



# **Celltal som mått på mjölkens kvalitet med avseende på mjölkens sammansättning**

**Somatic cell count as marker for milk quality with  
focus on milk composition**



Foto: Sandra Gustavsson

av

**Sandra Gustavsson**

---

**Institutionen för husdjurens  
utfodring och vård**

**Examensarbete 340  
15 hp C-nivå**

**Swedish University of Agricultural Science  
Department of Animal Nutrition and Management**

**Uppsala 2011**

---



# Celltal som mått på mjölkens kvalitet med avseende på mjölkens sammansättning

Somatic cell count as marker for milk quality with  
focus on milk composition

av

**Sandra Gustavsson**

**Handledare:** Linda Forsbäck  
**Examinator:** Maria Åkerstedt

**Nyckelord:** Celltal, mjölk kvalitet, mjölksammansättning

*Detta arbete har genomförts inom ramen för kursen EX0553, Kandidatarbete i Husdjursvetenskap – C15. Kursen består i huvudsak av en handledd litteraturgenomgång som leder fram till ett examensarbete inom huvudområdet husdjursvetenskap. I kursen ingår undervisning i att söka och värdera vetenskaplig litteratur samt i muntlig och skriftlig presentation.*

---

**Institutionen för husdjurens  
utfodring och vård**

**Examensarbete 340  
15 hp C-nivå  
Kurskod: EX0553**

**Swedish University of Agricultural Science  
Department of Animal Nutrition and Management**

**Uppsala 2011**

---

## Abstract

Mastitis, an inflammation of the udder mainly caused by a bacterial infection, induces an increase in the somatic cell count (SCC) in milk and is consequently one of several factors affecting SCC in milk. In this literature review it is investigated whether SCC; on udder quarter, cow composite or bulk tank milk level, can be used as a quality marker with focus on milk composition in terms of the content of fat, lactose, total protein, casein and whey protein. According to this literature review the relation between SCC and milk composition is not reliable either on udder quarter, cow composite or bulk tank milk level. SCC was related to lactose, casein and whey protein on udder quarter level; lactose and whey protein on cow composite level and lactose on bulk tank milk level.

## Sammanfattning

Mastit, juverinflammation huvudsakligen orsakad av en bakterieinfektion, medför bland annat ett ökat celltal i mjölken och är därmed en av flera faktorer som påverkar mjölkens celltal. I denna litteraturstudie studeras huruvida celltalet på juverdels-, ko- och tankmjölksnivå kan användas som mått på mjölkens kvalitet med avseende på mjölkens sammansättning, det vill säga mjölkens innehåll av fett, laktos, totalt protein, kasein samt vassleprotein. Enligt denna litteraturstudie fungerar celltal bristfälligt som mått på mjölkens sammansättning på juverdels-, ko- och tankmjölksnivå. De parametrar som celltal visar samband med är laktos, kasein och vassleprotein på juverdelsnivå; laktos och vassleprotein på konivå samt laktos på tankmjölksnivå.

## Introduktion

Mastit, juverinflammation, är ett stort problem inom svensk mjölkproduktion. Årligen drabbas drygt 60 procent av korna av mastit i någon form. Omkring en tredjedel av dessa inflammationer utgörs av kliniska mastiter och två tredjedelar av subkliniska mastiter (SVA, 2011). Klinisk mastit innebär att kon har synliga symptom av sjukdomen, till exempel svullet juver, förändrad mjölk eller feber. Subklinisk mastit ger däremot inga synliga symptom, men celltalet i mjölken höjs, mjölkens sammansättning förändras och mjölkproduktionen minskar. Dessa förändringar orsakas av att barriären mellan blod och mjölk försvagas så att komponenter kan passera emellan. Dessutom skadas epitelceller i juvret vilket minskar mjölksyntesen. Bakterier som infekterar juvret via spenkanalen är den vanligaste orsaken till mastit. Infektionen följs av en försvarsreaktion, en inflammation, som bland annat innebär att leukocyter (vita blodkroppar) mobiliseras till infektionsplatsen (Funke, 1991). Det ökade inflödet av celler vid mastit leder till ett förhöjt celltal i mjölken. Därför är celltal ett vanligt använt mått på juverhälsa och mjölk kvalitet (Harmon, 1999). Enligt Schultz (1977) är regelbunden mätning av celltal i tankmjölk, som en indikator på mastit, standardutförande i Europa och USA. Celltalet påverkas dock av andra faktorer än mastit, till exempel efter betessläpp (Fläckman, 2008), vid förlängt mjölkkningsintervall (Lakic et al., 2009) och av laktationsnummer och laktationsmånad (Koç, 2008).

Celltalet kan analyseras på juverdelsnivå, konivå respektive tankmjölksnivå. Eftersom celltalet ökar mot slutet av mjölkningen är det också viktigt att ta hänsyn till när under mjölkningen provtagningen sker, till exempel förmjölk (urmjölkad före mjölkning) eller från den totala mjölmängden (Sandholm, 1995).

Ur lantbrukarens perspektiv är det eftersträvansvärt med ett lågt celltal eftersom mejeriernas betalningsprogram premierar detta, men andra parametrar är även inkluderade såsom

mjölakens fett- och totala proteinhalt. Ett celltal under 300 000 celler/ml ger enligt Arla Foods betalningssystem tilläggsbetalning, celltal mellan 301 000 och 400 000 celler/ml ger varken tillägg eller avdrag och en halt däröver ger prisavdrag (Arla Foods, 2010). Genomsnittligt celltal i invägd tankmjölk över hela landet för år 2009 var enligt Svensk Mjölks Husdjursstatistik 203 000 celler/ml. Högt celltal är kostsamt även för den som processar mjölken eftersom mjölk med högt celltal generellt ger produkter av lägre kvalitet gällande smak, hållbarhet och utbyte (Harding, 1999). Omkring 80 % av mjölakens proteiner utgörs av kaseiner och resten utgörs av vassleproteiner (Mantere-Alhonen, 1995). Vid osttillverkning är mängden kasein i mjölken avgörande för utbytet och även mjölakens fett ingår i den bildade osten (Harding, 1999). Medan en hög kasein- och fetthalt är önskvärt, är en hög halt totalprotein inte nödvändigtvis positivt, eftersom det beror på vilken av komponenterna kasein respektive vassleprotein det är som ökar.

Celltal används i dag som ett mått på kons juverhälsa men även som ett mått på mjölkkvalitet i många sammanhang. Ofta likställs celltalet med mjölkkvalitet. Med mjölkkvalitet avses i detta sammanhang mjölakens sammansättning. Flera faktorer gör dock att celltalet kan ifrågasättas som kvalitetsmått på mjölk, tveksamheterna ligger kring hur bra celltal egentligen speglar mjölakens sammansättning. Bland annat har Tolle et al. (1971) visat att mjölakens sammansättning kan förändras redan vid ett lågt celltal och enligt Berglund et al. (2004) kan ett signifikant förhöjt celltal i en separat juverdel döljas genom utspädning från friska juverdelar så att kons celltal på konivå förblir lågt. På så sätt kan förändringar i mjölken ske utan att celltalet på ko- eller tankmjölksnivå indikerar förändringen, vilket gör att celltalet kan ifrågasättas som mått på mjölkkvalitet. Vidare är Leitner et al. (2008) kritisk mot celltal som markör eftersom det visats att celltal bara delvis kan förutsäga mjölakens kvalitet med hänseende på ostutbyte. Anledningen till denna variation i utbyte trots jämförbar mjölksammansättning tros vara att även tankmjölk med ett lågt celltal innehåller mjölk från kor med subklinisk mastit vilket påverkar mjölakens processbarhet (Leitner et al., 2008). Ytterligare en aspekt är dag-till-dag variationen i celltal, som enligt Sjaunja (1986) är 9,9 % i mjölk från ett friskt juver.

Syftet med denna litteraturstudie är att sammanställa vad forskning har visat kring sambandet mellan celltal och mjölksammansättning, och därigenom dra slutsatser kring hur bra celltal är som kvalitetsmått på mjölk.

## **Sammanställning av litteratur**

### **Metoder för celltalsbestämning**

#### ***Direkta metoder***

En direkt metod för celltalsbestämning är mikroskopering, vilket innebär att cellerna räknas i mikroskop, efter fixering och infärgning. En annan direkt metod för analys av celltal är fluorescensbaserad cellräkning. Metoden inkluderar användning av ett fluorescerande färgämne som binder till det DNA som finns i mjölakens celler. Mängden DNA per cell är i det närmaste konstant vilket gör att mängden DNA, som mäts automatiskt, visar mjölakens celltal (Sandholm, 1995). Om inget annat anges är det denna metod som använts i de studier som beskrivs i denna litteraturstudie. Celltal kan också mätas med hjälp av flödescytometri. Enligt Düringer (2011) bygger principen för flödescytometri på att cellerna åker en och en genom en laserstråle så att strålen bryts och fluorescensmolekyler i cellen exciteras. Ljus samlas upp och omvandlas till elektriska signaler som registreras.

## **Indirekta metoder**

En indirekt metod för att mäta celltal är California mastitis test (CMT). Metoden bygger på att lika delar mjölk och detergent blandas på en platta med en brunn för varje juverdel. Detergenten gör att DNA i cellerna frigörs och bildar en gel tillsammans med detergenten. Ju mer DNA som finns i mjölkprovet desto mer viskös blir gelen. Under tiden plattan försiktigt roteras bedöms gelbildningen visuellt (Sandholm, 1995). CMT är en snabb och billig metod för diagnostisering av mastit på juverdelsnivå. CMT är ett användbart ”cow side test”, det vill säga det används på gårdsnivå (Saloniemi, 1995). En annan indirekt metod för celltalsbestämning är Wisconsin mastitis test (WMT). Principen för WMT är snarlik den för CMT, med den skillnaden att vid WMT sker reaktionen mellan DNA och detergent i ett provrör där avläsning sker på en millimeterskala. Både CMT och WMT är metoder för en grov skattning av cellinnehållet i mjölk (Hurley, 2011).

## **Samband mellan mjölkens celltal och fetthalt**

### **Juverdelsnivå**

Randolph & Erwin (1974) bedömde mjölk från juverdelar hos 10 kor med WMT och klassificerades som negativa respektive positiva för mastit. I studien visades att WMT-positiv mjölk innehöll signifikant lägre fetthalt än WMT-negativ mjölk. Forster et al. (1967) genomförde också en studie där mjölk från juverdelar inom samma juver jämfördes med hänseende på mjölkens sammansättning med syftet att studera effekter av subklinisk mastit. CMT användes för att indirekt mäta celltalet. Sammanlagt gjordes 1 258 stycken jämförelser av juverdelar vars mjölk hade olika CMT-reaktioner, fördelat på 763 kor i 30 besättningar över en tidsperiod på drygt två år. Mjolkproverna togs från juverdelars totala mjölmängd. Resultaten från studien presenterades av Ashworth et al. (1967). Resultaten visade att juverdelar med en högre CMT-reaktion gav mjölk med signifikant lägre fettinnehåll än juverdelar med en lägre CMT-reaktion.

Åkerstedt (2003) använde tjugofyra kor till parvisa jämförelser inom juver av juverdelar vars mjölk hade lågt respektive högt celltal. Högt celltal definierades som ett fem gånger så högt celltal som motstående juverdels mjölk. Studien visade att det inte förelåg någon statistiskt signifikant skillnad vad gällde fetthalten mellan lågt och högt celltal, dock var fetthalten numerärt något högre vid högt celltal. Inte heller Lindmark-Månsson et al. (2006) fann någon signifikant korrelation mellan celltal och fetthalt. I studien användes fyra kor, från vilka förmjölksprover mjölkades ur för hand.

Juverdelsprover studerades även av Berglund et al. (2007). Studien baserades på 4 158 prover insamlade från juverdelars totala mjölmängd. De 68 kor som ingick i studien delades i tre grupper baserat på mjölkens celltal. Studiens resultat visade att hos de kor som klassificerades som friska fanns en statistiskt signifikant korrelation mellan celltal och fetthalt på 0,25. Däremot fanns det, hos kor med ett förhöjt celltal i en juverdel vid ett tillfälle, ingen signifikant skillnad inom par av motstående juverdelar vad gäller fetthalt. Detsamma gällde då celltalet var förhöjt vid flera provtagningstillfällen.

### **Konivå**

Waite & Blackburn (1957) genomförde en studie med mjölkprover från individuella kor. Totalt användes 2 186 prover bestående av morgon- och kvällsmjölk blandade i proportion till deras mängd. Mjolkproverna delades i 14 grupper efter celltal, vilket bestämdes med hjälp av räkning i mikroskop. Studien påvisade inget samband mellan celltal och fetthalt.

Studien av Fernandes et al. (2004) baserades på två gårdar; den ena med 43 kor och celltal i tankmjölken <500 000 celler/ml och den andra med 38 kor och celltal i tankmjölken vanligtvis >1 000 000 celler/ml. Mjölksprover samlades från alla individuella kor på båda gårdarna vid tre tillfällen med 60 dagars mellanrum. Celltalsbestämning gjordes med hjälp av flödescytometri. Resultaten uppvisade ingen signifikant korrelation mellan celltal och fetthalt, varken hos kor med högt eller lågt celltal. Liknande resultat uppnåddes av Ng-Kwai-Hang et al. (1984) då deras studie påvisade en svag korrelation på endast 0,033 mellan celltal och fetthalt. Den studien baserades på 41 783 prover tagna från ett dygns mjölk från enskilda kor. Korna som var fördelade på 63 besättningar delades in i 13 grupper efter mjölkens celltal och de olika celltalsgrupperna var inte signifikant skilda med hänseende på fetthalt.

### ***Tankmjölksnivå***

Mitchell et al. (1986) samlade tankmjölksprover från 36 gårdar och klassificerade dessa som normala om celltalet var lägre än 500 000 celler/ml och som onormala om celltalet var däröver. Korrelationskoefficienten mellan celltal och fetthalt bestämdes till 0,41 vilket var statistiskt signifikant. Det påvisade sambandet innebär att när celltalet steg så ökade också fetthalten. Motsatt samband, det vill säga att ökat celltal gav sänkt fetthalt, fann Schukken et al. (1992) som studerade celltal i tankmjölk med hjälp av månatliga data från närmare sju år. De 9 500 gårdarna klassificerades i studien i sju grupper efter tankmjölkens celltal.

Tankmjölksprover från 14 gårdar undersöktes av Auldist et al. (1996) med avseende på bland annat celltal, laktationsstadium och fetthalt. Resultaten visade att inom laktationsstadium (när prov från tidig laktation jämfördes med annat prov från tidig laktation, och motsvarande för prov från sent i laktation) innehöll mjölksproverna med högt celltal signifikant lägre fetthalt jämfört med proverna med lågt celltal. I studien grundades benämningarna högt och lågt celltal på besättningarnas celltal i tankmjölk under två månader före studien och definitionen var olika för tidig respektive sen laktation.

Wickström et al. (2009) analyserade 91 tankmjölksprover. Proverna klassificerades i celltalsgrupper efter deras fördelning; de 25 % av proverna som hade lägst cellinnehåll (33 000-104 000 celler/ml), de 25 % av proverna som hade högst celltal (222 000-1 397 000 celler/ml) samt proverna däremellan (105 000-221 000 celler/ml). Fetthalten var signifikant lägre i gruppen medium än i gruppen låg. Däremot fanns ingen signifikant skillnad mellan grupperna låg och hög respektive medium och hög.

## **Samband mellan mjölkens celltal och laktoshalt**

### ***Juverdelsnivå***

Waite & Blackburn (1963) påvisade en betydande negativ korrelation mellan celltal och mjölkens laktosinnehåll vilket innebär att halten laktos minskar vid högt celltal; korrelationskoefficienter för kons respektive juverdelar bestämdes till -0,595, -0,683, -0,814, och -0,672. Studien baserades på en ko med subklinisk mastit och genomfördes genom att mjölkens sammansättning på juverdelsnivå jämfördes med typiska värden för ett friskt juver. Celltal bestämdes med hjälp av mikroskopering. Dessa resultat är i enlighet med Lindmark-Månsson et al. (2006) som också fann en stark negativ korrelation mellan celltal och laktoshalt på juverdelsnivå. Korrelationskoefficienten som bestämdes till -0,774 var statistiskt signifikant. Prover av förmjölk från fyra kor användes i studien.

Åkerstedt (2003) använde 24 kor till parvisa jämförelser av juverdelar inom juver. Resultaten visade att laktoshalten minskade med 4-5% och var signifikant lägre i mjölk från en juverdel

med fem gånger så högt celltal som i mjölk från motstående juverdel, när dessa jämfördes. En studie med liknande resultat genomfördes av Forster et al. (1967) men i denna bedömdes mjölkens cellinnehåll med CMT. Syftet med studien var att studera effekter av subklinisk mastit genom att 1 258 juverdelar med olika CMT-reaktioner jämfördes. Mjölksproverna samlades från juverdelars totala mjölmängd, från 763 kor. Korna fanns i 30 besättningar och studien pågick över en tidsperiod på drygt två år. Resultaten från studien presenterades av Ashworth et al. (1967) och påvisade signifikant lägre laktosinnehåll i mjölk från juverdelar med en högre CMT-reaktion än i mjölk från juverdelar med en lägre CMT-reaktion.

Berglund et al. (2007) samlade 4 158 prover, från 68 kor, från juverdelars totala mjölmängd. Enligt studiens resultat fanns en statistiskt signifikant korrelation mellan celltal och laktoshalt på -0,37 hos de friska korna. Hos kor med ett förhöjt celltal i en juverdel vid ett provtagningstillfälle, visades det att laktosinnehållet tenderade att minska vid det tillfälle då celltalet var förhöjt. Då celltalet istället var förhöjt vid flera provtagningstillfällen i följd minskade laktosinnehållet signifikant samtidigt som celltalet blev förhöjt, och förblev sedan lägre de två efterkommande provtagningarna.

### **Konivå**

Waite & Blackburn (1957) samt Fernandes et al. (2004) genomförde båda studier med mjölkprover från individuella kor. Waite & Blackburn (1957) använde 2 186 prover av morgon- och kvällsmjölk blandade i proportion till deras mängd. Celltal bestämdes genom mikroskopering och mjölkproverna delades in i 14 grupper. Resultaten påvisade lägre laktosinnehåll vid högt celltal. Samma samband visade Fernandes et al. (2004) för den gård som hade 38 kor och ett celltal i tankmjölk vanligtvis över 1 000 000 celler/ml. Korrelationskoefficienten mellan celltal och laktoshalt bestämdes där till -0,71 vilket var statistiskt signifikant. För den andra gården som hade 43 kor och ett celltal i tankmjölk under 500 000 celler/ml påvisades däremot en ej signifikant korrelation på -0,14 mellan celltal och laktoshalt. Med andra ord visades att celltal bara korrelerade signifikant med lägre laktosinnehåll hos individuella kor när celltalet var över 1 000 000 celler/ml i tankmjölken. Försöksupplägget innebar att mjölkprover från alla enskilda kor togs på båda gårdarna vid tre tillfällen med 60 dagars mellanrum. Celltalet i mjölkproverna bestämdes med flödescytometri.

### **Tankmjölksnivå**

Mitchell et al. (1986) klassificerade tankmjölksprover från 36 gårdar som normala om celltalet var lägre än 500 000 celler/ml och som onormala vid ett högre celltal. En korrelationskoefficient på -0,31 mellan celltal och laktoshalt bestämdes, det innebar att ökat celltal gav sänkt laktoshalt. Samma samband visades av Wickström et al. (2009) genom att 91 tankmjölksprover analyserades och klassificerades efter deras fördelning i celltal; de 25 % av proverna som hade lägst cellinnehåll, de 25 % av proverna som hade högst celltal samt proverna däremellan. Resultaten visade att laktoshalten var signifikant lägre i de mjölkproverna med högst (222 000-1 397 000 celler/ml) celltal jämfört med de mjölkproverna med lägst (33 000-104 000 celler/ml) celltal.

Tankmjölksprover användes även av Auld et al. (1996). Indelning av de 14 gårdarna i högt och lågt celltal gjordes baserat på gårdarnas celltal i tankmjölken under två månader före studien. Högt och lågt celltal definierades olika i tidig och sen laktation. Resultaten visade att inom laktationsstadium (när prov från tidig laktation jämfördes med annat prov från tidig laktation, och motsvarande för prov från sent i laktation) innebar högt celltal signifikant lägre laktoshalt jämfört med proverna med lågt celltal. Schukken et al. (1992) studerade också celltal i tankmjölk, men med hjälp av månatliga data från knappt sju år. De 9500 gårdarna

som användes klassificerades i sju grupper efter tankmjölkens celltal. Studien visade att halten laktos var lägre i mjölk med högt celltal.

## **Samband mellan mjölkens celltal och totala proteinhalt**

### ***Juverdelsnivå***

Åkerstedt (2003) genomförde parvisa jämförelser av juverdelar inom juver hos 24 kor, där den ena juverdelens mjölk hade ett fem gånger så högt celltal som den andras. Resultaten visade att proteinhalten inte skiljde sig signifikant mellan mjölken från en juverdel med lågt celltal och mjölken från en juverdel med högt celltal. Inte heller Lindmark-Månsson et al. (2006) fann någon signifikant korrelation mellan celltal och proteinhalt. Förmjölksprover samlades in, genom urmjölknings för hand, från fyra kors juverdelar.

Berglund et al. (2007) samlade in 4 158 prover tagna från juverdelars totala mjölmängd, från 68 kor. Hos de friska korna (alla juverdelar hade celltal <100 000 celler/ml vid alla provtagningstillfällen) fanns en statistiskt signifikant korrelation mellan celltal och proteinhalt på 0,24. Däremot fanns det, hos kor med ett förhöjt celltal i en juverdel vid ett provtagningstillfälle, ingen signifikant skillnad inom par av motstående juverdelar vad gäller proteinhalt. Detsamma gällde då celltalet var förhöjt vid flera provtagningstillfällen i följd.

Haenlein et al. (1973) studerade sammansättningen i mjölk vid subklinisk mastit genom att samla mjölkprover från totalt 237 juverdelar, hos 60 kor. WMT användes för indirekt mätning av celltalet. Mjölkproverna delades i följande fyra grupper utifrån deras skattade cellinnehåll <250 000, 250 000-500 000, 500 000-1 000 000 samt >1 000 000 celler/ml. Studiens resultat påvisade ingen signifikant skillnad i proteinhalt mellan de olika grupperna av celltal.

Till skillnad från övriga studier genomförda på juverdelsnivå visade Ashworth et al. (1967) att proteinhalten var högre i mjölk från juverdelar med en hög CMT-reaktion, jämfört med mjölk från motstående juverdel hos samma ko med en lägre CMT-reaktion. Dock var skillnaden bara signifikant för de mer allvarliga CMT-reaktionerna. Metodiken som tillämpades i studien beskrevs av Forster et al. (1967). Sammanlagt gjordes 1 258 jämförelser av juverdelars totala mjölmängd hos 763 kor i 30 besättningar.

### ***Konivå***

Ng-Kwai-Hang et al. (1984) samlade in 41 783 prover tagna från mjölk producerad av enskilda kor under ett dygn fördelade på 63 besättningar. Mjölkproverna delades i 13 grupper efter celltal. Resultaten visade att proteinhalten i mjölk ökade med ökat celltal och korrelationen mellan celltal och proteinhalt bestämdes till 0,14. Även Fernandes et al. (2004) genomförde en studie på konivå. När mjölk från alla kor på två gårdar studerades påvisades en signifikant korrelation mellan celltal, bestämt med flödescytometri, och proteinhalt på 0,43 för den första gården som hade 43 kor och ett celltal i tankmjölk under 500 000 celler/ml. Motsvarande siffra för den andra gården som hade 38 kor och ett celltal i tankmjölk vanligtvis över 1 000 000 celler/ml var -0,03 och ej signifikant. Med andra ord visades att celltal bara korrelerar signifikant med högre proteininnehåll hos individuella kor när celltalet i tankmjölken är under 500 000 celler/ml.

### ***Tankmjölksnivå***

Auldist et al. (1996) grupperade 14 gårdar i högt och lågt celltal baserat på tankmjölkens celltal under de två föregående månaderna och med hänsyn till laktationsstadium. När prov från en ko i tidig laktation jämfördes med annat prov från en ko i tidig laktation visades att det



inte fanns någon signifikant skillnad i proteinhalt mellan mjölk med lågt respektive högt celltal. När motsvarande gjordes med prover från kor i sen laktation påvisades däremot att proteinhalten var signifikant lägre vid högt celltal jämfört med vid lågt celltal.

Wickström et al. (2009) klassificerade 91 tankmjölksprover i celltalsgrupper efter deras fördelning; gruppen låg utgjordes av de 25 % av proverna som hade lägst cellinnehåll (33 000-104 000 celler/ml), gruppen hög utgjordes av de 25 % av proverna som hade högst cellinnehåll (222 000-1 397 000 celler/ml) och gruppen medium innehöll proverna däremellan (105 000-221 000 celler/ml). I studien observerades inga signifikanta skillnader i halten totalprotein mellan grupperna av mjölkprover. Inte heller Schukken et al. (1992) fann något samband mellan celltal och mjölkens proteinhalt, när tankmjölk studerades genom att månatliga data över celltal från knappt sju år från 9 500 gårdar användes. Baserat på tankmjölkens celltal delades gårdarna i sju grupper.

Även Verdi et al. (1987) genomförde en studie på tankmjölksnivå. Utifrån 115 gårdar, valdes de 12 med högst och de 12 med lägst WMT-historik de senaste två åren ut. Tankmjölksprover togs månatligen under ett år och celltal bestämdes genom mikroskopering. Celltalet skiljde signifikant mellan de två grupperna endast 7 av 12 månader. Studiens resultat visade att proteinhalten inte skilde signifikant mellan mjölken från gruppen med lågt celltal och mjölken från gruppen med högt celltal.

## **Samband mellan mjölkens celltal och kaseinhalt**

### ***Juverdelsnivå***

Haenlein et al. (1973) studerade mjölkprover från 237 juverdelar hos totalt 60 kor. Mjölksproverna delades i fyra grupper utifrån deras cellinnehåll (<250 000, 250 000-500 000, 500 000-1 000 000 samt >1 000 000 celler/ml) som skattades med hjälp av WMT. Resultaten visade att kaseinhalten minskade signifikant vid ökat celltal. Samma samband fann Åkerstedt (2003) som genomförde parvisa jämförelser inom 24 juver av juverdelar vars mjölk hade lågt respektive högt celltal. Högt celltal definierades som ett fem gånger så högt celltal som i motstående juverdels mjölk.

### ***Konivå***

Waite & Blackburn (1957), Litwińczuk et al. (2011) och Ng-Kwai-Hang et al. (1984) studerade sambandet mellan celltal och kaseinhalt på konivå. Waite & Blackburn (1957) blandade morgon- och kvällsmjök i proportion till deras mängd till totalt 2 186 prover. Mjölksproverna delades in i 14 grupper efter celltal, vilket bestämdes med hjälp av räkning i mikroskop. Resultaten visade att kaseininnehållet minskade när celltalet översteg 800 000 celler/ml, dock var antal prover litet i de grupperna med mer än 500 000 celler/ml. Litwińczuk et al. (2011) samlade mjölkprover från individuella kor två gånger per år under tre års tid, vilket resulterade i 1 822 prover. Mjölksprovernas celltal analyserades med hjälp av flödescytometri och proverna delades i fyra grupper baserat på celltal. Studiens resultat visade att ökat celltal gav en lägre kaseinhalt med en korrelationskoefficient mellan celltal och kaseinhalt på -0,591. Ng-Kwai-Hang et al. (1984) däremot, fann ingen signifikant korrelationen mellan celltal och kaseinhalt. Den studien baserades på 41 783 mjölkprover, tagna från enskilda kors dygnsmjölk, som delades i 13 grupper efter celltal.

### ***Tankmjölksnivå***

Tankmjölksanalyser tillämpades både av Mitchell et al. (1986) samt Verdi et al. (1987) och båda kom fram till slutsatsen att det inte fanns någon signifikant korrelation mellan celltal och

kaseinhalt. Studien utförd av Mitchell et al. (1986) använde tankmjölksprover från 36 gårdar, som klassificerades som normala om celltalet var lägre än 500 000 celler/ml och som onormala om celltalet var däröver. Studien utförd av Verdi et al. (1987) använde månatliga tankmjölksprover i vilka celltal bestämdes genom mikroskopering. Mjolkproverna insamlades från gårdar som valts ut bland 115 stycken, urvalet gjordes så att de 12 med högst och de 12 med lägst WMT-historik de senaste två åren valdes. Celltalen var signifikant skilda mellan de två grupperna endast 7 av 12 månader. Ingen signifikant skillnad i kaseinhalt mellan högt och lågt celltal observerades, dock var kaseinhalten numerärt lägre i mjölken från gruppen gårdar med lågt celltal jämfört med gruppen gårdar med högt celltal. Även Wickström et al. (2009) studerade tankmjölksprover och studiens resultat avvek från resultaten i ovan nämnda studier på tankmjölksnivå. Wickström et al. (2009) fann nämligen att halten kasein var signifikant lägre i de mjolkprover som hade högst celltal (222 000-1 397 000 celler/ml) jämfört med i de mjolkprover som hade lägst celltal (33 000-104 000 celler/ml).

## **Samband mellan mjölkens celltal och vassleproteinhalt**

### ***Juverdelsnivå***

Åkerstedt (2003) genomförde parvisa jämförelser inom juver, av juverdelar vars mjolk hade lågt respektive högt celltal, med hjälp av 24 kor. Högt celltal definierades som ett fem gånger så högt celltal som motstående juverdels mjolk. Halten vassleprotein var signifikant högre i mjolk med ett högt celltal jämfört med mjolk med ett lågt celltal. Innehållet av vassleprotein ökade med 8-9%. Även Haenlein et al. (1973) studerade mjölkens sammansättning på juverdelsnivå. Celltal skattades med WMT i mjolkprover från 237 juverdelar hos 60 kor. Därefter delades mjolkproverna in i fyra grupper baserat på celltal (<250 000, 250 000-500 000, 500 000-1 000 000 samt >1 000 000 celler/ml). Resultaten visade, i enlighet med Åkerstedt (2003), att ökat celltal medförde att halten vassleprotein ökade signifikant.

### ***Konivå***

Auld et al. (1995) samlade nio mjolkprover av dygnsmjolk från varje individuell ko i två besättningar. Korna klassificerades, vid varje provtagning, i två grupper efter mjölkens celltal. I studien påvisades att vassleproteinhalten var signifikant högre i mjolk med ett celltal >300 000 celler/ml jämfört med mjolk med ett lägre celltal. Korrelationskoefficienter mellan celltal och vassleprotein för de båda besättningarna bestämdes till 0,515 och 0,519. Samma samband, att halten vassleprotein ökar vid förhöjt celltal, fann Weaver & Kroger (1977). I deras studie användes 1 004 mjolkprover från individuella kor och proverna klassificerades i 10 grupper efter celltal.

### ***Tankmjölksnivå***

Auld et al. (1996) analyserade tankmjolk från 14 gårdar. Indelningen av tankmjölksproverna efter celltal grundades på tankmjölkens celltal under två månader inför studien i kombination med laktationsstadium. Resultaten visade att inom laktationsstadium (när prov från tidig laktation jämfördes med annat prov från tidig laktation, och motsvarande för prov från sen laktation) innebar högt celltal signifikant högre halt av vassleprotein. Wickström et al. (2009) uppvisade däremot att halten vassleprotein inte skilde sig signifikant mellan grupper av mjolkprover med olika celltal. Indelningen av de 91 tankmjölksproverna i tre grupper baserades på provernas fördelning i celltal.

## **Diskussion**

Det bör poängteras att mycket forskning har bedrivits kring mjölkens celltal och sammansättning. Den här litteraturstudien försöker därför inte sammanfatta all relevant forskning utan beskriver bara ett axplock av studier, för sammanställning se tabell 1 i bilaga 1. Litteraturstudien jämför inte heller hur celltal fungerar som mått på mjölkens sammansättning hos friska kor med hur det fungerar hos sjuka kor, den aspekten lämnas oberörd. Om det med säkerhet ska avgöras hur celltal fungerar som mått på mjölkens sammansättning bör betydligt fler studier beröras än vad som gjorts i denna litteraturstudie. Anledningen är att resultaten i liknande studier många gånger skiljer sig betydligt vilket kan bero på att olika antal prover, provtagningsförfaranden och mätmetoder använts.

### **Celltal som mått på mjölkens sammansättning på juverdels-, ko- och tankmjölksnivå**

Om celltal fungerar som mått på mjölkens sammansättning så ger forskningen övertygande resultat om att det finns entydiga samband mellan celltal och mjölkens enskilda mjölkparametrar. Om celltal önskas användas som ett övergripande mått på mjölkens sammansättning och alla dessa samband inte finns uppstår följdfrågan vilken parameter som är mest betydelsefull. Kan till exempel celltal användas som mått på mjölkens sammansättning om celltal korrelerar med mjölkens kaseinhalt men inte med dess fetthalt, med motiveringen att kasein är oerhört viktigt för mejeriernas ekonomi och därför bör värderas tyngre än andra mjölkkomponenter.

#### ***Juverdelsnivå***

Studierna på juverdelsnivå kring celltal och mjölkens fetthalt gav varierande resultat, där två studier (Ashworth et al., 1967; Randolph & Erwin, 1974) påvisade sänkt fetthalt vid förhöjt celltal medan tre studier (Åkerstedt, 2003; Lindmark-Månsson et al., 2006; Berglund et al., 2007) inte påvisade någon signifikant korrelation. Detta visar att celltalet inte är ett tillförlitligt mått på mjölkens fettinnehåll på juverdelsnivå.

Liknande situation gäller mjölkens totala proteinhalt. Fyra studier (Haenlein et al., 1973; Åkerstedt, 2003; Lindmark-Månsson et al., 2006; Berglund et al., 2007) pekade på att inget signifikant samband mellan celltal och proteinhalt förelåg vid förhöjt celltal, medan den femte studien (Ashworth et al., 1967) påvisade att den totala proteinhalten ökade vid förhöjt celltal. En faktor som talar emot trovärdigheten i den sistnämnda studiens resultat är att den indirekta metoden CMT användes för att bedöma mjölkens cellinnehåll, å andra sidan var skillnaden bara signifikant för de allvarligare CMT-reaktionerna och de proverna har sannolikt ett högt celltal även om metoden i fråga inte är exakt i sin bedömning. Sammantaget talar dessa forskningsresultat för att inget samband finns mellan celltalet och det totala proteininnehållet. Därmed är celltal ett dåligt mått på mjölkens innehåll av totalprotein på juverdelsnivå.

Gällande sambanden mellan celltal och laktos-, kasein- respektive vassleproteinhalt råder enighet mellan studierna, vilka samtliga påvisade att laktos- och kaseinhalten minskar och vassleproteinhalten ökar vid högt celltal. Som en följd av detta fungerar celltal bra som mått på mjölkens innehåll av laktos, kasein och vassleprotein på juverdelsnivå.

#### ***Konivå***

Eftersom samtliga studier på konivå (Waite & Blackburn, 1957; Ng-Kwai-Hang et al., 1984; Fernandes et al., 2004) fann att inget signifikant samband finns mellan celltal och fetthalt, är celltal inte ett bra mått på mjölkens fettinnehåll på konivå. Däremot verkar celltalet fungera

som mått på mjölkens laktoshalt på konivå, eftersom båda studierna (Waite & Blackburn, 1957; Fernandes et al., 2004) visade att laktoshalten minskade vid ökat celltal.

På konivå påvisades att halten totalprotein tenderade att öka vid högt celltal. Den ena studien (Ng-Kwai-Hang et al., 1984) fann en korrelationskoefficient mellan celltal och totalt protein på 0,14. Denna koefficient är lägre än den som den andra studien (Fernandes et al., 2004) påvisade på 0,43 när celltalet var < 500 000 celler/ml. Vid celltal däröver fann studien däremot ingen signifikant korrelation. Detta gör att det utifrån dessa studier fortfarande är oklart om celltal är ett bra mått på mjölkens innehåll av protein på konivå.

En av studierna som undersökt sambandet mellan celltal och kaseinhalt på konivå (Waite & Blackburn, 1957) påvisade att kaseinhalten var konstant upp till ett celltal på 800 000 celler/ml, medan kaseinhalten sjönk vid celltal däröver. Men eftersom antalet mjölkprover med så höga celltal var få bör detta resultat tolkas med försiktighet. Övriga studier påvisade motstridiga resultat: Ng-Kwai-Hang et al. (1984) fann ingen signifikant korrelation mellan celltal och kaseinhalt medan Litwińczuk et al. (2011) fann en negativ korrelation på -0,591, vilket i studien tolkas som en relativt stark korrelation. Någon tydlig förklaring till de olika resultaten finns inte; båda studierna har använt en direkt metod för celltalsbestämning, medan antalet grupper av celltal som proverna delades in i skiljde sig åt. Sammantaget är dessa forskningsresultat motstridiga vilket medför att det är osäkert hur bra mått celltal är på mjölkens kaseinhalt på konivå.

Två studier har visat att halten vassleprotein ökar vid förhöjt celltal (Auldist et al., 1995; Weaver & Kroger, 1977). Detta gör att det finns belägg för att celltal fungerar som mått på mjölkens innehåll av vassleprotein på konivå.

### **Tankmjölksnivå**

Två studier på tankmjölksnivå (Schukken et al., 1992; Auldist et al., 1996) påvisade lägre fetthalt vid högt celltal. I en studie av Mitchell et al. (1986) visade tvärtom på högre fetthalt vid högt celltal. Studien av Wickström et al. (2009) gav däremot inga entydiga resultat. Studien av Schukken et al. (1992) skiljer sig från övriga studier på så sätt att den sammanställer data från många olika gårdar. Därmed studeras vilket samband som finns mellan celltal och fetthalt i en verklig situation, i den mjölk som lantbrukaren verkligen får betalt för. Detta i kombination med studiens gedigna omfattning talar för studiens tillförlitlighet. De motstridiga forskningsresultaten, som sammantaget inte påvisar något entydigt samband mellan celltal och fetthalt i mjölken, visar att celltalet inte är ett fungerande mått på mjölkens fettinnehåll på tankmjölksnivå.

Studierna på tankmjölksnivå (Mitchell et al., 1986; Schukken et al., 1992; Auldist et al., 1996; Wickström et al., 2009) påvisar att mjölkens laktoshalt minskar vid ökat celltal. Detta entydiga samband gör att på tankmjölksnivå är celltal ett användbart mått på mjölkens laktoshalt.

På tankmjölksnivå fanns enligt tre studier (Verdi et al., 1987, Schukken et al., 1992; Wickström et al., 2009) inget signifikant samband mellan celltal och mjölkens proteinhalt. Studien av Verdi et al. (1987) använde de gårdar med lägst respektive högst WMT-historik och eftersom celltalen bara skiljde signifikant i 7 av 12 månader mellan de båda grupperna av gårdar, är sannolikheten att hitta signifikanta samband mellan celltal och proteinhalt mellan grupperna begränsad. Den fjärde studien på tankmjölksnivå (Auldist et al., 1996) påvisade att ett signifikant negativt samband mellan celltal och proteinhalt fanns hos kor i sen laktation

men inte hos kor i tidig laktation. Som en följd av dessa forskningsresultat är celltal inte ett bra mått på mjölkens proteinhalt på tankmjölksnivå.

Två studier (Mitchell et al., 1986; Verdi et al., 1987) fann ingen signifikant skillnad i kaseinhalt mellan lågt och högt celltal på tankmjölksnivå. En brist i studien av Mitchell et al. (1986) kan vara att mjölkproverna delades i endast två grupper baserat på celltal, denna brist finns också i studien av Auldist et al. (1995) som berör vassleprotein. Endast två grupper innebär en grov indelning, andra studier som delat in enskilda mjölkprover på motsvarande sätt har använt fler grupper (Waite & Blackburn (1957) 14 grupper, Weaver & Kroger (1977) 10 grupper, Ng-Kwai-Hang et al. (1984) 13 grupper och Litwińczuk et al. (2011) 4 grupper). En studie (Wickström et al., 2009) fann däremot att kaseinhalten minskade signifikant vid ökat celltal. Sammantaget visar dessa studier att det är tveksamt hur bra mått celltal är på mjölkens innehåll av kasein på tankmjölksnivå.

Två studier har återgivits som undersökt sambandet mellan celltal och halten vassleprotein på tankmjölksnivå. Den ena (Auldist et al., 1996) visade ett positivt samband mellan celltal och vassleprotein medan den andra (Wickström et al., 2009) inte fann något signifikant samband. Skillnaden mellan dessa studiers resultat kan möjligen bero på att den förstnämnda studien tog tankmjölksproverna på gårdar, medan den andra tog proverna på mejeri vilket betyder att det då antagligen var blandad mjölk från flera gårdar. Sammantaget är celltal inte ett säkert mått på mjölkens vassleproteinhalt på tankmjölksnivå.

### **Celltal som mått på mjölkens sammansättning i praktiken**

Denna litteraturstudie har visat att celltalet fungerar bristfälligt som mått på mjölkens sammansättning på juverdels-, ko- och tankmjölksnivå. Anledningen är att det saknas samband mellan celltal och de mjölkparametrar som denna litteraturstudie valt att studera. Den nivån som celltal uppvisar flest samband med mjölkens sammansättning på är juverdelsnivå. Den nivån tillämpas idag inte i praktiken. Konivå tillämpas däremot, nämligen vid provmjölkning som vanligtvis utförs en gång i månaden. Celltalet bör i den situationen inte användas som mått på mjölkens sammansättning, utan som en indikator på juverinflammation. Tankmjölksnivå är den nivå som tillämpas mest frekvent, närmare bestämt genom att mätningar av celltal på tankmjölksnivå används som betalningsgrund till lantbrukaren. Att celltalet fungerar bristfälligt som mått på mjölkens sammansättning är därför negativt. Det som kan rättfärdiga att celltal används i prissättning av mjölk är om celltalet medför andra förändringar i mjölk än de aspekter av mjölkens sammansättning som berörts här eller om tanken med att inkludera celltal är att säkerställa att mjölken produceras från friska kor. Enbart celltal, som ett indirekt mått på mjölkens sammansättning, bör inte tillämpas vid bedömning och prissättning av mjölk utan istället bör en kombination av celltal och mätningar av mjölkens sammansättning användas. Dagens betalningssystem grundar sig också, enligt Arla Foods (2010), både på celltal och på mjölkens sammansättning.

### **Slutsats**

Celltal fungerar inte tillfredställande som mått på mjölkens sammansättning på juverdelsnivå eftersom celltal bara uppvisar ett entydigt samband med tre av fem parametrar, nämligen med halterna av laktos-, kasein- och vassleprotein. Inte heller på ko- eller tankmjölksnivå uppvisas samband mellan celltal och samtliga mjölkparametrar. På konivå fungerar celltal endast som mått på mjölkens halter av laktos och vassleprotein, medan celltal på tankmjölksnivå endast fungerar som mått på mjölkens innehåll av laktos. Därmed fungerar celltalet bristfälligt som mått på mjölkens sammansättning på juverdels-, ko- och tankmjölksnivå.

## Referenser

- Arla Foods 2010. Kvalitetsprogrammet Arlagården Version 3.0.  
<http://www.arlafoods.se/upload/global/publications/pdf/kvalitetsprogrammet%20arlag%c3%a5rden%20version%2030%20se.pdf>
- Ashworth, U.S., Forster, T.L., Luedecke, L.O. 1967. Relationship between california mastitis test reaction and composition of milk from opposite quarters. *Journal of Dairy Science* 50, 1078-1082.
- Auldish, M.J., Coats, S., Rogers, G.L., McDowell, G.H. 1995. Changes in the composition of milk from healthy and mastitic dairy cows during the lactation cycle. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 35, 427-436.
- Auldish, M.J., Coats, S., Sutherland, B.J., Mayes, J.J., McDowell, G.H., Rogers, G.L. 1996. Effects of somatic cell count and stage of lactation on raw milk composition and the yield and quality of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Research* 63, 269-280.
- Berglund, I., Pettersson, G., Östensson, K., Svennersten-Sjaunja, K. 2004. Frequency of individual udder quarters with elevated CMT scores in cow's milk samples with low somatic cell counts. *Veterinary Record* 155, 213.
- Berglund, I., Pettersson, G., Östensson, K., Svennersten-Sjaunja, K. 2007. Quarter milking for improved detection of increased SCC. *Reproduction in Domestic Animals* 42, 427-432.
- Düringer, C. April 2011. Fluorescensbaserade tekniker.  
<http://www.mig.lu.se/FL/kompendium.pdf>
- Fernandes, A.M., Oliveira, C.A.F., Tavolaro, P. 2004. Relationship between somatic cell counts and composition of milk from individual holstein cows. *Arquivos do Instituto Biológico* 71, 163-166.
- Fläckman, A. 2008. Inverkan av betessläpp på celltal och mjölk kvalitet hos mjölkkor. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Examensarbete 267.
- Forster, T.L., Ashworth, U.S., Luedecke, L.O. 1967. Relationship between california mastitis test reaction and production and composition of milk from opposite quarters. *Journal of Dairy Science* 50, 675-682.
- Funke, H. 1991. Juverhälsa. I: *Mjölk* (red. O. Bixo), 177-192. LTs förlag, Stockholm.
- Haenlein, G.F.W., Schultz, L.H., Zikakis, J.P. 1973. Composition of proteins in milk with varying leucocyte contents. *Journal of Dairy Science* 56, 1017-1024.
- Harding, F. 1999. The impact of raw milk quality on product quality. In: *Milk quality* (red. F. Harding), 102-111. Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, USA.
- Harmon, R. 1999. Mastitis and milk quality. In: *Milk quality* (red. F. Harding), 25-39. Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, USA.
- Hurley, W.L. April 2011. Lactation biology website.  
<http://classes.ansci.illinois.edu/ansc438/mastitis/detection.html>
- Koç, A. 2008. A study of somatic cell counts in the milk of holstein-friesian cows managed in mediterranean climatic conditions. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 32, 13-18.
- Lacic, B., Wredle, E., Svennersten-Sjaunja, K., Östensson, 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* 51:4.
- Leitner, G., Silanikove, N., Jacobi, S., Weisblit, L., Bernstein, S., Merin, U. 2008. The influence of storage on the farm and in the dairy silos on milk quality for cheese production. *International Dairy Journal* 18, 109-113.
- Lindmark-Månsson, H., Bränning, C., Aldén, G., Paulsson, M. 2006. Relationship between somatic cell count, individual leukocyte populations and milk components in bovine udder quarter milk. *International Dairy Journal* 16, 717-727.

- Litwińczuk, Z., Król, J., Brodziak, A., Barłowska, J. 2011. Changes of protein content and its fractions in bovine milk from different breeds subject to somatic cell count. *Journal of Dairy Science* 94, 684-691.
- Mantere-Alhonen, S. 1995. Composition of milk. In: *The bovine udder and mastitis* (red. M. Sandholm, T. Honkanen-Buzalski, L. Kaartinen, S. Pyörälä), 24-30. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä, Finland.
- Mitchell, G.E., Rogers, S.A., Houlihan, D.B., Tucker, V.C. 1986. The relationship between somatic cell count, composition and manufacturing properties of bulk milk. *The Australian Journal of Dairy Technology* 41, 9-12.
- Ng-Kwai-Hang, K.F., Hayes, J.F., Moxley, J.E., Monardes, H.G. 1984. Variability of test-day milk production and composition and relation of somatic cell counts with yield and compositional changes of bovine milk. *Journal of Dairy Science* 67, 361-366.
- Randolph, H.E., Erwin, R.E. 1974 Influence of mastitis on properties of milk. X. Fatty acid composition. *Journal of Dairy Science* 57, 865-868.
- Saloniemi, H. 1995. Use of somatic cell count in udder health work. In: *The bovine udder and mastitis* (red. M. Sandholm, T. Honkanen-Buzalski, L. Kaartinen, S. Pyörälä), 105-110. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä, Finland.
- Sandholm, M. 1995. Detection of inflammatory changes in milk. In: *The bovine udder and mastitis* (red. M. Sandholm, T. Honkanen-Buzalski, L. Kaartinen, S. Pyörälä), 89-104. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä, Finland.
- Schukken, Y.H., Leslie, K.E., Weersink, A.J., Martin, S.W. 1992. Ontario bulk milk somatic cell count reduction program. 1. Impact on somatic cell counts and milk quality. *Journal of Dairy Science* 75, 3352-3358.
- Schultz, L.H. 1977. Somatic cell counting of milk in production testing programs as a mastitis control technique. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 170, 1244-1246.
- Sjaunja, L-O. 1986. Day-to-day variation in milk yield, milk composition and somatic cell count. *International Committee for Recording the Productivity of Milk Animals (ICRPMA)*, 25th session.
- SVA, 2011. Statens veterinärmedicinska anstalt.  
[http://www.sva.se/sv/navigera/tjanster\\_produkter/Bakteriologi/Mastit/Vad-ar-mastit/](http://www.sva.se/sv/navigera/tjanster_produkter/Bakteriologi/Mastit/Vad-ar-mastit/)
- Svensk Mjölk 2009. Rapport Husdjursstatistik 2009.
- Tolle, A., Heeschen, W., Reichmuth, J., Zeidler, H. 1971. Counting of somatic cells in milk and possibilities of automation. *Dairy Science Abstracts* 33, 875-879.
- Verdi, R.J., Barbano, D.M., Dellavalle, M.E., Senyk, G.F. 1987. Variability in true protein, casein, nonprotein nitrogen, and proteolysis in high and low somatic cell milks. *Journal of Dairy Science* 70, 230-242.
- Waite, R., Blackburn, P.S. 1957. The chemical composition and the cell count of milk. *Journal of Dairy Research* 24, 328-339.
- Waite, R., Blackburn, P.S. 1963. The relationship between milk yield, composition and tissue damage in a case of subclinical mastitis. *Journal of Dairy Research* 30, 23-33.
- Weaver, J.C., Kroger, M. 1977. Protein, casein, and noncasein protein percentages in milk with high somatic cell counts. *Journal of Dairy Science* 60, 878-881.
- Wickström, E., Persson-Waller, K., Lindmark-Månsson, H., Östensson, K., Sternesjö, Å. 2009. Relationship between somatic cell count, polymorphonuclear leucocyte count and quality parameters in bovine bulk tank milk. *Journal of Dairy Research* 76, 195-201.
- Åkerstedt, M. 2003. Förändras mjölkens proteinsammansättning i separata juverdelar i samband med högt celltal (SCC)? Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfordring och vård. Examensarbete 181.

## Bilaga 1.

Tabell 1. Effekten på mjölkens innehåll av fett, laktos, totalt protein, kasein och vassleprotein vid ett förhöjt celltal. ↑ innebär att halten ökade vid ett förhöjt celltal. ↓ innebär att halten minskade vid förhöjt celltal. - innebär att studien inte har berört den mjölkkomponenten. Ej signifikant innebär att inget signifikant samband påvisades mellan celltal och mjölkkomponenten. Inkonsekvent innebär att studiens resultat var inkonsekvent

Referens	Effekt av förhöjt celltal					
	Juverdelsnivå	Fetthalt	Laktoshalt	Total proteinhalt	Kaseinhalt	Vassleproteinhalt
Waite & Blackburn et al., 1963	-	-	↓	-	-	-
Ashworth et al., 1967	-	↓	↓	↑ (vid allvarlig CMT)	-	-
Haenlein et al., 1973	-	-	-	Ej signifikant	↓	↑
Randolph & Erwin, 1974	-	↓	-	-	-	-
Åkerstedt, 2003	Ej signifikant	-	↓	Ej signifikant	↓	↑
Lindmark-Månsson et al., 2005	Ej signifikant	-	↓	Ej signifikant	-	-
Berglund et al., 2007	Ej signifikant	-	↓	Ej signifikant	-	-
<b>Konivå</b>						
Waite & Blackburn, 1957	Ej signifikant	-	↓	-	↓ (celltal >800 000)	-
Weaver & Kroger, 1977	-	-	-	-	-	↑
Ng-Kwai-Hang et al, 1984	Ej signifikant	-	-	↑	Ej signifikant	-
Auldist et al., 1995	-	-	-	-	-	↑
Fernandes et al., 2004	Ej signifikant	-	↓ (celltal >1 000 000)	↑ (celltal <500 000)	-	-
Litwińczuk et al., 2011	-	-	-	-	↓	-
<b>Tankmjölksnivå</b>						
Mitchell et al., 1986	↑	-	↓	-	Ej signifikant	-
Verdi et al., 1987	-	-	-	Ej signifikant	Ej signifikant	-
Schukken et al., 1992	↓	-	↓	Ej signifikant	-	-
Auldist et al., 1996	↓	-	↓	Ej signifikant (tidig laktation), ↓ (sen laktation)	-	↑
Wickström et al., 2009	Inkonsekvent	-	↓	Ej signifikant	↓	Ej signifikant



Nr	Titel och författare	År
332	Automatic registration of dairy cows grazing behaviour on pasture Automatisk registrering av mjölkors betningsbeteende 30 hp E-nivå Kristina Blomberg	2011
333	Svenska mjölkkor på bete – Värmens påverkan på beteende och produktion hos mjölkkor i en besättning med AMS Swedish dairy cows at pasture – The effect of temperatur and THI on behaviour and production of dairy cows in a Swedish AMS herd 30 hp E-nivå Hanna Alfredius	2011
334	Motivation for eating roughage in sows – as an indication of hunger Suggors motivation att äta ensilage som en indikator på hunger 30 hp E-nivå Tove Bergström	2011
335	Methane Production from Dairy Cows Relations Between Enteric Production and Production from Faeces and Urine Metanproduktion från mjölkkor Relationer mellan enterisk produktion och produktion från gödsel 30 hp E-nivå Agnes Willén	2011
336	Mjölkföretag i Skåne och Halland – Management, produktion och ekonomi Dairy farms in Skåne and Halland – Management, production and economy 30 hp E-nivå Rebecca Nilsson	2011
337	Magnesium chloride in dry cow silage to prevent hypocalcaemia 30 hp E-nivå Mikaela Jardstedt	2011
338	Nutrient digestibility of wheat wet and dried distillers' grain in growing pigs 30 hp E-nivå Kishor Kumar Gautam	2011
339	Inverkan av ensileringsmedel för spannmål på konservering av hösilage Effect of grain additive on conservation of laylage 30 hp E-nivå Amelie Gottfridsson	2011

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15 eller 30 högskolepoäng) samt större enskilda arbeten (15-30 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet. En förteckning över senast utgivna arbeten i denna serie återfinns sist i häftet. Dessa samt tidigare arbeten kan i mån av tillgång erhållas från institutionen.

---

**DISTRIBUTION:**  
**Sveriges Lantbruksuniversitet**  
**Institutionen för husdjurens utfodring och vård**  
**Box 7024**  
**750 07 UPPSALA**  
**Tel. 018-67 28 17**

---