man mindre övertygad om att kvigor skulle vara en betydande reservoar och i en annan talar man emot (Tabell 1). Ny forskning med fokus på kvigor och förstakalvare skulle vara intressant, helst från Sverige. Detta för att lättare kunna föra över resultaten till svenska förhållanden då olika miljö och skötselrutiner kan påverka resultaten.

Med luft och flugor som en möjlig spridningsväg för *S. aureus* ökar vikten av att inte hålla djur i olika åldersgrupper i samma byggnad. Både kalvar som får mjölk från infekterade kor och lakterande kor kan vara viktiga reservoarer för *S. aureus*. Om kvigor är i samma byggnad borde risken för att *S. aureus* ska sprida sig till dem öka avsevärt. Om det dessutom skulle vara möjligt att köra ett ”all in- all out” system skulle det kunna vara fördelaktigt. Dock verkar det inte ha gjorts någon forskning på hur länge *S. aureus* kan överleva i miljöer utan djur och vilka åtgärder som skulle behövas för att man ska kunna försäkra sig om att miljön är fri från *S. aureus* innan nya djur sätts in.

Det är troligen svårare att lika strikt hålla isär infekterade mjölkkor och icke infekterade mjölkkor i lösdrift jämfört med i stall med uppbundna kor, vilket borde gynna *S. aureus*. Även det faktum att friska individerna har mer kontakt mellan varandra i lösdrift och använder samma liggplatser borde vara en nackdel i dessa besättningar. Trots detta kunde Ericsson Unnerstad et al. (2009) visa att i Sverige är *S. aureus* vanligare hos uppbundna kor än hos kor i lösdrift. En anledning är kanske att många av lösdrifterna i Sverige är nybyggda och därmed har bättre ventilation, ny utrustning och en miljö som vid uppstart är fri från reservoarer. Dessutom kan det tänkas vara mindre vanligt att man har kalvar och kvigor i samma byggnad som de lakterande korna i nyare stallar. Slutligen kanske en subtyp som har en hög prevalens i ett stall med uppbundna kor, har sämre förmåga att etablera och sprida sig i en lösdrift och att andra virulensfaktorer krävs för det.

Sammantaget kan man säga att kroppsytor, miljö, utrustning, personal, flugor och luft kan fungera som reservoarer och/eller källor för *S. aureus*, och att dessa troligen spelar en viktig roll för spridningen i besättningen. För att kunna förhindra smittspridning av *S. aureus* kommer man troligen behöva öka biosäkerheten på många

plan i besättningen och inte bara under mjölkningen. Mer forskning behövs, t.ex. gällande *S. aureus* överlevnadsförmåga och spridningsvägar mellan olika reservoarer och källor. Särskilt intressant blir också att bättre förstå inverkan av olika isolats egenskaper och hur de påverkar spridningen och prevalensen inom besättningen. Möjligt är att individuella kontrollprogram för olika besättningar kommer att behövas, beroende på egenskaperna hos de inblandade *S. aureus* isolaten.

REFERENSLISTA

- Almeida, R.A., Matthews, K.R., Cifrian, E., Guidry, A.J. & Oliver, S.P. (1996). Staphylococcus aureus invasion of bovine mammary epithelial cells. *Journal of Dairy Science*, 79(6), 1021-1026.
- Bannerman, T.L., Hancock, G.A., Tenover, F.C. & Miller, J.M. (1995). Pulsed-field gel electrophoresis as a replacement for bacteriophage typing of Staphylococcus aureus. *Journal of Clinical Microbiology*, 33(3), 551-555.
- Barto, P.B., Bush, L.J. & Adams, G.D. (1982). Feeding milk containing Staphylococcus aureus to calves. *Journal of Dairy Science*, 65(2), 271-274.
- Capurro, A., Aspán, A., Ericsson Unnerstad, H., Persson Waller, K. & Artursson, K. (2010). Identification of potential sources of Staphylococcus aureus in herds with mastitis problems. *Journal of Dairy Science*, 93(1), 180-191.
- Ericsson Unnerstad, H., Lindberg, A., Persson Waller, K., Ekman, T., Artursson, K., Nilsson-Öst, M. & Bengtsson, B. (2009). Microbial aetiology of acute clinical mastitis and agent-specific risk factors. *Veterinary Microbiology*, 137(1-2), 90-97.
- Garzoni, C. & Kelley, W.L. (2009). Staphylococcus aureus: new evidence for intracellular persistence. *Trends in Microbiology*, 17(2), 59-65.
- Grindal, R.J. (1988). The role of the milking machine in mastitis. *The British Veterinary Journal*, 144(6), 524-533.
- Haveri, M., Hovinen, A., Roslöf, A. & Pyörälä, S. (2008). Molecular types and genetic profiles of Staphylococcus aureus strains isolated from bovine intramammary infections and extramammary sites. *Journal of Clinical Microbiology*, 46(11), 3728-3735.
- Hultgren, J. & Svensson, C. (2009). Lifetime risk and cost of clinical mastitis in dairy cows in relation to heifer rearing conditions in southwest Sweden. *Journal of Dairy Science*, 92(7), 3274-3280.
- Larsen, H.D., Sloth, K.H., Elsberg, C., Enevoldsen, C., Pedersen, L.H., Eriksen, N.H.R., Aarestrup, F.M. & Jensen, N.E. (2000). The dynamics of Staphylococcus aureus intramammary infection in nine Danish dairy herds. *Veterinary Microbiology*, 71(1-2), 89-101.
- Matos, J.S., White, D.G., Harmon, R.J. & Langlois, B.E. (1991). Isolation of Staphylococcus aureus from sites other than the lactating mammary gland. *Journal of Dairy Science*, 74(5), 1544-1549.
- Middleton, J.R., Fox, L.K. & Smith, T.H. (2001). Management strategies to decrease the prevalence of mastitis caused by one strain of Staphylococcus aureus in a dairy herd. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 218(10), 1615-1618, 1581-1582.
- Piccinini, R., Cesaris, L., Daprà, V., Borromeo, V., Picozzi, C., Secchi, C. & Zecconi, A. (2009). The role of teat skin contamination in the epidemiology of Staphylococcus aureus intramammary infections. *The Journal of Dairy Research*, 76(1), 36-41.
- Quinn, P., Markey, B.K., Carter, M.E., Donnelly, W.J. & Leonard, F.C. (2002). *Veterinary Microbiology and Microbial Disease* 1st ed., UK: Blackwell Science Ltd.

- Roberson, J.R., Fox, L.K., Hancock, D.D. & Gay, C.C. (1994a). Coagulase-positive *Staphylococcus* intramammary infections in primiparous dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 77(4), 958-969.
- Roberson, J.R., Fox, L.K., Hancock, D.D. & Gay, J.M. (1994b). Ecology of *Staphylococcus aureus* isolated from various sites on dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 77(11), 3354-3364.
- Roberson, J.R., Fox, L.K., Hancock, D.D., Gay, J.M. & Besser, T.E. (1998). Sources of intramammary infections from *Staphylococcus aureus* in dairy heifers at first parturition. *Journal of Dairy Science*, 81(3), 687-693.
- Schukken, Y.H., Grommers, F.J., van de Geer, D., Erb, H.N. & Brand, A. (1991). Risk factors for clinical mastitis in herds with a low bulk milk somatic cell count. 2. Risk factors for *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Journal of Dairy Science*, 74(3), 826-832.
- Sjaastad, Ø.V., Hove, K. & Sand, O. (2003). *Physiology of Domestic Animals* 1st ed., Oslo: Scandinavian Veterinary Press.
- Sol, J., Sampimon, O.C., Barkeman, H.W. & Schukken, Y.H. (2000). Factors associated with cure after therapy of clinical mastitis caused by *Staphylococcus aureus*. *Journal of Dairy Science*, 83(2), 278-284.
- Zadoks, R.N., van Leeuwen, W.B., Kreft, D., Fox, L.K., Barkeman, H.W., Schukken, Y.H. & van Belkum, A. (2002). Comparison of *Staphylococcus aureus* isolates from bovine and human skin, milking equipment, and bovine milk by phage typing, pulsed-field gel electrophoresis, and binary typing. *Journal of Clinical Microbiology*, 40(11), 3894-3902.
- Zecconi, A., Piccinini, R. & Fox, L.K. (2003). Epidemiologic study of intramammary infections with *Staphylococcus aureus* during a control program in nine commercial dairy herds. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 223(5), 684-688.