

Undersökning av olika foderstater och handhavandets inverkan på mjölkens innehåll av proteiner.

Bakgrund

2014 startades ett projekt upp för att undersöka hur olika foderstater och handhavanden påverkade mjölkens innehåll av bl.a. olika proteiner. Detta var speciellt intressant att undersöka eftersom senare forskning visat på möjliga negativa hälsoeffekter av ett betakasein (A1), och för att ostutbytet minskat kraftigt under senare år. I projektet ingick två fjällkobesättningar med olika foderstater och betesregimer. Mjölkens innehåll av olika kaseiner och vassleproteiner undersöktes och korrelerades med kornas genetik och driftsystem. Undersökningen sträckte sig över en fyramånadersperiod och täckte såväl betesperioden som stallperioden.

Projektet har resulterat i en masteruppsats vid Sveriges lantbruksuniversitet (https://stud.epsilon.slu.se/9847/1/claesson_c_161201.pdf).

Introduktion

Mjölk består framför allt av vatten (87-88%), laktos (mjölksocker) (5%), protein (3-4%), fett (3-4%), vitaminer (A,D,E och K) och mineraler (Ca, Mg, K, Na, P, S och Cl). I detta projekt har vi koncentrerat oss på proteinerna i mjölken.

Forskning om mjölkproteiner är ett relativt nytt och outforskat område. Intresset för mjölkproteiner har dock ökat sedan vissa forskare pekat ut den så kallad A1 mjölken som orsak till många sjukdomar som idag är vanliga i västvärlden (Caroli et al., 2009; Woodford, 2007). A1 är en genetisk mutation som anses skett för cirka 5000 år sedan när kreatur fördes norrut i Europa. Mutationen innebär att en av de sex proteinerna i mjölk, betakasein, muterat så att A1 mjölken har fått aminosyran histidin på position 67 i aminosyrakedjan istället för prolin, som finns i den mer ursprungliga mjölken, A2 (Woodford, 2007a,b). Denna lilla förändring anses av vissa forskare öka risken för att utveckla såväl hjärt-kärl sjukdomar som diabetes typ 1 (Barnett et al., 2014). Orsaken till den ökade risken att utveckla diabetes uppges vara att A1 mjölken vid matsmältningen utsöndrar ett opiat, BCM7, som kroppen måste bekämpa med antikroppar. Detta leder till en ökning av antalet antikroppar som sedan kan medföra störningar i bland annat bukspottkörteln, vilket i sin tur kan leda till att diabetes 1 utvecklas lättare (Barnett et al., 2014). Hos den som lider av exempelvis magsår kan BCM7 ta sig in i blodsystemet och bidra till att LDL, det "dåliga kolesterolet", oxiderar och fastnar i kärlväggarna, vilket bidrar till ökad risk för hjärt-kärlsjukdomar (Boutrou et al., 2013, Haq et al., 2013). Det finns även forskning som visar att laktosintolerans i många fall skulle kunna vara en intolerans mot betakasein A1 (Barnett, 2014; Woodford, 2007b).

Forskningsresultaten som visar på A1 mjölkens negativa hälsoeffekter ifrågasätts dock av ett stort antal forskare, bland annat i en sammanställning av aktuell forskning inom området publicerad i en studie från den europeiska myndigheten för livsmedelskontroll, EFSA (2009). Rapporten visar i och för sig att A1 mjölken ger upphov till BCM7 men det finns inga belägg för att BCM7 orsakar några hälsoproblem. I brist på tillräckligt vetenskapligt stöd fortsätter marknadsföringen av A2 mjölk idag enbart på vittnesmål

från personer som mår bättre av att dricka A2 mjölk. Försäljningen av A2 mjölk ökar hela tiden i framför allt England, Nya Zeeland och Australien, där A2 mjölken idag står för cirka 8 % av mjölkmarknadsvärdet (The Australian, 2014). Även i Sverige har debatten fått allt större genomslag. Kunskapen om sambandet mellan gener och mjölkens egenskaper har öppnat för framtidsvisioner om att genetiskt kunna specialdesigna exempelvis hälsokor och ostkor (Milk genomics, 2014).

Kaseinerna är också, tillsammans med vassleproteinerna (alfa- och betalactoglobulin) mycket viktiga för ostutbytet (Wedholm, 2008; Hallén, 2008). Mejerierna i Sverige har på senare år reagerat på att det krävs mer och mer mjölk för att tillverka ost och att viss mjölk är omöjlig att ysta (Lindmark-Månsson et al., 2003). Ett högt totalinnehåll av kaseiner är viktigt för ostutbytet. Men förutom totalhalten av kaseiner är också vissa specifika kaseiner viktiga, exempelvis andelen kappakasein och förekomst av kappakasein B. Det finns dock fler kaseiner som spelar in. Nedan följer en sammanställning av de kasein- och vassleproteinvarianter som man hittat hittills (Ng-Kwai-Hang & Grosclaude, 2003).

Tabell 1. Olika genetiska varianter av olika mjölkproteiner.

Mjolkprotein	Genetiska varianter
Alfakasein (ej med i denna studie)	S0-S7 samt olika varianter av dessa exempelvis för S1: A, B, C, D, E, F, G och H
Betakasein	A1, A2, A3, B, C, D, E, F, G
Kappakasein (ej med i denna studie)	A, B, C, D, E, olika varianter av F och G, H, I, J
Alfalactoglobulin (presenteras som vassleprotein)	A, B, C
Betalactoglobulin (presenteras som vassleprotein)	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J

Nya kaseinvarianter och subvarianter hittas hela tiden. Varianterna A och B är dock vanligast.

Kor med mastit ger låga koncentrationer av alla kaseiner vilket i vissa studier visat sig kunna påverka ostutbytet mer negativt än vad både genetiken och foderstaten gör (Mackle et al, 1999). Även andra substanser såsom lactoferrin, blodserum albumin (BSA), D-vitaminkopplade proteiner och olika immunoglobuliner har visat sig kunna påverka ostutbytet.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att bilden är komplex. Dessutom ger forskningsstudierna många gånger olika och/eller osäkra resultat. Två av de viktigaste faktorerna för högt ostutbyte är friska kor och mjölk med högt totalkaseininnehåll.

Metod

Mjölk från gårdar med två olika driftsystem insamlades en gång i månaden under betesperioden (augusti och september) samt stallperioden (oktober och november).

Proverna togs i samband med ordinarie provmjölkning där även fetthalt, totalproteinhalt, celltal och mjölmängd mättes. De två gårdarna skiljde sig åt vad gällde foderstat och betesregim och benämns hödrift respektive konventionell drift. Gården med hödrift var ekologisk och belägen i mellansverige (Sparreholm). Den konventionella gården var belägen i norra Sverige (Boden). I hödriften fick korna enbart bete under betessäsongen och hö under stallperioden kompletterat med fri tillgång till salt och mineraler. I den konventionella driften fick korna ensilage och kraftfoder (spannmålskross, rapskaka, urea och mineraler) under både stall- och betesperiod samt fri tillgång till salt.

Mjölakens innehåll av alfa-, beta- och kappa-kasein, alfa- och betalaktoglobulin samt immunoglobuliner analyserades med hjälp av kapillär elektrofores. Som kontroll användes lågpastöriserad, ohomogeniserad mjölk från Arla som behandlades på samma sätt som den övriga mjölken. Vi har även genomfört en gentykning av kornas genuppsättning för olika proteiner. DNA analysen skedde genom hårsäcksanalys och utfördes på Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjursgenetik.

I föreliggande rapport redovisas gentykningsresultaten för betakaseinerna samt mjölakens innehåll av betakasein A1 och A2 samt totalinnehållet av olika vassleproteiner.

Resultat och diskussion

Det mest spännande resultatet i denna studie rör gentykningens korrelering med fördelningen av betakaseiner i mjölken. Här fick vi förvånande resultat! Alla korna i hödriftssystemet följde "skolboken" då alla kor som enbart var kodade för betakasein A2 mjölk också gav bara A2 mjölk. Korna som bar på anlaget A1/A2 gav mjölk som hade ungefär lika mycket A1 som A2 betakasein.

I den konventionella driften däremot gav alla kor som kodade för enbart A2 mjölk även lite A1 betakasein i mjölken. En av dessa kor gav mjölk med nästan lika mycket A1 som A2 (se kursiv rad i tabell 2). Detta visar att satsningar på "ostkor" och "hälsokor" som enbart bygger på gentykning av korna inte verkar vara en framkomlig väg, utan att andra faktorer såsom foder och handhavande också spelar in. I denna studie har sannolikt flera faktorer inverkat på resultatet. Fodret tror vi har en stor inverkan men också det faktum att den ena besättningen är mycket liten medan den konventionella är lite större (ca 40 kor). Också det faktum att hödriftgården ligger i Sörmland och den konventionella gården i Norrbotten kan påverka resultaten.

Tabell 2. Halter av betakasein i mjölken för olika genotyper (% av totalprotein).

Hödrift		
Genotyp	Betakasein A1	Betakasein A2
A1/A2	21,57	21,45
A1/A2	19,44	20,44
A1/A2	19,17	19,77
A2	0	38,15

A2	0	38,62
A2	0	40,93
Konventionell		
A1/A2	15,06	23,34
A1/A2	15,41	24,38
A1/A2	18,13	18,94
A2	4,96	31,35
A2	19,94	20,25
A2	4,50	31,82
A2	5,13	33,67
A2	0	33,27

Mjölakens innehåll av fett och protein skilde sig också åt mellan de olika systemen där den konventionella driften gav 0,53 %-enheter (=10,9%) lägre fetthalt och 0,50 %-enheter (=9,1%) lägre proteinhalt än hödrift, räknat på alla fyra månaderna (tabell 3). Proteinnivån var vid hödrift 9,7 % högre under stallperioden jämfört med betesperioden. Detta var förvånande eftersom vi trodde att det näringsrika färska gräset skulle ge högre proteinnivåer än det torkade (hö). Det bör dock beaktas att mjölkproverna under betessäsongen togs under augusti och september, alltså då proteinhalten i gräset börjar sjunka. För den konventionella driften var skillnaden mindre, 1 % högre under stallperioden. Att halterna låg mer jämnt i den konventionella driften beror säkerligen på att den foderstaten inte ändrades så mycket mellan stall- och betesperioden, det var bara ensilaget som byttes ut mot gräs under sommaren.

Tabell 3. Fett- och proteinhalter (% och standardavvikelse) för de olika driftssystemen.

	Fett	Protein
Hödrift		
Betesperiod	4,25±0,47	3,73±0,52
Stallperiod	5,0±0,42	4,09±0,32
<i>Medel</i>	<i>4,63±0,58</i>	<i>3,91±0,46</i>
Konventionell drift		
Betesperiod	4,14±0,44	3,53±0,28
Stallperiod	4,06±0,41	3,64±0,19
<i>Medel</i>	<i>4,10±0,43</i>	<i>3,58±0,25</i>
Kontroll, <i>medel</i>	4,45	3,46

Totala mängden kaseiner var högre i den konventionella driften än i hödriften under betesperioden men likvärdig under stallperioden (tabell 4). Det betyder att innehållet av totalkasein i mjölken skiljde sig mer mellan betes- och stallperiod hos de konventionella korna jämfört med hödriftkorna. Hödriften uppvisade högre halter av betakasein A2 men lägre halter av betakasein A1 jämfört med den konventionella driften. I båda driftsystemen ökade andelen betakasein A1 under stallperioden. I kontrollgruppen var mängden A1 högre än både hödrift- och konventionella systemet. Mängden A2 var lägst i kontrollgruppen och högst i hödriftsystemet, medan det konventionella systemet intog en mellanställning (tabell.4).

Förutom förmodade negativa hälsoeffekter av betakasein A1 är totalmängden kaseiner och vassleproteiner mycket viktiga för ostutbytet, dvs. hur mycket mjölk som krävs för att producera en viss mängd ost. Totalhalterna av kaseiner (uttryckt som % av totalproteinhalten i tabell 4) var relativt lika mellan de båda driftsystemen under stallperioden men 3,9 % högre i det konventionella driftsystemet under betesperioden. Eftersom proteinhalten i mjölken var högst i hödriften blir dock totalhalten av kaseiner i % av mjölkvikt högst i hödriftsystemet, 3,29 % under stallperioden respektive 3,01 % under betesperioden. För den konventionella driften var motsvarande värden 2,96 % respektive 2,93 % och för kontroll 2,88 % under båda perioderna. Totalhalten av vassleproteiner (uttryckt som % av totalproteinhalten i tabell 4) var 18,3 % högre i hödriftsystemet jämfört med det konventionella under stallperioden, respektive 15,5 % högre under betesperioden. I % av mjölkvikt var halten vassleproteiner 0,52 % under stallperioden och 0,46 % under betesperioden i hödrift systemet. För den konventionella driften var motsvarande värden 0,39 % respektive 0,37 % och för kontroll 0,41 % under båda perioderna. Slutsatsen blir således att såväl kasein- som vassleproteinhalten var högre under stallperioden än under betesperioden i båda systemen, men skillnaden var större i hödriftsystemet.

Tabell 4. Fördelningen av kaseiner och vassleproteiner (% av totalproteinhalten) i de olika driftsystemen.

Hödrift	Stallperiod	Betesperiod
A1	8,59	8,36
A2	35,32	31,37
Totalhalt kaseiner	80,38	80,68
Vassleproteiner	12,87	12,31
Konventionell		
A1	13,00	12,04
A2	25,32	26,91
Totalhalt kaseiner	80,43	83,82

Vassleproteiner	10,88	10,66
Kontroll		
A1	14,32	14,32
A2	20,09	20,09
Totalhalt kaseiner	83,28	83,28
Vassleproteiner	12,10	12,10

Juvehälsan är en annan mycket viktig faktor för mjölkens ystningsförmåga (Mackle et al., 1998). Juvehälsan brukar uttryckas som celltal, det vill säga antalet somatiska (kroppsegna) celler i mjölken. Fler celler tyder på en ökad aktivitet i juvret vilket visar på en inflammation eller infektion. I denna studie hittades dubbelt så mycket celler ($23,34 \times 10^4$ celler/ml) i det konventionella systemet jämfört med hödriftssystemet ($13,85 \times 10^4$ celler/ml). Vad denna skillnad beror på är svårt att säga men förutom foderstaten kan en faktor vara att hödriftssystemet var en mindre besättning vilket troligen innebär mindre stress och lägre infektionstryck. En foderstat baserad på enbart grovfoder ger dessutom en fast avföring medan en kraftfoderbaserad utfodring ger en lös och kletig avföring. Rena juver är givetvis en mycket viktig faktor för god juvehälsa och ren mjölk.

Sammanfattande slutsatsen, utifrån resultaten från denna studie, blir att idén att genom gentykning skraddarsy kor som producerar "hälsomjolk" och "ostkor" kanske inte är en framkomlig väg. Det ska dock betonas att detta är en mycket liten studie, fler kor och fler involverade gårdar skulle givetvis ge ett bättre statistiskt underlag. Trots det lilla antalet kor har dock studien visat på oväntade samband mellan foderstat och mjölk kvalitet. Förhoppningen är att fler studier kommer kunna räta ut en del av frågetecknen, men givetvis också skapa nya. Det finns all anledning att fortsätta med fler och större studier inom detta viktiga område. Vi hoppas kunna bidra med mer kunskap i ett större projekt så småningom.

Sammanfattande slutsatser

1. Mjölken från kor med enbart hö och bete i foderstaten hade väsentligt högre halter av betakasein A2 än mjölken från både kor med konventionell foderstat och kontrollmjölken.
2. Vid hödrift var halten betakasein A2 högst under stallperioden, medan den vid konventionell drift var högst under betesperioden.
3. Mängden vassleproteiner var högst vid hödrift och lägst vid konventionell drift, medan kontrollmjölken intog en mellanställning
4. Fetthalten var högre vid hödrift än vid konventionell drift för såväl inne- som uteperioden
5. Mängden betakasein A1 ökade under stallperioden för såväl hödrift som konventionell drift.

6. Mjölken från konventionell drift hade dubbelt så högt celltal som mjölken från hödrift.
7. Resultaten från studien pekar på att foderstaten påverkar såväl mjölkens näringsinnehåll som kvalitet.

Referenser

Barnett M.P.G., McNabb W.C., Roy N.C., Woodford K.B., Clarke A.J. 2014. Effects of dietary A1 and A2 beta-casein on gastrointestinal transit time, DPP-4 activity and inflammatory status, in Wistar rats. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, Online: 1–8. Informa UK Ltd. DOI: 10.3109/09637486.2014.898260

Boutrou R., Gaudichon C., Dupont D., Jardin J., Airinei G., Marsset-Baglieri A., et al. 2013. Sequential release of milk protein-derived bioactive peptides in the jejunum in healthy humans. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2013;97(6):1314-23. Epub 2013/04/12.

Caroli A.M., Chessa S., Erhardt G.J. 2009. Milk protein polymorphisms in cattle: Effect on animal breeding and human nutrition
Journal of Dairy Science, 92 :5335–5352. doi: 10.3168/jds.2009-2461

EFSA 2009. Review of the potential health impact of β -casomorphins and related peptides. European Food Safety Authority, EFSA-Q-2008-379, 3 February, 2009

Haq M.R., Kapila R., Sharma R., Saliganta V., Kapila S. 2013. Comparative evaluation of cow β -casein variants (A1/A2) consumption on Th2-mediated inflammatory response in mouse gut. *European Journal of Nutrition*. Epub 2013/10/10.

Hallén E. 2008. Coagulation properties of milk. Doctoral thesis No. 2008:75. Faculty of natural resources and agricultural sciences. Swedish University of agricultural sciences, Uppsala, Sweden.

Lindmark-Månsson R., Fondén R., Pettersson H.E. 2008. Composition of Swedish dairy milk, *International dairy journal*. 13, 409-425.

Mackle T.R., Bryante A.M., Petch S.F., Hooper R.I., Auldism M.J. 1999. Variation in the composition of milk protein from pasture-fed dairy cows in late lactation and the effect of grain and silage supplementation. *New Zealand journal of agricultural research*. Vol 42: 147-154

Milk genomics 2014. Online at: <https://djfextranet.agrsci.dk/sites/milkgenomics/public/Pages/front.aspx>

Ng-Kwai-Hang K.F. and Grosclaude F. 2003. Genetic polymorphism of milk proteins In: *Advanced dairy chemistry 1: Proteins*. Edited by Fox R.F. and McSweeney P.I.H. Kluwer academic Plenum Publisher. New York, 799-816 pp.

The Australian 2014. Online at: <http://www.theaustralian.com.au/news/health-science/dairy-rivals-label-a2-milk-a-scam/story-e6frg8y6-1226875080557#>

Wedholm A. 2008. Variation in milk protein composition and its importance for the quality of cheese milk. Doctoral thesis 2008:13. Faculty of natural resources and agricultural sciences. Swedish University of agricultural sciences, Uppsala, Sweden.

Woodford K.B. 2007a. Devil in the milk: Illness, health and the politics of A1 and A2. Craig Potton Publishings, New Zealand.

Woodford K.B. 2007b. A2 milk, farmers decisions and risk management. Proceedings of the 16th International Farm Management Association Congress, Peer Reviewed Papers Vol2, pp 641-648. University College, Cork, July 2007. (Eds S. O'Reilly, M. Keane, P. Enright. ISBN:978- 92-990038-3-1)