



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin  
och husdjursvetenskap  
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

# Juverhälsa i automatiska mjölkningssystem

*Fanny Sjölander*

*Uppsala  
2016*

*Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen*

*Delnummer i serien: 2016:75*



# Juverhälsa i automatiska mjölkningssystem

## Udder health in automatic milking systems

*Fanny Sjölander*

**Handledare:** *Sigrid Agenäs, institutionen för husdjurens utfodring och vård*

**Examinator:** *Eva Tydén, institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap*

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** grund nivå, G2E

**Kurstitel:** *Självständigt arbete i veterinärmedicin*

**Kurskod:** EX0700

**Program:** Veterinärprogrammet

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2016

**Serienamn:** Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen

**Delnummer i serie:** 2016:75

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

**Nyckelord:** *Juverhälsa, Automatiskt mjölkningssystem, Förebyggande åtgärder*

**Key words:** *Udder health, Automatic milking, Improve*

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

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för husdjurens utfodring och vård



## INNEHÅLL

Sammanfattning .....	1
Summary .....	2
Inledning.....	3
Material och metoder .....	4
Litteraturoversikt.....	4
Automatiska mjölkningssystem .....	4
Mastit och juverhälsa .....	5
Celltal .....	6
Juverhälsa i automatiska mjölkningssystem .....	6
Mjölkningsintervall .....	7
Mjölkningsfrekvens.....	9
Spentvätt.....	9
Fjärdedelsmjölkning .....	10
Mjölkläckage .....	10
Diskussion .....	10
Referenslista .....	13



## **SAMMANFATTNING**

Syftet med denna litteraturstudie var att öka kunskapen om automatiska mjölkningssystemens inverkan på juvret och juverhälsan samt identifiera möjligheter för lantbrukaren att arbeta förebyggande med juverhälsan i besättningen. Mastit, juverinflammation, är en smärtsam, kostsam och livsmedelsförstörande sjukdom. Utöver att den orsakar ekonomiska förluster för bonden och lidande för djuren så är mastit den sjukdom som år 2013 ensam stod för 69 % av all antibiotikabehandling inom mjölkproduktionen. Prevalensen av mastit ser ut att öka med ökande besättningsstorlek och parallellt med att de svenska besättningarna blir större väljer allt fler att satsa på automatiska mjölkningssystem. 2015 mjölkades 37 % av Sveriges kor i en robot.

Resultatet av denna litteratursammanfattning är att studier tyder på att juverhälsan initialt påverkas negativt vid övergång till automatiska system sett till indikatorer som celler och bakterier i mjölken. De högsta halterna uppmäts inom sex månader efter installationen för att sedan minska. Inom ett år efter övergången från konventionellt mjölkningssystem återgår de tankmjölkscelltalen till nivåer liknande dem som var i besättningen innan övergången. Andelen nyinfekterade kor per månad samt bakteriehalt i mjölken tenderar dock att fortsätta vara något över snittet för konventionella system men spenhälsan är bättre i automatiska än konventionella system. Det förklaras med att de automatiska systemen mjölkar korna på fjärdedelsjuvernivå vilket minskar risken för övermjölkning avsevärt i jämförelse med mjölkning i konventionella system som sker på heljuvernivå. De faktorer som påverkar celltalet negativt i automatiskt mjölkade besättningar är mjölkningsintervall, ofullständiga mjölkningar samt renlighet av djur och spenar. För att förbättra juverhälsan i besättningen bör ansvarig arbeta för mer regelbunden mjölkning speciellt för kor med höga celltal. Utöver detta är rengöring av spentvätt och dess komponenter, samt hela mjölkningssystemet, viktigt för att förebygga bakterieorsakad mastit.

Slutligen, i arbetet med denna litteraturstudie har luckor i kunskap inom juverhälsa i automatiska mjölkningssystem uppdagats. Hur påverkar oregelbundna mjölkningsintervall ett friskt juver? Hur varierar effektiviteten hos olika tillverkares spentvätt? Samt har olika mjölkningssystem problem med olika mastitörsakande patogener? Studier inom dessa områden kommer vara av stor nytta för arbetet mot en bättre juverhälsa i automatiska mjölkningssystem.

## **SUMMARY**

The aim of this literature review was to increase the knowledge of how automatic milking affects udder health and how farmers can improve udder health. Mastitis is an inflammation of the mammary glands and it is painful, causes economic losses for the farmer and decreases the milk value in both the economic and quality aspects. Treatment of bovine mastitis was in 2013 responsible for 69 % of all antibiotic usage in the Swedish dairy industry. The prevalence of bovine mastitis seems to be increasing along with size of the population. The average herd population has over the years of time increased and so has the number of farms with automatic robotic systems. Today 37 % of all cattle in Sweden is milked in an automatic milking system.

The result of this literature review was that udder health is negatively affected in the transition to a fully automatic milking system. This is typically seen as elevated somatic cell count and total bacterial count in the milk. The effect was not long lasting, the peak was measured in the first six months after installation and within the following six months, the high bulk milk cell count decreased to approximately the same as it was before the transition. In the case of newly infected cows the proportion was still higher in the automatic milking as was the total bacterial count. Teat health is often better in automatic milking systems. This has been explained as a result of the quarter milking in the new automatic robotic systems which considerably decreases the risk of overmilking the teats. Important factors that affect somatic cell count in automatic milking systems are milking interval, inadequate milking and the cleanness of animal and teat. To improve the udder health the herd manager should work towards less fluctuation in interval especially for cows with high somatic cell count. In addition to this cleaning the teat cleaning equipment as well as the entire system is essential to prevent bacterial induces mastitis.

Finally, in the work with this literature review gaps in the knowledge of udder health in automatic milking have been detected. How does irregular milking intervals affect a healthy udder? Does the cleaning of teats differ between brands of systems? And does milking system predispose a particular pathogen? Studies in these areas will be of mayor help developing new management recommendations to improve the future of udder status in automatic milking systems.



## INLEDNING

Antibiotikaresistens är ett av nutidens största hot mot mänskligheten. I Sverige visar statistiken på en stadig minskning av antibiotikaanvändning inom veterinärmedicinen (Swedres-Svarm, 2014) men det finns tendenser till ökade incidenser av Methicillinresistenta stafilokockinfektioner hos människor (Folkhälsomyndigheten, 2016). Antibiotikaanvändningen berör inte bara veterinärmedicin utan alla grenar av medicinvetenskapen och hela världens befolkning. Detta tvärvetenskapliga tankesätt om att allt liv hör samman brukar benämnas som ”one world – one health” perspektivet och med detta i åtanke är ett fortsatt arbete för mer restriktiv användning av antimikrobiella substanser ett måste.

År 2014 stod veterinärmedicinen för ungefär 14 % av den totala konsumtionen av antibiotika i Sverige (Swedres-Svarm, 2014). Inom mjölkproduktionen stod behandlingen av juverinflammation hos nöt för 69 % av all antibiotikabehandling hos de till kokontrollen anslutna gårdarna år 2013 (Växa Sverige, 2015). Utöver att bidra till den totala antibiotikaanvändningen inom veterinärmedicinen så är mastit den vanligaste sjukdomen hos mjölkproducerande kor (Växa Sverige, 2015). Enligt Jordbruksverket ökar andelen mastiter med de ständigt ökande besättningsstorlekarna (Statens jordbruksverk, 2014; Växa Sverige, 2016). Mastiter med kliniska symptom är smärtsamma och orsakar stort lidande för djuren och bör därmed också behandlas. Behandlingen medför dock inte bara en risk för ökad resistensutveckling, den står även för en del av den ökade kostnaden som denna sjukdom medför lantbrukaren. Kostnaden för en klinisk mastit beräknades av Svensk mjölk 2010, idag Växa Sverige, röra sig omkring 2500kr per sjukdomsfall (Oskarsson, 2010). I den kostnaden inkluderas veterinärbesök, medicinkostnader, avskild mjölk på grund av karenstider och ökad arbetstid. Beräkningen tog inte hänsyn till reproduktionsstörningar och minskad avkastning för resterande tid av laktationen. Nielsen (2009) tog i sin avhandling gällande kostnaden för kliniska mastiter hänsyn till dessa aspekter och kom fram till en kostnad av 2800kr för varje fall av klinisk mastit vilket är en betydande del av nettoöverskottet per ko per år. Intäkterna från en enskild ko rör sig omkring 35 000 till 45 000 kr per år, beroende på avkastning, jordbruksstöd och mjölkpris. Kostnaderna för att hålla en högproducerande ko är cirka 40 000kr per år, vilket innebär ett nettoresultat inom intervallet -5000 till 5000kr per år men variationen är ännu större (Erik Engelbrekts, Växa Sverige, pers. medd., 2016).

År 2015 mjölkades drygt 20 % av besättningarna anslutna till ko-kontrollen med automatiska mjölkningssystem. Bland dessa besättningar finns en betydande andel av de stora besättningarna vilket medför att närmare 37 % av Sveriges kor mjölkas automatiskt trenden pekar på att det kommer öka (Växa Sverige, 2016). Med detta sagt finns det många anledningar för att förstärka forskning för att förbättra juverhälsan i automatiska mjölkningssystem. Syftet med denna litteraturstudie är att sammanställa artiklar inom ämnesområdet automatiska mjölkningssystem med inriktning juverhälsa. Detta i syfte att förbättra juverhälsan och minska kliniska och subkliniska mastiter i robotmjölkade besättningar.

## MATERIAL OCH METODER

Den här studien baseras huvudsakligen på litteratur som har hittats vid sökningar i databaserna Web of Science, PubMed, och Sveriges lantbruksuniversitets sökmotor för examensarbeten, Epsilon. För att hitta referenser har även andra litteraturstudier inom området använts, bland annat ”Hur påverkas juverhälsan efter introduktion av AMS” av Karlsson (2007) och ”Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health and welfare” av Jacobs och Siegförd (2012).

Sökorden som användes var (Mastit\* OR ”udder health”), (”somatic cell count” OR SCC), (Bovine OR herd OR Cattle), AND (AMS OR “Automatic Milking System”). (Prevention\* OR Improve\*), (Quarter AND milking), (clean\* OR wash\*) och (Udder OR teat), i olika kombinationer.

Inklusionskriterier för artiklar till denna litteraturstudie var att de skulle vara skrivna på svenska eller engelska språket, att artikeln behandlade djurslaget ko, att de var tillgängliga för utlåning eller i fulltext online och att de studier som avhandlades var utförda på ett sådant sätt att undertecknad bedömde dem som relevanta och trovärdiga. Experimentella studier skulle innehålla en tydligt beskriven material och metod, en kontrollgrupp och ett urval av den storleksgrad att resultatet bedömdes vara relevant för hela populationen. Det var även viktigt att studien var applicerbar för automatiskt mjölkade förhållanden. Alla studier var dock inte utförda i automatiskt mjölkade system.

## LITTERATURÖVERSIKT

### Automatiska mjölkningssystem

Det finns ett flertal automatiska mjölkningssystem ute på världsmarknaden, BauMatic LLC, DeLaval, Fullwood, GEA Farm Technologies, Insentec och Lely Industries (GEA (2016), *BouMatic Robotics - Home*(2016); Knappstein *et al.*, 2004). Av dessa har DeLaval och Lely störst marknadsandelar avseende mjölkningsrobotar i Sverige. För lantbrukaren är de största anledningarna för till en investering i automatiskt mjölkningssystem att minska tungt arbete, öka flexibilitet i arbetstid och arbetsbörda samt för att öka antalet mjölkningar per ko och dag (Hogeveen *et al.*, 2004). Det är väl belagt att en ökning av antalet mjölkningar från 2 till 3 per dag ger en ökad mjölmängd (Hogeveen *et al.*, 2000; Smith *et al.*, 2002; Österman & Bertilsson, 2003). Österman och Bertilsson (2003) visade att en ökning från 2 till 3 mjölkningar på samma djur kunde leda till 12 % högre mjölkavkastning. Enligt Wade med flera (2004) ökar inte mjölmängden mer än ett snitt på 2 % vid övergång från konventionellt till ett automatiskt system. Wade med flera (2004) tar då hänsyn till effekten av genetiska framsteg i populationen som helhet och förbättrade skötseltekniker som sker samtidigt som övergången till automatisk mjölkning och som ökar avkastningen oavsett mjölkningssystem. Om ingen hänsyn tas till dessa effekter ökade mjölkproduktionen 10 % vid övergången (Wade *et al.*, 2004).

I ett automatiskt mjölkningssystem blir ägaren inte låst till mjölkningstider och kan styra mjölkningsfrekvensen utan att behöva vara närvarande vid alla mjölkningar. Korna får större valmöjligheter och rör sig mellan liggbåsen, foderstationerna och mjölkroboten i en styrd eller fri kotrafik. Fri kotrafik innebär att djuren inte begränsas av grindar och får röra sig fritt mellan ligg- och ätplatser. En styrd kotrafik slussar besättningen genom roboten för att ta sig mellan liggbåsen och foderbordet. Det systemet medför att färre djur behöver hämtas till mjölkning på grund av alltför långt mjölkningsintervall. Selekterad styrd kotrafik är ett tredje system som kombinerar fördelarna av de två förstnämnda. När en ko går genom en sluss placerad i närheten av mjölkningsstationen selekteras hon till mjölkningsstationen eller får gå vidare i systemet utan att mjölkas, beroende på tid sedan senaste mjölkning. I nyinstallationer av automatiska mjölkningssystem mjölkas korna på juverfjärdedelsnivå, medan mjölkningsmaskiner som används i konventionella system som uppbunden mjölkning, mjölkningsgrop eller karusell mjölkar på heljuvernivå. Mjölkning på fjärdedelsnivå är en fördel då det möjliggör anpassning till variationer i mjölmängd och mjölkflöde mellan juverfjärdedelar. Även övervakningen av juverhälsan kan förbättras då vissa modeller av automatiska mjölkningssystem har möjlighet att mäta konduktivitet, celltal och andra oförmånliga förändringar i mjölken på fjärdedelsnivå (Jacobs & Siegford, 2012).

## **Mastit och juverhälsa**

Mastit kan bland annat orsakas av trauma eller av en infektion med förökning av bakteriellt agens i juvervävnaden. Utav dessa är bakterier från kons närmiljö eller smitta från andra kor den vanligaste orsaken till mastit (Sandholm, 1995). Koliforma miljöbakterier innefattar de vanliga mastitassocierade bakterierna inom familjen *Enterobacteriaceae* som till exempel *Klebsiella* spp. och *Escherichia* spp. Bakterier inom den koliforma gruppen finns i digestionskanalen och sprids sedan vidare till juvret via feces och strömmaterial. Miljöbakterierna kan, till skillnad från smittsamma bakterier som *Streptococcus* spp. och *Staphylococcus* spp., inte spridas mellan spenar och överlever inte en längre tid i juvermiljön (Sandholm och Pyörälä, 1995). Den avgörande skillnaden mellan dessa är de koliforma bakteriernas avsaknad av invasiva och adhererande egenskaper, egenskaper som möjliggör för spenbakterier att hålla sig kvar i juvret även vid höga mjölkflöden (Ali-Vehmas och Sandholm, 1995). *Staphylococcus* spp. är en vanlig grupp av normalflorebakterier på utsidan av juvret som vid stress eller trauma i anslutning till spenspetsen kan vandra upp i spenkanalen och börja föröka sig. Enligt Pyörälä (1995) är felaktig mjölkningsteknik en möjlig spridningskälla av *Staphylococcus* spp. Eftersom bakterierna kan spridas mellan spenar via mjölkningmaskinen är det viktigt att ta hänsyn till individens juverhälsa vid mjölkning. Vilket är möjligt att göra i konventionellt mjölkade besättningar. Resultatet av en enkätstudie utförd av Nielsen och Emanuelsson (2013) på svenska gårdar visar att gårdar med uppbundna djur tar mer hänsyn juverstatus i jämförelse med de gårdar som mjölkar i mjölkgrop (Nielsen & Emanuelson, 2013).

I en svensk fältstudie utförd 2002-2003 som omfattade 987 mjölkprover från 829 kor med kliniska mastiter påvisades minst en bakteriestam i 84 % av proverna. Av dessa prover var 92 % koloniserade av endast en art, och övriga var blandfloror. Vanligast förekommande var

*Staphylococcus Aureus* (21,3%), *Escherichia Coli* (15,9%), *Streptococcus Dysgalactiae* (15,6%) och *Streptococcus Uberis* (11,1 %). Utöver detta visade Ericsson Unnerstad med flera (2009) att prover från mastitdrabbade kor som orsakats av bakterien *S. Aureus* var i högre grad från djur i uppbundna stallar samt att mastiter orsakade av miljöbakterien *E.Coli* i högre grad associerades till djur i lösdrift (Ericsson Unnerstad *et al.*, 2009). Enligt en senare studie har 1,8 % av de svenska gårdarna spår av *S.Aureus* i tankmjölken. Studien kunde dock från dra några slutsatser om en ökad prevalens i automatiska mjölkningssystem i jämförelse med stora konventionella besättningar (Persson Waller & Landin, 2012).

### **Celltal**

Ett första steg i juvrets försvar mot en bakterie är att immunceller migrerar ut från blodströmmen till juvret (Pyärälä, 1995). Detta kan vi mäta som ett ökat antal celler i mjölken. Celltal är således ett mått på andelen makrofager, lymfocyter och neutrofila granulocyter i mjölken. Detta mäts i antal celler per milliliter (ml) mjölk. Immuncellerna finns i mjölken för att skydda mot en infektion och en liten del av cellerna utgörs av epitelceller. Tillsammans utgör de celltalet och detta kan uppmätas även i ett friskt juver. I ett juver utan en klinisk, eller subklinisk infektion är celltalet dock mycket lågt, under 100 000 celler per ml (Sordillo *et al.*, 1997). Enligt LRF mjölks branschriktlinjer ska tankmjölkens cellantal mätas på enskilda kor minst 1 gång i månaden (LRF Mjolk, 2014). Eftersom mjölkkvalliten påverkar lantbrukarens ersättning för mjölken görs provtagningen vid varje mjölkhämtning som i regel sker varannan dag (Anders Christiansson, 2015). Tankmjölken är dock en blandning av mjölk från alla djur i besättningen vilket innebär att högcellskor kan döljas när mjölken späds. En gård kan ha låga värden i tankmjölken och ändå många kliniska mastiter (Barnouin *et al.*, 2005). Att mäta individuella kors fluktuerande celltal över tid är därför ett bättre mått på juverhälsa. Vid nya infektioner ökar celltalet plötsligt och vid kroniska infektioner växlar det mellan höga och låga värden (Rasmussen *et al.*, 2001). Antalet celler i mjölken förändras mycket över laktationen. Det finns flera studier som visar att celltalen i mjölken förändras beroende på tid i laktation och vilken laktation kon befinner sig i (Laevens *et al.*, 1997; Schepers *et al.*, 1997). I Schepers med fleras studie (1997) ökar antalet celler kraftigt i slutet av laktationen och förändringen är tydligast på flergångskalvare. De framhäver dock att detta kan vara en koncentrationseffekt eftersom kon producerar mindre mjölk i slutet av laktationen, varvid koncentrationen av immunceller i mjölken stiger (Schepers *et al.*, 1997).

### **Juverhälsa i automatiska mjölkningssystem**

Från svenska kokontrolldata är det möjligt att dra slutsatsen att tankmjölkens celltal i regel är högst hos en besättning Holstein, med hög avkastning och som mjölkas med automatiskt mjölkningssystem (Mork & Sandgren, 2011). Att automatiska mjölkningssystem ger högre celltal initialt stöds av flera studier (Rasmussen *et al.*, 2001; Koning *et al.*, 2004). Rasmussen med flera (2001) genomförde en studie med 69 danska gårdar som nyligen gått över från konventionell till automatisk mjölkning. Studien omfattade kokontrolldata på individnivå året innan och efter övergången till automatisk mjölkning. Resultatet av studien var att medelcelltalen, inklusive mjölk som avskildes från tankmjölken, ökar med ungefär 20 000 celler per ml, främst under de första 5

månaderna. Under det resterande året sjönk celltalen tillbaka till vad de var innan installationen. Tydligaste skillnaden före och efter installation såg man dock på antalet djur vars celltal ökade hastigt till över 200 000 celler/ml, ett tecken på en ny mastitinfektion. 5,3 % av alla djur i det konventionella systemet ökade från låga celltal till akut höga celltal mellan varje regelbunden mätning. 2 månader efter installationen hade denna siffra fördubblats till 9,6 %. Antalet sjönk under året men var fortfarande förhöjd i slutet av mätningarna. Rasmussens med fleras (2001) slutsats blev således att introduktionen av ett automatiskt mjölkningssystem hade en negativ effekt på juverhälsan initialt. De kunde inte finna någon skillnad i antalet kroniskt infekterade djur mellan konventionell och automatiska mjölkningssystem (Rasmussen *et al.*, 2001). Liknande resultat fick Köning med kollegor (2004) då de tittade tillbaka på tankmjölkscelltal och antal bakterier i mjölken upp till ett år efter installation i tre olika länder. Både Danmarks och Tysklands gårdar hade högre celltal än genomsnittsgården i vardera landet, efter installationen fick de 99 danska gårdarna i snitt högre celltal till skillnad från de 33 tyska gårdarna vars celltal förblev den samma. I Nederländernas steg celltalet kraftigt efter installation av automatiskt mjölkningssystem. Samtliga gårdar i studien fick ett ökat bakterietal under de första 6 månaderna. I likhet med Rasmussen med fleras studie sjönk förhöjda celltal och bakteriehalter under det följande året. Celltalen sjönk i regel tillbaka till vad de var innan installationen till skillnad från antalet bakterier som var något förhöjt mätningarna ut (Koning *et al.*, 2004). Resultat från Klungel med flera (2000) samstämmer med Koning och kollegors (2004) resultat för tyska gårdar. I Klungel med fleras studie (2000) skilde sig de somatiska cellhalterna inte före och efter installationen. Halten bakterier i mjölken var dock något förhöjd (Klungel *et al.*, 2000). Neijenhuis med kollegor (2004) visade en förbättring av spenhälsan hos de kor på 15 olika gårdar som övergått från konventionell till automatisk mjölkning. Studien kom fram till att djuren efter övergång till automatiskt mjölkningssystem hade mindre förslitningar och skador på den yttersta känsligaste delen av spenen (Neijenhuis *et al.*, 2004a). Berglund med flera genomförde en studie (2002) på 33 ihopparade kor i samma besättning varav en i varje par mjölkades konventionellt och den andra började mjölkas i en robot. Studien visade, till skillnad från Rasmussen med flera (2001) och Köning med flera (2004), ingen skillnad mellan konventionell och automatisk mjölkning avseende celltal (Berglund *et al.*, 2002).

### **Mjölkningsintervall**

Det finns många saker som påverkar ett juvers känslighet för infektion. Den känsligaste delen, och första ledet i juvrets försvar mot patogena bakterier är spenen och spenkanalen. I två timmar efter mjölkning är risken för infektion förhöjd eftersom spenkanalen står öppen (Sandholm och Korhonen, 1995). Trots det är det få som håller korna ståendes över 30 minuter då risken för infektion är som allra störst (Nielsen & Emanuelson, 2013). Automatiska mjölkningssystem ökar möjligheten för fler mjölkningar per dag och kortare mjölkningsintervall. Färre timmar mellan mjölkningarna ger dock mindre tid för spenen att återhämta sig och längre tid som spenkanalen står öppen. Detta kan vägas mot den stramare tidsram inom vilken en eventuell patogen kan föröka sig innan nästa mjölkning spolar ut bakteriell tillväxt som inte adhererat till juvervävnaden (Rasmussen *et al.*, 2001).

I en experimentell studie på 18 Holstein-Fresian kor i en besättning med automatiskt mjölkningssystem tog det spenens vägg 6 timmar att återgå till den tjocklek som uppmättes innan mjölkning och för spenspetsens bredd att återgå till ursprungsläget förlöpte ytterligare 2 timmar. Vid den sista mätningen, 8 timmar efter mjölkning hade inte spenkanalens längd fullständigt återhämtat sig (Neijenhuis & Hogeveen, 2001). Att allt för korta intervall ( $\leq 4h$ ) kan vara skadligt för spenen visade en latin-square experimentell studie gjord på 12 kor i Nederländerna. Djuren ingick i en konventionell besättning mjölkad på heljuvernivå och undersöktes med hjälp av ultraljud före och efter mjölkning. Författaren kunde se indikationer på att spenen riskerade större skador vid korta mjölkningsintervall (4h) utan att öka mjölkavkastningen (Neijenhuis *et al.*, 2004b).

Hur mjölkningsintervall i automatiska system påverkar celltal och mjölksammansättning har studerats av flera (Friggens & Rasmussen, 2001; Mollenhorst *et al.*, 2011). De 100 gårdarna i Mollenhorst med fleras studie (2011) hade ett medelintervall mellan 7,5 och 12,4 timmar. 8 % av gårdarna hade mjölkningsintervall under 8 timmar och 4 % hade längre än 11 timmars (Mollenhorst *et al.*, 2011). Friggens och Rasmussen (2001) jämförde två gårdar, en med fri och en med styrd kotrafik. Den styrda kotrafiken hade minsta mjölkningsintervall på 6 timmar samt hämtade korna för mjölkning om mjölkningsintervallet överstigit 16 timmar. Detta resulterade i ett mjölkningsintervall mellan 6 och 21,75 timmar. Gården med fri kotrafik hade inga tidsramar för mjölkningsintervall. Det gav en större bredd på mjölkningsintervallen som i den fria kotrafiken sträckte sig från 3,6 till 36,1 timmar (Friggens och Rasmussen, 2001). Mollenhorst med flera (2011) visade i sin studie att högre celltal kunde associeras med längre mjölkningsintervall, högre laktationsnummer, lägre mjölmängd/timme och en långt gången laktation. Studien visade även att intervall som fluktuerade mycket från medelintervallet, det vill säga kor utan regelbundna intervall, tenderade att ha högre celltal. Det som skiljer Mollenhorst med fleras studie (2011) från andra var att de visade den statistiska effekten av varierande mjölkningsintervall ställt i korrelation med andra faktorer. Det visade sig att mjölkningsintervallet har en signifikant men liten påverkan på celltalet i det stora hela. Desto större korrelation visade sig oregelbundna besök till mjölkningsstationen ha till celltalsförhöjningar i mjölken (Mollenhorst *et al.*, 2011). Det kan vara extra viktigt att tänka på under betessäsongen eftersom bete minskar medelantalet mjölkningar per dag och därmed riskerar långa och oregelbundna mjölkningsintervall (Berglund *et al.*, 2002).

Ytterligare en aspekt att väga in i automatiska mjölkningssystemens mjölkningsintervall är hur eventuella tekniska stopp påverkar juverhälsan. Eftersom djuren i vanliga fall kan besöka mjölkningsstationen under alla dygnets timmar kan ett tekniskt fel i mjölkroboten störa djurens regelbundna mjölkningar. Det finns både planerade stopp som t.ex. för diskning, service och tvätt av systemet men även oförutsägbara stopp som kan vara orsakade av hårdvaru- eller mjukvarufel. Beroende på omfattningen av felet kan dessa vara från ett par minuter upp till mer än 20 timmar (Sjölinder, U, delägare Åsrå Gård AB, pers. medd., 2016-03-15). I en studie av Lakic med flera (2009) utförd på 29, friska uppbunda kor i SLUs försöksbesättning på Kungsängens forskningscentrum, Uppsala kunde de visa att celltalen och mjölmängden påverkas av en missad

mjölkning. Korna som vanligen mjölkades två gånger per dag i fick stå 24 timmar utan att mjölkas. Första mjölkningen dagen efter det långa mjölkningssuppehållet var mjölmännen signifikant mycket högre. Antalet celler/ml var endast något förhöjd tillskillnad från kvällsmjölkningen som gav något mindre mjölk än medelvärdet och en kraftig förhöjt celltal (Lakic *et al.*, 2009).

### **Mjölkningsfrekvens**

Mjölkningsintervall är direkt relaterat till antalet mjölkningar per dag. Kortare mjölkningsintervall leder till fler mjölkningar. I ett automatiskt mjölkningssystem kan lantbrukaren styra hur ofta en ko får besöka mjölkningsroboten och påverkar därmed antalet mjölkningar per dag. Ökad mjölkningsfrekvens från 2 gånger per dag till 3 gånger per dag ger högre avkastning (Waterman *et al.*, 1983; Hogeveen *et al.*, 2000; Smith *et al.*, 2002; Österman & Bertilsson, 2003) men även lägre celltal (Waterman *et al.*, 1983; Hogeveen *et al.*, 2000; Neijenhuis *et al.*, 2004b). Waterman med flera (1983) kunde dock inte finna några bevis för att ökade mjölkningsfrekvenser ledde till färre kliniska mastiter. Klungel med flera (2000) valde att jämföra 28 gårdar med automatiskt mjölkningssystem mot två grupper av konventionella gårdar, 49 gårdar med 2 mjölkningar per dag och 28 gårdar med 3 mjölkningar per dag. Resultatet av studien blev att lägst bakterieantal i mjölken hade gårdarna med konventionell mjölkning och 3 mjölkningar per dag, följt av de traditionella, två mjölkningar per dag-gårdarna. Högst bakterieantal hade således de 28 gårdar med automatiskt mjölkningssystem (Klungel *et al.*, 2000).

### **Spentvätt**

I avseende av att undersöka effektiviteten av spentvätten i automatiska mjölkningssystem utförde Knappstein med flera (2004) en enkätstudie kombinerad med ett bakterieprov före och efter spentvätt samt tankmjölksprov på 18 gårdar, 3 gårdar för var en av de 6 medverkande tillverkarna av automatiskt mjölkningssystem. Resultatet av studien visade att reduktionen av bakterier på spenen var mycket beroende på gårdens skötsel men det fanns skillnader om möjligheter till förbättringar för de olika märkena av mjölkningssystem. 3 av gårdarna fick högre bakterieantal på spenen efter spentvätt. En av de gårdarna använde kallt vatten vid spentvätten, den andra gårdens djur hade såriga spenar som ansågs vara orsaken till det dåliga resultatet. Den gård som inte använde desinfektionsmedel för att rengöra sina rengöringsborstar var den sista av de tre gårdar som fick högre bakterieantal efter rengöring. Vid odlingar av tankmjölksprover från alla gårdar tycktes den dåliga spentvätten leda till högre andel koliforma bakterier i mjölken. Det visade att en del av dessa gårdar även hade höga halter termotoleranta bakterier vilket tyder på dålig diskning som kunde förklara en del av bakterieantalet. Andra variabler som ansågs relevanta till det automatiska mjölkningssystemets effektivitet i spentvätten var frekvensen för hur ofta lantbrukaren bytte ut mjölkningssmaskinens tvättutrustning. Detta varierade från var sjätte vecka till vart annat år. De gårdar som bytte ut utrustningen <1 gång per år var associerade med sämre resultat (Knappstein *et al.*, 2004).

## **Fjärdedelsmjölkning**

Fördelar med automatiska mjölkningssystem är de separata spenkopporna med separat vakuum och avsaknaden av ett gemensamt mjölkningsorgan. Det tillsammans med sköljningar av spenkoppar mellan varje mjölkning bör minska risken för att sprida smitta mellan spenar (Karlsson, 2007). Det finns även andra fördelar med separata spenkoppar. I en studie från Nederländerna undersökte Hogeveen med kollegor (2001) olika mjölkningsintervalls och tid från påbörjad till avslutad mjölkning, som i regel var 4 minuter. Hogeveen med flera (2001) noterade även att det var stor skillnad i hur länge varje juverdel släppte ifrån sig mjölk. Det talar för att automatiska mjölkningssystem som mjölkar varje juverdel för sig, fjärdedelsmjölkning, minskar risken för att övermjölka juvret (Hogeveen *et al.*, 2001). Övermjölkning har en negativ effekt på juverhälsan, ökar risken för mastiter och för juverskador (Natzke *et al.*, 1982).

## **Mjökläckage**

Mjökläckage innebär att juvret läcker mjölk innan eller mellan mjölkningar på grund av en ineffektiv sfinkterfunktion. Det kan leda till en högre incidensrat av kliniska mastiter på grund av att spenkanalen står öppen (Klaas *et al.*, 2005). I en studie gjord på 120 djur fördelade på 3 olika mjölkningssystem visade att kor i automatiska mjölkningssystemet till högre utsträckning läckte från en eller flera juverdelar. De kor med mjökläckage i konventionella system tenderade att läcka innan morgon och eftermiddagsmjölkningarna. Persson Waller med flera (2003) hade ej tillgång till data för mjölkflödet i de två konventionellt mjölkande besättningarna men när de jämförde flödet mellan djur med mjökläckage och djur utan läckage i AM systemet fanns ingen signifikant skillnad. En jämförelse mellan juverdelarna för de läckande korna visade en signifikant skillnad i både medelhastighet och högsta flödes hastigheten. Juverdelar med högre flödes hastigheter visade i högre utsträckning mjökläckage. Missade eller ofullständiga mjölkningar är kopplat till högre risk för mjökläckage. Mjökläckaget var dock inte nödvändigtvis på den juverdel som haft problem vid den tidigare mjölkningen (Persson Waller *et al.*, 2003).

## **DISKUSSION**

Juverhälsa i automatiska mjölkningssystem är ett komplext och mångfacetterat forskningsområde. Det finns många studier inom ämnet varav några talar för att juverhälsan är sämre i automatiska mjölkningssystem (Rasmussen *et al.*, 2001; Koning *et al.*, 2004; Mork & Sandgren, 2011) samt några som tyder på att det är eller att det borde vara det motsatta (Klungel *et al.*, 2000; Berglund *et al.*, 2002; Neijenhuis *et al.*, 2004a). Utifrån dessa studier är det svårt att dra några slutsatser eftersom de talar emot varandra. Berglund och med kollegor (2002) diskuterar anledningen till deras avvikande resultat och förklarar det som en följd av, enligt dem, mer korrekt metod där djuren paras ihop med en likvärdig individ i samma besättning. Det medför sannerligen att systemfel undviks, dock inkluderar Rasmussen med flera (2001) samt Koning med flera (2004) data från totalt 463 gårdar varav bara de 33 Tyska gårdarna inte kunde bevisa en märkbar skillnad före och efter installationen. Det ger ett stort urval som gör det svårt



att förneka att celltalen kan öka kraftigt initialt. Det intressanta i dessa studier är att celltalen sjunker igen efter en tid. Vad som kan vara orsaken till sänkningen är inte helt klarlagt. Med utgångspunkt i de studier som denna litteratursammanfattning behandlat kan orsaken vara att det tar tid för djuren att gå från ett regelbundet mjölkningsintervall som styrs av djurskötaren till att finna egna intervall.

En relativt hög mjölkningsfrekvens och korta intervall verkar vara gynnsam för juverhälsan då frekventa tömningar minskar substrat för bakteriell tillväxt och sköljer ut patogener (Rasmussen med flera (2001) men allt för korta intervall kan skada spenen som Neijenhuis visade, först tillsammans med Hogeveen (2001), samt senare med flera (2004). Enligt dessa studier är det ideala mjölkningsintervallet strax över 8 timmar. I Mollenhorst med fleras studie (2011) hade 8 % av gårdarna mjölkningsintervall under 8 timmar. Vilket kan indikera att få gårdar har problem med för korta intervall. Mjölkningsintervallen kan även bli för långa vilket ger bakterier tid att tillväxa och adherera till juvervävnaden. Långa mjölkningsintervall är kopplat till högre celltal (Mollenhorst *et al.*, 2011). Detta visade även Lakic med flera i sin studie (2009) då de lät djuren stå i 24 utan att mjölkas. En applicering av Lakic med fleras studie är oplanerade stopp av mjölkningssystemet. De visade att första mjölkningen efter det långa uppehållet gav ökad mjölmängd, vilket de kommenterar i sin diskussion som följd av att mjölken samlats upp i juvret i väntan på nästa mjölkning. Det intressanta är det höga celltalet vid kvällsmjölkningen eftersom det är högst otroligt att djuren i studien drabbats av en mastitinfektion under dygnet. Troligen är det höga celltalet en respons från den ansträngda juvervävnaden på grund av den ökade mjölmängden i juvret. Det skulle vara intressant att utföra en studie med möjlighet att följa upp djuren efter en missad mjölkning för att se om deras motståndskraft mot bakteriella infektioner minskar. I moderna automatiska mjölkningssystem är det lätt att förhindra en allt för frekvent mjölkning men i ett system med fri kotrafik kan det vara svårt att säkerställa en god mjölkningsfrekvens hos kor som inte frivilligt söker sig till roboten. Friggens och Rasmussens studie (2001) jämför en besättning vars kor gick i ett system med fri kotrafik och en gård där styrd kotrafik utnyttjades. Slutsatsen av de granskade studierna är att en lösning för att undvika skadliga intervall är att hämta kor regelbundet samt att inte ha ett för kort minimum intervall. Detta är dock endast en lösning för att lösa långa och korta intervall, ej oregelbundna. Mollenhorst med flera (2011) visar att mjölkningsintervall är relevant för juverhälsan men att oregelbundna intervall hade en starkare koppling till höga celltal. Notera att detta inte behöver betyda att oregelbundna intervall leder till högre celltal. En allmänpåverkad ko kan vara mindre benägen att uppsöka mjölkningsstationen med regelbundna intervall (Mollenhorst *et al.*, 2011). För att kunna dra en säker slutsats bör en experimentell studie med olika kosystem och forcerade oregelbundna mjölkningsintervall genomföras.

På grund av ekonomiska begränsningar är det ofta svårt att mjölka fler än 2 gånger/dygn i en konventionell besättning. Med ett automatiskt mjölkningssystem är det möjligt att öka antalet mjölkningar per dag förutsatt att överbeläggning undviks. Eftersom det är väl underbyggt att ökade mjölkningsfrekvenser ger ökad avkastning (Hogeveen *et al.*, 2000; Smith *et al.*, 2002; Österman &

Bertilsson, 2003) är det något som eftertraktas av bönderna. Frekventare urmjölknings har även visats sänka celltalet (Waterman *et al.*, 1983; Hogeveen *et al.*, 2000; Neijenhuis *et al.*, 2004b). De flesta av de granskade studierna använder enbart celltal som ett mått på juverhälsan vilket försvårar applicering av studien till verkligheten då många systematiska faktorer t.ex. laktationsstadiet, ålder och framförallt mjölmängden har stor påverkan på celltalet. Många av studierna kommenterar utspädningseffektens verkan men få tar hänsyn till den. Ökade mjölkningssfrekvenser leder dock till längre tid som spenkanalen står öppen och en öppen spenkanal ökar risken för infektion.

I denna litteraturstudie har övergången till ett automatiskt mjölkningssystem granskats ingående och en slutsats är att bakteriehalter i mjölken i regel fortsätter vara förhöjda långt efter installationen (Klungel *et al.*, 2000; Koning *et al.*, 2004). Att bakteriehalterna är höga i tankmjölken behöver inte innebära att gården har många mastiter i sin besättning. Klungel med flera (2000) resonerar att det kan ha att göra med det automatiska mjölkningssystemets transport och kylning av mjölk som kan stimulera en ökad tillväxt eller att manuell rengöring av spenen innan mjölkning ger en bättre rengöring. Är en möjlig förklaring till de förhöjda halterna bakterier i tankmjölken att spentvätten i automatiska system är mindre effektiva än den manuella spentvätten i ett konventionellt system? Det problematiska med ämnesområdet spentvätt är att det finns sparsamt med studier. I den granskade studien, Knappstein med flera (2004) är tillverkarens namn utbytt till en siffra vilket gör att inga slutsatser kan dras i avseende märke eller rengöringssystemspecifika problem. De slutsatser som kan dras för att förbättra renligheten är hålla besättningen ren samt vara noga med att byta tvättborstar minst 1 gång per år och tvätta och desinficera tvättutrustningen ofta. Det är även viktigt att inte använda kallt vatten till att tvätta spenarna samt att regelbundet kontrollera spenarnas hälsa (Knappstein *et al.*, 2004). Slitna och skadade spenar har ökad risk för infektion och kan orsakas av övermjölkning eller för korta mjölkningsintervall (Natzke *et al.*, 1982; Neijenhuis & Hogeveen, 2001; Neijenhuis *et al.*, 2004b)

Utifrån det material som granskats i denna litteratursammanfattning kan inga uttalanden göras om mjölkningssystemrelaterade patogener. Detta då de studier som finns tillgängliga (Ericsson Unnerstad *et al.*, 2009; Waller & Landin, 2012) inte är jämförbara med den i dag rådande populationstätheten i svenska besättningar. Studierna är inte applicerbara för automatiska system då de mätt prevalens av olika mastitbakterier oberoende av mjölkningssystem. En studie som undersöker spridning av arter i olika mjölkningssystem kan stärka kunskapen om automatiska mjölkningssystemens problemområden och på sikt minska prevalensen av kliniska och subkliniska mastiter.

Avslutningsvis, det denna studie har kommit fram till är att det går att förbättra juverhälsan i automatiska mjölkningssystem. De viktigaste faktorerna för en god juverhälsa är jämna mjölkningsintervall samt rena och friska spenar. Det saknas fortfarande goda studier om oregelbundna mjölkningsintervalls påverkan på juverhälsan, spentvättens effektivitet samt mjölkningssystemens specifika patogener. Studier inom dessa områden kan vara av stor nytta för fortsatt arbete för en förbättrad juverhälsa i automatiska mjölkningssystem.

## REFERENSLISTA

- Anders Christiansson (2015-04-08). *Svensk mjölk – ett säkert livsmedel*.  
<http://www.mjolk.se/artiklar/svensk-mjolk--ett-sakert-livsmedel/#!/artiklar/svensk-mjolk--ett-sakert-livsmedel/> [2016-03-13]
- Barnouin, J., Bord, S., Bazin, S. & Chassagne, M. (2005). Dairy management practices associated with incidence rate of clinical mastitis in low somatic cell score herds in France. *Journal of Dairy Science*, 88: 3700–3709.
- Berglund, I., Pettersson, G. & Svennersten-Sjaunja, K. (2002). Automatic milking: effects on somatic cell count and teat end-quality. *Livestock Production Science*, 78: 115–124.
- BouMatic Robotics - Home*. <http://www.boumatomicrobotics.com/en/home/> [2016-03-22]
- 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: 90–7.
- Folkhälsomyndigheten (2014). *Epidemiologisk årsrapport 2014*.  
<http://www.folkhalsomyndigheten.se/publicerat-material/publikationer/Epidemiologisk-arsrapport-2014/> [2016-03-22]
- Friggens, N. C. & Rasmussen, M. D. (2001). Milk quality assessment in automatic milking systems: accounting for the effects of variable intervals between milkings on milk composition. *Livestock Production Science*, 73: 45–54.
- GEA. Automatic Milking Farm*. <http://www.gea.com/global/en/solutions/automatic-milking-farm.jsp> [2016-03-22]
- Hogeveen, H., Heemskerk, K. & Mathijs, E. (2004). Motivations of Dutch farmers to invest in an automatic milking system or a conventional milking parlour. I: Meijering, A., Hogeveen, H., & Koning, C. J. A. M. de, Eds, *Automatic milking: a better understanding*. Wageningen, Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 56-61.
- Hogeveen, H., Miltenburg, J. D., den Hollander, S. & Frankena, K. (2000). A longitudinal study on the influence of milking three times a day on udder health and milk production. I: Hogeveen, G. & Meijering, A., Eds, *Robotic milking*. Wageningen, Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 297-298.
- Hogeveen, H., Ouweltjes, W., de Koning, C. J. A. M. & Stelwagen, K. (2001). Milking interval, milk production and milk flow-rate in an automatic milking system. *Livestock Production Science*, 72: 157–167.
- Jacobs, J. A. & Siegford, J. M. (2012). Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, 95: 2227–2247.
- Karlsson, A. (2007). Hur påverkas juverhalsan efter introduktion av AMS? *Svensk Veterinartidning*, 59: 11-18.
- Klaas, I. C., Enevoldsen, C., Ersboll, A. K. & Tolle, U. (2005). Cow-related risk factors for milk leakage. *Journal of Dairy Science*, 88: 128–136.

- Klungel, G. H., Slaghuis, B. A. & Hogeveen, H. (2000). The effect of the introduction of automatic milking systems on milk quality. *Journal of Dairy Science*, 83: 1998–2003.
- Knappstein, K., Roth, N., Slaghuis, B., Ferwerda-Van Zonneveld, R., Walte, H. G. & Reichmuth, J. (2004). Farm hygiene and teat cleaning requirements in automatic milking. I: Meijering, A., Hogeveen, H., & Koning, C. J. A. M. de, Eds, *Automatic milking: a better understanding*. Wageningen, Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 83-93.
- Koning, K. de, Slaghuis, B. & Vorst, Y. van der (2004). Milk quality on farms with an automatic milking system. I: Meijering, A., Hogeveen, H., & Koning, C. J. A. M. de, Eds, *Automatic milking: a better understanding*. Wageningen, Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 311-320.
- Laevens, H., Deluyker, H., Schukken, Y. H., De Meulemeester, L., Vandermeersch, R., De Muëlenaere, E. & De Kruif, A. (1997). Influence of Parity and Stage of Lactation on the Somatic Cell Count in Bacteriologically Negative Dairy Cows<sup>1</sup>. *Journal of Dairy Science*, 80: 3219–3226.
- Lakic, B., Wredle, E., Svennersten-Sjaunja, K. & Ostensson, K. (2009). Is there a special mechanism behind the changes in somatic cell and polymorphonuclear leukocyte counts, and composition of milk after a single prolonged milking interval in cows? *Acta Veterinaria Scandinavica*, 51.
- Markus Oskarsson (2010). *Kostnader för hälsostörningar hos mjölkkor*.  
<http://www.vxa.se/Global/Dokument/EPI-tr%C3%A4det/Aktuellt%20och%20Opinion/Seminarier%20och%20konferenser/DU%202010/Ber%C3%A4knningar%20i%20H%C3%A4lsopaket%20Mj%C3%B6lk%20Djurh%C3%A4lsokostnader%20-%20kompendium%20-%20Markus%20Oskarsson.pdf> [2016-03-06].
- Mollenhorst, H., Hidayat, M. M., van den Broek, J., Neijenhuis, F. & Hogeveen, H. (2011). The relationship between milking interval and somatic cell count in automatic milking systems. *Journal of Dairy Science*, 94: 4531–4537.
- Mork, M. & Sandgren, C. (2011). Association between herd characteristics and udder health in Swedish dairy herds. I: Kofer, J. & Schobesberger, H., Eds, *Animal hygiene and sustainable livestock production. Proceedings of the XVth International Congress of the International Society for Animal Hygiene*, Vienna, Austria, 3-7 July 2011. Brno, Czech Republic: Tribun EU, 497-499.
- Natzke, R., Everett, R. & Bray, D. (1982). Effect of Overmilking on Udder Health. *Journal of Dairy Science*, 65: 117–125.
- Neijenhuis, F., Bos, K., Sampimon, O. C., Poelarends, J., Hillerton, J. E., Fossing, C. & Dearing, J. (2004a). Changes in teat condition in Dutch herds converting from conventional to automated milking. I: Meijering, A., Hogeveen, H., & Koning, C. J. A. M. de, Eds, *Automatic milking: a better understanding*. Wageningen, Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 141-147.
- Neijenhuis, F., Hillerton, J. E., Bos, K., Sampimon, O., Poelarends, J., Fossing, C. & Dearing, J. (2004b). Effects of milking interval on teat condition and milking performance with whole-udder take off. I: Meijering, A., Hogeveen, H., & Koning, C. J. A. M. de, Eds, *Automatic milking: a better understanding*. Wageningen, Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 177-178.

- Neijenhuis, F. & Hogeveen, H. (2001). Milking intervals and teat recovery. I: Rosati, A., Mihina, S., & Mosconi, C., Eds, *Physiological and Technical Aspects of Machine Milking, Nitra, Slovak Republic, 26-27 June, 2001*. Roma, Italy: ICAR Technical Series, 211–212.
- Nielsen, C. & Emanuelson, U. (2013). Mastitis control in Swedish dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 96: 6883–6893.
- Persson Waller, K., Westermark, T., Ekman, T. & Svennersten-Sjaunja, K. (2003). Milk leakage--an increased risk in automatic milking systems. *Journal of dairy science*, 86: 3488–97.
- Persson Waller, K. & Landin, H. (2012). Forekomst av *Streptococcus agalactiae* i Svenska mjolkproducerande besättningar. *Svensk Veterinartidning*, 64: 11–14.
- Pyörälä, S. (1995). Staphylococcal and streptococcal mastitis. I: Sandholm, M, Honkanen-Buzalski, T, Kaartinen, L & Pyörälä, S. *The bovine udder and mastitis*. Helsinki, Finland: Gummerus Kirjapaino Oy, 143-148.
- Rasmussen, M. D., Blom, J. Y., Nielsen, L. a. H. & Justesen, P. (2001). Udder health of cows milked automatically. *Livestock Production Science*, 72: 147–156.
- Sandholm, M. & Pyörälä, S. (1995). Endotoxin mastitis - endotoxin shock. I: Sandholm, M, Honkanen-Buzalski, T, Kaartinen, L & Pyörälä, S. *The bovine udder and mastitis*. Helsinki, Finland: Gummerus Kirjapaino Oy, 149-160.
- Sandholm, M. & Korhonen, H. (1995). Antibacterial defence mechanisms of the udder. I: Sandholm, M, Honkanen-Buzalski, T, Kaartinen, L & Pyörälä, S. *The bovine udder and mastitis*. Helsinki, Gummerus Kirjapaino Oy, 37-48.
- Schepers, A. J., Lam, T. J. G. M., Schukken, Y. H., Wilmink, J. B. M. & Hanekamp, W. J. A. (1997). Estimation of Variance Components for Somatic Cell Counts to Determine Thresholds for Uninfected Quarters. *Journal of Dairy Science*, 80: 1833–1840.
- Smith, J. W., Ely, L. O., Graves, W. M. & Gilson, W. D. (2002). Effect of milking frequency on DHI performance measures. *Journal of Dairy Science*, 85: 3526–3533.
- Sordillo, L. M., Shafer-Weaver, K. & DeRosa, D. (1997). Immunobiology of the Mammary Gland. *Journal of Dairy Science*, 80: 1851–1865.
- Statens jordbruksverk (2014). *Djurhälsa år 2013*.  
[http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Djurh%C3%A4lsa/JO25SM1401/JO25SM1401\\_ikortadrag.htm](http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Djurh%C3%A4lsa/JO25SM1401/JO25SM1401_ikortadrag.htm) [2016-02-24]
- Swedres-Svarm (2014). *Consumption of antibiotics and occurrence of antibiotic resistance in Sweden*.  
<http://www.folkhalsomyndigheten.se/publicerat-material/publikationer/Swedres-Svarm-2014/> [2016-03-12]
- Ali-Vehmas, T. & Sandholm, M. (1995). Balance between bacteria and host-the bacteria's point of view. : Sandholm, M, Honkanen-Buzalski, T, Kaartinen, L & Pyörälä, S. *The bovine udder and mastitis*. Helsinki, Finland: Gummerus Kirjapaino Oy, 49-58.
- Växa Sverige (2015). *Djurhälsovård 2014/2015*. <http://www.vxa.se/Om-oss/Forskning-statistik/> [2016-03-06]

- Växa Sverige (2016). *Husdjursstatistik 2016*. <http://www.vxa.se/Radgivning-service/Mjolk--Kottdata/Nyheter/2016/Har-kan-du-lasa-den-senaste-Husdjursstatistiken/> [2016-03-03]
- Wade, K. M., Asseldonk, M. A. P. M. van, Berentsen, P. B. M., Ouweltjes, W. & Hogeveen, H. (2004). Economic efficiency of automatic milking systems with specific emphasis on increases in milk production. I: Meijering, A., Hogeveen, H., & Koning, C. J. A. M. de, Eds, *Automatic milking: a better understanding*. Wageningen, Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 62-67.
- Waterman, D., Harmon, R., Hemken, R. & Langlois, B. (1983). Milking Frequency as Related to Udder Health and Milk-Production. *Journal of Dairy Science*, 66: 253–258.
- Österman, S. & Bertilsson, J. (2003). Extended calving interval in combination with milking two or three times per day: effects on milk production and milk composition. *Livestock Production Science*, 82: 139–149.