

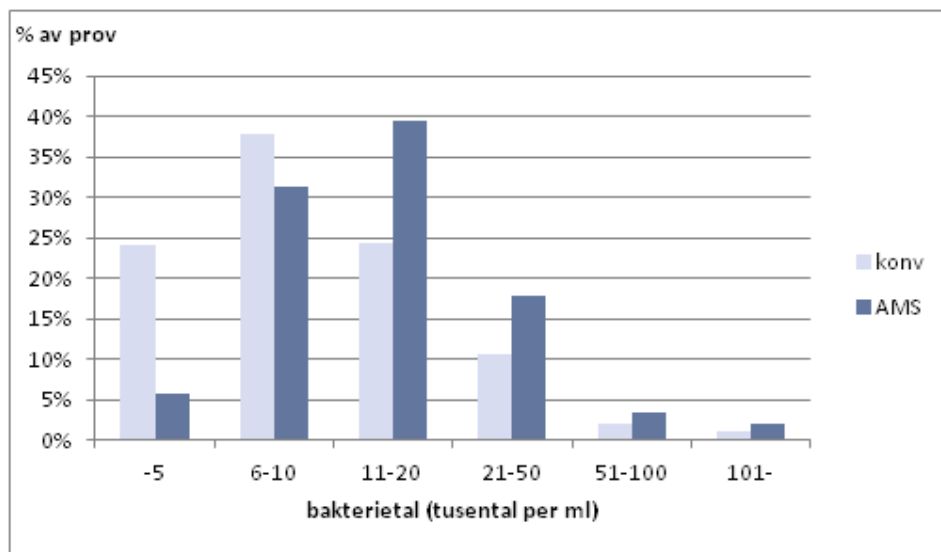
Samband mellan bakterietal och diskparametrar på AMS-gårdar – Förstudie

Martin Sundberg, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Inger Andersson, Anders Christiansson och Mats Gyllenswärd, Svensk Mjolk

Bakgrund

Det genomsnittliga bakterietalet i svensk leverantörmjolk har på senare år visat en ökande tendens (Christiansson m.fl. 2011). Särskilt har gårdar med AMS (automatisk mjölkning) i genomsnitt en högre halt av både totalantal bakterier och termo-resistenta bakterier jämfört med gårdar med konventionella mjölkningssystem (se figur 1). Denna utveckling är oroande eftersom ca 25 % av all mjolk idag produceras på AMS-gårdar, samtidigt som andelen ökar. Orsaken till att problem med höga bakterietal är mer frekvent på AMS-gårdar är troligen att de har mer tekniskt komplicerade mjölkningsanläggningar och större mjölk tankar, som på grund av sin storlek kräver mer varmvatten för disk. Detta innebär att anläggningen blir mera svår diskad, med risk för förhöjda bakterietal som följd. Att AMS-gårdar tenderar att ha högre bakterietal är känt från flera undersökningar (Everitt m.fl. 2007; Christiansson m.fl. 2011; Lindgaard Jensen & Justesen 2011).



Figur 1. Fördelning av totalantal bakterier i tankprov från AMS-gårdar respektive gårdar med konventionell mjölkning (Arla Foods Sverige, september 2010 t.o.m. augusti 2011)

Undersökningar av leverantörmjölks kvalitet visar att cirka 80 % av de svenska mjölgårdarna klarar att leverera en tankmjolk som ligger stabilt vid i genomsnitt 10 000 bakterier/ml eller därunder (Christiansson m.fl. 2011). Andra gårdar kännetecknas av högre, ofta fluktuerande bakterietal som riskerar att överskrida mejeriföretagens gränsvärden för bonustillägg eller avdrag på mjölkpriset. Den huvudsakliga orsaken till förhöjda totalantal bakterier anses ofta vara bristande kontroll över diskfunktionen eller kylningen av mjölken. Förhöjda halter termo-resistenta bakterier beror alltid på diskproblem (Christiansson m.fl. 2004; Paulrud 2010a; Paulrud 2010b).

De parametrar som påverkar diskresultatet och som måste styras för att det ska bli rent är disktemperaturen, disktiden, diskmedelskoncentrationen/kemin samt den mekaniska rengörande effekten (Stanga 2010). Turbulens skapas i mjölkkningsanläggningen av vattnets proppflöde under disken. I praktisk drift litar man i många fall helt på diskautomatiken och har ingen uppfattning om disken fungerar rätt. Detta ställer höga krav på en fungerande disk med marginaler i diskparametrarna för att kunna hantera störningar. Svåra diskproblem med biofilmbildning i anläggningen kan ofta kopplas till bristande funktionskontroll. Biofilmer är mycket svåra att eliminera när de väl bildats (Kumar & Anand 1998), men vi saknar idag tillräcklig kunskap om vad som krävs av en bra disk för att förhindra att de uppstår.

Det finns generella riktvärden för t.ex. disktemperatur och tid (Reineman m.fl. 2003; Svensk Mjöl 2003a; Svensk Mjöl 2003b) men de kan inte utan vidare appliceras på varje anläggning eftersom konstruktionerna ofta är olika. Riktvärdena bygger på mångårig erfarenhet men är ofta baserade på förhållandena i traditionella mjölkningssystem. De har tagits fram utifrån erfarenheter av att lösa eller undvika bakterieproblem. För att utveckla rekommendationer och rådgivning behövs mer kunskap om disktemperatur och andra diskfaktorer på gårdar med fungerande disk och låga bakterietal på moderna anläggningar.

En annan faktor som påverkar mjölkens bakteriologiska kvalitet är kylningen av mjölken. Enligt mejeriföretagens branschriktlinjer för hygienisk mjölkproduktion (Svensk Mjöl 2007) ska mjölken kylas till 4 °C inom 3 timmar efter mjölkning och i Arlagården föreskrivs en kylningstid på högst 2 timmar (Arla Foods, 2013). Det finns olika tekniska lösningar för att säkerställa kylningen, men det har visat sig att det kan vara svårt att justera utrustningen på AMS-gårdar så att riktlinjerna uppfylls.

Datorbaserade managementsystem – verktyg för styrning, övervakning och kunskapsuppbyggnad

I de datorbaserade managementsystem som används idag kan många uppgifter utläsas om diskens funktion och om mjölkens kylningsförlopp. Relevanta data borde kunna användas för att få kontinuerlig övervakning av diskens och kylningens funktion på gården. Tyvärr är det inte lätt för mjölkföretagaren att hitta och tolka dessa data i systemet och i vissa fall är de inte åtkomliga utan hjälp av service-tekniker. Ett lågt bakterietal är alltid en indikation på god hygien. Det vore därför intressant att jämföra befintliga data i managementsystemen med bakterietal hos AMS-gårdar med olika hygienstatus. Mot denna bakgrund initierade JTI tillsammans med Svensk Mjöl och med medverkan från DeLaval denna förstudie.

Syfte

Syftet med denna förstudie var att undersöka framkomligheten att använda registrerade data i managementsystemen för att finna orsaker eller samband som kan förklara varför vissa AMS-gårdar kan hålla låga bakterietal i mjölken medan andra inte lyckas.

Metodik

På underlag av tidigare utförda mjölkanalyser från Arla och i samråd med rådgivare valdes åtta gårdar ut för att ingå i förstudien. Av dessa hade fyra gårdar vardera under en längre tid haft höga (gård H1-H4) respektive låga (gård L1-L4) bakterietal.

Gårdarna kontaktades för att få ett samtycke att ingå som försöksgård. Data för alla disk- och kylrelaterade parametrar inklusive larm som registrerats hämtades ur gårdarnas managementsystem. I denna datahantering var DeLaval behjälplig, vilket också innebar att förstudien begränsades till gårdar med DeLaval-utrustning vad avser mjölkrobot och kyltank. Intentionen var att inhämta data under en tvåmånadersperiod med start 1 september. Detta lyckades dock av olika tekniska skäl inte fullt ut. Eftersom managementsystemet hanterar och lagrar data i olika moduler, varierar de tidsperioder för när olika typer av data kunnat frigöras till förstudien. En sammanställning över de tidsperioder för vilka data inhämtats från gårdarna finns i tabell 1. I tabellen anges också hur många AMS som var installerade på respektive gård. Data från kyltankarna på gårdarna H1 och H4 saknas tyvärr helt, eftersom det visade sig att dessa var av en äldre typ som inte kommunicerade med managementsystemet.

Tabell 1. Tidsperioder med insamlade data avseende mjölkrobot (AMS0), kyltank samt larm från 1 september 2012.

	Period med data			Antal AMS
	AMS	Kyltank	Larm	
H1	1/9 – 22/10	<i>Inga data</i>	1/9 – 22/10	2
H2	1/9 – 24/10	1/9 – 24/10	1/9 – 24/10	2
H3	1/9 – 30/11	1/9 – 30/11	1/9 – 30/11	1
H4	20/9 – 7/11	<i>Inga data</i>	1/9 – 8/11	2
L1	1/9 – 23/11 ^a	23/9 – 23/11 ^a	23/9 – 23/11 ^a	1
L2	20/9 – 14/11	20/9 – 14/11	1/9 – 13/11	1
L3	20/9 – 7/11	20/9 – 7/11	1/9 – 6/11	1
L4	1/9 – 30/11	1/9 – 30/11	1/9 – 29/11	1

a) Data saknas 23-24 oktober

Från Arla erhöles de uppgifter om totalantal bakterier i tankmjölken som fortlöpande dokumenterats vid ett tillfälle varannan vecka. Dessa kompletterades inom ramen för projektet med ytterligare analyser så att värden på bakterietal från *alla* tankhämtningar (varannan dag) fanns som grundmaterial. Analyserna utfördes under i princip samma tidsperiod som data från managementsystemen inhämtades, från början av september till början av november. En del missade värden finns, varför antalet analyser per gård varierade mellan 25 och 29 stycken. På gård L3 blev dock endast 19 analyser utförda på grund av en initial förväxling av leverantörsnummer.

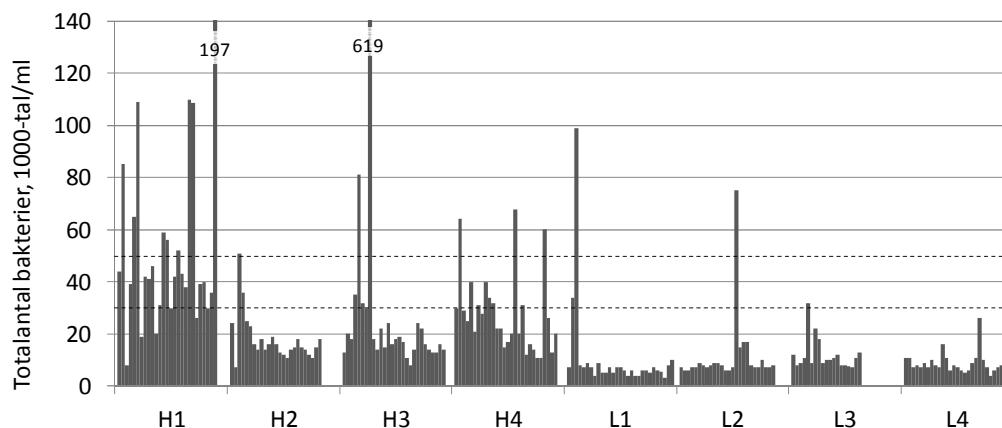
De data som bedömdes vara relevanta för mjölk kvaliteten bearbetades och sammanställdes så att jämförelser mellan gårdarna kunde göras. Vidare undersöktes eventuella samband mellan förhöjda bakterietal och (1) avvikelser i diskparametrar samt (2) frekvens och typ av larm. Vad gäller analysen av larm, gjordes denna för tiden 23 september till 21 oktober, vilket är den period när en komplett uppsättning data funnits tillgänglig för samtliga gårdar.

Två erfarna rådgivare från Växa Sverige anlätades för att göra ett besök per gård, där de med ett standardiserat formulär registrerade diskrelaterade förhållanden inklusive hygien. Bland annat registrerades temperaturer under en disk av AMS respektive kyltank. Rådgivarna gjorde också en bedömning av renheten i och kring mjölkkningsanläggning och tank samt kornas renhet. Besöken utfördes under perioden september till oktober, där varje rådgivare besökte 2 H-gårdar och 2 L-gårdar vardera.

Resultat

Bakterier

Resultaten från analyserna av totalantal bakterier visas övergripande i figur 2. Här framgår att H-gårdarna generellt ligger på en högre nivå och att antalet ofta är mer fluktuerande.



Figur 2. Totalantal bakterier i tankmjölken på gårdarna i förstudien. I diagrammet har de gränshalter som påverkar avräkningspriset inom ARLA lagts in som streckade linjer. Utanför diagrammet finns ytterligare en gränshalt på 200 000 bakterier/ml mjölk.

I tabell 2 har vissa nyckeltal för analysresultaten sammanställts. Här framgår att såväl medel- som medianvärdena genomgående ligger högre på H-gårdarna, vilket ju också var ett mål när gårdarna till förstudien valdes ut. Även när det gäller procentandelen av antal analyser som innehöll mer än 30 000 bakterier per ml mjölk låg H-gårdarna genomgående högre. Värdet 30 000 är inom Arla den övre gränsen för att bonusbetalning ska erhållas.

Tabell 2. Medel- och medianvärden för totalantal bakterier (tusental) samt procentandel av analyserna med över 30 000 bakterier/ml mjölk.

	H1	H2	H3	H4	L1	L2	L3	L4
Medelvärde	54	18	42	28	10	11	12	9
Median	42	15	18	24	6	8	10	8
Proc. över 30 000	78	8	14	32	7	4	5	0
Antal analyser	27	25	28	28	29	26	19	29

AMS

Bland de data som registreras i mjölkroboten finns tider för olika diskfaser, disklösningens temperatur när huvuddisken startar samt returvattnets temperatur. En sammanställning av några av de mest betydelsefulla parametrarna som i denna studie extraherats ur managementsystemen visas i tabell 3.

Tabell 3. Gårdsvis sammanställning av data från diskningar av mjölkrobot under perioden 1 september – 10 november.

	Antal dygn med data	Diskar/dag Medel	Disktid Medel	Vattentemperatur, °C			
				Vid start huvuddisk		I returvatten	
				Medel	Max/Min	Medel	Max/Min
H1	51	2,8	24	77	84/72	59	60/47
H2	60	3,0	29	78	87/71	60	60/55
H3	71	3,0	20	66	71/52	48	52/42
H4	49	1,9	32	75	75/70	52	58/36
L1	71	2,0	24	76	78/72	59	60/57
L2	52	3,0	22	77	80/74	61	64/52
L3	49	2,0	20	74	81/60	53	57/45
L4	71	3,1	21	66	70/62	52	57/48

Även om det finns en variation i vattentemperatur mellan gårdar, fanns ingen generell skillnad mellan H och L-gårdar. Medelvärde för vattentemperaturen vid diskstart var 74 °C för H-gårdarna och 73 °C för L-gårdarna. Motsvarande värden för temperaturen i returvattnet var 55 °C respektive 56 °C. I Sverige rekommenderas att starttemperaturen i diskautomaten bör överstiga 80 °C, medan sluttemperaturen efter avslutad cirkulationsdisk (returvattnet) inte bör understiga 42-45 °C (Christiansson m.fl. 2011). På de gårdar som ingick i förstudien var den genomsnittliga temperaturen som registrerats vid diskstart genomgående under gällande rekommendation. När det gäller temperaturen i returvattnet däremot, uppfylldes rekommendationen på samtliga gårdar, i de flesta fall med god marginal.

Kyltank

Data som registreras i kyltanken är tidpunkter för tömning, diskning och kylning samt temperaturen i tanken. I tabell 4 har bearbetade data för de studerade gårdarna sammanställts. Förutom maximal temperatur som registrerats under diskfasen, återfinns i tabellen även hur lång tid som åtgått för att kyla mjölken ned till 4 °C från det att den första mjölken levereras efter disk, samt tidsåtgång för diskfasen.

Tabell 4. Gårdsvis sammanställning av data från kyltank under perioden 1 september – 10 november. För gårdarna H1 och H4 saknas data.

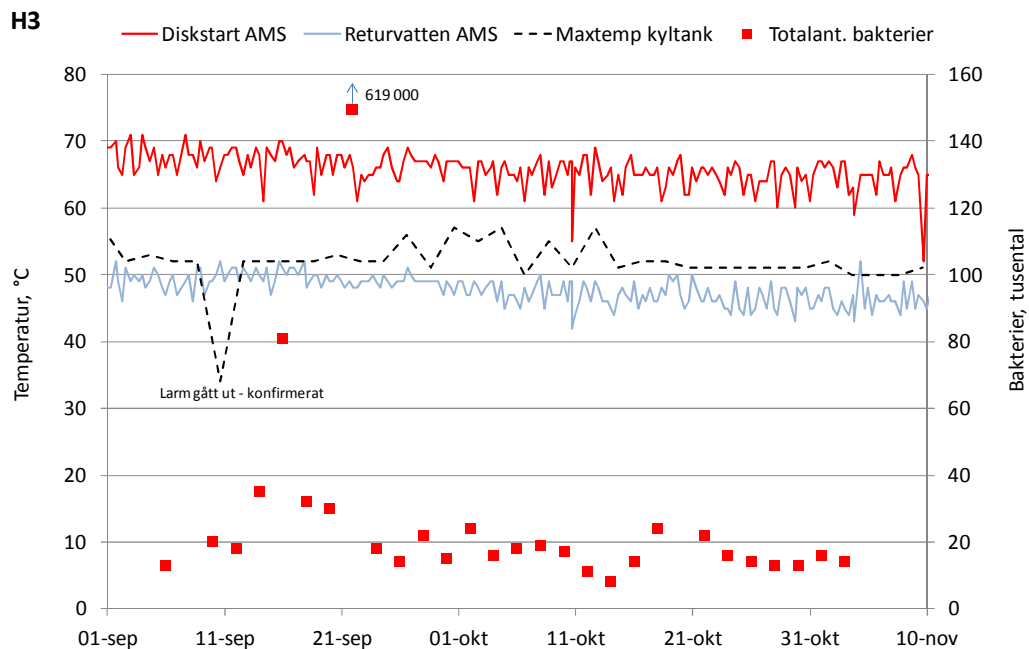
	Antal reg. diskar	Maxtemp. disk		Tid till 4 °C, tim		Disktid, minuter	
		Medel	Max/Min	Medel	Max/Min	Medel	Max/Min
H1							
H2	30	53	57/50	6,5	7,7/4,6	38	43/35
H3	35	52	57/34	4,1	6,0/3,0	25	34/24
H4							
L1	22	49	52/47	4,1	5,1/3,5	29	31/27
L2	26	43	46/41	2,8	3,4/1,9	21	22/19
L3	24	48	60/46	4,5	5,1/3,8	17	26/16
L4	36	53	57/45	3,3	8,0/2,2	29	33/27

Generellt sett var de registrerade maxtemperaturerna under disk anmärkningsvärt låga. Medeltemperaturerna låg oftast på ca 50 °C, där dock gård L2 hade ett avvikande lägre värde på 43 °C. Sannolikt är det inkommande vattnet varmare, men kyla snabbt av vid kontakten med det förhållandevis kalla stålet i tanken, speciellt om man inte har någon försköljning med varmvatten.

Enligt mejeriernas riktlinjer ska mjölken kylas till en temperatur på 4 °C inom 2-3 timmar efter det att mjölkningen har avslutats. Med endast ett undantag översteg de genomsnittliga kyltiderna på gårdarna denna tidsgräns, där gård H2 hade den påfallande längsta tiden. Eftersom data bara fanns för två av H-gårdarna är det dock inte meningsfullt att bedöma eventuella generella skillnader i kyltider mellan H- och L-gårdar.

Bakterietal – diskparametrar

För att undersöka om de toppar i bakterietal som ibland konstaterats kunde relateras till någon avvikelse i diskparametrar, plottades de registrerade temperaturerna och bakterietal mot tiden. Dessa grafer analyserades visuellt, och om det ansågs motiverat detaljstuderades grunddata i källfilerna. Ett exempel på detta visas i figur 3 nedan och kommenteras i efterföljande text.



Figur 3. Registrerade temperaturer på gård H3 vid disk av AMS och kyltank samt bakterietal i mjölken under samma period.

I exemplet ovan kan man se att de registrerade temperaturerna i en mätpunkt uppvisade en relativt stark variation över tiden, vilket mer eller mindre var fallet även på de övriga gårdarna. Temperaturerna vid diskstart av mjölkanläggningen varierade mellan i stort sett 60 och 70 °C, och hade en svagt sjunkande tendens med tiden. Det sistnämnda gäller också för temperaturerna i returvattnet. Orsaken till detta är oklar, men vid rådgivarbesöket noterades att det fanns beläggningar på värmepatronen i varmvattenberedaren. Detta skulle kunna leda till en successivt sämre funktion. Antalet bakterier pendlade oftast mellan tio och trettio tusen, men

två avvikande höga analysvärden konstaterades under andra halvan av september. Vid tankdisken den 10 september verkar något ha inträffat, maxtemperaturen når endast 34 °C. Ett larm om detta gick ut och konfirmerades. Eftersom den första toppen i bakterietal inte kom förrän ca en vecka efter detta och den andra efter ytterligare en vecka, är det dock föga sannolikt att funktionsfelet vid tankdisken varit huvudorsak till de båda topparna i bakterietal.

Den sammantagna bilden efter att på detta sätt ha granskat graferna från samtliga gårdar, var att det inte fanns tydliga tidsmässiga samband mellan bakterietal och registrerade temperaturförhållanden under disk.

Larm

För varje gård i förstudien gjordes en översiktlig analys av frekvens och typ av diskrelaterade larm/meddelanden som lagrats i managementsystemen. Eftersom gårdarna inte hade samma versioner av mjukvara, var också struktur och kriterier för larm/meddelanden olika. Någon jämförelse av skillnader i frekvenser av larm mellan H-och L-gårdar var därför inte möjlig. I flera fall kunde dock larm noteras för parametrar som kan påverka diskresultatet. Några exempel på sådana larm är: *Teatcleaner tank full; Cleaning not completed; Timeout filling detergent; Too low temperature after circulation* och *Cooling alarm*.

För att undersöka eventuella samband mellan larm och toppar i bakterietal, färdigställdes en plottningsrutin i Excel för att visuellt bedöma om vissa typer av larm kunde kopplas till topparna. Några sådana samband kunde dock inte observeras.

Rådgivarbesök

AMS. Vid rådgivarbesöken var de uppmätta starttemperaturerna vid diskstart ofta betydligt högre än de som registrerats i managementsystemen. Endast på två gårdar (H3 och H4) understeg starttemperaturen rekommendationen på 80 °C. Orsakerna till denna avvikelse kan vara att vattentemperaturen mäts på olika ställen. Uppmätta temperaturer i returvattnet var som regel något lägre än de medelvärden som registrerats i managementsystemen, men uppgick ändå till minimikravet 42-45 °C på samtliga gårdar.

Kyltank. Temperaturförloppet under tankdisk var olika mellan gårdarna beroende på om man förvärmde tanken genom två försköljningar med ökad temperatur i den andra eller genom en försköljning och tillskottsvärme i tanken. Sluttemperaturen på disklösningen uppmättes med ett undantag till mellan 45 till 50 °C. På gård L2 var sluttemperaturen 39 °C.

En del funktionsstörningar som kan bidra till bakterieproblem noterades vid besöken, där de flesta rörde H-gårdarna. Exempel på noteringar: Omröraren roterade inte vid disk; Hälften av diskmedlet försvann i sköljningen; Diskade väldigt länge, tömde ej ordentligt; Beläggningar runt patronen i varmvattenberedaren.

Renhet. H-gårdarna hade överlag betydligt fler anmärkningar än L-gårdarna vad gäller smuts och beläggningar i mjölkkanläggning och kyltank. Samtliga H-gårdar hade anmärkningar på renheten någonstans i anläggning och/eller tank.

Detta mönster återkom vid rådgivarnas bedömning av renheten i omgivning av AMS och kyltank, liksom även kornas renhet. I allt detta klassades L-gårdarna överlag som renare än H-gårdarna.

Diskussion

Materialet i denna förstudie är litet och tillåter inga statistiska analyser, liksom inte heller några generella slutsatser kan dras. Resultaten ger dock ändå vissa indikationer på hur systemen fungerar och vad som kan vara av betydelse för bakterietalen i mjölk.

Hypotesen i förstudien; att man utifrån registrerade data i managementsystemen enkelt skulle kunna hitta orsaker eller samband som förklarar varför vissa AMS-gårdar har problem med att hålla låga bakterietal, kunde inte verifieras. På gård H1, som hade den i särklass sämsta kvaliteten på mjölken vad avser bakterietal under den studerade perioden, kunde inga avvikelser eller utmärkande förhållanden i managementsystemets data återfinnas som förklarar de höga halterna. Det ska dock påpekas att data från kyltanken saknades för denna gård.

På gårdarna med höga bakterietal noterade rådgivarna i högre utsträckning att det fanns beläggningar i olika delar av anläggningen. Dessa beläggningar utgör en hygienisk risk och skulle kunna bero på de funktionsstörningar som också noterats vid besöken. Om diskningen i något avseende är bristfällig kan med tiden en biofilm av bakterier byggas upp. Från en mogen, väl utvecklad biofilm kommer bakterier att lossna och följa med mjölken till mjölktanken. Ibland kan större bitar av biofilmen släppa vid ett och samma tillfälle, vilket resulterar i en kraftig ökning av bakterietalen i tankmjölken. Det är därför inte givet att höga bakterietal vid en tankhämtning kan relateras till att en specifikt avvikande diskparameter registrerats just dagarna innan. Mot denna bakgrund är det viktigt att det finns rutiner på gården för att manuellt inspektera diskresultat på kritiska ställen i anläggningen.

Studien antyder också att det kan vara andra faktorer än de disk- eller kylningsrelaterade som har stor betydelse för bakterietalen på gårdarna. Rådgivarbesöken gav vid handen att det var en tydlig skillnad i renhet mellan de två utvalda grupperna av gårdar. Detta gällde inte bara invändiga ytor i anläggningen utan också renheten på korna och utvändiga ytor i och kring anläggning och tank. Detta är faktorer som kan ha större inverkan på bakterieproblematiken än vad vi hittills trott, och som i framtiden borde ges större uppmärksamhet.

Tre av de fyra H-gårdarna hade två robotar, medan övriga gårdar hade en robot. Att man har fler robotar är inget som direkt ska påverka mjölk kvaliteten, men innebär att systemet blir mer komplext att övervaka, samtidigt som de ytor som ska hållas rena blir större och i vissa fall mer svåråtkomliga. Detta ställer större krav på personalen, och det kan vara svårt att i alla lägen kunna sätta av den arbetstid som egentligen skulle behövas. Att problem med bakterietal är mer vanligt i större besättningar, på såväl robotgårdar som konventionella gårdar, verifieras i tillgänglig statistik från Arla (Christiansson m.fl. 2011).

En parameter som registreras och lagras i managementsystemet är gångtiden för diskmedelpumpen, vilket i automater för gårdsdisk är det som används för att styra doseringen av diskmedel. Detta är ett indirekt sätt att styra, eftersom den mängd som pumpen verkligen ger varken mäts eller vägs. I managementsystemet ges därför inte någon varning eller information om en eventuell felaktig dosering så länge diskmedelpumpen väl roterar den tid som ställts in. Dock har ny teknik börjat introduceras, där man genom att mäta disklösningens konduktivitet kan få en uppfattning om diskmedelskoncentrationen. Helt klart är det ett önskemål att doseringen av

diskmedel kan styras och mätas med mer direkta metoder än idag, så att avsedd dosering säkerställs och att systemet larmar vid avvikelser.

Slutsatser

Det finns inga enkla samband mellan enskilda diskparametrar och bakterietal i mjölken. I studien konstaterades att det fanns olika orsaker som kan förklara höga bakterietal.

Eftersom förutsättningarna på varje gård är olika, måste också teknisk design och diskrutiner optimeras för varje enskilt fall. Tillverkare och servicetekniker har en viktig roll i att bistå lantbrukaren.

Rutiner för att följa upp tekniska funktioner är viktiga. Här kan data från managementsystemen användas, men det är viktigt att de bearbetas och presenteras på ett användarvänligt sätt.

Med regelbunden inspektion av diskresultatet på kritiska ställen i anläggningen kan rutiner följas upp och behov av förbättringar identifieras.

Ett möjligt fortsatt arbete kan vara att utarbeta mallar som stöd för lantbrukarna att utifrån gårdens förutsättningar fastställa rutiner ("SOPar" – Standard Operating Procedures) för uppföljning av diskparametrar och inspektion av diskresultat.

Det vore också intressant att söka mer information om i vilken grad renheten i omgivningen påverkar bakteriologiska kvaliteten på mjölken. Det finns inte aktuell kunskap om hur stor del av "totala" bakterietalet som härrör från kontamination från t.ex. spenarna och juvret i samband med mjölkning och förstudien antydde ett samband mellan omgivningens och kornas renhet och bakterietalet i mjölken.

Referenser

- Arla Foods. 2013. Kvalitetsprogrammet Arlagården. Version 4.0.
- Christiansson, A., Andersson, I., Gyllensvärd, M., Modin Edman, A.-K. & Widell, A. 2011. Systemanalys disk. Svensk Mjölk Forskning, rapport nr 7092.
- Christiansson, A., Svensson, B., Ekelund, K., Gyllensvärd, M. & Andersson, I. 2004. Förekomst av pastöriseringsöverlevande bakterier i leverantörmjölk - en fältstudie. Svensk Mjölk Forskning, rapport nr 7031-I.
- Everitt, B., Andersson, I., Ekman, T. & Gyllensvärd, M. 2007. Automatisk mjölkning och mjölkens kvalitet. Svensk Mjölk Forskning, rapport nr 7068-P.
- Kumar, G.C. & Anand, S.K. 1998. Significance of microbial biofilms in food industry: a review. *International Journal of Food Microbiology* 42: 9-27.
- Lindgaard Jensen, M. & Justesen, P. 2011. Mælkens kvalitet ved AMS. Videncentret for landbrug. Opubl.
- Paulrud, C.O. 2010a. Kimtal ved konventionelle og automatiske malkesystemer (AMS) - forekomst, fejlfinding og forebyggelse. Rapport Videncentret for Landbrug, Kvæg.
- Paulrud, C.O. 2010b. Termoresistente bakterier ved konventionelle og automatiske malkesystemer (AMS) - forekomst, fejlfinding og forebyggelse. Rapport Videncentret for Landbrug, Kvæg.
- Reineman, D.J., Wolters, G., Billon, P., Lind, O. & Rasmussen, M.D. 2003. Review of practices for cleaning and sanitation of milking machines. *Bulletin of the International Dairy Federation* 381: 3-18.
- Stanga, M. 2010. Sanitation. Cleaning and disinfection in the food industry. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., Weinham, Tyskland.
- Svensk Mjölk. 2003a. Kvalitetssäkrad mjölkproduktion. Mjölkning, Svensk Mjölk.
- Svensk Mjölk. 2003b. Kvalitetssäkrad mjölkproduktion. Om det blir fel. Bakterier, Svensk Mjölk.
- Svensk Mjölk. 2007. Branschriktlinjer för hygienisk mjölkproduktion.

Denna förstudie har finansierats av Svensk Mjölk, Arla Foods och genom bidrag från Stiftelsen Lantbruksforskningens mjölkprogram.