

# SLUTRAPPORT

## Bakgrund

För att bibehålla god smak och därmed konsumentens förtroende för mjölkprodukter är det viktigt att förhindra oxidation av mjölkfettet. Oxidationsbenägenheten påverkas av mjölkens fettsyrasammansättning och innehåll av pro- och antioxidanter. Omättade fettsyror anses ha positiva hälsoeffekter men är också mer lätttoxiderade vilket medverkar till mjölkprodukter med sämre lagringsstabilitet. Vitamin E ( $\alpha$ -tokoferol) anses vara den främsta antioxidanten i mjölk genom sin förmåga att bryta den kedjereaktion som kännetecknar oxidationsprocessen. Samtidigt redovisas resultat där man inte funnit någon anti-oxidativ effekt av  $\alpha$ -tokoferol i mjölk (Timmons et al. 2001; Havemose et al. 2006). Men förbättring av mjölksmaken vid varierande mängder vitamin E-tillskott har rapporterats av flera forskare (Atwal et al. 1991, Nicholson & St Laurent 1991; Charmley & Nicholson 1994, Al-Mabruk et al. 2004). Man har dock observerat stora individuella skillnader vad gäller överföring av tillsatt  $\alpha$ -tokoferol i fodret till mjölken och denna variation har man funnit vara ärftligt betingad (Jensen et al. 1999). 'Överdoser' av  $\alpha$ -tokoferol har i vissa fall används på gårdsnivå som behandling vid oxidationssmak, vilket dock är kostsamt för lantbrukaren. Det är därför angeläget att utreda om hög halt av vitamin E i mjölken minskar problemet eller om resurser bör läggas på andra åtgärder.

För att skapa en mer fullständig bild av orsakerna bakom smakfelet vill vi komplettera de omfattande analyser vi hittills gjort med analyser av innehållet av vitamin E. Vi ville också skatta inverkan av ärftliga faktorer på oxidationssmak för att utröna om problemet kan åtgärdas med avelsmetoder. Målet är en ökad kvalitet och lagringsstabilitet hos mjölk och därigenom ökad lönsamhet inom en alltmer konkurrensutsatt mjölkproduktion.

## Material och metoder

### *Djur*

I studien ingick sammanlagt 132 mjölkprover från 44 kor av SRB-ras vilka tillhörde SLU:s försöksbesättning på Kungsängen, Uppsala. Besättningen ingick i ett långliggande selektionsförsök för hög respektive låg mjölkfetthalt, men med hög och jämförbar produktion av mjölkenergi (energi i form av fett, protein och laktos). Korna befann sig i laktationsvecka 20-35 och mjölkades två gånger dagligen. Medelavkastningen under försöksperioden var  $28.9 \pm 6.6$  kg, proteinhalten  $3.4 \pm 0.3\%$ , fetthalten  $4.6 \pm 0.7\%$ , logSCC  $4.2 \pm 0.9$  (medelvärde  $\pm$  standardavvikelse,  $n = 132$ ).

### *Experimentell design och utfodring*

Kor från båda linjerna fick endera av två behandlingar på bete. Studien delades in i tre tidsperioder med en provtagning/period. Under den första perioden (dag 1) var korna uppbundna på stall och utfodrades individanpassat. Utfodringen bestod av gräsenilage och koncentrat. Den andra perioden var den så kallade övergångsperioden (dag 3-8). Kor släpptes ut på bete på dag 3 av försöket och den dagliga tiden på bete förlängdes gradvis under 5 dagar. Utfodring av koncentrat startade också dag 3, och bestod av koncentrat med låg (L) eller hög (H) fetthalt (0 eller 7% sojaolja). Dessutom erbjöds alla djur 1,0 kg hö/dag under betesperioden. Den tredje perioden var betes perioden (dag 9-29).

### *Analyser av mjölken*

Mjölkvastning mättes dagligen med FloMaster™ (Alfa Laval Agri, Sverige). Mjölkprover från morgon och kvälls mjölkning dag 1, 8 och 29 analyserades för innehåll av fett, proteiner och laktos. Fett och protein halter bestämdes genom infraröd spektroskopi (Dairy-Lab2, A7S

Foss Electric, Danmark). Ett prov av morgon mjölken förvarades vid 4°C för analys av fettsyornas sammansättning enligt Agenäs et al. (2002).

Alfa-tokoferol mättes i fettfraktionen genom att mjölkfett injicerades (10 ml) i HPLC enligt en metod av Dutta et al. (1994). Isokratisk eluering sker med en blandning av heptan: tert-butylmethylether: tetrahydrofuran: metanol (79: 20: 0, 98: 0, 02 v / v / v / v) vid ett flöde på 1,2 ml / minut. En HPLC-kolonn (LiChroCART 250-4), packad med LiChrospher 100 NH<sub>2</sub>, partikelstorlek 5 µm och kopplad till en kolumn LiChroCART 4-4 (Merck KGaA, Darmstadt, Tyskland) användes för analysen. Tokoferoler detekterades via en L-4250 fluorescens detektor Varian LC 9070 (Walnut Creek, CA, USA) vid våglängderna 294 nm och 320 nm. Integrering av topparna skedde genom en HP 3396A Integrator (Hewlett-Packard, Avondale, USA). Kvantifiering av tokoferoler gjordes med hjälp av extern tokoferolstandard (Merck, Darmstadt, Tyskland).

För analys av koppar i mjölk användes ett standardprotokoll där 5 g mjölk analyserades enligt ett standardprogram. En blandning av 65% salpetersyra, 70% perklorosyra och 95% svavelsyra användes. Reaktionen fortgick i kvarts-glasrör över natt med hjälp av ett automatiskt system för kontroll av tid och temperatur (Foss Tecator Uppslutning System, Model 40, Foss Tecator, Höganäs, Sverige). Behållningen i provröret späddes med 1 M-salpetersyra till 10 ml. Analys av koppar utfördes med hjälp av en plasma atomic emission spektrometer, ICP-AES, (modell JY 238, JY Horiba, division Jobin Yvon, Longjumeau, Frankrike). Fyra olika koncentrationer av koppar användes för framställning av kalibreringskurvan, dvs. blank, 0,05, 0,10 och 0,20 mg/ml. Detektionsgränsen (3S) i 5 g prov för koppar var 0,002 mg/kg. Kvalitetskontroll utfördes regelbundet där man använde 'Community Bureau of Reference Certified Reference Material 063R skim milk powder'. Medelvärdet ± SD för n = 28 var 0,58 ± 0,02 mg/kg torrsvikt. Det certifierade värdet var 0,602 ± 0,032 mg/kg torrsvikt. Utvärdering av osäkerhet utfördes enligt EURACHEM / CITAC Guide, 2000.

Mjölksproverna testades för sensorisk kvalitet med utbildade domare, en testmetod som är en del av de kontrollmetoder som används av svenska mejeriföretag. I detta test bedömdes varje prov enligt ett protokoll som noggrant beskriver de sensoriska parametrar som ska beaktas, hur man hanterar proverna och även hur domare bör utbildas. Två domare testar varje mjölkprov, oberoende av varandra. Lukt och smak värderas enligt en standard beskrivning av de förväntade egenskaperna hos normal svensk mjölk och avvikelser från denna standard beskrivs i protokollet (personlig kommunikation Gerd Virdeskog, Eurofins Steins Laboratorium AB). Mjölksproverna klassades som antingen "normal", "måttligt smakfel" (klass 1B), eller "uttalat smakfel" (klass 2). För att klassificera ett mjölkprov tillhörande klass 1B måste en av de två domare känna en onormal lukt / smak i mjölken, medan om både personer karakteriserar smakfelet så tilldelas mjölken klass 2. Domarna är väl utbildade i att känna igen de smaker som beaktas i det svenska testsystemet. Statistik över de bedömningar som gjorts under året analyseras för att utvärdera domarnas prestanda och känslighet för diverse smakfel. Testlaboratoriet arrangerar regelbundna möten med alla domare vid vilka man med hjälp av kända prover med olika grader av smakfel kan 'kalibrera' domarna för att säkerställa kvaliteten på de sensoriska testerna.

#### *Statistisk analys*

**α-tokoferol:** Variationen i α-tokoferol i mjölk analyserades. De fixa effekterna av selektionslinje, period, foder, mjölkparametrar som beskriver mjölkens sammansättning och deras samspel testades. Endast de parametrar som var statistiskt signifikanta ( $P < 0,05$ ) behölls i modellen. Analysen utfördes i PROC MIXED (SAS Inst. Inc., Cary, NC) med följande modeller:

$$y_{ijk} = \mu + \text{period} - \text{feed}_i + b_1 \cdot \text{fat} + a_j + e_{ijk}$$

$$y_{ijk} = \mu + period - feed_i + b_1 \cdot fat + a_j + e_{ijk}$$

*Tocopherol*

$$y_{ijk} = \mu + period - feed_i + b_1 \cdot fatyield + b_2 \cdot milkyield + a_j + e_{ijk}$$

*Tocopherolyield*

där:  $y_{ijk}$  = observation;  $\mu$  = medelvärde; period = effekten av period, (inomhus, övergångsperiod eller bete); period-feed = effekten av period och foder (högt eller lågt tillskott av fett) inom övergångs- och betesperioden av försöket;  $b_1, b_2$  = regressionskoefficienter; fat = effekten av fetthalt; fat yield = effekten av fettmängd; milk yield = effekten av den dagliga mjölk mängden;  $a_j$  = slumpmässig additiv genetisk effekt;  $e_{ijk}$  = den slumpmässiga residualeffekten.

**Spontan Oxidations smak (SOF):** SOF analyserades med hjälp av PROC GLIMMIX (SAS Inst. Inc., Cary, NC) där SOF beaktades som en multinomial variabel med tre nivåer (1, 2 och 3, vilket motsvarar "normal", klass 1B och klass 2).

Liksom Timmons et al. (2001), inkluderades bara en fettparameter åt gången i modellen, analysen upprepades således för de olika fettvariablerna (PUFA, fleromättade index (PI), C18: 2 n-6, C18: 3 n-3 och CLA). Eftersom vi hade förväntat oss en effekt av  $\alpha$ -tokoferol ingick den också i den ursprungliga modellen. Endast effekter med en signifikansnivå över 5 % behölls i modellen:

$$\log\left(\frac{\pi_{ijk}}{1 - \pi_{ijk}}\right) = \mu_r + b_1 \cdot \text{logcopper} + b_2 \cdot \text{fat} + a_j + pe_k$$

där:  $\pi_{ijk}$  = sannolikheten att observationen av SOF hamnar inom respektive kategori av r (r = 1, 2, 3);  $\mu$  = medelvärde;  $a_j$  = slumpmässig additiv genetisk effekt;  $pe_k$  = slumpmässig miljöeffekt. Korrelationer mellan fettsyror, grupperingar av fettsyror, koppar och  $\alpha$ -tokoferol undersöktes med PROC CORR (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Den höga korrelationen mellan enskilda fettsyror och index av fettsyror komplicerade uppbyggnaden av en tillfredsställande modell för att beskriva SOF. 'Forward selection' och 'Stepwise elimination' testades i PROC GLIMMIX men därefter återgick vi till 'principal component regression' för att hantera samverkan mellan de oberoende variablerna.

Elva beroende variabler ( $\alpha$ -tokoferolkoncentration, mg / kg, mängd  $\alpha$ -tokoferol, mg,  $\alpha$ -tokoferol / PUFA, kopparkoncentration, mg / kg, mängd koppar, mg, koppar / PUFA, C18: 2 n-6; CLA ; C18: 3 n-3; PUFA, PI, (alla fettsyror anges i g/100g fettsyror) testades i en 'principal component analysis' med PROC PRINCOMP (SAS Inst. Inc., Cary, NC). De sex viktigaste komponenterna, dvs de som erhöill de största egenvärdena (som förklarar mer än 95% av variationen), från denna analys kunde sedan användas som förklarande variabler i en analys av SOF i PROC GLIMMIX, där bara de signifikanta komponenterna behölls i modellen:

$$\left(\frac{\pi_{ijk}}{1 - \pi_{ijk}}\right) = \mu_r + prin3 + prin4 + a_j + pe_k$$

Den variation som återstod efter korrigering för fixa effekter fördelades mellan "mellan ko"- och "inom ko"-variation i de PROC MIXED och PROC GLIMMIX analyser som genomfördes. För att skatta variationen mellan kor, den s.k. genetiska effekten, inkluderades en släktskapsmatris med information från två generationer. För att ta hänsyn till

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \sigma_E^2}$$

korrelationerna mellan upprepade observationer inom ko användes UN (1)-strukturen för upprepade observationer. Varianskomponenterna för dessa slumpmässiga effekter ( $\sigma_E^2$  och  $\sigma_G^2$ ) skattades i PROC MIXED och PROC GLIMMIX och användes för att räkna ut arvbarheten, dvs. den del av den totala variationen som beror på genetisk variation mellan individer:

## Resultat och diskussion

**Mängd och koncentration  $\alpha$ -tokoferol:** Medelvärdet för  $\alpha$ -tokoferol-koncentration i denna studie var  $1,1 \pm 0,3 \mu\text{g} / \text{g}$  (Tabell 1), vilket överensstämde med resultat av Jensen et al. (1999) och Shingfield et al. (2005). Den genetiska variationen i  $\alpha$ -tokoferol-koncentration var 2,40 och residualvariansen för varje period var 1,93, 1,36 och 3,77, vilket resulterade i arvbarheter på 0,56, 0,64 och 0,39 för de tre perioderna. Medelvärdet för mängden  $\alpha$ -tokoferol var 37,7 mg/d (Tabell 1) och den genetiska variationen var 0,003, med residualvarians för varje period på 0,003, 0,002 och 0,002, vilket resulterade i arvbarheter på 0,48, 0,62 och 0,54 för de tre perioderna. Detta tyder på att den genetiska variationen bidrar till en betydande del av variationen i mängd  $\alpha$ -tokoferol i mjölk, vilket överensstämmer med resultaten av Jensen et al. (1999) som rapporterade en effekt av far (sire) på variationen i mjölkens innehåll av  $\alpha$ -tokoferol hos kor av Holsteinras.

Tabell 1. Sammansättning hos morgonmjölk från 44 kor av SRB-ras utfodrade med koncentrat innehållande låg (L) eller hög (H) fetthalt. Proverna samlades in under stallperioden (Dag 1), övergång till bete (Dag 8) och på bete (Dag 29). (Medelvärden  $\pm$  SD)

Koncentrat†	H			L		
	Dag 1	Dag 8	Dag 29	Dag 1	Dag 8	Dag 29
Variabel‡						
cis 18:1 n-9	16.6 $\pm$ 1.7	20.2 $\pm$ 2.1	20.5 $\pm$ 2.2	16.5 $\pm$ 1.5	18.1 $\pm$ 2.0	17.3 $\pm$ 2.6
18:2 n-6	1.6 $\pm$ 0.3	1.9 $\pm$ 0.3	1.5 $\pm$ 0.2	1.5 $\pm$ 0.2	1.8 $\pm$ 0.2	1.4 $\pm$ 0.2
CLA	0.3 $\pm$ 0.1	0.8 $\pm$ 0.2	1.2 $\pm$ 0.3	0.3 $\pm$ 0.1	0.5 $\pm$ 0.1	0.7 $\pm$ 0.2
18:3 n-3	0.6 $\pm$ 0.1	0.8 $\pm$ 0.2	0.5 $\pm$ 0.1	0.6 $\pm$ 0.1	0.9 $\pm$ 0.2	0.6 $\pm$ 0.1
PUFA	2.4 $\pm$ 0.3	3.5 $\pm$ 0.5	3.3 $\pm$ 0.5	2.4 $\pm$ 0.3	3.1 $\pm$ 0.4	2.7 $\pm$ 0.3
PI	3.0 $\pm$ 0.4	4.3 $\pm$ 0.6	3.8 $\pm$ 0.5	3.0 $\pm$ 0.4	4.0 $\pm$ 0.5	3.2 $\pm$ 0.4
Tokoferol, $\mu\text{g}/\text{g}$	1.0 $\pm$ 0.2	1.0 $\pm$ 0.2	1.2 $\pm$ 0.3	1.0 $\pm$ 0.2	1.0 $\pm$ 0.2	1.2 $\pm$ 0.3
Tokoferol yield, mg/d	42.5 $\pm$ 42.6	42.7 $\pm$ 71.4	34.4 $\pm$ 12.5	30.2 $\pm$ 10.2	45.5 $\pm$ 75.4	29.5 $\pm$ 10.1
Koppar, $\mu\text{g}/\text{kg}$	103.4 $\pm$ 63.8	65.7 $\pm$ 50.6	77.5 $\pm$ 27.3	88.3 $\pm$ 39.5	62.9 $\pm$ 37.0	76.7 $\pm$ 38.6

† Kor utfodrades med låg (L) eller hög (H) mängd sojaolja under övergången till bete och på bete

‡PUFA = fleromättade fettsyror (C18:2 n-6 + C18:3 n-3 + CLA)

PI = index som mått på mjölkfettets fleromättnad (C18:2 + (C18:3 n-3  $\times$  2))

Högre intag av  $\alpha$ -tokoferol anses resultera i en större utsöndring av  $\alpha$ -tokoferol i mjölk (Thompson et al. 1964, Schingoethe et al. 1978; Focant et al. 1998). Färskt gräs är rikt på vitamin A, E, och  $\beta$ -karoten och vår studie visar att  $\alpha$ -tokoferol i mjölk ökade när korna var på bete (Tabell 2). De högsta halterna påträffades på bete i den grupp som fick fettillskott. I andra studier har man även funnit en ökning av  $\alpha$ -tokoferol i mjölk vid utfodring av oljeväxter (Focant et al. 1998, Sol Morales et al. 2000).

Tabell 2. Variation i koncentration och mängd  $\alpha$ -tokoferol i mjölk från 44 kor av SRB-ras utfodrade med koncentrat innehållande låg (L) eller hög (H) fetthalt. (LS means  $\pm$  SE)

Provtagningsstillfälle	Foder	$\alpha$ -tokoferol, $\mu\text{g/g}$	$\alpha$ -tokoferol, $\mu\text{g}$
Inhysta inomhus		9.97 $\pm$ 0.40ac	300.6 $\pm$ 19.0ad
Övergångsperiod	H	9.52 $\pm$ 0.42a	274.6 $\pm$ 19.2a
	L	10.44 $\pm$ 0.45bc	292.9 $\pm$ 20.2a
Bete	H	12.02 $\pm$ 0.53d	372.2 $\pm$ 21.1c
	L	11.77 $\pm$ 0.53d	239.6 $\pm$ 21.4d

a-d Värden inom samma kolumn med olika bokstav skiljer sig ( $P < 0.05$ )

**Spontan oxidationssmak (SOF):** Mjölakens halt av pro-oxidanten koppar och tillgången på dess substrat, de fleromättade fettsyror, visar ett tydligt samband med SOF där ökade halter av fleromättade fettsyror och koppar ger ökad risk för SOF. Mjölakens innehåll av  $\alpha$ -tocopherol var inte signifikant när den inkluderades som effekt i PROC GLIMMIX.

Den fjärde principal-komponenten som erhöles från analysen med PROC PRINCOMP består av en kombination av mängd  $\alpha$ -tokoferol å ena sidan och kopparhalt och koppar/PUFA å andra sidan, med motsatt vikter (vikter: -0,48, 0,58 respektive 0,51; Tabell 3). Vikterna på de fettkomponenter som inkluderades var små och positiva, mellan 0,07 och 0,17 (Tabell 3). Tolkningen av dessa vikter antyder att substrat och kopparhalter har ett medverkar till uppkomsten av SOF medan  $\alpha$ -tokoferol motverkar SOF, resultat som bekräftar våra förväntningar. Tolkningen av den tredje principal komponenten var mer komplicerad, detta eftersom både pro-och antioxidanter fått positiva vikter. En slutsats är att tolkningen av resultaten från denna typ av analyser bör göras med stor försiktighet när man har att göra med en komplex egenskap som SOF, i synnerhet som vi här hanterar ett stort antal korrelerade komponenter som alla på något sätt förväntas bidra till SOF.

Vi fann att mjölk med höga halter av koppar och fleromättade fettsyror var kopplat till hög risk för oxidationssmak medan vi inte fann något samband med mjölakens halt av vitamin E. I likhet med tidigare studier fann vi att förekomsten av oxidationssmak delvis beror på ärftliga faktorer. Det innebär att man bör kunna minska smakfelet genom avelsarbete men också att mjölk kvaliteten äventyras om tjurar som bär gener som predisponerar för smakfelet oavsiktligt skulle sättas in i aveln. Andelen mjölkprover med oxidationssmak var 11,4 %, vilket kan jämföras med den betydligt lägre rapporterade förekomsten i tankmjölk (0,67 %). Den stora skillnaden i förekomst beror på att enskilda kors mjölk späds ut i tanken; enligt tidigare forskning krävs att mer än 30 % av korna ger mjölk med oxidationssmak för att ge smakfel i tankmjölken.

Tabell 3. Vikter för variabler som ingår i principal-komponenter som signifikant (P <0.01) bidrar till variationen i förekomst av spontan oxidationssmak.

Variabel†	Princ. komp. 3	Princ. komp. 4
α-tokoferol, mg/kg	0.07	-0.14
α-tokoferol, mg	0.56	-0.48
α-tokoferol/PUFA	0.04	-0.15
Koppar, mg/kg	0.34	0.58
Koppar, mg	0.65	-0.19
Koppar/PUFA	0.28	0.51
C18:2 n-6	0.14	0.14
CLA	0.03	0.12
C18:3 n-3	0.09	0.07
PUFA	0.11	0.17
PI	0.12	0.16

†Fettsyror samt grupper av fettsyror uttrycks i g/100g fettsyror;  
 PUFA = fleromättade fettsyror (C18:2 n-6 + C18:3 n-3 + CLA);  
 PI = index som mått på mjölkfettets fleromättadhet (C18:2 + (C18:3 n-3 x 2))

### Publikationer (referenslista)

- Agenäs S, Holtenius K, Griinari M & Burstedt E** 2002 Effects of turnout to pasture and dietary fat supplementation on milk fat composition and conjugated linoleic acid in dairy cows. *Acta Agriculturae Scandinavica, A* **52** 25-33
- Al-Mabruk RM, Beck NF & Dewhurst RJ** 2004 Effects of silage species and supplemental vitamin E on the oxidative stability of milk. *Journal of Dairy Science* **87** 406-412
- Atwal AS, Hidioglou M & Kramer JKG** 1991 Effects of Feeding Protec(R) and alpha-Tocopherol on Fatty Acid Composition and Oxidative Stability of Cow's Milk *Journal of Dairy Science* **74** 140-145
- Charmley E & Nicholson JWG** 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
- Dutta PC, Appelqvist L-Å, Helmersson S, Kebedu E & Alemaw G** 1994 Variation in lipid composition of some Niger seed (*Guizotia abyssinica* Cass.) samples collected from different regions in Ethiopia. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **71** 839-843
- Focant M, Mignolet E, Marique M, Clabots F, Breyne T, Dalemans D & 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

**Havemose MS, Weisbjerg MR, Bredie WL, Poulsen HD & Nielsen JH** 2006 Oxidative stability of milk influenced by fatty acids, antioxidants, and copper derived from feed. *Journal of Dairy Science* **89** 1970-1980

**Jensen SK, Johannsen AKB and Hermansen JE** 1999 Quantitative secretion and maximal secretion capacity of retinol,  $\beta$ -carotene and  $\alpha$ -tocopherol into cows' milk. *Journal of Dairy Research* **66** 511-522

**Nicholson JWG & Charmley E** 1991 Oxidized flavor in milk: A Canadian perspective. *Bulletin of the IDF* **257** 11-17

**Shingfield KJ, Salo-Väänänen P, Pahkala E, Toivonen V, Jaakkola S, Piironen V, Huhtanen P.** 2005 Effect of forage conservation method, concentrate level and propylene glycol on the fatty acid composition and vitamin content of cows' milk. *Journal of Dairy Research* **72**:349-61.

**Sol Morales M, Palmquist DL & Weiss WP** 2000 Milk Fat Composition of Holstein and Jersey Cows with Control or Depleted Copper Status and Fed Whole Soybeans or Tallow. *Journal of Dairy Science* **83** 2112-2119

**Thompson SY, Henry, K M & Kon SK** 1964 Factors affecting the concentration of vitamins in milk. I. Effect of breed, season and geographical location on fat-soluble vitamins. *Journal of Dairy Research* **31** 1-25

**Timmons JS, Weiss WP, Palmquist DL & Harper WJ** 2001 Relationships among dietary roasted soybeans, milk components, and spontaneous oxidized flavor of milk. *Journal of Dairy Science* **84** 2440-2449

### **Aktuell publikation inom ramen för projektet**

Juhlin, J., Fikse, F., Lundén, A., Pickova, J. & Agenäs, S. (2010). Relative impact of  $\alpha$ -tocopherol, copper and fatty acid composition on the occurrence of oxidized milk flavor. *Journal of Dairy Research*, 77:302-309.

Jessica Juhlin<sup>1</sup>, Freddy Fikse<sup>1</sup>, Anne Lundén<sup>1</sup>, Jana Pickova<sup>2</sup> and Sigrid Agenäs<sup>3</sup> ;  
<sup>1</sup>Department of Animal Breeding and Genetics, University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. <sup>2</sup>Department of Food Science, University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. <sup>3</sup>Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.

<http://journals.cambridge.org/action/displayFulltext?type=1&pdfType=1&fid=7818217&jid=DAR&volumeId=77&issueId=03&aid=7818215>

### **Övrig resultatförmedling till näringen**

Mjölakens innehåll av vitamin E visade sig inte ha någon större betydelse för förekomsten av oxidationssmak medan höga halter av koppar och fleromättat fett gav markant ökad risk för smakfelet. Det innebär att givor av vitamin E inte är en särskilt kostnadseffektiv metod att åtgärda problemet. Våra tidigare studier har visat att oxidationssmak är vanligast under den första laktationsmånaden då kopparhalten i mjölken är som högst. Ett sätt att minska risken för smakfel i mjölken från den individuella kon vore därför att undvika fodermedel som ökar halten fleromättat fett i mjölken och välja mineralfoder med lågt innehåll av koppar. För att undvika att smaktröskeln överskrids i mjölk tanken bör man undvika alltför koncentrerad säsongskalvning, dvs att inte ha för många kor i tidig laktation samtidigt.

Att ärftliga faktorer påverkar förekomsten av oxidationssmak innebär att man bör kunna minska smakfelet genom avelsarbete men också att mjölk kvaliteten äventyras om tjuvar som bär gener som predisponerar för smakfelet oavsiktligt skulle sättas in i aveln. Problemet är

emellertid att man ännu saknar storskaliga metoder att testa mjölk från individuella kor skala för såväl smak som koppar och fettsyrasammansättning, vilket försvårar att välja ut avelstjurar som nedärver välsmakande mjölk. Avel baserat på genetiska markörer vore därför ett intressant alternativ. Vi har funnit att den genvariant av *DGAT1* som medför högre mjölkfetthalt även var associerad med lägre andel fleromättade fettsyror, något som vore gynnsamt för mjölkens smak och lagringsstabilitet. Ett mer mättat mjölkfett är dock möjligen mindre gynnsamt ur hälsosynpunkt.

Flera mejeriföreningar smaktestar regelbundet mjölken från gårdstanken medan andra enbart testar mjölken på mejeriet. Vi menar att det är viktigt att bevaka förekomsten av oxidationssmak i mjölken annars kan problemet undgå upptäckt tills smakfelet i mejeriernas silo-tankar plötsligt överskrider smaktröskeln. Om oxidationssmaken får en så stor utbredning bland svenska besättningar blir det sannolikt både dyrt och tidskrävande att åtgärda. Samtidigt äventyrar man konsumentens förtroende för mjölkprodukter vilket vore allvarligt för lönsamheten inom mjölkproduktionen.