

Effekter på mjölkqualität vid förbud mot användning av syntetiska vitaminer i ekologisk mjölkproduktion

Slutrapport till Stiftelsen Lantbruksforskning

Hanna Danielsson, Birgitta Johansson och Elisabet Nadeau, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU, Skara

Bakgrund

Oxidationssmak på mjölk uppkommer då fleromättade fettsyror oxideras (Charmley och Nicholson, 1994; Jensen et al., 1999). I en studie av Gelinder och Spörndly (1999) konstaterades att ekologiska gårdar har högre frekvens av smakfel i leverantörmjölken än konventionella gårdar och att det dominerande smakfelet är oxidationssmak. Resultat av Ellis et al. (2006) visar att ekologisk mjölk har ett högre innehåll av fleromättade fettsyror och n-3 fettsyror än mjölk från konventionella kor. Detta har både fördelar och nackdelar då fleromättade fettsyror och n-3 fettsyror har visat sig ge positiva effekter på humanhälsan (Hu & Willett, 2002). Nackdelen är att ett högt innehåll av fleromättade fettsyror i mjölk kan göra mjölken känsligare för oxidation (Charmley och Nicholson, 1994).

Oxidation kan uppkomma på tre olika sätt, spontan-, metall- (främst Cu) och ljusinducerad (Lindberg et al. 2004). Orsaken till spontan oxidation är inte helt klar, men beror troligen av flera faktorer (Barrefors et al., 1995; Lindberg et al, 2004). Spontan oxidation förekommer framförallt på våren, innan korna släpps ut på betet. Faktorer som stress (t.ex. negativ energibalans på grund av hög avkastning), ålder, individ och utfodring har visat sig ha betydelse (Lindberg et al, 2004). Höga givror av omättat fett till högvastande kor kan öka risken för spontan oxidation då även mjölken får ett högt innehåll av omättade fettsyror. I ekologisk produktion är det önskvärt att använda så mycket närproducerade fodermedel som möjligt. Detta kan medföra en hög andel omättat fett i fodret, då oljevaxter såsom raps är ett vanligt fodermedel i ekologisk produktion (Johansson och Nadeau, 2006).

Beta-karotin och α -tokoferol är viktiga antioxidanter som kan förhindra oxidation av fettsyror (Charmley och Nicholson, 1994; Jensen et al., 1999). I en studie av Focant et al. (1998) ökade tillskottsutfodring av α -tokoferol den oxidativa stabiliteten i mjölk. Förbudet mot användning av syntetiska vitaminer i ekologisk produktion (rådets förordning EG nr 1804/1999), som infördes i augusti 2000, skulle kunna innebära ökade problem med oxidationssmak på ekologisk mjölk samt ändrad fettsyresammansättning i mjölken om många fleromättade fettsyror oxideras. Förbudet är nu borttaget, men de ekologiska principerna bygger på att utfodra djuren med så få syntetiska produkter som möjligt. Användning av naturligt förekommande vitaminer begränsas av att EU-förordningen inte heller tillåter användning av produkter som framställts med hjälp av genetiskt modifierade organismer och/eller produkter som härletts ur sådana organismer.

Syftet med den här studien var att jämföra om mjölk från ekologiska kor som inte fick ett tillskott på syntetiska vitaminer i fodret hade mer problem med oxidationssmak i mjölken än kor som fått vitamintillskott enligt svenska rekommendationer. I försöket studerades även sambanden mellan fettsyreinnehållet i mjölk och foder med förekomst av lukt- och smakfel i mjölken.

Denna studie var en delstudie i ett större projekt som pågick under två laktationer, där kornas vitaminstatus studerades.

Material och metoder

Studien utfördes på Tingvalls ekologiska försöksgård i Bohuslän som ägdes av Hushållningssällskapet Väst. Insamlingen av mjölkprov startade i november 2004, då de första korna i försöket kalvade in, och pågick i ett år. Besättningen bestod av SLB som hölls på lösdrift och mjölkades två gånger per dag kl. 5.30 och 15.30. Korna vägdes och hullbedömdes en gång i månaden.

Kor och dräktiga kvigor parades med hänsyn till kalvningsdatum och laktationsnummer och slumpades sedan ut på två behandlingar med 25 kor i varje grupp. Båda grupperna utfodrades med blandfoder och tilldelades samma 100 % ekologiska foderstat bestående av i medeltal 12,9 kg torrs substans (ts) ensilage, 2,7 kg ts kallpressad rapskaka, 4,0 kg ts ärtor, 4,3 kg ts korn, 2,8 kg ts rågvete och 0,2 kg mineraler under de tre första månaderna av laktationen. Under resterande laktation fick korna i medeltal 12,9 kg ts ensilage och maximalt 1,7 kg ts kallpressad rapskaka, 2,7 kg ts ärtor, 2,9 kg ts korn, 1,9 kg ts rågvete och 0,15 kg mineraler. Under betesperioden från maj till september 2005 ersattes 8,9 kg ts ensilage med bete då korna bara var inne under mjölkningen. Enda skillnaden i foderstaterna var det syntetiska vitamintillskottet av 8759-11594 IE, 2190-2899 IE, och 450-600 IE per dag av A-, D- och E-vitamin som korna i behandlingen med vitamin (MV) fick. Korna i gruppen utan vitamin (UV) fick inget tillskott av syntetiska vitaminer.

Provtagningar, registreringar och analyser

Individuella mjölkprov togs 4 dagar (tidig laktation), 3-5 månader (mellan laktation) och 7-9 månader (sen laktation) efter kalvning för att undersöka förekomst av lukt- och smakfel i mjölken under laktationen. För att studera säsongseffekter togs även individuella mjölkprover i december, mars och juli.

För att undvika ladugårdslukt/smak i mjölken togs drygt 1 dl mjölk från recorderbehållaren i mjölkgruppen till en sluten behållare. Först i mjölkkrummet hölls mjölken över i provkopporna (58 ml). Rutinen provades fram innan försöket startade för att minimera ladugårdslukt/smak i mjölken. Efter provtagning ställdes mjölkproven direkt i kylskåp vid ca 6°C. De stod i kylskåpet ett dygn innan de frystes ner till ca 20°C.

Mjölkproverna skickades till Laila Eriksson på Gäfleortens mejeri för sensorisk bedömning. Vid varje provmjölkning (12 gånger) samlades grupper från de båda behandlingarna och skickades för sensorisk bedömning till Steins AB. Den sensoriska bedömningen gjordes enligt Steins rutinmetod (Steins Laboratorium AB, 2004) med tre nivåer av smakfel; inget smakfel (1), tendens till smakfel (1b) och smakfel (2). För de individuella smakfelen delade vi även in dem i tre grupper efter vilket sorts smakfel de hade; inget smakfel, annat smakfel (härsken, salt, besk, räksmak, syrlig, fodersmak, blomsnak m.m.) och oxidationssmak. Den sista indelningen döptes till smak i den statistiska körningen och den första kallades smakfel. Alla prover bedömdes inom sex månader efter provtagning. Proven tinades försiktigt och bedömdes omedelbart efter upptiningen. Individuell mjölkavkastning samt fett- och proteininnehåll i mjölken registrerades vid varje provmjölkning.

Fettsyresammansättningen i mjölken analyserades på samlingsprover från de två behandlingarna. Proverna togs från samma samlingsprov som provet för sensorisk bedömning och skickades på analys till Kungsängens Forskningscenter, SLU, Uppsala. Fetterna extraherades med hexan och isopropanol (Nourooz-Zadeh och Appelquist, 1988) följt av metylering av fettsyror (Sukija och Palmquist, 1988) och separering med en temperaturprogrammerad gaskromatograf (HP5890, HP88). Fettsyresammansättningen på ensilage, korn, raps, ärtor och bete från försöksåret analyserades samtidigt som mjölkproven

och analysmetoden var densamma som för mjölk efter metyleringen av fettsyror (Sukhija & Palmquist, 1988).

Statistisk analys

Datan analyserades med SAS (2001). Skillnaden i sensorisk kvalitet mellan behandlingar undersöktes för alla tre laktationsstadier, data för både smak och smakfel analyserades med PROC FREQ. Wilcoxon rank-sum test i PROC NPAR1WAY användes också i undersökningen av signifikanta skillnader mellan behandlingarna under laktationen.

I ett Wilcoxon Signed Rank Test i PROC UNIVARIATE användes en modell där korna var parade för att studera hur skillnader mellan behandlingarna varierade över säsongen.

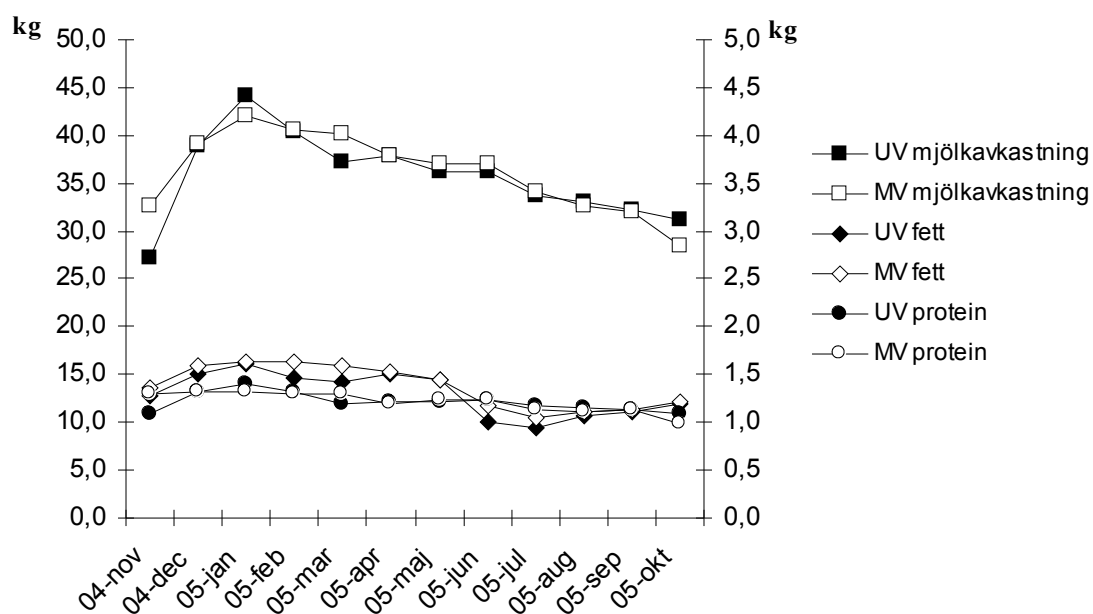
Sensoriska skillnader (smak och smakfel) mellan de tre provtagningstillfällena under laktationen inom varje behandling testades med PROC UNIVARIATE. Data på fettsyresammansättningen redovisas med medelvärde och standardavvikelse.

Ett P -värde $<0,05$ betraktades som signifikant, medan ett P -värde mellan 0,05 och 0,10 betraktades som en tendens till signifikant skillnad.

Resultat

Produktion

Mjölkkavkastningen samt fett- och proteinmängden varierade lite under säsongen men det var ingen skillnad mellan behandlingarna (Figur 1). Antalet kor vid varje provmjölkning varierade och det var som minst 2 kor och som mest 25 kor i varje grupp vid provtagningarna. Medelmjölkkavkastningen under försöksperioden var 34,9 kg (Stdavv 5,1) för MV och 35,5 kg (Stdavv 4,5) för UV. Kor i behandlingen MV hade en genomsnittlig hullpoäng på 3,0 (Stdavv 0,19) och kor i behandlingen UV låg på 3,1 (Stdavv 0,20) under försöksåret.



Figur 1. Mjölkkavkastning samt fett- och proteinmängd (kg) för behandling utan vitamin (UV) och med vitamin (MV) under försöksåret. Lägst antal kor per grupp vid provtagningstillfällena var 2 och det högsta antalet kor vid provtagningstillfällena var 25.

Mjölakens sensoriska kvalitet

Den enda signifikanta skillnaden i sensorisk kvalitet mellan behandlingarna fanns i juli där 26 % av korna i UV-gruppen hade oxiderad smak (Tabell 1). I den andra behandlingen MV hade 0 % av korna oxiderad smak vid detta tillfälle ($P=0,018$).

Det fanns en tendens till mer fall av oxidationssmak på mjölken från kor i tidig än kor i mellan laktation i gruppen MV ($P=0,078$) men det var ingen skillnad mellan kor i mellan laktation och sen laktation. I medeltal var det 39 % av alla korna (både MV och UV) i tidig laktation som hade oxiderad smak mot 5 % i mellan och sen laktation (Tabell1).

För smakfel generellt fanns en tendens till att kor i behandling UV hade fler smakfel i tidig än i mellan laktation ($P=0,055$). Det fanns däremot inga skillnader mellan sen laktation och mellan laktation. I tidig laktation hade 17 % av alla korna (både MV och UV) smakfelsanmärkning mot 4 % i mellan och sen laktation.

Det fanns inga anmärkningar för smakfel på de månatliga samlingsproven från respektive behandling.

Tabell 1. Andel oxiderad smak (%) i mjölk från de två behandlingarna med (MV) och utan (UV) syntetiska vitaminer vid de olika provtagningarna

| | MV | UV | <i>P</i> |
|------------------|----|----|----------|
| Tidig laktation | 35 | 43 | 0,210 |
| Mellan laktation | 0 | 16 | 0,633 |
| Sen laktation | 0 | 6 | 0,766 |
| December | 55 | 46 | 1,000 |
| Mars | 6 | 20 | 1,000 |
| Juli | 0 | 26 | 0,018 |

Fettsyror

De vanligast förekommande fettsyror i fodermedlen visas i tabell 2. Linolsyra och oljesyra var de vanligaste omättade fettsyror i kraftfodret medan linolensyra dominerade i grovfodret. Rapskakan hade högst andel omättat fett och korn hade högst andel mättat fett. Ensilagen innehöll 60-65 % gräs (ängssvingel, timotej och engelskt rajgräs) och 30-35 % klöver (röd-, vit- och alsikeklöver).

Tabell 2. De vanligaste fettsyror (g/100 g fettsyror) i foderstatens fodermedel

| Fettsyror | | Korn | Ärtor | RK ¹ | Ensilage | | Rundbals- ensilage | Bete |
|-----------------------|---------|------|-------|-----------------|--------------|----------------|-----------------------|------|
| | | | | | 1:a skörd | 2:a harvest | | |
| C16:0 | Palmiti | 25.0 | 13.8 | 4.9 | 15.9 | 16.6 | 17.6 | 18.2 |
| C18:0 | Stearin | 1.2 | 3.4 | 1.7 | 1.5 | 1.4 | 2.0 | 1.8 |
| C18:1 cis-9 | Olje | 9.9 | 27.4 | 48.5 | 3.0 | 3.4 | 4.0 | 2.9 |
| C18:2 cis-9,12 | Linol | 55.8 | 45.4 | 26.0 | 18.3 | 18.6 | 18.1 | 17.9 |
| C18:3 cis- 9,12,15 | Linolen | 6.2 | 8.5 | 11.9 | 52.9 | 50.3 | 49.8 | 50.6 |
| Andra mättade | | 0.4 | 0.5 | 1.0 | 0.7 | 0.7 | 6.8 | 6.7 |
| Andra omättade | | 1.5 | 0.8 | 6.0 | 3.7 | 3.7 | 1.4 | 1.6 |
| Andra | | 0.1 | 0.3 | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |

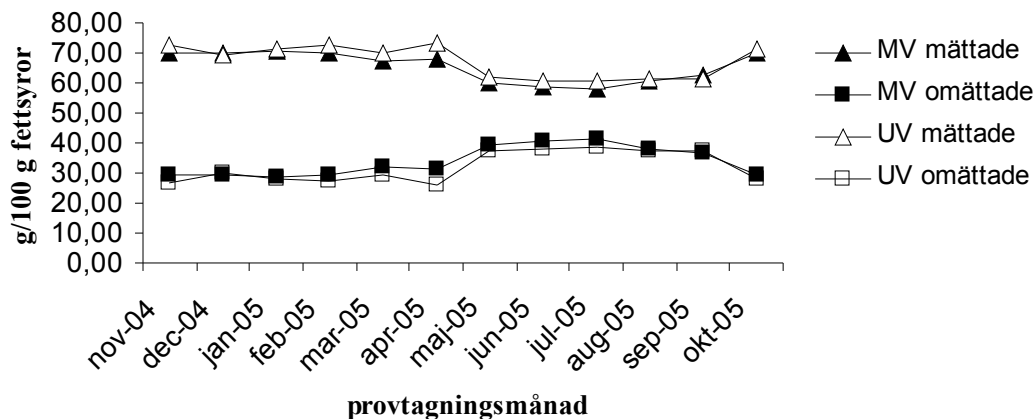
¹ RK=Kallpressad rapskaka.

Fettsyresammansättningen i mjölken skiljde sig inte åt mellan behandlingarna (Tabell 3) men andelen omättade fettsyror ökade medan andelen mättade fettsyror minskade under betesperioden (Figur 2). Kvoten n-6:n-3 var 1.8 i båda behandlingarna

Tabell 3. Genomsnittlig fettsyresammansättning (g/100 g fettsyror) under 12 månader i mjölk hos kor utfodrade med (MV) eller utan (UV) syntetiska vitaminer (n=12). Provet var ett sammanslaget grupprov från korna i respektive behandling. Antalet kor per provtagningstillfälle varierade från 2 till 25 kor

| Fettsyror | | Behandling | | | |
|----------------|--------------------|------------|-----|-------|-----|
| | | MV | | UV | |
| | | Medel | Sd | Medel | Sd |
| C4:0 | Smör | 3.4 | 0.3 | 3.8 | 0.3 |
| C6:0 | Kapron | 2.5 | 0.3 | 2.5 | 0.3 |
| C8:0 | Kapryl | 1.5 | 0.2 | 1.5 | 0.2 |
| C10:0 | Kaprin | 3.3 | 0.5 | 3.3 | 0.4 |
| C12:0 | Laurin | 3.6 | 0.5 | 3.7 | 0.4 |
| C14:0 | Myristin | 11.0 | 0.9 | 11.3 | 0.9 |
| C16:0 | Palmitin | 24.1 | 2.3 | 26.1 | 3.1 |
| C18:0 | Stearin | 12.5 | 1.1 | 11.6 | 1.0 |
| C18:1 | Elaidin | 1.6 | 0.5 | 1.6 | 0.5 |
| C18:1 | Olje | 21.5 | 2.8 | 20.1 | 3.0 |
| C18:1 | Vaccen | 0.7 | 0.2 | 0.6 | 0.2 |
| C18:2 | Linol | 1.7 | 0.3 | 1.7 | 0.2 |
| C18:3 | Linolen | 0.8 | 0.1 | 0.9 | 0.1 |
| C18:2 + | CLA ¹ + | 0.7 | 0.3 | 0.7 | 0.2 |
| C20:1 | Gadolje | | | | |
| Andra mättade | | 3.5 | 0.1 | 3.5 | 0.2 |
| Andra omättade | | 6.5 | 0.9 | 6.2 | 0.9 |
| Övriga | | 0.8 | 0.1 | 0.8 | 0.1 |
| Mättade | | 65.4 | 5.1 | 67.2 | 5.3 |
| Enkelomättade | | 30.0 | 4.4 | 28.3 | 4.7 |
| Fleromättade | | 2.9 | 0.4 | 2.8 | 0.3 |
| n-3 | | 1.0 | 0.1 | 1.0 | 0.1 |
| n-6 | | 1.8 | 0.3 | 1.8 | 0.3 |

¹CLA=konjugerad linol syra.



Figur 2. Andel mättade och omättade fettsyror i mjölk från kor utfodrade med syntetiska vitaminer (MV) och utan syntetiska vitaminer (UV). Provet var ett sammanslaget grupprov från korna i respektive behandling. Antalet kor per provtagningstillfälle varierade från 2 till 25 kor.

Diskussion

I juli hade mjölken från korna i UV-gruppen signifikant högre förekomst av oxiderad smak än korna i MV-gruppen. Detta kan bero på att innehållet av omättade fettsyror i mjölken var som högst under sommaren. Ju högre innehåll av fleromättade fettsyror i mjölken, desto större är risken för oxidation (Charmley och Nicholson, 1994). Tillskott av syntetiska vitaminer gav inga andra skillnader på den sensoriska analysen av oxidationssmak i mjölk mellan de två behandlingarna. Focant et al. (1998) har visat att ett fodertillskott på 9616 IE vitamin E per dag till mjölkcor kan minska uppkomsten av oxidation i mjölken. I det här försöket tillsattes bara 450-600 IE per dag eftersom vi följde svensk rekommendation (Spörndly, 2003). Denna nivå är möjligen inte tillräcklig för att påverka oxidationsstabiliteten i mjölken. Studien bestyrker även tidigare resultat som visar att mjölk från kor i tidig laktation är känsligare för oxidation än mjölk i senare laktation (Walstra och Jenness, 1984). Även om de individuella mjölkproven från kor i tidig laktation hade många smakfelsanmärkingar och då främst på oxidation hade grupproven från behandlingarna inga anmärkingar. Detta kan bero på att korna inte kalvade in samma månad och att mjölken i samlingsprovet var från kor i olika laktationsstadier. I likhet med Focant et al. (1998) såg vi inga skillnader på fettsyresammansättningen i mjölken från korna i de två behandlingarna.

Tillkännagivanden

Studien finansierades av Stiftelsen Lantbruksforskning, vilket tacksamt tillkännages. För genomförandet av studiens praktiska del vill författarna tacka driftledare Erik Hedlund, Tingvall samt försökstekniker Lars Johansson, SLU Skara. Författarna vill även tacka Dr. Jan-Eric Englund, SLU Alnarp, för statistisk rådgivning.

Resultatförmedling

Studien presenterades i Oslo vid "NJF Symposium on Milk Quality, 26-27 Oktober 2006". Konferensartikeln "Fatty acids and flavours in milk from dairy cows fed no synthetic vitamins" av H. Danielsson, B. Johansson, E. Nadeau, K. Persson Waller och S. K. Jensen kommer att publiceras i *Journal of Animal and Feed Sciences*.

Litteraturförteckning

- Barrefors, P., Granelli, K., Appelqvist, L och Bjoerk, L. 1995. Chemical characterization of raw milk samples with and without oxidative off-flavor. *Journal of Dairy Science* 78:2691-2699.
- Charmley, E. och Nicholson, J.W.G. 1994. Influence of dietary fat source on oxidative stability and fatty acid composition of milk from cows receiving a low or high level of dietary vitamin E. *Canadian Journal of Animal Science* 74:657-664.
- Ellis, K.A., Innocent, G., Grove-White, D., Cripps, P., McLean, W.G., Howard C.V. och Mihm, M. 2006. Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk. *Journal of Dairy Science* 89:1938-1950.
- Focant, M., Mignolet, E., Marique, M., Clabots, F., Breyne, T., Dalemans, D. och Larondelle, Y. 1998. The effect of vitamin E supplementation of cow diets containing rapeseed and linseed on the prevention of milk fat oxidation. *Journal of Dairy Science* 81:1095-1101.
- Gelinder, Å och Spörndly, R. 1999. Smakfel i leverantörsmjölken vid ekologisk mjölkproduktion -förekomst och möjliga orsaker. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. SLU. Uppsala.
- Hu, F.B. och Willett, W.C. 2002. Optimal diets for prevention of coronary heart disease. *Journal of American Medical Association* 288:2569-2578.
- Jensen, S.K., Bjørnbak Johannesen, A.K. och Hermansen, J.E. 1999. Quantitative secretion and maximal secretion capacity of retinol, β -carotene and β -tocopherol into cows' milk. *Journal of Dairy Research* 66:511-522.
- Johansson, B. och Nadeau, E. 2006. Performance of dairy cows fed an entirely organic diet containing cold-pressed rapeseed cake. *Acta Agric. Scand., Sect. A., Animal Sci.* (Submitted).
- Lindberg, E., Andersson, I., Lundén, A., Holm Nielsen, J., Everitt, B., Bertilsson, J. och Gustafsson, A.H. 2004. Orsaker till avvikande lukt och smak i leverantörmjolk.
- Nourooz-Zadeh, J. och Appelqvist, L.-Å. 1988. Cholesterol oxides in Swedish foods and food ingredients: Milk powder products. *Journal of Food Science* 53:74-79 and 87.
- SAS User's Guide: Statistics. 2001. Version 8 ed, SAS Int, Inc., Cary, NC.
- Spörndly, R. 2003. Fodermedelstabeller för idisslare. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. SLU. Uppsala.
- Steins Laboratorium AB. 2004. Kapitel 6. Sensoriska analyser. Sensorisk analys av leverantörsmjolk.
- Sukhija, P.S. och Palmquist, D.L. 1988. Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of feedstuffs and feces. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 36:1202-1206.
- Walstra, P. och Jenness, R. 1984. *Dairy chemistry and Physics*. New York: John Wiley & Sons.