



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap

**Prioritering av åtgärder för förbättrad
juverhälsa i automatiska
mjölkningssystem**
Prioritizing management practices for improved udder health
in automatic milking system

Elna Laxmar

*Uppsala
2019*

Prioritering av åtgärder för förbättrad juverhälsa i automatiska mjölkningssystem

Prioritizing management practices for improved udder health in automatic milking system

Elna Laxmar

Handledare: *Sigrid Agenäs, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård (HUV)*

Examinator: *Maria Löfgren, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap (BVF)*

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: *Självständigt arbete i veterinärmedicin*

Kurskod: EX0862

Program/utbildning: Veterinärprogrammet

Kursansvarig institution: *Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap*

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2019

Serienamn: *Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen*

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: *automatiska mjölkningssystem, somatiskt celltal, juverhälsa, förebyggande*

Keywords: *automatic milking system, somatic cell count, udder health, prevention*

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	1
Summary	2
Inledning	3
Bakgrund	3
Syfte	4
Material och metoder	4
Avgränsningar	4
Litteraturöversikt.....	5
Juverhälsa.....	5
<i>Mastit</i>	5
<i>Celltal som indikator</i>	5
Automatiska mjölkningssystem	6
<i>Mjölkningsprocessen</i>	6
<i>Mjölkningsfrekvens och mjölkningsintervall</i>	7
<i>Mastitdetektion och övervakning</i>	8
<i>Kohygien</i>	8
Åtgärdssystem	9
<i>Celltalspyramiden</i>	9
<i>Evolutionary Operation (EVOP)</i>	9
Diskussion	11
Litteraturförteckning	14

SAMMANFATTNING

Svensk mjölkproduktion har under de senaste 30 åren genomgått stora strukturförändringar. Allt fler gårdar väljer att ställa om från uppbundna system till lösdrifter med ökad mekanisering och automatisering. 40% av svenska mjölkkor kopplade till Växa Sveriges program kokontrollen mjölkas numera i automatiska mjölkningssystem (AMS). Detta är en omställning som ställer nya krav på mjölkföretagares arbetsmetodik och åtgärdsplanering för att bibehålla samma nivå av såväl produktion som djur- och juverhälsa.

En del studier visar att en omställning till AMS medför negativ inverkan på juverhälsan. Andra studier pekar istället på förbättrad spen- och juverhälsa i samband med installation av AMS. De ibland motsägelsefulla resultaten från olika studier av samma aspekter, antyder att skillnaderna i arbetsrutiner och beslutsfattning kan vara viktigare för juverhälsan än egenskaper hos systemet i sig själv. Det är av betydelse för mjölkbranschen att identifiera möjliga åtgärder för att förbättra juverhälsan på gårdar med automatiska mjölkningssystem. Syftet med denna uppsats är att ge en översiktlig bild av faktorer som påverkar juverhälsan vid installation av mjölkrobot och om det finns möjlighet att undvika problem med juverhälsa på gårdar med AMS genom att förändra principer för systeminställningar och beslut för skötselåtgärder.

Det finns en lång rad aspekter som skiljer sig åt vid jämförelse mellan AMS och konventionella system utan robotmjölkning. Själva mjölkningsprocessen är det känsligaste arbetsmomentet ur juverhälsosynpunkt och bör optimeras för att förbättra rengöring i samband med förberedelser samt minska risken för övermjölkning. För att förbättra de givna omständigheterna för maskinell rengöring av spenar och juver är det viktigt att ko- och stallhygien håller hög standard. God stallhygien är en av grundförutsättningarna för en sundare juverhälsa. Vidare sker mastitdetektion i ett AM-system via automatiserad sensormetodik. Tekniken lever dock inte upp till gällande ISO-standarder avseende testets sensitivitet respektive specificitet. För att tidigare och mer effektivt upptäcka mastiter och enskilda kor med förhöjt celltal bör man därför komplettera med manuell provtagning.

Slutligen presenteras två olika system för beslutsfattning inom juverhälsoarbetet på gårdar med AMS. Robotpyramiden är ett åtgärdssystem med konkreta förslag på insatser för att förbättra juverhälsan på gårdar med AMS. *Evolotinary operation* (EVOP) utgör snarare ett verktyg för att förbättra och strukturera beslutsfattning inom juverhälsoarbetet, men verkar vara en lovande metod för att systematiskt förbättra juverhälsan på gårdsnivå.

SUMMARY

Over the past 30 years Swedish dairy production has undergone major structural changes. More and more farms switch from tie-stall to loose housing with increased mechanisation and automation, which has led to an increase in the proportion of caows that are milked in automatic milking systems (AMS). This switch brings new demands on the management of dairy farms. To maintain the same level of milk production and udder health, farmers need innovative tools that enables them to retrain and to take advantage of opportunities of AMS.

Some studies show that a transition to AMS has an adverse impact on udder health. Other studies indicate teat and udder health being improved when farms switch to AMS. These contradictory results suggest that the differences in management on farm level may be more important for udder health than the automatic system itself. It is essential to identify new measures to improve udder health on farms with automatic milking systems. The purpose of this essay was to provide a general overview of key elements influencing udder health in AMS. Furthermore, the purpose was to find out whether it is possible to avoid negativ impact on udder health when switching to AMS by changing strategic concept for management measures.

In comparison between AMS and conventional systems without robotic milking, many aspects differ. From an udder health point of view, the milking process itself seems to be the most sensitive feature. The milking process should be optimized to improve cleaning during pre-milking preparations and also to reduce the risk of over-milking at the end of the milking. In order to improve the effective use of automated cleaning of teats and udder, it is essential to maintain high standards in cow and stall hygiene. Furthermore, also the detection of mastitis is automated in an AMS. An advanced sensor system is being used. However, the technology does not meet the ISO standards concerning sensitivity and specificity. Therefore, to be able to more effectively detect individual cows with subclinical mastitis in an early state, manual sampling are required.

To improve udder health on farms with AMS, two different strategies for decision-making are being presented. The pyramid scheme for robotic milking is a strategic concept with concrete actions to improve udder health on farms with AMS. *Evolutionary operation* (EVOP) is more of a process-optimizing technique for structuring decision-making within management. Both of them seems to be promising working methods to systematically improve udder health in AMS at farm level.

INLEDNING

Bakgrund

Strukturförändring inom svensk mjölkproduktion har inneburit att dess utformning har rationaliserats. Allt fler gårdar ställer om från uppbundna system till lösdrifter med ökad mekanisering och automatisering. Utvecklingen drivs på dels till följd av lagförändringar, dels av ny teknologi men också av en förändrad syn på arbetsmiljö och arbetstider (Bergh, 2018).

En omställning till automatiska mjölkningssystem (AMS) medför minskat behov av arbetskraft och färre fysiskt påfrestande arbetsuppgifter i samband med mjölkning. En förbättrad arbetsmiljö och mer flexibla arbetstider har i flera studier visat sig vara de tyngst vägande faktorerna beträffande valet att investera i AMS. Stigande arbetskraftskostnader i Europa har stimulerat satsningar på forsknings- och utvecklingsverksamheter för att införa innovativa robotlösningar som möter mjölksektorns utvecklingsbehov (Hogeveen, et al., 2004; Gustavsson, 2009) År 2018 mjölkades 30% av svenska besättningar anslutna till rådgivningstjänsten kokontrollen i automatiska robotsystem (Växa Sverige, 2019). Detta är en omställning som ställer nya krav på företagets arbetsmetodik och åtgärdsplanering för att bibehålla samma nivå av såväl mjölkproduktion som djur- och juverhälsa.

Olika mått används för att utvärdera juverhälsa på individ- och besättningsnivå. En av de mer objektiva metoderna är att mäta celltalet, dvs. antalet somatiska celler per milliliter mjölk (SCC). I en studie av totalt 69 gårdar sågs negativ inverkan på juverhälsan genom ökad frekvens akut förhöjda celltal under det första året efter installation av AMS. Antalet kor med akut förhöjda celltal sjönk långsamt under de tre första månaderna efter installation men tolv månader senare var frekvensen fortfarande högre jämfört med förgående år med konventionell mjölkning i mjölkgrup (Rasmussen, et al., 2001). I en annan studie från ungefär samma tidsperiod observerade man dock inte bara en förbättrad mjölkproduktion utan också förbättrad juverhälsa vid installation av AMS. Man såg ingen skillnad gällande celltal på juvernivå, men uppmätte signifikant lägre celltal i prover som samlats från respektive juverdel (fjärdedelsnivå). I AMS var genomsnittligt somatiskt celltal på fjärdedelsnivå 51 000 celler/ml jämfört med 77 000 celler/ml uppmätt på fjärdedelsnivå hos kor i konventionellt system med mjölkgrup. Vidare observerades också en lägre frekvens av förstörade spenkanaler hos kor i AMS, vilket talar för en förbättrad spenhälsa (Svennersten-Sjaunja, et al., 2000).

De ibland motsägelsefulla resultaten från olika studier av samma aspekter i AMS, antyder att skillnaderna i arbetsrutiner och beslutsfattning kan vara viktigare för juverhälsan än egenskaper hos systemet i sig själv (Jacobs & Siegford, 2012). Det finns således ett behov av nya verktyg för beslutsfattning och arbetsledning för att stimulera juverhälsoarbetet i mjölkkobesättningar. En förbättrad juverhälsa och därmed friskare kor skulle ge högre mjölkkvalitet, ökad avkastning och stärka ekonomin för mjölkproducerande företag. Svenska mjölkföretagare beräknas tillsammans kunna tjäna 250 miljoner kronor per år genom minskade utgifter om celltalen skulle kunna sänkas med 1000 färre celler per milliliter tankmjölk. Växa Sverige har uppskattat att en reducering om 1000 celler per milliliter tankmjölk innebär en minskad kostnad om åtta

kronor per ko och år. Inkluderas mejeriföretagens celltalspremier stiger siffran ytterligare (Växa Sverige, 2019).

Syfte

Det är av betydelse för mjölkbranschen att identifiera möjliga åtgärder för att förbättra juverhälsan på gårdar med automatiska mjölkningssystem. Syftet med denna uppsats var att ge en översiktlig bild av faktorer som påverkar juverhälsan vid installation av mjölkrobot och om det finns möjlighet att undvika problem med juverhälsa på gårdar med AMS genom att förändra principer för systeminställningar och beslut för skötselåtgärder.

MATERIAL OCH METODER

Den här uppsatsen baseras på en litteraturstudie. För att finna faktamaterial har huvudsakligen söktjänsterna PubMed och Web of Science använts. De sökord som användes var i olika kombinationer följande: (Udder health OR mastit*), (Somatic cell count OR SCC), (Automatic milking system OR robotic milking OR AMS), (Prevention OR improve) samt (cow* OR bovine OR dairy). Vidare har angivna referenser i lästa publikationer använts, i syfte att finna relevanta studier och artiklar inom specificerat ämnesområde.

Avgränsningar

Inklusionskriterier för de publikationer som studerats var att de skulle finnas tillgängliga i sin helhet via SLU-bibliotekets söktjänster, att de skulle vara författade på svenska eller engelska språket, att de behandlade mjölkkor som mjölkas i automatiska system och att de experimentella studier som utförts kunde anses vara relevanta och trovärdiga av undertecknad.

Fokus i denna uppsats ligger på svenska mjölkbesättningar och om inget annat anges avses just svenska mjölkgårdar och lantbrukare. Utländska studier har använts om de har kunnat anses vara tillämpningsbara i svensk mjölkproduktion alternativt i syfte att göra en användbar jämförelse.

LITTERATURÖVERSIKT

Juverhälsa

Mastit

Mastit avser en inflammation i juvervävnaden, ofta associerad med bakteriologisk infektion. Det är den vanligaste förekommande åkomman hos mjölkkor och påverkar kors hälsa och välfärd (Bradley, 2002). Man kategoriserar olika mastiter som klinisk (med synliga tecken på inflammation) respektive subklinisk (utan synliga tecken på inflammation). Kliniska mastiter kan i sin tur indelas i akuta respektive kroniska mastiter beroende av dess varaktighet. Båda kategorierna påverkar mjölkens kvalitet och produktionsmängd negativt vilket medför ekonomiska förluster för mjölkföretagaren (Lundberg, 2015).

De bakomliggande orsakerna till att mastit påverkar mjölkföretagares ekonomi negativt är främst produktionsförluster men också försämrad mjölk kvalitet, behandlingkostnader och utslagning av kor. För en svensk mjölkföretagare med en besättning om 150 mjölkkor innebär en klinisk mastit en genomsnittlig förlust på cirka 2900 SEK och en subklinisk mastit cirka 650 SEK (Nielsen, 2009).

Celltal som indikator

Den vanligaste metoden som används för att övervaka juverhälsa är att mäta det somatiska celltalet. SCC utgör en av de mest objektiva inflammationsindikatorerna för juvrets hälsostatus. Den vanligaste orsaken till förhöjt SCC är subklinisk eller klinisk mastit (Rodriguez-Zas, et al., 2000).

Vid invasion av bakterier, exempelvis via spenkanalen, migrerar leukocyter ut i juvervävnaden som en respons på infektion. Juvervävnaden blir då svullen och varm, vilket utgör två av symtomen på inflammation. Bakterierna i spenkanalen förökar sig och producerar toxiner som orsakar skada på sekretorisk körtelvävnad samt mjölkgångar i juvret. Detta leder till att antalet somatiska celler i mjölken ökar. Cellerna utgörs i första hand av leukocyter, primärt bestående av polynukleära neutrofiler, makrofager och lymfocyter (Jones & Bailey, 2009).

Det somatiska celltalet kan dock variera från dag till dag av andra anledningar än inflammation i juvret. I en dansk studie beräknades celltalet i ett friskt juver kunna variera med 4,7% från dag till dag. Samma studie visade en daglig variation av celltalet om 11,4% i ett juver med klinisk mastit (Chagunda, et al., 2006). Fluktuationerna i SCC kan bero på förändringar i rutiner eller tillfälliga störningar i systemet som omger korna. Det förekommer också säsongsmässiga variationer i SCC; det genomsnittliga celltalet är högst under sommarhalvåret och lägre under vinterhalvåret (Harmon, 1994). Studier har också visat att temporära höjningar i SCC kan härledas till situationer som orsakar akut stress, som exempelvis transporter (Yagi, et al., 2004) eller avvikelser från skötselrutiner som överhoppad mjölkning (Lakic, et al., 2011). Vidare har studier visat att kortvariga höjningar av SCC kan uppmätas i samband med betessläpp, utan att i övrigt påverka några kvalitetsparametrar (Fläckman, 2008).

Automatiska mjölkningssystem

I ett automatiskt mjölkningssystem kan mjölkning ske löpande under dygnets alla timmar oberoende av en närvarande operatör. Kor kan välja att självmant besöka mjölkroboten eller styras in i mjölkningsbåset via automatiska grindar. Hur korna rör sig i systemet påverkas av stallens utformning (Andrews, et al., 2002).

Varje ko har en transponder för att kunna identifieras av systemet. Transpondern är associerad med korns ID-nummer och avläses av sensorer vid styrda grindar, i foderautomater och i mjölkningseenheten. Vidare finns automatiska sensorer som övervakar indikatorer för juverhälsa, mjölkavkastning, reproduktiv status och foderintag vilket ger lantbrukaren möjlighet att identifiera djur som behöver särskild tillsyn. Eventuellt oväntade värden detekteras samtidigt som all information lagras i en databas där lantbrukaren har tillgång till kornas individuella värden. Om systemet skulle identifiera avvikelser som kräver akut åtgärd underrättas jourhavande operatör (De Koning, 2010).

Det finns en lång rad aspekter som skiljer sig åt mellan AMS och konventionella system. Skillnader förekommer inte enbart gällande själva mjölkningsprocessen utan också beträffande stallens utformning och skötsel. Bristfälliga förberedelser inför mjölkning samt risk för övermjölkning utpekade som de viktigaste riskfaktorerna avseende juverhälsa i automatiska mjölkningssystem (Penry, 2018). Följande underrubriker behandlar aspekter som kan anses ha betydelse för juverhälsan.

Mjölkningsprocessen

Själva mjölkningsprocessen är det känsligaste arbetsmomentet ur juverhälsosynpunkt. Den standardiserade mjölkningsprocessen inkluderar förberedelserutiner såsom rengöring, stimulering av juver och spenar samt förmjölkning. Detta kan ske med hjälp av särskilda spenkoppar, borstar eller samma spenkoppar som vid huvudmjölkning. Rengöringen är en automatiserad process och sker med samma intensitet oavsett juvrets smutsighetsgrad. Mjölken som urmjölkas i samband med dessa förberedelser leds inte via huvudledningen utan till ett eget system med separat uppsamling (De Koning, 2010). Förstimulering utgör en viktig del av mjölkningsprocessen eftersom den stimulerar frisläpp av hormonet oxytocin som bland annat påverkar mjölknedsläpp. Om mjölknedsläpp uteblir riskerar mjölkflödet att minska eller helt upphöra ifall mjölken som finns lagrad i juvrets cisterner tar slut (Bruckmaier & Blum, 1998).

Därefter startar mjölkningen som ur såväl ekonomiska som hälsoaspekter bör ske snabbt och med en effektiv tömning av juvret. Bruckmaier et. al. (2001) visade i en undersökning att urmjölkning bör starta inom två minuter efter avslutad förmjölkning och stimulering. Om processen försenades mer än så sågs en reducering av hormonet oxytocin som stimulerar mjölknedsläpp. Resultatet av förseningen blir då ostadigt mjölkflöde och en försämrad tömning av juvret. Kvarvarande mjölk i juvret utgör en risk för mastit eftersom det utgör ett utmärkt substrat för bakterier att tillväxa i (Bruckmaier, et al., 2001).

En mjölkkos juver är indelat i fyra juverdelar vilka producerar mjölk oberoende av varandra. De bakre juverdelarna är vanligtvis större än de främre vilket innebär att dessa kan förväntas

ha högre mjölkavkastning, längre mjölkningstid och högre maximalt mjölkflöde (Tancin, et al., 2006). I AMS tillämpas som standard fjärdedelsmjölkning, vilket innebär att avtag av varje spenkopp sker individuellt så snart mjölkflödet från respektive juverdel har nått förinställt gränsvärde. Detta minskar avsevärt risken för övermjölkning av en eller flera juverdelar. Övermjölkning påverkar juver- och spenhälsan negativt och kan vara en av orsakerna till förhöjt celltal på individuell basis (Svennersten-Sjaunja & Pettersson, 2008). För att minimera risken för övermjölkning kan mjölkrobotens avtagningsnivåer justeras. Standardnivå för avtag hos de flesta automatiska mjölkningssenheter verkar vara 0,2 kg mjölk/min (Ginsberg, 2012). En studie från 2017 visar att man genom att höja avtagningsnivån kunde höja det genomsnittliga mjölkflödet och förkorta tiden som spenkopparna sitter på spenarna utan att mjölkavkastningen minskar (Ferneborg, et al., 2017).

Efter avslutad mjölkning sprayas spendoppsmedel på spenarna vilket är viktigt för att begränsa bakterieförekomst vid spenkanalens mynning. Eftersom spenöppningen inte sluts omedelbart efter mjölkning råder utökad risk för infektion i upp till två timmar efter avslutad mjölkning (Sandholm & Korhonen, 1995). Rekommendationerna lyder att kor bör hållas stående i minst 30 minuter efter mjölkning i syfte att förebygga infektion (DeLaval, 2019). Detta uppnås enklast genom att tillförsäkra tillräcklig fodertillgång efter att korna blivit mjölkade. Få lantbrukare (16,3%) prioriterar dock att hålla djuren stående i minst 30 minuter efter mjölkning (Nielsen & Emanuelson, 2013).

Mjölkningsfrekvens och mjölkningsintervall

Lantbrukaren kan själv reglera hur ofta individuella kor tillåts att besöka mjölkroboten. Därmed kan mjölkningsfrekvensen justeras för att styra produktionsnivån under olika laktationsstadier. Detta är en möjlighet som kan gynna såväl produktion som juverhälsa, dock under förutsättning att korna väljer att besöka mjölkenheten vid önskad frekvens (Jacobs & Siegford, 2012).

En högre mjölkningsfrekvens är en av de primära fördelarna hos AMS för såväl kor som lantbrukare. I en studie från 2002 valde man att jämföra mjölkningsfrekvensen mellan konventionell respektive automatisk mjölkning inom en och samma besättning. I det konventionella systemet mjölkades korna regelbundet två gånger per dygn. Mjölkningsfrekvensen med AMS beräknades genomsnittligen till $2,4 \pm 0,02$ mjölkningar per dygn (Wagner-Storch & Palmer, 2003). Med en frekvens högre än två mjölkningar per dag reduceras påfrestningarna på juvrets ligament eftersom maximalvolymen mjölk i juvret innan mjölkning minskar (Spahr & Maltz, 1997). Eftersom automatiska mjölkningssystem dock är beroende av att mjölkkor på eget initiativ besöker mjölkningssenheten är det svårt att uppnå samma regelbundenhet som vid konventionell mjölkning. Mjölkningsintervall i AMS kan därmed variera mellan kor i samma stall, men också för samma ko från dag till dag. I en studie av Mollenhorst et. al visades att långa eller ojämna mjölkningsintervall i AMS är associerat med förhöjda celltal och produktionsförluster (Mollenhorst, et al., 2011).

I ett automatiskt mjölkningssystem utan ständigt övervakande operatör riskerar kor att bli ofullständigt mjölkade på en eller flera juverdelar. Det leder till ofrivilligt förlängda mjölkningsintervall. En misslyckad mjölkning kan bero på felande spenkoppsspåsättning eller

att kon sparkar av sig mjölkkningsorganet. Spenkopporna sätts på efter att spenarnas position har lokaliserats av en laserkamera, vilken är beroende av juvrets form och spenarnas placering. Flera studier har undersökt hur en eller flera avsiktligt överhoppade mjölkningar påverkar mjölkens celltal. Resultaten visar ett statistiskt signifikant samband mellan förhöjt SCC och missad mjölkning (Lakic, et al., 2011; Ljunggren, 2015; Nilsson, 2016). I Ljunggrens examensarbete (2015) uppmättes förhöjda värdena fem-sju dagar efter missad mjölkning vilka höll i sig t.o.m. dag åtta-tolv då skillnaden mellan urmjolkade och avsiktligt överhoppade juverdelar inte längre var signifikant (Ljunggren, 2015).

Mastitdetektion och övervakning

I ett konventionellt mjölkningssystem sker mastitdetektion och övervakning i första hand manuellt i samband med förberedelser inför mjölkning. En misstanke om mastit kan baseras på förändringar i kors beteende, synliga tecken på inflammation, förändringar i tankmjölkscelltal eller med hjälp av ett CMT-test (The California Milk Test är ett enkelt test för att detektera celltalsförändringar på fjärdedelsnivå) av kor i riskgrupp (Rasmussen, 2006).

I AMS sker initial mastitdetektion istället via automatiserad sensormekanik. Tekniken bör vara av golden standard samt innehålla en tydlig beskrivning av testkänslighet och föra statistik över korrekta detektioner respektive falska alarm. Det vanligaste givarsystemet som används för att detektera misstänkt mastit är genom att mäta elektrisk konduktivitet i mjölk i samband med förmjölkning (Penry, 2018). Det är önskvärt att systemet genererar en hög förekomst av sanna, positiva fall (hög sensitivitet, Se) samt en låg förekomst av falska varningar (hög specificitet, Sp). För certifiering enligt ISO 20966 (2007) för automatiska mjölkningssystem krävs sensormetodik med känsligheten $Se > 80\%$ och specificiteten $Sp > 99\%$. Tidigare studier har visat att man inte har lyckats uppnå dessa standarder med uteslutande tröskelvärden för elektrisk konduktivitet. I en australiensisk studie visades att man endast lyckades uppnå sensitivitet och specificitet mellan 47% och 92% respektive 51% och 92% (Khatun, et al., 2017). Detta kan jämföras med sensitivitet och specificitet hos ett manuellt CMT-test som är 68,8% respektive 71,5% (Dingwell, et al., 2003). De senaste åren har studier genomförts i syfte att ta fram förbättrade detektionssystem på fjärdedelsnivå med hjälp av data i AMS. Dessa har dock inte lyckats ta fram ett tillräckligt framgångsrikt system för att garantera en miniminivå som överstiger ISO-standarder (Hogeveen, et al., 2010; Penry, et al., 2017).

Kohygien

Det är känt att ett rent juver är viktigt för god juverhälsa. Ett smutsigt juver och en smutsig mjölkkningsmaskin ökar troligen risken för nya fall av mastit, vilket i sin tur leder till en generell ökning av SCC samt fler enskilda kor med förhöjt celltal (Deng, et al., 2019).

För att upprätthålla god kohygien krävs god stallhygien. När kon ligger ner och vilar kommer spenar och juver i direktkontakt med underliggande material. För att inte juver- och spenhygien skall påverkas negativt är det viktigt att golvet i liggbåsen är täckt av rent och torrt strömedel. Det finns ett signifikant samband mellan bakteriemängden i strömedlet och bakteriemängden på spenar och juver (Rendos, et al., 1975). Det är också viktigt att liggytan är mjuk och bekväm

för korna skall välja att ligga på båspallen och inte i till exempel gången. Studier har visat att kor föredrar att ligga ner på underlag med rikligt med strömedel och då spenderar mer tid liggandes ner (Fregonesi, et al., 2007). Av samma anledning är det viktigt att beläggningsgraden är anpassad efter stallets utformning, det bör finnas minst ett liggbås per ko i stallet (Landin, 2014).

Kobundna bakterier riskerar att spridas från ko till ko via mjölkroboten. För att minska spridningen är det viktigt att robotens mjölkkningsutrustning hålls ren och i gott skick. Det finns tre typer av disksystem i en automatisk mjölkkningsenhet, systemdisk, delsköljning av mjölkkningsenheten samt sköljning av spenkopparna. Systemdiskning innebär att hela mjölkkningsanläggningen diskas och desinficeras. Delsköljning, från spenkoppar till mjölkledningen, görs för att skölja bort mjölkrester, exempelvis från kor med onormal mjölk (Benfalk & Gustafsson, 2004). Sköljning av spenkopparna sker mellan respektive ko och bidrar till att hålla spenkopparna rena (Neijenhuis & Schuiling, 2004).

Åtgärdssystem

Celltalspyramiden

Rådgivningsföretagets Växa Sverige har tagit fram en modell för riktade rådgivningsinsatser i syfte att förbättra juverhälsan i AMS. Den s.k. robotpyramiden föreslår åtgärder rangerade i en preliminär ordning utefter olika riskområdets relevans för juverhälsa i AMS. De viktigaste huvudsakliga orsakerna till svagt resultat beträffande juverhälsa i AMS är enligt Växa Sverige i fallande ordning:

1. Näringsförsörjning
2. Mjölkkningsintervall
3. Ofullständiga mjölkningar
4. Diskfunktion
5. Smittskydd
6. Koövervakning
7. Spenhygien
8. Stallhygien

För att förbättra juverhälsan har man föreslagit ett åtgärdssystem, baserade på dokumenterade gårdsanalyser som genomförts inom ramen för Hälsopaketet Mjölk. Pyramidens fundament handlar om att tillgodose basala behov såsom foder och vatten, det är känt att individers immunförsvar påverkas av dess näringsstatus. Eftersom mjölkning pågår dygnet runt och det ständigt finns djur som uppehåller sig i antingen mjölkknings-, ligg- eller foderavdelningen är det viktigt att det alltid finns tillgång till fullgott foder och vatten. Foderbrist under natten är ett vanligt problem (Landin, 2014).

Evolutionary Operation (EVOP)

Evolutionary Operation (EVOP) är en arbetsform för att optimera processer inom ett produktions- eller tillverkningsystem. Modellen utvecklades av George E. P. Box under 1950-talet och syftar till att underlätta introduktion av nya tillämpningar i ett redan praktiserat system.

Arbetsformen går ut på att göra enstaka, små förändringar som verkställs systematiskt och utvärderas över tid. Om förändringen bidrar till en förbättrad produktion eller kvalitet utifrån olika referenspunkter behåller man ändringen som standard, men om resultatet däremot försämras eller förblir oförändrat återgår man till ursprungsläget (Box, 1957).

EVOP som arbetsmetod har endast i ett fåtal studier applicerats inom animalieproduktion. År 2016 genomfördes ett examensarbete vid Sveriges Lantbruksuniversitet med syftet att undersöka om EVOP fungerar som arbetsmetod för att förbättra juverhälsan inom mjölkproduktion. Inom ramen för arbetet genomfördes en studie där man på en gård bytte ut spendoppsmedlet mot ett nytt och utvärderade effekten med avseende på celltal och spenhälsa hos individuell kor. Efter sex veckors interventionsperiod utvärderades resultatet. Utvärderingen visade att det nya spendoppsmedlet inte gav önskad effekt med avseende på celltal och spenhälsa, och i enlighet med EVOP gick man tillbaka till tidigare använt spendoppsmedel (Karltorp, 2015).

DISKUSSION

Bristfälliga förberedelser inför mjölkning samt risk för övermjölkning utpekade som de viktigaste riskfaktorerna i automatiska mjölkningssystem (Penry, 2018). Eftersom mjölkrobotens rengöring av spenar och juver är automatiserad och inte kan intensifieras vid ökad smutsighetsgrad, är det särskilt viktigt att genomsnittsnivån för kohygien håller hög standard. Kohygien visades i tidigare nämnd studie vara associerat med mjölkningens renlighet. Det tyder på att det kan finnas gemensamma skäl till bristerna, såsom lantbrukarens inställning till rengöring (Deng, et al., 2019). Bättre och mer frekvent utgödsling, tillräckligt antal liggbås med rent strö samt daglig rengöring av vattenkoppar, foderbord och mjölkningenshet (systemdiskning) är exempel på åtgärder som sannolikt skulle förbättra juverhälsan. En nackdel med ett AMS är att det alltid finns djur på samtliga ytor. Eftersom mjölkningensheten arbetar dygnet runt finns det ständigt djur som uppehåller sig inom de olika ytorna för mjölkning, vila respektive foderintag. Detta kan försvåra rengöring av stallet.

Tomgångsmjölkning av en eller flera juverdelar är negativt för såväl juver- som spenhälsa, varvid övermjölkning utgör ett problem vid all maskinell mjölkning. Eftersom de flesta mjölkningsrobotar i AMS tillämpar fjärdedelsmjölkning bör man på dessa gårdar med större framgång kunna undvika det problemet. I studien genomförd av Ferneborg et. al (2017) testade man tre olika avtagningsnivåer: 0,48 kg mjölk/min, 0,30 kg mjölk/min samt 0,06 kg mjölk/min. Två av behandlingsåtgärderna ligger därmed över nivån som historiskt sett anses vara standard, dvs. 0,20 kg mjölk/min (Ginsberg, 2012). Genom att höja nivån för avtag på fjärdedelsnivå minskar risken för övermjölkning signifikant. Ferneborg et. al. (2017) visar därtill att det är möjligt att reducera risken för övermjölkning utan att sänka den totala mjölkavkastningen. Genom att höja avtagningsnivån ökade nämligen det genomsnittliga mjölkflödet. Vidare innebär det att tiden som spenkopparna är fästa till respektive juverdel förkortas och mjölkningenshetens effektivitet ökar.

Vidare utpekade långa mjölkningsintervall och misslyckade mjölkningar som viktiga problemområden att hantera (Landin, 2014). Detta stärks av tidigare nämnda studier som visat på signifikanta samband mellan förhöjda celltalsnivåer och långa eller ojämna mjölkningsintervall (Mollenhorst, et al., 2011; Ljunggren, 2015). Ur åtgärdsprogrammet Robotpyramiden föreslås att alla kor bör ett mjölkningsintervall mellan 7-11 timmar (Landin, 2014). Ett vanligt fel är att låglakterande kor ges alltför generösa mjölkningstillstånd. Mer långsiktigt bör man fortsätta bedriva ett strategiskt avelsarbete med avseende på juverform och spenplacering. Detta skulle sannolikt reducera antalet misslyckade mjölkningar. Att uppnå effekt på juverhälsan till följd av avelsresultat kan dock endast förväntas ha genomslag om grundläggande förutsättningar redan är uppfyllda.

Mängden data som samlas in i samband med mjölkning i ett AMS föranleder höga förväntningar gällande en tidigare och mer effektiv mastitdetektion online. Detta torde vara ett gott hjälpmedel för att snabbare upptäcka kor med subklinisk mastit. Tidigare nämnda studier har visat att så inte alltid är fallet (Hogeveen, et al., 2010; Khatun, et al., 2017; Penry, et al., 2017). Problemet verkar vara att många system bygger på enstaka sensoriska parametrar, istället

bör fler parametrar inkorporeras i systemet. Enligt en studie av Khatun et al. (2018) krävdes en kombination av sex olika parametrar för att ge en mer tillförlitlig prognos för mastitförekomst. I studien jämfördes totalt nio olika mätmetoder för mastitdetektion, de som konstaterades vara de sex viktigaste var: elektrisk konduktivitet, elektrisk konduktivitet per timme, mjölkavkastning, mjölkavkastning per timme, genomsnittligt mjölkflöde samt antalet misslyckade urmjölkningar per mjölkningstillfälle (på fjärdedelsnivå). Denna kombination av parametrar gav 90% Se respektive 91% Sp (Khatun, et al., 2018). Det är viktigt med hög sensitivitet för att inte missa en eventuell mastit. Vidare vill man ha en detektion med hög specificitet för att garantera få antal falskt positiva svar. Risken med låg specificitet skulle kunna vara att lantbrukaren inte bryr sig om att kontrollera samtliga alarm eftersom hög andel notifikationer kommer att vara falskt positiva. På gårdar med hög incidens av kor med akut förhöjda celltall vore det önskvärt att komplettera det automatiska systemet med manuella provtagningar för mastitdetektion. Detta försvåras dock eftersom mjölkningsutrustning och robotbås i AMS i regel inte är utformade så att lantbrukspersonal enkelt och säkert kan nå spenar och juver i samband med mjölkningsprocessen (Penry, 2018). Vidare bör ett larm om misstänkt mastit utlösas redan på fjärdedelsnivå för att undvika utspädningseffekt från friska juverdelar, därmed skulle upptäckten tidigareläggas. Den mest adekvata korrelationen mellan mastit och förhöjt celltal finns på fjärdedelsnivå (Schukken, et al., 2003). Ett förhöjt celltal i en av fyra juverdelar maskeras vid utspädning med mjölk från övriga tre juverdelar. Utspädningseffekten förstärks därutöver av påvisat sänkt mjölkproduktion i den inflammerad juverdelen (Ljunggren, 2015).

AMS tillämpar en digital produktionsstyrning baserad på generella samband. Ett visst mått av avvikelse tillåts men systemet verkar inte klara av att ta lika stor hänsyn till individuella skillnader mellan kor som ett mänskligt öga och manuell hantering. För att förbättra juverhälsan vidtas åtgärder grundade på generella sanningar, skillnader mellan olika system. Eftersom en indikator som förhöjda celltal kan påstås ha multifaktoriell uppkomst skulle det kunna innebära att lokala sanningar, skillnader mellan gårdar med samma typ av system, har större påverkan än man tidigare räknat med. Resultatet blir i så fall att samma åtgärder, baserade på generella sanningar, får varierande utgång på olika gårdar.

För att kunna optimera juverhälsoarbetet med hänsyn till lokala sanningar krävs ett metodiskt arbetssätt. EVOP är ett system som är väl känt inom tillverkningsindustrin. För att kunna implementera EVOP som ett vedertaget arbetssätt i syfte att förbättra juverhälsan på gårdar med AMS, krävs dock fler studier som visar att metoden fungerar också inom animalieproduktion. År 2014 startade det nordiska projektet ”*Evolutionary management in large dairy herds*” med syftet att utvärdera EVOP som ett nytt beslutsstöd åt mjölkföretagare. Projektet är mer omfattande än tidigare genomförda studier och det svenska deltagandet behandlar framför allt en möjlig anpassning till juverhälsoarbetet. Slutrapporten finns dock ännu inte publicerad (Sveriges Lantbruksuniversitet, 2014). Fram till dess finns endast ett fåtal mindre studier utgivna. Trots att ingen signifikant skillnad kunde uppmätas i Karltorps examensarbete (2015) efter interventionsperiodens slut, kan dock inte uteslutas att EVOP är en passande metod för att identifiera möjliga åtgärder för att optimera juverhälsoarbetet i AMS.

Avslutningsvis går det att konstatera att det finns åtskilliga möjliga orsaker till att dagens AMS inte lever upp till de högt ställda förväntningarna beträffande resultat och juverhälsa. Sviktande teknikfunktion verkar inte vara det huvudsakliga skälet, mjölkrobotar är helt enkelt bra på att mjölka. Mer troligt är att det krävs skötselåtgärder och åtgärdsplanering som är bättre anpassade för automatiska mjölkningssystem. Det finns således ett behov av mer forskning kring AMS för att förstå orsaker och konsekvenser dels av skillnader mellan olika mjölkningssystem, dels av olika arbetsrutiner och ledningssystem som omger samma typ av system.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Andrews, J., Davidson, T. & Pereira, J. (2002). Dairy Farm Layout and Design: Building and Yard Design, Warm Climates. *Encyclopedia of Dairy Science*, 2: 13-28.
- Benfalk, C. & Gustafsson, M. (2004). *Mjölkhigien i AMS*, u.o.: JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik forskar för bättre mat och miljö.
- Bergh, A. (2018). *Marknadsrapport mjölk och mejeriprodukter*, Jönköping: Jordbruksverket.
- Box, G. E. P. (1957). Evolutionary Operation: A Method for Increasing Industrial Productivity. *Journal of the Royal Statistical Society*, 6: 81-101.
- Bradley, A. J. (2002). Bovine Mastitis: An Evolving Disease. *The Veterinary Journal*, 164:116-128.
- Bruckmaier, R. & Blum, J. (1998). Oxytocin Release and Milk Removal in Ruminants. *Journal of Dairy Science*, 81: 939-949.
- Bruckmaier, R., Macuhova, J. & Meyer, H. (2001). Specific aspects of milk ejection in robotic milking: a review. *Livestock Production Science*, 72: 169-176.
- Chagunda, M. G., Larsen, T., Bjerring, M. & Ingvarsen, K. L. (2006). L-lactate dehydrogenase and N-acetyl-b-D-glucosaminidase activities in bovine milk as indicators of non-specific mastitis. *Journal of Dairy Research*, 73: 431-440.
- De Koning, C. J. A. M. (2010). *Automatic milking - Common practice on dairy farms*. Lelystad, The Neatherlands, Wageningen University.
- DeLaval, (2019). *DeLavals juvervårdshandbok*. [Online] Available at: <https://www.delaval.com/globalassets/svenska/kataloger/juvervardshandbok.pdf>
- Deng, Z., Koop, G., Lam, T.J.G.M., van der Lans, I.A., Vernooij, J.C.M., Hogeveen, H. (2019). Farm-level risk factors for bovine mastitis in Dutch automatic milking dairy herds. *Journal of Dairy Science*. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15327>. 2019-03-15
- Dingwell, R. T., Leslie, K. E., Schukken, Y., Sargeant, J., Timms, L. L. (2003). Evaluation of the California mastitis test to detect an intramammary infection with a major pathogen in early lactation dairy cows. *The Canadian Veterinary Journal*, 44: 413–416.
- Ferneborg, S., Krawczel, P., Wiking, L., Dalsgaard, T.K., Gregersen, S., Black, R., Larsen, T., Agenäs, S., Svennersten-Sjaunja, K., Ternman, E. (2017). Milking time and risk of over-milking can be decreased with early teat cup removal based on udder quarter milk flow without loss in milk yield. *Journal of Dairy Science*, 100: 6640-6647.
- Fläckman, A. (2008). *Inverkan av betessläpp på celltal och mjölk kvalitet hos mjölkkor*, Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.

Fregonesi, J.A., Veira; D.M., von Keyserling, M.A.G., Weary, D.M. (2007). Effects of Bedding Quality on Lying Behavior of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 90: 5468-5472.

Ginsberg, R. (2012). Influence of milk yield and take-off settings on milking parlour performance and udder health. *Udder Health and Communication*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers: 407-414.

Gustavsson, A. (2009). *Automatiska mjölkningssystem - så påverkas arebttid och arbetsmiljö*, Uppsala: JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik forskar för bättre mat och miljö.

Harmon, R. J. (1994). Physiology of Mastitis and Factors Affecting Somatic Cell Counts. *Journal of Dairy Science*, 77: 2103-2112.

Hogeveen, H., Hemskerk, K. & Mathijs, E. (2004). Motivations of Dutch farmers to invest in an automatic milking system or a conventional milking parlour. i: A. Meijering, H. Hogeveen & C. d. Koning, red. *Automatic Milking, a better understanding*. Wageningen, Netherlands: Wageningen Academic Publishers: 56-61.

Hogeveen, H., Kamphuis, C., Steeneveld, W. & Mollenhorst, H. (2010). Sensors and Clinical Mastitis—The Quest for the Perfect Alert. *Sensors (Basel)*, 10: 7991-8009.

Jacobs, J. & Siegford, J. (2012). Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, 95: 2227-2247.

Jones, G. & Bailey, T. (2009). *Understanding the Basics of Mastitis*, Virginia State University Press, Virginia, USA.

Karltorp, A. (2015). *EVOP - Arbetsmetod för förbättrad juverhälsa hos mjölkkor med inriktning mot infektiösa mastiter orsakade av juverbundna bakterier*, Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.

Khatun, M., Cameron, C., Nicolas, A., Thomson, Peter C., Kerrisk, K., García, S. (2017). Early detection of clinical mastitis from electrical conductivity data in an automatic milking system. *Animal Production Science*, 57: 1226–1232.

Khatun, M., Thomson, P.C., Kerrisk, K.L., Lyons, N.A., Clark, C.E.F., Molfino, J., García, S.C. (2018). Development of a new clinical mastitis detection method for automatic milking systems. *Journal of Dairy Science*, 101: 9385-9395.

Lakic, B., Svennersten Sjaunja, K., Norell, L., Derrfalk, J., Östensson, K. (2011). The effect of a single prolonged milking interval on inflammatory parameters, milk composition and yield in dairy cows. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 140: 110-118.

Landin, H. (2014). *Robotpyramiden - förändra i rätt ordning*, u.o.: VÄXA Sverige.

- Ljunggren, I. (2015). *Frequency of unsuccessful milkings in automatic milking rotary*, Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences.
- Lundberg, Å. (2015). *Mastitis in Dairy Cows*, Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences.
- 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.
- Neijenhuis, F. & Schuiling, H. J. (2004). *Optimal cleaning of equipment - Effectiveness of optimised teat cup cleaning in the prevention of mastitis pathogens transfer*. [Online] Available at: <http://www.automaticmilking.nl> [Använd 12 03 2019].
- Nielsen, C. (2009). *Economic Impact of Mastitis in Dairy Cows*. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences.
- Nielsen, C. & Emanuelson, U. (2013). Mastitis control in Swedish dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 96: 6883-6893.
- Nilsson, R. (2016). *Effects of omitting one udder quarter at one single milking on milk production and SCC in mid and late lactating cows with or without re-sorting for a second milking*, Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Penry, J. F. (2018). Mastitis Control in Automatic Milking Systems. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 34: 439-456.
- Penry, J. F., Crump, P. M., Ruegg, P. L. & Reinemann, D. J. (2017). Short communication: Cow-and quarter-level milking indicators and their associations with clinical mastitis in an automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 100: 9267-9272.
- Rasmussen, M. D. (2006). *Automatic milking and udder health: an overview*. Nice, France, World Buiatrics Congress.
- Rasmussen, M. D., Blom, J. Y., Nielsen Hjort, L. & Justesenc, P. (2001). Udder health of cows milked automatically. *Livestock Production Science*, 72: 147-156.
- Rendos, J., Eberhart, R. & Kesler, E. M. (1975). Microbial populations on the teat ends of the dairy cows and bedding materials. *Journal of Dairy Science*, 58: 1492-1500.
- Rodriguez-Zas, S. L., Gianola, D. & Shook, G. E., 2000. An approximate Bayesian analysis of somatic cell score. *Livestock Production Science*, 67: 19-30.

- Sandholm, M. & Korhonen, H. (1995). Antibacterial defence mechanisms of the udder. i: M. Sandholm, T. Honkanen-Buzalski, L. Kaartinen & S. Pyörälä, red. *The bovine udder and mastitis*. Helsinki: Gummerus Kirjapaino Oy: 37-48.
- Schukken, Y., Wilson, D., Welcome, F. & Garrison-Tikofsky, L. (2003). Monitoring udder health and milk quality using somatic cell count. *Veterinary Research*, 34: 579-596.
- Spahr, S. & Maltz, E. (1997). Herd management for robot milking. *Computers and Electronics in Agriculture*, 17: 53-62.
- Svennersten-Sjaunja, K., Berglund, I. & Pettersson, G. (2000). *The milking process in an automatic milking system, evaluation of milk yield, teat condition and udder health*. Lelystad, The Netherlands, Hogeveen, H.; Meijering, A. 277-288.
- Svennersten-Sjaunja, K. & Pettersson, G. (2008). Pros and cons of automatic milking in Europe. *Journal of Animal Science*, 86: 37-46.
- Sveriges Lantbruksuniversitet (2014). *Improved udder health in large dairy herds*. [Online] Available at: <https://www.slu.se/en/faculties/vh/research/forskningsprojekt/not/improved-udder-health-in-large-dairy-herds/> [Använd 12 03 2019].
- Tancin, V., Ipema, B., Hogewerf, P. & Mačuhová, J. (2006). Sources of Variation in Milk Flow Characteristics at Udder and Quarter Levels. *Journal of Dairy Science*, 89: 978-988.
- Wagner-Storch, A. & Palmer, R. (2003). Feeding Behavior, Milking Behavior, and Milk Yields of Cows Milked in a Parlor Versus an Automatic Milking System. *Journal of Dairy Science*, 86: 1494-1502.
- Växa Sverige (2019). *Celltalsakuten: Styrning och rutiner: Växa Sverige*. [Online] Available at: <https://www.vxa.se/fakta/styrning-och-rutiner/mer-om-mjolk/celltalsakuten/>
- Växa Sverige (2019). *Husdjursstatistik 2019*, Uppsala: Växa Sverige.
- Yagi, Y., Shiono, H., Chikayama, Y., Ohnuma, A., Nakamura, I., Yayou, K. (2004). Transport stress increases somatic cell counts in milk, and enhances the migration capacity of peripheral blood neutrophils of dairy cows. *Journal of Veterinary Medical Science*, 66: 381-387.