

## Närproducerade proteinfodermedel och vitaminförsörjning till mjölkkor. Slutredovisning till SLU EkoForsk.

Birgitta Johansson<sup>\*</sup>, Hanna Lindqvist<sup>\*</sup>, Elisabet Nadeau<sup>\*</sup>, Søren Krogh Jensen<sup>#</sup> och Karin Persson Waller<sup>‡</sup>. <sup>\*</sup>Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Sveriges lantbruksuniversitet, Skara. <sup>#</sup>Forskningscenter Foulum, Institut for Husdyrvidenskab, Århus universitet, <sup>‡</sup>Enheten för djurhälsa och antibiotikafrågor, SVA Uppsala.

Projektet beviljades 2005-2007 medel från SLU EkoForsk - försök och forskning inom ekologisk produktion. Projektet startades i oktober 2005 och pågick under två hela laktationer och avslutades i november 2007. Försöket drevs av Husdjurens miljö och hälsa, SLU Skara, i samarbete med Forskningscenter Foulum, SVA samt Hushållningssällskapet Väst (tom oktober 2006), samt med Albert Kuiper (november 2006-november 2007).

### Bakgrund

År 2000 beslutade EU, enligt rådets förordning nr. 1804/1999 att idisslare inom ekologisk produktion skulle utfodras utan tillskott av syntetiska vitaminer och från 2008 baseras ekologisk mjölkproduktion på enbart ekologiskt foder (förordning nr. 1294/2005). Förbudet mot syntetiska vitaminer baserades på att det syntetiska vitaminet tillverkas på kemisk väg, med icke tillåtna medel inom ekologisk produktion (Carlsson, 2000). Beslutet mot syntetiska vitaminer innebar att kor i ekologisk produktion skulle klara sitt behov av vitaminer genom det som naturligt finns tillgängligt i fodret eller genom tillskott av ett naturligt framtaget vitamin. EU har även beslutat att produkter som framställts med användning av och/eller med härledning ur genetiskt modifierade organismer inte får användas som foder till djur i ekologisk produktion. Naturliga vitaminer utan sådan härkomst finns endast i begränsad tillgång på marknaden idag. Syntetiskt vitamin E är dessutom kemiskt annorlunda från den naturliga formen, varför naturligt  $\alpha$ -tocopherol har högre biologiskt värde än den syntetiska formen (Jensen, 2003a). Ett milligram av den syntetiska formen all-rac- $\alpha$ -tocoferyl acetat är lika med 1 IE av E-vitamin. Ett milligram av RRR- $\alpha$ -tokoferol är lika med 1,49 IE av vitamin E (NRC, 2001).

Förbudet är nu borttaget, men de ekologiska principerna bygger på att utfodra djuren med foder från naturliga källor (förordning nr. 1804/1999). Enligt EUs och KRAVs regler får syntetiskt vitamin A, D och E ges när djuren har behov av det (förordning nr. 889/2008). Avgörande är att djurens välbefinnande och hälsa är beroende av vitamintillskottet, något som producenten ska kunna visa. För att djuren med säkerhet skall få i sig tillräckliga mängder av vitaminer rekommenderas lantbrukarna idag att ge syntetiskt vitamintillskott kontinuerligt till sina kor.

I en svensk studie (Meglia et al., 2001) minskade nivåerna av vitamin A och E markant runt kalvning trots att djuren utfodrades enligt (vitamin A) eller över (vitamin E) gängse rekommendationer. Minskningen orsakas till stor del av råmjölksbildningen (Goff & Stabel, 1990) men kan också bero på minskat foderintag och absorption (Bertics et al., 1992; Grummer et al., 1995; Weiss et al., 1994a). Det är mindre känt hur upptaget av dessa ämnen påverkas av olika utfodringsnivåer under siktiden. När kalvningen närmar sig minskar leverns utsöndring av lipoproteiner

vilket sänker dess transportkapacitet för vitamin E (Herdt & Stowe, 1991). En lägre vitaminnivå kan också vara relaterad till ökad stress och därmed ökat behov av antioxidanter under denna period.

Intresset för att hitta närproducerade alternativ till importerat sojamjöl är större än någonsin bl.a. eftersom användande av närproducerade fodermedel leder till minskat utsläpp av växthusgaser (Flysjö et al., 2008). Hexanextraherade fodermedel förbjöds år 2000, vilket medförde att vissa vanligt förekommande proteinfodermedel (mjöl) inte kunde användas i en ekologisk foderstat. Med helsvenska foderstater finns ett begränsat antal fodermedel att tillgå, och dessutom finns lite erfarenhet av att enbart använda svenska råvaror. Det kan vara svårt att klara av proteinförsörjningen till högmjölkanande kor med de ekologiska fodermedel som finns. Det är brist på ekologiskt odlade foder med ett högt AAT-innehåll, och de som finns säljs ofta till ett högt pris vilket medför att det är en fördel om man kan odla själv.

Både åkerböna och ärter har ett proteininnehåll med hög nedbrytningshastighet i våmmen. Ärtor har lägre innehåll av råprotein och fibrer än åkerböna, men högre stärkelsehalt än åkerböna (Spörndly, 2003). Åkerbönor och ärter innehåller tanniner och användandet kan även begränsas av smakligheten. I en kraftfoderblandning rekommenderas max 30 %, men inte mer än 4 kg ärter per ko och dag. Inblandningen av åkerböna bör begränsas till 20 % i kraftfodret (Bertilsson et al., 2002). Då åkerböna och ärter ges tillsammans rekommenderas en giva på maximalt 30 % av kraftfodret. Ekologisk kallpressad rapskaka är ytterligare ett proteinfodermedel som kan produceras lokalt och som har gett goda resultat i en studie med mjölkkor i ekologisk produktion (Johansson & Nadeau, 2006). Raps innehåller dessutom höga koncentrationer av vitamin E och de naturliga E-vitaminkällor som finns baseras ofta på oljor av rapsfrö (Carlsson, 2000).

I ekologisk produktion är det önskvärt med kombinationen av höga vallfodergivor och närproducerade kraftfodermedel vilket ger ett foder som i sig bidrar till kornas försörjning av proteiner och vitaminer. Är åkerböna eller ärt mest lämplig som proteinfodermedel i en 100 % ekologisk foderstat? Är det så att en grovfoderbaserad 100 % ekologisk foderstat innehåller tillräckligt mycket vitamin E och  $\beta$ -karotin (pro-vitamin A) för att försörja en högvakastande mjölkko under en hel laktation?

*Studiens syfte och målsättning var:*

- Att visa på hur olika närproducerade proteinfodermedel kan kombineras i en 100 % ekologisk foderstat för att optimera för försörjning av kons protein- och vitaminbehov, utan att få störningar i mjölkproduktionen och negativa effekter på kornas hälsa.
- Att undersöka statusen av  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -karotin (pro-vitamin A) och retinol (vitamin A) i blod och mjölk hos mjölkkor, under hela laktationen, som utfodras med 100 % ekologiskt foder utan tillsats av syntetiska vitaminer, men med ett naturligt vitaminpreparat runt kalvningen jämfört med kor som utfodras utan tillsats av vitaminer (år 1) eller då korna utfodras med syntetiska vitaminer enligt rekommendation och med ett naturligt vitaminpreparat runt kalvningen jämfört med kor som utfodras enbart med syntetiska vitaminer (år 2).
- Att studera hur mjölkavkastning, mjölkens sammansättning, mjölkqualität, djurhälsa och fertilitet påverkas av utfodring med 100 % ekologiskt foder utan

tillsats av syntetiska vitaminer, men med ett naturligt vitaminpreparat runt kalvningen jämfört med kor som utfodras utan tillsats av vitaminer (år 1) eller då korna utfodras med syntetiska vitaminer enligt rekommendation och med ett naturligt vitaminpreparat runt kalvningen jämfört med kor som utfodras enbart med syntetiska vitaminer (år 2).

## **Material och Metoder**

### ***Djur***

Försöket genomfördes på Tingvall, en ekologisk försöksgård som tillhörde Hushållningssällskapet Väst tom 2006 då den såldes och blev privatägd. Under två laktationer (05/06; år 1 samt 06/07; år 2) studerades 44 (år 1) respektive 32 (år 2) första- och flergångskalvade kor av SLB ras. Korna hölls i en kall lösdrift, där de två försöksgrupperna utfodrade med ärt respektive åkerböna vistades i var sin grupp. Under betesperioden gick dock alla kor i en gemensam betesfälla. Korna mjölkades två gånger per dag i en mjölkgrup med De Laval mjölkmaskiner. Mjölknigen startade kl. 05.30 samt 15.30. Mjölkavkastningen i besättningen var i genomsnitt 10452 kg mjölk per ko och år med 3,8 % fett och 3,2 % protein i mjölken under försökets gång.

### ***Seminaturligt E-vitamin***

Det vitamin som användes i studien är förestrat för att öka stabiliteten av vitaminet (N-vet AB, Uppsala science park, Uppsala). Det är en acetatbunden form av vitamin E och benämns  $\alpha$ -tokoferyl acetat (Knudsen et al, 2001) eller RRR- $\alpha$ -tokoferyl acetat. Denna form blir stabilare eftersom den reaktiva 6-hydroxy-gruppen skyddas genom estern. Den blir dock inte lika biologiskt aktiv då esterbindningen måste spjälkas innan vitaminet kan absorberas från tarmen (De Leenheer et al., 1992). Ett milligram av RRR-  $\alpha$ - tokoferyl acetat är lika med 1,36 IE av vitamin E. Den här formen kallas ibland seminaturlig eftersom det är en naturlig källa som är behandlad kemiskt för att bilda en mer stabil form. Semi-naturliga vitaminer är ännu inte godkända i ekologisk produktion då de har tagits fram genom kemisk process. Därför fick Tingvalls gård dispens från KRAV för att använda vitaminet i försök. Vitaminet pelleterades och analyserades så att det innehöll 12000 IU RRR- $\alpha$ -tokoferyl acetat per kg för att göra det lättare att dosera. Tidigare studier föreslår att 2400 IU E-vitamin runt kalvningen är en tillräcklig daglig dos (Meglia et al., 2006; Persson Waller et al., 2007).

### ***Försöksuppläggning***

Försöket lades upp som ett 2x2 faktoriellt försök där två vitaminbehandlingar ”utan vitamin” samt ”naturligt vitamin” kombinerades med utfodring av åkerböna respektive ärt. Kor och dräktiga kvigor grupperades med fyra djur i varje grupp (block) med hänsyn till kalvningsdatum, laktationsnummer, tidigare mjölkproduktion (kor) och härstammingsindex (kvigor). Korna inom ett block randomiserades till en av följande behandlingar:

ÅMV: 100 % ekologisk foderstat med åkerbönor med ett tillskott på 2400 IE seminaturligt vitmin E.

ÅUV: 100 % ekologisk foderstat med åkerbönor utan seminaturligt vitmin E.

ÄMV: 100 % ekologisk foderstat med ärtor med ett tillskott på 2400 IE seminaturligt vitmin E.

ÄUV: 100 % ekologisk foderstat med åkerbönor utan seminaturligt vitmin E.

Under första året fick inga kor syntetiskt vitamintillskott utan utfodrades med ett mineralfoder utan vitaminer medan samtliga kor fick ett mineralfoder som innehöll syntetiska vitaminer under andra året (Effekt normal från Lactamin; Tabell 1). Förändringen gjordes p.g.a. etiska aspekter då korna i besättningen hade ett dåligt hälsoläge år 1. Korna började utfodras med seminaturligt E-vitamin tre veckor före beräknad kalvning och startade då samtidigt sin behandling. Det naturliga vitaminet gavs sedan fram till tre veckor efter kalvning.

**Tabell 1.** Innehåll av mineraler (år 1 och 2) och syntetiska vitaminer (år 2) i mineralfodret 2005-2007

Mineralfoder	Ca	P	Mg	Se	Vit E <sup>1</sup>	Vit D <sup>2</sup>	Vit A <sup>3</sup>
	g	g	g	mg	mg = IE	IE	IE
Effekt utan vitamin	146	65	92	40	0	0	0
Effekt normal	146	65	92	40	3000	100000	400000

Mineralfodrets innehåll av syntetiska vitaminer var *all-rac- $\alpha$ -tokoferyl-acetat*<sup>1</sup>, *cholecalciferol*<sup>2</sup> samt *retinyl-acetat*<sup>3</sup>.

### Foder

Vallensilaget skördades för att nå ett optimalt vitamininnehåll, utan tillsatsmedel. Detta beslut grundade sig på resultaten från en tidigare studie om vitamininnehåll i grovfoder (Nadeau et al., 2004). Ensilaget lagrades främst i plansilos men även i rundbalar, minst 60 dagar innan det utfodrades. Betesperioden varade från maj till oktober båda åren.

Eftersom utfodringsanläggningen på gården har tre linjer ut till kraftfoderautomaten pelleterades proteinfodermedlet tillsammans med korn (år 1) eller rapskaka (år 2). Andelen åkerböna och korn (Å/K) i pelleten var 43 resp. 57 %, andelen ärt och korn (Ä/K) 62 och 38 %. Andelen åkerböna och rapskaka (Å/R) var 56 resp. 44 % samt ärt och rapskaka (Ä/R) 64 resp. 36 %. För att se om pelleteringen påverkade proteinet i ärt och åkerböna analyserades buffertösligt protein i blandningen före och efter pelleteringen vid ett tillfälle år 1 (Å/K före 2,2 efter 1,9; Ä/K före 2,1 % av råprotein efter pelletering saknas) och vid två tillfällen år 2 (Å/R före 3,6 efter 4,1; Ä/R före 2,6 efter 3,1 % av råprotein), vilket inte visade någon påverkan av pelleteringen.

### Foderstater

Korna utfodrades gruppvis med ett blandfoder innehållande ensilage, korn och mineralfoder samt individuellt med övrigt kraftfoder och vitaminpellets i transponderstyrda kraftfoderautomater. Under betesperioden utfodrades korna med mixblandning och i automater på samma sätt som under stallperioden, vilka de hade tillgång till i samband med mjölkningen samt under natten, då korna hade dispens från beteskravet. Under betesperioden från maj till oktober ersattes ca 2 kg ts ensilage med bete.

Beroende på laktationsmånad användes två olika foderstater, högmjolkare 1-3 månader efter kalvning fick maximalt 50 % kraftfoder. Efter 3:e laktationsmånaden gavs maximalt 40 % kraftfoder (Tabell 2). Detta enligt KRAV:s regler för ekologisk produktion (KRAV-regler, 2004). Näringsinnehållet i totalfoderstater visas i tabell 3.

**Tabell 2.** Totalfoderstater i medeltal (kg torrsubstans) till kor utfodrade med åkerbönor respektive ärtor under de första tre månaderna i laktationen och under senare laktation år 1 (2005/2006, n<sup>1</sup>=7) och år 2 (2006/2007, n=6)

Fodermedel	sintid		0-3 månader		> 3 månader	
	Blandfoder	Åkerböna	Ärt	Åkerböna	Ärt	
<b>År 1</b>						
Ensilage	11,7±1,8	11,7±1,8	11,7±1,8	11,7±1,8	11,7±1,8	
Bete	0,7±1,2	0,7±1,2	0,7±1,2	0,7±1,2	0,7±1,2	
Rapskaka	-	3,1±0,1	3,1±0,1	1,7±0,4	1,8±0,5	
Korn	1,7±1,3	1,7±1,3	1,7±1,3	1,7±1,3	1,7±1,3	
Åkerböna/korn pellets	-	6,9±0,7	-	4,4±0,6	-	
Ärt/korn pellets	-	-	6,6±0,6	-	4,6±1,0	
Mineraler	0,15±0	0,15±0	0,15±0	0,15±0	0,15±0	
Kalk	0,1±0,03	0,1±0,03	0,1±0,03	0,1±0,03	0,1±0,03	
<i>Totalt</i>	<i>14,4</i>	<i>24,4</i>	<i>24,1</i>	<i>20,5</i>	<i>20,8</i>	
<b>År 2</b>						
Ensilage	13,4±1,3	13,4±1,3	13,4±1,3	13,4±1,3	13,4±1,3	
Hö	0,7±0,4	0,7±0,4	0,7±0,4	0,7±0,4	0,7±0,4	
Bete	0,8±0,7	0,8±0,7	0,8±0,7	0,8±0,7	0,8±0,7	
Korn	2,6±0	5,0±0,05	2,6±0	4,4±0,05	2,6±0	
Åkerböna/rapskaka pellets	-	6,6±0,2	-	3,6±0,6	-	
Ärt/rapskaka pellets	-	-	8,7±0,3	-	4,9±0,6	
Mineraler	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	
Kalk	0,1±0,02	0,1±0,02	0,1±0,02	0,1±0,02	0,1±0,02	
<i>Totalt</i>	<i>17,8</i>	<i>26,8</i>	<i>26,5</i>	<i>23,2</i>	<i>22,7</i>	

<sup>1</sup>n=antal använda foderstater under försöksperioden

**Tabell 3.** Totala foderstatens näringsinnehåll under år 1 (2005/2006, n<sup>13</sup>=7) och år 2 (2006/2007, n=6), anges i g/kg ts där inget annat har angetts

Fodermedel	sintid		0-3 månader		> 3 månader	
	Blandfoder	Åkerböna	Ärt	Åkerböna	Ärt	
<b>År 1</b>						
Oms. energi <sup>1</sup> , MJ/kg ts	11,1±0,2	12,8±0,2	12,7±0,2	12,2±0,3	12,3±0,3	
Råprotein (Rp)	133±7	167±3	164±3	157±4	157±4	
NDF <sup>2</sup>	473±42	352±21	343±22	383±22	373±26	
AAT <sup>3</sup> , g/MJ	-	6,1±0,1	6,2±0,1	6,2±0,1	6,4±0,1	
PBV <sup>4</sup> , g/dag	-	904±80	887±82	574±114	597±126	
EPD <sup>5</sup> , % av Rp	-	78±1	78±1	78±1	78±1	
EFD <sup>6</sup> , % av NDF	-	51±1,2	52±1,2	52±1,2	52±1,3	
RDP <sup>7</sup> , % av ts	-	13,0±0,2	12,8±0,3	12,3±0,3	12,3±0,3	
RUP <sup>8</sup> , % av ts	-	3,7±0,1	3,6±0,1	3,4±0,1	3,4±0,1	
Stärkelse	76±56	182±25	200±21	166±29	177±25	
Råfett	21±1	65±3	63±3	50±5	49±6	
Vitamin E (IE/kg ts) <sup>9</sup>	70,4±29	61,5±17	59,3±18	63,1±21	61,3±20	
Vitamin A (IE/kg ts) <sup>10</sup>	16987±5068	10120±3262	10252±3308	12114±3888	11979±4022	
<b>År 2</b>						
Oms. energi <sup>1</sup> , MJ/kg ts	10,8±0,2	12,0±0,2	12,1±0,3	11,6±0,2	11,7±0,1	
Råprotein	129±8	176±4	174±2	158±8	159±7	
NDF	450±12	358±12	355±8	387±15	387±12	
AAT, g/MJ	-	6,6±0,1	6,5±0,2	7,0±0,1	6,5±0,1	
PBV, g/dag	-	1231±133	1234±114	708±202	743±140	
EPD, % av Rp	-	78±1	78±1	78±1	78±1	
EFD, % av NDF	-	50±0,9	51±1,0	50±1,0	51±1,0	
RDP, % av ts	-	13,7±0,3	13,6±0,2	12,4±0,6	12,4±0,5	
RUP, % av ts	-	3,8±0,1	3,8±0,1	3,4±0,2	3,4±0,1	
Stärkelse	83±6	152±7	141±6	137±7	121±4	
Råfett	26±3	47±3	36±2	40±4	47±13	
Vitamin E (IE/kg ts)	29,0±0,3	31,6±0,5	29,1±0,2	29,9±1,6	29,1±0,2	
Syntetiskt vitamin E <sup>11</sup> (IE/kg ts)	31,4±4,2	20,5±3,1	20,6±2,9	23,8±4,0	24,4±4,2	
Vitamin A (IE/kg ts)	7433±702	5077±482	5009±4596	5692±529	5860±653	
Syntetiskt vitamin A <sup>12</sup> (IE/kg ts)	4181±555	2728±414	2754±388	3177±533	3249±556	

<sup>1</sup>Oms. energi = omsättbar energi, beräknad från organiska substansens smältbarhet

<sup>2</sup>NDF = neutral detergent fiber

<sup>3</sup>AAT = aminosyror absorberade i tunntarmen

<sup>4</sup>PBV = proteinbalans i våmmen

<sup>5</sup>EPD = efficient protein degradability

<sup>6</sup>EFD = efficient fiber degradability

<sup>7</sup>RDP = rumen degradable protein (Rp\*EPD)

<sup>8</sup>RUP = rumen undegradable protein (Rp-RDP)

<sup>9</sup>IE Vitamin E beräknas som 1,49 x mg α-tokoferol från foder

<sup>10</sup>IE Vitamin A beräknas som 400 x mg β-karotin från foder

Mineralfodrets innehåll av syntetiska vitaminer var *all-rac-α*-tokoferyl-acetat<sup>11</sup> samt retinyl-acetat<sup>12</sup>

<sup>13</sup>n anger antal foderstater under försöksperioden

När foderanalyserna hade utförts beräknades foderstatens innehåll av α-tokoferol och β-karotin för respektive laktationsstadium i båda grupperna (Tabell 3). Det låga vitamininnehållet i ensilaget år 2 gav jämförbart vitamininnehåll i totalfoderstaten med år 1 trots att de syntetiska vitaminerna ingick andra året. Det syntetiska vitaminet bestod av *all-rac-α*-tokoferyl-acetat, retinyl-acetat samt cholecalciferol.

### ***Provtagning och analys av foder***

Vid skörden vägdes all grönfodermassa från respektive fält och analyserades m.a.p. torrsubstans, neutral detergent fibre (NDF), vomvätskelöslig organisk substans (VOS) och råprotein så att innehållet av omsättbar energi, AAT och PBV kunde skattas (värden ej visade) samt vitamininnehåll (Tabell 6).

Under hela försöket togs ensilageprov regelbundet varje vecka. Proven analyserades för torrsubstans och slogs sedan samman till ett prov per silo, som analyserades för övrigt näringsinnehåll (VOS, råprotein, NDF och mineraler; Tabell 4) och hygienisk kvalitet (pH, syror och ammoniak; Tabell 5). Omsättbar energi i MJ per kg ts samt AAT och PBV beräknades utifrån analyserna. Ensilageproverna slogs även samman till ett månadsprov vilka analyserades med avseende på vitamininnehåll (Tabell 6). Prover togs på spannmål, ärtpellets, åkerbönapellets och rapskaka en gång per vecka som sammanslogs till ett prov per parti för övrigt näringsinnehåll (även råfett analyserades i kraftfodermedlen, Tabell 4) och vitaminanalys (Tabell 7). Analyser och beräkningar av övrigt näringsinnehåll i grönfodermassa, ensilage och kraftfoder utfördes enligt beskrivningar i Johansson & Nadeau (2006).

Prov på bete togs tre dagar före ordinarie provmjölkning i den fälla som korna kom att beta i provmjölkningdagen. Proverna slogs ihop till ett betesprov för övrigt näringsinnehåll (Tabell 8) medan varje prov analyserades för vitamininnehåll (Tabell 9). Provet togs genom att följa en tänkt linje genom fällan, i form av ett W. Vid nio till tolv ställen togs prover på ett sätt som ska efterlikna kornas val av tuggor. Inom en tänkt cirkel på ca 3 m i diameter togs cirka 25 ”tuggor” (Frame, 1993). Om ett provtagningsställe bestod av något som korna troligen inte betar (t ex. ogräs) togs inget prov där.

Grönmasseprover, ensilageprover och betesprover frystorkades innan vitaminanalysen medan ärter, korn, rågvete och raps endast var frysta och maldes ner till mjöl. Varje foderprov delades upp på 2 analyser. På dessa provsvar beräknades sedan ett medelvärde som fick motsvara provets innehåll av vitaminer.

Av varje prov togs 2 gram som fördes över till rundkolvar. Till dessa tillsattes etanol, metanol, askorbinsyra samt kaliumhydroxid. Proverna försåpades vid 80°C i 30 minuter och i mörker. Under försåpningen spjälkar kaliumhydroxiden triglyceriderna till fria fettsyror samt eventuellt  $\alpha$ -tokoferyl acetat till  $\alpha$ -tokoferol och acetat. Sedan kylde proverna i kallt vatten och i mörker. Av försåpningsblandningen togs 4 ml ut och överfördes till kulturglas innehållande 2 ml vatten. Därefter extraherades alla prover med 5 ml heptan två gånger. Efter varje tillsättning av heptan centrifugerades proverna under 10 minuter i 3000 varv per minut. Sedan överfördes heptanfasen till vials för att analyseras med HPLC på vitamin E och  $\beta$ -karotin.

**Tabell 4.** Medelvärden och standardavvikelse för näringsvärden i fodret som användes i försöket under år 1 (2005/2006), ensilage n=6, korn n=1, rapskaka n=1, ärt/korn pellets n=1, åkerböna/korn pellets n=1; och år 2 (2006/2007), ensilage n=5, korn n=2, ärt/raps pellets n=2, åkerböna/raps pellets n=2

Fodermedel	Ts (%)	Energi (MJ/kg ts)	Råprotein (g/kg ts)	AAT <sup>1</sup> (g/kg ts)	PBV <sup>2</sup> (g/kg ts)	NDF <sup>3</sup> (g/kg ts)	Råfett (g/kg ts)
<b>År 1</b>							
Ensilage	26,6±3,7	10,9±0,4	143±11	65±1,1	24,3±14,3	525±40	2,0
Korn	84,9	13,4	104	93	-48	155	28
Rapskaka	91,8	18,1	244	72	135	205	295
Ärt/korn	87,3	13,9	189	97 <sup>4</sup>	54 <sup>4</sup>	130	46
Åkerböna/korn	86,6	14,0	197	79 <sup>4</sup>	124 <sup>4</sup>	171	51
<b>År 2</b>							
Ensilage	35±7,0	10,6±0,6	135±16	71±1,5	13±15,8	492±21	i.a.
Korn	85,3±0,3	13,4±0,4	135±20	88±2,8	-8±24	191±0	65,5±33,2
Ärt/raps	86,9±0,8	14,6±1,8	264±9	i.a.	i.a.	161±10	121±113,1
Åkerböna/raps	86,9±1,1	14,4±0,3	313±18	i.a.	i.a.	173±8	98±12,0

<sup>1</sup>AAT = aminosyror absorberade i tunntarmen

<sup>2</sup>PBV = proteinbalans i våmmen

<sup>3</sup>NDF = neutral detergent fibre

<sup>4</sup>i.a. = inte analyserad

**Tabell 5.** Hygienisk kvalitet i vallensilage år 1 (2005/2006, n = 6) samt år 2 (2006/2007, n=5), anges som % av ts där inget annat har angetts

	År 1	År 2
pH	4,1±0,2	4,1±0,3
Mjölksyra	7,7±3,6	9,0±4,5
Ättiksyra	2,5±1,0	2,5±1,0
Propionsyra	0,2±0,1	0,4±0,1
Smörsyra	0,06±0,05	0,08±0,13
NH <sub>4</sub> -N <sup>1</sup>	5,9±2,0	7,6±1,9

<sup>1</sup>NH<sub>4</sub>-N = Ammoniumkväve (% av totalkväve).



**Tabell 6.** Vitamininnehåll i grönmassa och ensilage 2005-2007

Fodermedel	$\alpha$ -tokoferol mg/kg ts foder	IE E-vit <sup>1</sup> per kg ts foder	$\beta$ -karotin mg/kg ts foder	IE A-vit <sup>2</sup> per kg ts foder
<b>Sommar 2005</b>				
Grönmassa,silo 1, skörd 2	29,7	44	30,8	12 306
Grönmassa, silo 2, skörd 1	37,6	56	35,6	14 241
Grönmassa silo 3, skörd 1	26,4	39	25,0	10 016
<b>År 1</b>				
Ensilage okt	66,5	99,1	63,7	25 483
Ensilage nov	69,1	103,0	63,8	25 503
Ensilage dec	66,6	99,2	64,9	25 963
Ensilage jan	81,3	121,1	76,0	30 406
Ensilage feb	73,2	109,1	65,8	26 321
Ensilage mars	66,6	99,2	60,0	24 014
Ensilage april	45,1	67,2	53,5	21 395
Ensilage maj	75,7	112,7	58,5	23 392
Ensilage juni	72,8	108,4	51,7	20 664
Ensilage juli	78,1	116,3	53,8	21 505
Ensilage augusti	15,4	23,0	23,6	9 450
Rundbal	53,9	80,3	50,2	20 091
Rundbal, torrt och grovt	7,7	11,4	7,4	2 974
<b>Sommar 2006</b>				
Grönmassa, silo 2, skörd 1	19,9	29,6	25,4	10 157
Grönmassa silo 3, skörd 1	28,0	41,7	33,8	13 527
<b>År 2</b>				
Ensilage dec	24,3	36,2	27,0	10 787
Ensilage jan	20,2	30,0	23,5	9 386
Ensilage feb	19,8	29,4	23,1	9 249
Ensilage mars	28,0	41,7	26,5	10 582
Ensilage april	20,9	31,1	19,4	7 778
Ensilage juni-juli	24,1	36,0	10,9	4 346
Rundbal juni-juli	15,9	23,7	18,1	7 238
Ensilage aug-sept + nov	16,7	24,8	20,5	8 204
Rundbal aug-sept + nov	25,1	37,4	17,2	6 874

<sup>1</sup>IE Vitamin E beräknas som 1,49 x mg  $\alpha$ -tokoferol från foder

<sup>2</sup>IE Vitamin A beräknas som 400 x mg  $\beta$ -karotin från foder

**Tabell 7.** Vitamininnehåll i kraftfodermedel använt i försöket år 1 (2005/2006) korn n=1; rapskaka n=3; åkerböna/korn, n=2; ärt/korn n=2 och år 2 (2006/2007) korn, n=2; åkerböna/korn n=3 ärt/korn, n=3

Foder	$\alpha$ -tokoferol mg/kg ts foder	$\beta$ -karotin mg/kg ts foder
<b>År 1</b>		
Korn	29,0	0
Rapskaka	75,0±13,6	0,7±0,1
Åkerböna/korn	12,2±1,3	0,1±0,1
Ärt/korn	5,5±3,4	0
<b>År 2</b>		
Korn	7,6±2,1	0,05±0,05
Åkerböna/raps	31,0±10,0	1,5±2,0
Ärt/raps	19,7±9,8	0,2±0,1

**Tabell 8.** Näringsvärden i sammanslaget bete sommaren 2006 (År 1) och sommaren 2007 (År 2)

Fodermedel	Ts (%)	Energi (MJ/kg ts)	Råprotein (g/kg ts)	AAT <sup>1</sup> (g/kg ts)	PBV <sup>2</sup> (g/kg ts)	NDF <sup>3</sup> (g/kg ts)
Bete År 1	18	11,2	166	72	42	396
Bete År 2	17	11,4	155	73	30	507

<sup>1</sup>AAT = aminosyror absorberade i tunntarmen

<sup>2</sup>PBV = proteinbalans i våmmen

<sup>3</sup>NDF = neutral detergent fibre

**Tabell 9.** Vitamininnehåll i bete sommaren 2006 (År 1) och 2007 (År 2)

Foder	$\alpha$ -tokoferol (mg/kg ts foder)	IE E-vit <sup>1</sup> (per kg ts foder)	$\beta$ -karotin (mg/kg ts foder)	IE A-vit <sup>2</sup> (per kg ts foder)
<b>År 1</b>				
Bete maj	49,9	74,3	99,4	39 768
Bete juni	21,7	32,4	74,0	29 605
Bete augusti	18,0	26,7	45,1	18 038
Bete september	29,5	43,9	67,6	27 029
<b>År 2</b>				
Bete maj	34,0	50,6	84,9	33 950
Bete juni	26,8	39,9	58,8	23 502
Bete september	29,8	44,4	71,0	28 403

<sup>1</sup>IE Vitamin E beräknas som 1,49 x mg  $\alpha$ -tokoferol från foder

<sup>2</sup>IE Vitamin A beräknas som 400 x mg  $\beta$ -karotin från foder

Betet på Tingvall innehöll låga värden av  $\alpha$ -tokoferol och  $\beta$ -karotin. Svenska fodermedelstabellen anger att bete innehåller omkring 129 mg  $\alpha$ -tokoferol per kg ts respektive 300 mg  $\beta$ -karotin per kg ts (Tabell 9; Spörndly, 2003).

#### **Provtagningar, analyser och registreringar hos kor**

Alla kor provmjölkades var 14:e dag under de tre första laktationsmånaderna, därefter en gång i månaden. Mjölkavkastningen mättes med recorderbehållare och mjölken analyserades med avseende på fett, protein, urea och celltal.

Fyra blodprov för analys av vitaminer togs per ko och laktation, proverna togs från svansvenen. Första provet togs ca tre veckor innan beräknad kalvning, då korna flyttats till respektive ko-grupp och började äta av mix-blandningen. Kalvningsprov togs inom 24 timmar efter kalvning. Sedan togs prov under tidig (3-4 veckor efter kalvning) och senare (laktationsmånad 5-7) laktation. Till blodproven användes 10 ml vacuainerrör med heparin så att blodet ej kunde koagulera. Efter varje provtagning centrifugerades provet vid 3000 varv i 15 minuter så att plasman separerades och kunde pipetteras ner i plasmarör. Plasman frystes sedan ner i cirka -20°C i väntan på vitaminanalys.

Prover för analys av vitaminer togs från råmjölken direkt efter kalvning, ca fyra dagar efter kalvning och vid morgonmjölkningen samma dag som blodproven i tidig och senare laktation togs. Mjölksproven samlades i rör från recorderbehållare och frystes ner (-20 °C) i väntan på vitaminanalys.

Alla blod- och mjölkprover värmdes upp till 40°C i vattenbad. För analys av  $\alpha$ -tokoferol och  $\beta$ -karotin behövdes 500  $\mu$ l plasma samt 1 ml mjölk som överfördes till kulturglas. Därefter tillsattes etanol, metanol, askorbinsyra, kaliumhydroxid samt vatten. Proverna försåpades under 20 minuter i 80°C vattenbad. Under försåpningen spjälkar kaliumhydroxiden triglyceriderna till fria fettsyror. Sedan avkyldes proverna i kallt vatten i mörker för att därefter extraheras med 5 ml heptan (2 x 5 ml för mjölkprover). Efter varje tillsättning av heptan centrifugerades proverna under 10 minuter i 3000 varv per minut. Ju gulare heptanfas desto mer  $\beta$ -karotin innehöll blodet respektive mjölken (tydligast i råmjölken), vilket är ett tecken på att korna fått i sig mycket grönfoder. Heptanfasen fördes sedan över till mindre glas, vials för att analyseras på  $\beta$ -karotin och  $\alpha$ -tokoferol med HPLC.

### ***Analyslaboratorier***

Alla analyser för övrigt näringsinnehåll utfördes hos Eurofins Laboratorium AB, Lidköping förutom analys av VOS, som genomfördes hos Kungsängens forskningslaboratorium, SLU. Samtliga vitaminanalyser utfördes på Foulums forskningscenter, Danmarks Jordbruksforskning. Analyser av mjölksammansättning utfördes av Eurofins Steins Laboratorium AB Jönköping.

### ***Övriga registreringar***

En gång i månaden vägdes och hullbedömdes korna enligt en 5-gradig skala, där "1" är mycket mager och "5" är mycket fet (Edmonson et al., 1989). Vägning och hullbedömning utfördes av samma person under hela försöket. Alla veterinärbesök noterades kontinuerligt. Fruktsamhet följdes via antal semineringar per dräktighet, antal dagar från kalvning till 1:a insemination, antal dagar från kalvning till sista insemination samt kalvningsintervall. Eftersom det var svårt att separera inseminerade kor från tjurbetäckta kor år 1 analyserades då endast kalvningsintervallet.

### ***Statistik och övrig databehandling***

Data från år 1 (2005/06) och år 2 (2006/07) i försöket analyserades separat. Data för mjölkproduktion samt vitamininnehåll i plasma och mjölk bearbetades statistiskt med variansanalys genom att använda Proc Mixed Model i SAS (2001). Den statistiska modellen inkluderade proteinbehandling, vitaminbehandling samt interaktionen mellan vitaminbehandling och proteinbehandling. Block angavs som slumpmässig faktor. Mjölktillagningsdata samt vikt- och hulldata för laktationsmånaderna 1-3 och >3 månader bearbetades statistiskt med samma modell som ovan, dock användes laktationsgrupp (förstakalvare eller äldre kor) som kovariat. För att nå normalfördelning transformerades data för celltal med den naturliga logaritmen.

För varje behandlingsgrupp och år sammanställdes antalet kor som behandlats för mastit respektive övriga sjukdomar och frekvenser beräknades. Data bearbetades statistiskt med hjälp av Fischer's exact test. Fertilitetsdatan bearbetades statistiskt med hjälp av Wilcoxon two-sample test. Inga statistiska skillnader mellan grupperna hittades och därför redovisas fertilitet endast som medelvärden med standardavvikelser.

Ett fåtal samspel mellan protein och vitamin behandlingarna fanns, men bara i produktionsdatan och eftersom vi tror att dessa samspel är slumpmässiga effekter har vi valt att bara redovisa huvudeffekt av proteinfoderbehandlingar i genomsnitt över

vitaminbehandlingar och huvudeffekt av vitaminbehandlingar i genomsnitt över proteinbehandling. Foderstater innehållande ärter (Ä) jämförs med åkerböna (Å) och foderstater med naturligt vitamin (MV) jämförs med utan naturligt vitamin (UV).

Resultat med ett  $P$ -värde mindre än 0,05 betraktades som signifikant och med ett  $P$ -värde  $0,05 < P < 0,10$  som tendens till signifikans.

## **Resultat**

### ***Mjölkvkastning och mjölksammansättning***

Under de första tre laktationsmånaderna första året fann vi inga skillnader mellan kor som utfodrades med åkerböna (Å) eller kor som utfodrades med ärter (Ä, Tabell 10). I senare laktation hade Å-kor en högre ureahalt och en tendens till högre fetthalt i mjölken jämfört med Ä-kor. Andra året hade Å-kor en lägre mjölkvkastning men en högre fetthalt i mjölken än Ä-kor i tidig laktation. Därmed blev det inte någon skillnad i kg ECM. Den högre fetthalten hos Å-kor bestod även i sen laktation. Å-kor hade en högre ureahalt i mjölken jämfört med Ä-kor under hela laktationen (Tabell 10).

Under första året fanns det inga skillnader mellan vitaminbehandlingarna med tillskott av RRR- $\alpha$ -tokoferyl acetat (MV) eller utan (UV) vitamintillskott med avseende på mjölkvkastning och mjölksammansättning (Tabell 11). Under andra året hade UV-kor en högre mjölkvkastning under hela laktationen och högre ureahalt i mjölken än MV-kor i tidig laktation men MV-kor hade en högre fetthalt i mjölken jämfört med UV-kor i tidig laktation (Tabell 11).

### ***Vikt och hull***

Det fanns inga skillnader i vikt och hull mellan kor som fått Å jämfört med kor som fått Ä (Tabell 10). Inga andra skillnader i vikt och hull fanns heller mellan vitaminbehandlingarna med undantag av att UV-kor hade högre hullpoäng än MV-kor i tidig laktation under första året (Tabell 11).

**Tabell 10.** Medelvärden av mjölkavkastning, fett- protein- och ureahalt i mjölken samt hullpoäng och vikt för kor utfodrade med åkerböna (Å) eller ärt(Ä) vid två olika laktationsstadier: 0-3 samt senare än 3 månader efter kalvning, första laktationen 2005/2006 (år 1, n=22) och andra laktationen 2006/2007 (år 2, n=16)

	0-3 månader				>3 månader			
	Å	Ä	SEM	P	Å	Ä	SEM	P
<b>År 1</b>								
Mjök (kg)	39,1	39,8	1,02	0,633	31,2	31,6	0,76	0,745
ECM (kg)	37,9	38,1	0,91	0,863	30,4	29,9	0,63	0,549
Fetthalt (%)	4,00	3,87	0,09	0,297	3,98	3,77	0,09	0,077
Proteinhalt (%)	3,13	3,12	0,04	0,987	3,25	3,20	0,05	0,350
Urea i mjök (mmol/l)	4,26	3,93	0,20	0,165	5,1	4,6	0,22	0,016
Hullpoäng <sup>1</sup>	3,1	3,2	0,09	0,424	3,0	3,1	0,12	0,399
Vikt (kg)	628	614	11,8	0,418	609	625	11,6	0,294
<b>År 2</b>								
Mjök (kg)	40,3	42,7	1,02	0,007	30,7	33,3	1,21	0,136
ECM (kg)	39,4	40,4	1,11	0,216	30,7	31,6	1,12	0,575
Fetthalt (%)	4,03	3,78	0,09	0,005	4,18	3,83	0,10	0,004
Proteinhalt (%)	3,19	3,14	0,04	0,149	3,28	3,23	0,05	0,409
Urea i mjök (mmol/l)	5,7	5,3	0,18	0,007	5,5	5,1	0,20	0,037
Hullpoäng <sup>1</sup>	3,53	3,41	0,12	0,475	3,13	2,97	0,13	0,162
Vikt (kg)	644	639	14,1	0,781	613	614	11,1	0,884

<sup>1</sup>Enlig en skala från 1 till 5 (Edmonson et al., 1989).

**Tabell 11.** Medelvärden av mjölkavkastning, fett- protein- och ureahalt i mjölken samt hullpoäng och vikt för kor utfodrade med naturligt vitamintillskott (MV) eller utan naturligt vitamintillskott (UV) vid två olika laktationsstadier: 0-3 samt senare än 3 månader efter kalvning, första laktationen 2005/2006 (år 1, n=22) och andra laktationen 2006/2007 (år 2, n=16)

	0-3 månader				>3 månader			
	MV	UV	SEM	P	MV	UV	SEM	P
<b>År 1</b>								
Mjölk (kg)	39,0	39,9	1,02	0,507	31,0	31,8	0,76	0,492
ECM (kg)	37,5	38,5	0,91	0,478	29,8	30,5	0,63	0,443
Fetthalt (%)	3,96	3,92	0,09	0,780	3,88	3,87	0,09	0,925
Proteinhalt (%)	3,12	3,14	0,04	0,618	3,24	3,21	0,05	0,550
Urea i mjölk (mmol/l)	4,1	4,1	0,20	0,903	5,0	4,7	0,22	0,305
Hullpoäng <sup>1</sup>	3,0	3,3	0,09	0,023	3,0	3,2	0,12	0,155
Vikt (kg)	614	629	11,9	0,353	605	629	11,6	0,146
<b>År 2</b>								
Mjölk (kg)	39,9	43,1	1,02	<0,001	30,2	33,8	1,21	0,040
ECM (kg)	39,1	40,8	1,10	0,032	29,8	32,6	1,12	0,102
Fetthalt (%)	4,01	3,80	0,09	0,015	4,10	3,91	0,10	0,102
Proteinhalt (%)	3,17	3,16	0,04	0,794	3,29	3,23	0,05	0,308
Urea i mjölk (mmol/l)	5,3	5,8	0,18	0,004	5,3	5,3	0,20	0,989
Hullpoäng <sup>1</sup>	3,4	3,5	0,12	0,649	3,0	3,0	0,12	0,114
Vikt (kg)	643	639	14,1	0,859	613	613	10,9	0,996

<sup>1</sup>Enlig en skala från 1 till 5 (Edmonson et al., 1989).

### **Vitaminer i blod och mjölk**

Första året tenderade kor med tillskott av vitamin E att ha en högre koncentration av  $\alpha$ -tokoferol i blodplasman vid kalvning än kor som inte fått tillskott (Tabell 12). Däremot var nivån av  $\beta$ -karotin lägre i blodet hos MV-kor än hos UV-kor vid kalvning och nivån av retinol tenderade att vara lägre hos MV-kor än UV-kor. Tre veckor efter kalvning hade MV-kor en högre nivå av  $\alpha$ -tokoferol i blodet än UV-kor (Tabell 12). Det fanns dock inga skillnader mellan behandlingarna i vitamininnehåll i mjölk år 1 (Tabell 13).

Andra året fanns åter igen en skillnad i vitamininnehåll i blod ( $P=0,05$ ) tre veckor efter kalvning, då MV-kor hade högre nivå av  $\alpha$ -tokoferol än UV-kor (Tabell 12). På samma sätt tenderade MV-kor att ha högre nivåer av  $\alpha$ -tokoferol tre veckor före kalvning och vid kalvning. En tendens fanns även till att retinol var lägre hos MV-kor än hos UV-kor tre veckor efter kalvning. Fler skillnader fanns i vitamininnehåll i mjölken då MV-kor hade högre nivåer av både  $\alpha$ -tokoferol och  $\beta$ -karotin i råmjölken och fyra dagar efter kalvning än UV-kor. I provet taget fyra dagar efter kalvning fanns även samma skillnad i retinol (Tabell 13). Den högre nivån av  $\alpha$ -tokoferol hos MV-kor fanns även tre veckor efter kalvning och nivån av  $\beta$ -karotin tenderade då att vara högre hos MV-kor än hos UV-kor.

**Tabell 12.** Innehåll av vitaminer i blodplasma (mg/l) 3 veckor före (v. f.) kalvning, vid kalvning, 3-4 veckor efter (v. e.) kalvning och i mittlaktation (Laktmån. 5-7) för behandlingarna utan vitamin (UV) och med vitamin (MV) för år 1 (2005/2006, n=22) och år 2 (2006/2007, n=16)

Blodparameter	3 v. f. kalvning		SEM	P	Vid kalvning <sup>1</sup>				3-4 v. e. kalvning				Laktmån. 5-7			
	UV	MV			UV	MV	SEM	P	UV	MV	SEM	P	UV	MV	SEM	P
<b>År 1</b>																
α-tokoferol	2,55	2,59	0,28	NS	1,71	2,02	0,19	0,064	3,61	4,85	0,47	0,027	7,50	6,94	0,42	NS
β-karotin	3,91	3,74	0,63	NS	3,46	2,34	0,37	0,013	2,83	3,06	0,41	NS	11,61	10,88	0,66	NS
Retinol	0,21	0,22	0,02	NS	0,14	0,12	0,01	0,081	0,25	0,23	0,02	NS	0,33	0,31	0,02	NS
<b>År 2</b>																
α-tokoferol	2,82	3,25	0,16	0,066	2,06	2,76	0,27	0,080	4,45	5,43	0,34	0,047	7,43	6,84	0,48	NS
β-karotin	4,84	5,46	0,36	NS	3,52	3,75	0,33	NS	4,18	4,56	0,28	NS	11,19	9,75	0,65	NS
Retinol	0,30	0,29	0,02	NS	0,18	0,16	0,01	NS	0,33	0,28	0,02	0,062	0,35	0,33	0,02	NS

<sup>1</sup>Inom 24 timmar efter kalvning, SEM medelvårdets standard error; NS inte signifikant

**Tabell 13.** Innehåll av vitaminer i mjölk (mg/l) direkt efter (e.) kalvning (råmjölk), 4 dagar efter (d. e.) kalvning, 3-4 veckor efter (v. e.) kalvning och i mittlaktation (Laktmånad 5-7) för behandlingarna utan vitamin (UV) och med vitamin (MV) för år 1 (2005/2006, n=22) och år 2 (2006/2007, n=16)

Mjöltparameter	Direkt e. kalvning		SEM	P	4 d. e. kalvning				3-4 v. e. kalvning				Laktmån. 5-7			
	UV	MV			UV	MV	SEM	P	UV	MV	SEM	P	UV	MV	SEM	P
<b>År 1</b>																
α-tokoferol	7,58	9,20	1,05	NS	1,72	1,95	0,26	NS	0,97	1,22	0,17	NS	1,80	1,87	0,10	NS
β-karotin	3,13	2,86	0,36	NS	0,52	0,51	0,10	NS	0,16	0,17	0,04	NS	0,21	0,22	0,02	NS
Retinol	3,54	4,09	0,80	NS	0,70	0,63	0,10	NS	0,31	0,32	0,04	NS	0,36	0,38	0,02	NS
<b>År 2</b>																
α-tokoferol	7,16	11,50	1,58	0,041	0,73	2,24	0,29	0,001	0,32	0,90	0,13	0,001	0,75	0,78	0,07	NS
β-karotin	1,92	2,86	0,28	0,018	0,18	0,40	0,08	0,023	0,10	0,14	0,02	0,082	0,16	0,19	0,01	NS
Retinol	2,77	3,89	0,57	NS	0,50	0,79	0,08	0,024	0,35	0,36	0,05	NS	0,38	0,34	0,03	NS

SEM medelvårdets standard error; NS inte signifikant

### **Fruksamhet och hälsa**

Varken protein eller vitaminbehandling hade någon effekt på frukksamhet (Tabell 14 och 15) eller hälsa. Under första året behandlades (5 av 22 Å-kor samt 7 av 22 Ä-kor för klinisk mastit ( $P=0,50$ ) och totalt behandlades 12 av de 22 korna i båda grupperna ( $P=1,00$ ). Av korna med olika vitaminbehandlingar hade 6 av 22 kor i både MV- och UV- gruppen klinisk mastit ( $P=0,63$ ) och den totala sjukdomsförekomsten var 12 av 22 kor i båda behandlingarna ( $P=0,62$ ).

Andra året behandlades ingen av Å-korna, medan 3 av Ä-korna behandlades för klinisk mastit ( $P=0,23$ ), och det totala antalet behandlade kor var 3 av Å-korna samt 6 av Ä-korna ( $P=0,46$ ). I vitamingrouperna behandlades 1 av 16 MV-kor respektive 2 av 16 UV-kor mot mastit ( $P=0,50$ ) och den totala sjukdomsförekomsten var 3 respektive 6 av 16 MV-kor respektive 16 UV-kor ( $P=0,22$ ).

**Tabell 14.** Fruksamhetsdata för kor utfodrade med åkerböna (Ä) eller ärter (Å) under år 1 (2005/2006) och år 2 (2006/2007), anges som medelvärde och standardavvikelse

	År 1		År 2	
	Å	Ä	Å	Ä
Kalvningsintervall, månader	12,6±1,3	13,2±1,4	12,4±1,3	14,2±4,9
Kalvning – 1:a insemination	-	-	75±18	67±16
Kalvning – sista insemination	-	-	102±46	153±158
Antal inseminationer/dräktighet	-	-	1,7±1,1	2,3±1,8

**Tabell 15.** Fruksamhetsdata för kor utfodrade med vitamin (MV) eller utan vitamin (UV) under år 1 (2005/2006) och år 2 (2006/2007), anges som medelvärde och standardavvikelse

	År 1		År 2	
	MV	UV	MV	UV
Kalvningsintervall, månader	13,2±1,5	12,7±1,2	13,6±4,2	13,0±3,2
Kalvning – 1:a insemination	-	-	73±21	71±15
Kalvning – sista insemination	-	-	134±122	116 ±101
Antal inseminationer/dräktighet	-	-	2,1±1,8	1,8±1,1

Kor som fått ärter hade ett högre celltal i mjölken jämfört med kor som fått åkerböna i tidig laktation år 1 (Tabell 16). Det fanns dock inga övriga skillnader i celltal i mjölken mellan de olika behandlingarna något av åren (Tabell 16-17).



**Tabell 16.** Celltal i mjölk för kor utfodrade med åkerböna (Å) eller ärter (Ä) under år 1 (2005/2006, n=22) och år 2 (2006/2007, n=16), anges som medelvärde x 1000 celler/ml samt log-transformerat medelvärde

	0-3 månader				>3 månader			
	Å	Ä	SEM	P	Å	Ä	SEM	P
<b>År 1</b>								
Ologaritmerat medelvärde	150	260	61,6	0,179	157	275	69,4	0,139
Logaritmerat medelvärde	4,26	4,61	0,13	0,007	4,42	4,69	0,15	0,195
<b>År 2</b>								
Ologaritmerat medelvärde	245	327	100	0,336	224	344	108	0,334
Logaritmerat medelvärde	4,56	4,55	0,24	0,971	4,59	4,75	0,29	0,630

**Tabell 17.** Celltal i mjölk för kor utfodrade med vitamin (MV) eller utan vitamin (UV) under år 1 (2005/2006, n=22) och år 2 (2006/2007, n=16), anges som medelvärde x 1000 celler/ml samt log-transformerat medelvärde

	0-3 månader				>3 månader			
	MV	UV	SEM	P	MV	UV	SEM	P
<b>År 1</b>								
Ologaritmerat medelvärde	238	172	61,8	0,420	256	177	69,6	0,320
Logaritmerat medelvärde	4,51	4,35	0,16	0,483	4,68	4,43	0,16	0,238
<b>År 2</b>								
Ologaritmerat medelvärde	343	228	55,1	0,174	347	221	108	0,309
Logaritmerat medelvärde	4,77	4,29	0,30	0,260	4,85	4,49	0,29	0,298

## Diskussion

### *Mjölproduktion, hälsa och fertilitet*

#### Proteinfodermedel

Andra året hade kor som utfodrades med ärt en högre mjölkavkastning (kg mjölk) i tidig laktation än kor som fick åkerböna, men Ä-kor hade även en lägre fetthalt i mjölken så det fanns inga skillnader i kg ECM. Den lägre fetthalten hos Ä-kor jämfört med Å-kor fann vi redan i sen laktation (tendens) år 1 och den höll i sig under hela laktationen år 2. Ureahalten i mjölken var högre hos Å-kor än hos Ä-kor på samma sätt som fetthalten, dvs. från senare laktation år 1 och under hela laktationen år 2. Det kan vara en långtidseffekt av fodermedlet som vi ser, men alla kor var inte med i båda laktationerna så det är osäkert. Ureahalten i mjölk har visats korrelera positivt till t.ex. mängden råprotein och PBV i foderstaten (Gustafsson & Carlsson, 1993; Nousiainen et al., 2004). Foderstaterna i studien var dock väl balanserade mellan Å-kor och Ä-kor, t.ex. med avseende på rp, AAT, PBV, NDF och stärkelse, vilket gör det svårt att dra slutsatser om anledning till skillnaderna i ureahalt och fetthalt i mjölken. En samtidigt högre mjölproduktion och en lägre ureahalt i mjölken, som hos korna i tidig laktation andra året, har dock visats förut (Nadeau et al., 2007) och antyder att en

större andel av råproteinet har utnyttjats till mjölken. Eftersom det var en lägre åtgång av åkerbönor än av ärt bör en foderstat med åkerbönor, som gav ett liknande produktionsresultat som med ärter, ha gett ett mer ekonomiskt lönsamt resultat (under förutsättning att proteinfodermedlen är dyrare än spannmål).

Korna som ingick i Ä-gruppen hade ett högre celltal i tidig laktation under år 1 än korna som ingick i Å-gruppen. Det beror troligen mer på individuella skillnader än på proteinfodermedlet. Det fanns inte några andra skillnader mellan grupperna vad gäller hull, vikt, hälsa eller fertilitet.

### Vitamintillskott

Vi fann en skillnad mellan vitaminbehandlingarna i mjölkavkastning och fetthalt andra året då MV-korna hade högre fetthalt i tidig laktation men lägre mjölkavkastning än UV-korna, till skillnad mot andra studier som funnit högre fetthalt hos kor som inte fått tillskott av vitamin E jämfört med kor som fått ett tillskott (Schingoethe et al., 1979; Weiss et al., 1990b). Flera andra studier har inte funnit någon påverkan alls på mjölksammansättning av vitamin E (Baldi et al., 2000; Politis et al., 2004; Persson Waller et al., 2007). Med tanke på dessa studier samt att vi har ett relativt lågt antal kor kan vi inte hävda att våra resultat beror på vitamintillskottet utan kan ha andra orsaker. Foderstater innehållande fettrika fodermedel som raps och lin kan minska mjölkfettets oxidativa stabilitet, dock motverkar ett tillskott av 9616 IE syntetiskt vitamin E oxidationssmak (Focant et al., 1998) medan 600 IE syntetiskt vitamin E inte verkar påverka mjölkens smak (Danielsson et al., 2007) jämfört med mjölk från kor som inte fått syntetiskt vitamin.

Det fanns inga skillnader i fruktsamhet mellan behandlingarna i vår studie vilket stämmer med resultat från andra försök (Persson Waller et al., 2007; Horn et al., 2010). Baldi och medförfattare (2000) fann dock att kor som fått ett tillskott på 2000 IE  $\alpha$ -tokoferol hade färre inseminationer och färre dagar till insemination än kor som fått ett tillskott på 1000 IE  $\alpha$ -tokoferol. Campbell och Miller (1998) fann att dagar till första observerade brunst och första insemination minskade när kvigor fått tillskott av 1000 IE  $\alpha$ -tokoferol jämfört med kontrollkor. Det fanns heller inga skillnader i cellhalt i mjölken eller frekvenser av mastit och övriga sjukdomar i vår undersökning. Flera studier har tidigare undersökt om tillskott av  $\alpha$ -tokoferol ger en förbättrad juverhälsa, men resultaten är inte samstämmiga (Batra et al., 1992; Weiss et al., 1997; Politis et al., 2004; Bouwstra et al., 2010). Persson Waller et al. (2007) fann ingen minskad mastitfrekvens eller reducerat celltal i mjölken hos kor utfodrade med ett tillskott på 2400 IE RRR- $\alpha$ -tokoferyl acetat.

### ***Vitaminer i blodplasma, mjölk och foder***

#### Blodplasma

Korna i MV-gruppen hade båda åren högre nivåer av  $\alpha$ -tokoferol i blodplasman både vid kalvningen (tendens) och tre veckor efter kalvning. Trots det så medförde inte tillskottet av naturligt vitamin att nivåerna vid kalvningen höjdes över den rekommenderade gränsen på 3-4 mg/l plasma (Jukola et al., 1996; Weiss et al., 1997). Däremot hade alla kor nivåer över 3 mg/l plasma tre veckor efter kalvningen. Dock hade inga kor vid något tillfälle lägre nivå än 0,5 mg/l plasma, vilket anses som direkt brist (McDowell et al., 1996). Formen av E-vitamin, naturligt (RRR- $\alpha$ -tokoferyl-acetat)

eller syntetiskt (*all-rac- $\alpha$ -tokoferyl-acetat*) har betydelse för tillskottets effekt där det naturliga anses ha högre biologisk aktivitet (Jensen, 2003a; Meglia et al., 2006). Tidigare studier med ett tillskott av syntetiskt vitamin (SV) visade däremot att en giva på 4000 IE E-vitamin (Weiss et al., 1997) eller 3000 IE E-vitamin (Bouwstra et al., 2008) behövdes för att behålla koncentrationen vid kalvning och att 600-1000 IE E-vitamin var för lite (Weiss et al., 1997; Johansson et al., 2007). Trots att vi gav naturligt vitamin (NV) räckte alltså inte 2400 IE Vitamin E till att upprätthålla nivåerna vid kalvning vilket inte heller 1000 IE NV gjorde i studier av Meglia et al. (2006). Alla kor i försöket visade en sänkt nivå av  $\alpha$ -tokoferol vid kalvningen jämfört med före och efter kalvning, i överensstämmelse med tidigare studier (Pinotti et al., 2008; Weiss et al., 1990a). Minskningen från provet tre veckor innan kalvning till kalvning var dock störst hos UV-korna (33 resp. 22 %) jämfört med MV-korna (27 resp. 15 %) år 1 respektive år 2.

Vi hade inte förväntat oss några skillnader mellan behandlingarna i provet som togs 3 veckor före kalvning eftersom det var då tillskottet började utfodras, dock fanns en tendens till skillnad i  $\alpha$ -tokoferol andra året. Det kan vara en långtidseffekt som visar sig andra året men eftersom det inte var exakt samma djurmaterial båda åren är det svårt att slå fast.

Koncentrationen av  $\beta$ -karotin i blodplasman var högre än den rekommenderade nivån på 3 mg/l (Jukola et al., 1996) hos alla kor utom för MV-korna vid kalvning och hos UV-korna tre veckor efter kalvning första året. Vad som påverkade nedgången från kalvning till tre veckor efter kalvning är svårt att veta. Nivån av  $\beta$ -karotin i blodplasma var högre hos UV-korna än hos MV-korna vid kalvningen år 1, vilket vi heller inte kan förklara. Utöver det fanns inga signifikanta skillnader i  $\beta$ -karotin mellan de båda vitaminbehandlingarna. Nivån av retinol vid kalvningen var endast 33 % resp. 43 % (år 1 resp. år 2) av Jukola och medförfattarnas (1996) rekommendation på 0,4 mg/l och resultat från Weiss (1998) där korna fått tillskott enligt NRC's (2001) rekommendationer. Chawla och Kaur (2004) rapporterade ändå högre retinolkoncentrationer i plasma vilket kan indikera att även tillskott av vitamin A behövs runt kalvningen. Koncentrationen av retinol tenderade att vara högre hos UV-kor både vid kalvningen år 1 och tre veckor efter kalvningen år 2. Dessa tendenser kan vara slumpmässiga, men effekten av tillskott av E-vitamin på nivåer av  $\beta$ -karotin och retinol är inte helt kända. Weiss et al. (1994b) visade en negativ påverkan av  $\alpha$ -tokoferol på  $\beta$ -karotin om korna inte fått tillskott av fett, men en positiv inverkan då de samtidigt fått 200 g fett. I vår studie fick korna runt 5 % fett i totalfoderstaten, vilket anges som maximalt om vommens mikroorganismer ska ha en normal funktion (Wiktorsson, 1988).

### Mjölk

Första årets vitaminnivåer i mjölken gav inga signifikanta skillnader mellan behandlingarna för något av vitaminerna. Andra året var koncentrationerna av  $\alpha$ -tokoferol i mjölken högre hos MV-korna i råmjölken, fyra dagar efter kalvningen samt tre veckor efter kalvningen. Flera studier har visat förhöjt E-vitamininnehåll i mjölk efter ett tillskott på både NV och SV (Schingoethe et al., 1979; Weiss et al., 1990b; Weiss et al., 1997). En studie fann dock att SV inte påverkar koncentrationen av E-vitamin i mjölk (Slots et al., 2007). Det är viktigt för kalven att råmjölken innehåller höga nivåer av vitamin E eftersom den inte tillförs vitaminer via placentan

(Hidioglou et al., 1994, Weiss et al., 2009). Persson Waller et al. (2007) gav kor tillskott av RRR- $\alpha$ -tokoferyl acetat och fann att de fick färre dödfödda kalvar och kalvar som dog inom 24 timmar efter födseln jämför med kor som ej fått tillskott.

Andra året hade MV-korna högre nivåer av  $\beta$ -karotin i råmjölken, i mjölken samlad vid kalvning och även en tendens till högre nivå tre veckor efter kalvning jämfört med UV-korna. MV-korna hade även en högre nivå av retinol i mjölken än UV-korna 4 dagar efter kalvningen. Det är svårt att förklara skillnaderna mellan behandlingarna andra året då korna även fick ett tillskott av SV (A, D och E) vilket inte verkar ha påverkat innehållet av  $\beta$ -karotin och retinol i mjölken då de inte hade högre koncentrationer av retinol och karotin i mjölken andra året än första. Weiss et al. (1994) fann tvärt om att kor som fått tillskott av SV  $\alpha$ -tokoferol hade lägre nivå av  $\beta$ -karotin i råmjölken jämför med kor som ej fått tillskott.

I senare laktation fanns inga skillnader i vitaminnivåer mellan behandlingarna, varken i blodet eller i mjölken. Nivåerna i blodet var då betydligt högre än de rekommenderade lägstanivåerna. Detta stöder vår hypotes att det då inte finns något belägg för att ge ett tillskott av vitaminer i senare laktationsstadium.

#### Foder

Fodrets vitamininnehåll återspeglas i blodet samt i mjölkens sammansättning. Kor som är på bete har högre halter i mjölken än kor som får vallensilage. Lägst halter i mjölken finns hos kor som utfodras med majsensilage (Gregory, 1986). Resultat från ett danskt försök, som genomfördes på åtta mjölkfogårdar under 2001, visar att kornas E-vitamin ( $\alpha$ -tocopherol) status i blodet ökar kurvlinjärt med ökat intag av vitamin E från fodret medan  $\beta$ -karotinkoncentrationen i blodet ökar linjärt med ökat intag av vitaminet (Jensen, 2003b). Vitamininnehållet i betet i vår studie var mycket lägre än vad som anges vara normalt för bete (Spörndly, 2003). Detta medförde att vi inte kunde förvänta oss en större återhämtning i nivåer av vitamin A och E under betessäsongen, vilket normalt anses vara fallet (Schingoethe et al., 1978; Juhlin et al., 2010). Dessutom hade korna i denna studie delvis dispens från beteskravet och endast en mindre del av ensilaget ersattes med bete under betesperioden.

Det högre innehållet av naturliga vitaminer i ensilage år 1 jämfört med år 2 (Tabell 6) påverkade tillgången på vitaminer från fodret (Tabell 3) så att vitamininnehållet i fodret tillsammans med syntetiskt vitamin som tillsattes år 2 gav en jämförbar nivå av totalt tillgängliga vitaminer mellan åren. Då korna hade tillgång till dubbelt så mycket vitamin från ensilaget år 1 som år 2 är det troligt att detta lett till att vi inte såg någon effekt av det tillsatta NV på vitamininnehållet i mjölken år 1. Däremot hade NV-tillskottet en stor betydelse år 2 eftersom vitaminerna i SV-tillskottet har en lägre biologisk aktivitet än de naturligt förekommande vitaminerna i ensilaget. Flera studier har visat att innehållet av vitaminer i ensilage påverkas av ett flertal faktorer som klimat, botanisk sammansättning, mognadsstadium och skördetidpunkt samt ensileringssteknik (Ballet et al., 2000; Nadeau et al., 2004; Danielsson et al., 2008; Lindqvist, 2011) vilket gör det svårt att förutse vilket vitamininnehåll ensilaget kommer att ha.

## **Slutsatser**

Vi fann inga större skillnader i mjölkproduktion mellan de två behandlingarna med ärt och åkerböna som proteinfoder. Eftersom det gick åt mindre mängd åkerböna än ärt bör foderstaten med åkerböna vara mer ekonomiskt lönsam. Mjölken från Å-korna hade även en högre fetthalt vilket bidrar till en bättre lönsamhet. Ekologiska foderstater med en hög andel ensilage, fettriika oljeväxtprodukter samt närproducerade proteinfodermedel har en potential att hålla en tillräcklig koncentration av  $\alpha$ -tokoferol i blod och mjölk genom laktationen. Innehållet av vitaminer i ensilage varierar dock och det är svårt att förutse om man får en tillräckligt hög giva från fodret, framförallt runt kalvningen då behovet är som störst. Därför bör kor i ekologisk produktion ges en hög dos med naturligt vitamin E, samt vitamin A, under perioden runt kalvningen. Eftersom fodret till kor i ekologisk produktion ska vara av 100 % ekologiskt ursprung ökar troligen användandet av oljerika växter som proteinkraftfoder. Mängden omättade fettsyror i fodret kan påverka fettsyrabildningen i mjölken så att andelen omättade fettsyror blir hög. Då vitamin E är en antioxidant som förhindrar oxidation av omättade fettsyror är det ytterligare en anledning till att ge ett E-vitamintillskott till kor i ekologisk mjölkproduktion. Hög andel omättat fett och samtidig brist på  $\alpha$ -tokoferol och  $\beta$ -karotin ökar risken för att mjölken ska få oxidationssmak. Vitamin E skyddar också vitamin A och  $\beta$ -karotin mot oxidation.

## **Tillkännagivanden**

Studien finansierades av SLUs särskilda satsning på forskning inom ekologiskt lantbruk (EKOFORSK), vilket tacksamt tillkännages. Vi tackar även N-vet, Uppsala samt f.d. Lactamin, Lantmännen AB för generöst tillhandahållande av produkter samt Värmland AB och Spannfood agro AB för hjälp med foderberedning mm. För genomförandet av studiens praktiska del vill författarna tacka driftsledare Erik Hedlund, HushållningsSällskapet, samt Tingvalls nuvarande ägare Albert Kuiper samt försökstekniker Lars Johansson, SLU Skara. Författarna vill även tacka Dr. Jan-Eric Englund, SLU Alnarp, för statistisk rådgivning samt personalen vid Foulum, Danmark, för utförda analyser och handledning.

## **Publicering**

*Avhandling av Hanna Lindqvist* med preliminär titel ”Alpha-tocopherol and  $\beta$ -carotene of forages and their utilisation by dairy cows in organic production”. Disputation 13 april 2012.

## **Referee-granskade artiklar**

Lindqvist, H., Nadeau, E., Persson Waller, K., Jensen, S.K. och Johansson, B. 2011. Effects of RRR- $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation during the transition period on vitamin status in blood and milk of organic dairy cows during lactation. *Livestock Science*, 142, 155-163.

Manus till artikel om proteinfodermedel kommer att skrivas inom kort.

### **Konferensartiklar**

Lindqvist, H., Nadeau, E., Persson Waller, K., Jensen, S.K. och Johansson, B. 2011. Effects of RRR- $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation during the transition period on vitamin status in blood and milk of organic dairy cows during lactation. Proc. The 2<sup>nd</sup> Nordic Feed Science Conference, 15-16 June, Uppsala, Sweden. Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. Animal Nutrition Management. Report 277, 86-90.

### **Poster/Konferensabstract**

Lindqvist, H., Nadeau, E., Persson-Waller, K., Jensen, S.K., Johansson, B. 2010. Effects of RRR- $\alpha$ -tocopheryl acetate supplemented during the transition period on vitamin status in blood and milk of dairy cows. Poster till forskardag VH-fakulteten, SLU 2010.

### **Muntlig presentation**

Johansson, B., Danielsson, H., Nadeau, E., Jensen, S.K. & Persson Waller, K. 2007. Protein- och vitaminförsörjning till mjölkkor i ekologisk produktion. Abstract Ekokonferensen ”Mat i nytt klimat”, Norrköping, 19-21 november. Poster och föredrag.

Jordbruksverkets fortbildningsdagar för rådgivare, Sunnersta Herrgård, Uppsala, 2009.

Projektet är även presenterat på hemsidor, projektgruppsmöten mm.

### **Referenser**

- Baldi, A., Savoini, G., Pinotti, L., Monfardini, E., Cheli, F., & Dell'Orto, V. 2000. Effects of vitamin E and different energy sources on vitamin E status, milk quality and reproduction in transition cows. *Journal of Veterinary Medicine Series A-Physiology Pathology Clinical Medicine* 47(10):599-608.
- Ballet, N., Robert, J.C. & Williams, P.E.V. 2000. Vitamins in forages. In: Givens, D.J., Owens, E.J., Omed, H.M. (Eds.). Forage evaluation in ruminant nutrition. . CABI publishing. New York, pp. 399-431.
- Batra, T. R., Hidioglou, M., & Smith, M. W. 1992. Effect of Vitamin-E on Incidence of Mastitis in Dairy-Cattle. *Canadian Journal of Animal Science* 72(2):287-297.
- Bertics, S. J., Grummer, R. R., Cadorniga-Valino, C. & Stoddard, E. E. 1992. Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. *Journal of Dairy Science* 75: 1914-1922.
- Bertilsson, J., Emanuelsson, M. & Salomonsson, M. 2002. Bra foderstater på närproducerat foder. *Svensk Mjölks djurhälso- och utfodringskonferens*, 117-121.
- Bouwstra, R. J., Goselink, R.M.A., Dobbelaar, P., Nielen, M., Newbold, J. R. & van Werven, T. 2008. The relationship between oxidative damage and vitamin E concentration in blood, milk, and liver tissue from vitamin E supplemented and nonsupplemented periparturient heifers. *Journal of Dairy Science* 91(3):977-987.
- Bouwstra, R.J., Nielen, M., Stegeman, J.A., Dobbelaar, P., Newbold, J.R., Jansen, E.H.J.M., van Werven, T., 2010. Vitamin E supplementetation during the dry period in dairy cattle. Part 1: adverse effect on incidence of mastitis postpartum in a double-blind randomized field trial. *Journal of Dairy Science* 93, 5684–5695.

- Campbell, M. H. & Miller, J. K. 1998. Effect of supplemental dietary vitamin E and zinc on reproductive performance of dairy cows and heifers fed excess iron. *Journal of Dairy Science* 81(10):2693-2699.
- Carlsson, J. 2000. Vitaminer till nötkreatur i ekologisk produktion. *Jordbruksinformation 6, Jordbruksverket, Jönköping*. Stencil 10 sidor.
- Chawla, R. & Kaur, H. 2004. Plasma antioxidant vitamin status of periparturient cows supplemented with alpha-tocopherol and beta-carotene. *Animal Feed Science and Technology* 114(1-4):279-285.
- De Leenheer, A. P., Lambert, W. E. & Nelis, H. J. 1992. Modern Chromatographic Analysis of Vitamins, 2:nd edition. New York, United States of America.
- Danielsson H., Johansson B., Nadeau E., Persson Waller K. & Jensen S.K. 2007. Fatty acids and flavours in milk from dairy cows fed no synthetic vitamins. *Journal of Animal and Feed Sciences* 16: 59-64.
- Danielsson, H., Nadeau, E., Gustavsson, A.-M., Jensen, S.K., Soegaard, K., Nilsson-Linde, N., 2008. Contents of  $\alpha$ -tocopherol and  $\beta$ -carotene in grasses and legumes harvested at different maturities. *Grassland Science in Europe*. 13, 432-434.
- Edmonson, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T. & Webster, G. A., 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 72: 68-78.
- Europeiska gemenskapernas officiella tidning, L222/1. I Rådets förordning (EG) nr. 1804/1999. 19 Juli, 1999.
- Europeiska unionens officiella tidning, L205/16. I Rådets förordning (EU) nr. 1294/2005. 5 Augusti, 2005.
- Europeiska unionens officiella tidning, L250/1. I Rådets förordning (EU) nr. 889/2008. 5 September, 2008.
- Frame, J. 1993. Herbage mass. In: Davis, A., Baker, R. D., Grant, S. A. and Laidlaw, A. S. (eds.) Sward Measurement Handbook. *British Grassland Society, Reading*. 39-67.
- Flysjö, A., Cederberg, C. & Strid, I., 2008. LCA-databas för konventionella fodermedel. *Institutet för livsmedel och bioteknik, Svenskmjök & SLU*.
- 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.
- Goff, J. P. & Stabel, J. R. 1990. Decreased plasma retinol, alpha-tocopherol, and zinc concentration during the periparturient period -effect of milkfever. *Journal of Dairy Science* 73 (11): 3195-3199.
- Gregory, M. E. 1986. Influence of diet on the vitamin content of milk. *IDF Bulletin*. 125, 164-167.
- Grummer, R. R. 1995. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy-cow. *Journal of Animal Science* 73 (9): 2820-2833.
- Gustavsson, A. & Carlsson, J. 1993. Effects of silage quality, protein evaluation systems and milk urea content on milk yield and reproduction in dairy cows. *Livestock Production Science* 37: 91-105.
- Herd, T. H. & Stowe, H. D. 1991. Fat-soluble vitamin nutrition for dairy cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 7: 391-415.
- Hidiroglou, M., Batra, T. R. & Roy, G. L. 1994. Changes in Plasma Alpha-Tocopherol and Selenium of Gestating Cows Fed Hay or Silage. *Journal of Dairy Science* 77(1):190-195.

- Horn, M., Gunn, P., Van Emon, M., Lemenager, R., Burgess, J., Pyatt, N. A. & Lake, S. L. 2010. Effects of natural (RRR alpha-tocopherol acetate) or synthetic (all-rac alpha-tocopherol acetate) vitamin E supplementation on reproductive efficiency in beef cows. *Journal of Animal Science* 88(9):3121-3127.
- Jensen, S. K. 2003a. Goldkøernes E-vitamin forsyning er vigtig. *KvægInfo* nr. 1266. *Afd. For Husdyrernæring og fysiologi*, Danmarks JordbruksForskning.
- Jensen, S. K. 2003b. Makekoens vitaminbehov og -forsyning. Kapitel 9. In: Strudsholm, F. & K. Sejrsen (eds). *Kvægets ernæring og fysiologi. Bind 2 – Fodring og fysiologi*, pp. 179-188. *DJF rapport Husdyrbrug nr 54 - december 2003*. Danmarks JordbruksForskning.
- Johansson, B. & Nadeau, E. 2006. Performance of dairy cows fed an entirely organic diet containing cold-pressed rapeseed cake. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A, Animal Science* 56: 128-136.
- Johansson, B., Nadeau, E., Jensen, S.K. & Persson Waller, K. 2007. Ekologisk mjölkproduktion med 100 % ekologiskt foder på Tingvalls försöksgård. Vitaminförsörjning till mjölkkor i ekologisk produktion. *Slutredovisning till Jordbruksverket av projekt med diarienummer 25 – 1367/03*.
- Juhlin, J., Fikse, F., Lunden, A., Pickova, J. & Agenas, S. 2010. Relative impact of alpha-tocopherol, copper and fatty acid composition on the occurrence of oxidized milk flavour. *Journal of Dairy Research* 77(3):302-309.
- Jukola, E., Hakkarainen, J., Saloniemi, H. & Sankari, S. 1996. Blood selenium, vitamin E, vitamin A, and beta-carotene concentrations and udder health, fertility treatments, and fertility. *Journal of Dairy Science* 79(5):838-845.
- Knudsen, B. S., Hermansen, J. E., Jensen, S. K., Kristensen, T. & Nielsen M. O. 2001. E-vitamin til malkekøer. *DJF rapport. Nr. 27. Husdyrbrug*. Danmarks JordbruksForskning.
- KRAV-regler, 2004. Box 1940, 751 49 Uppsala.
- Lindqvist, H., Nadeau, E. & Jensen, S.K. 2011. Alpha-tocopherol and  $\beta$ -carotene in legume-grass mixtures as influenced by wilting, ensiling and type of silage additive. *Grass and forage science, In Press*.
- McDowell, L. R., Williams, S. N., Hidirglou, N., Njeru, C. A., Hill, G. M., Ochoa, L. & Wilkinson, N. S. 1996. Vitamin E supplementation for the ruminant. *Animal Feed Science and Technology* 60(3-4):273-296.
- Meglia, G. E., Johannisson, A., Petersson, L. & PerssonWaller, K. 2001. Changes in some blood micronutrients, leukocytes and neutrophil expression of adhesion molecules in periparturient dairy cows. *Acta Veterinaria Scandinavica* 42(1): 139-150.
- Meglia, G. E., Jensen, S. K., Lauridsen, C. & PerssonWaller, K. 2006. alpha-tocopherol concentration and stereoisomer composition in plasma and milk from dairy cows fed natural or synthetic vitamin E around calving. *Journal of Dairy Research* 73(2):227-234.
- Nadeau E., Johansson B., Jensen S. K. and Olsson G. 2004. Vitamin content of forages as influenced by harvest and ensiling techniques. *Grassland Science in Europe*. 9: 891-893.
- Nadeau, E., Englund, J-E. & Gustafsson, A.H. 2007. Nitrogen efficiency of dairy cows as affected by diet and milk yield. *Livestock Science* 111(1): 45-56.
- Nousiainen, J., Shingfield, K.J. & Huhtanen, P. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. *Journal of Dairy Science* 87(2): 386-398.



- NRC (National Research Council). 2001. Nutrients Requirements of Dairy Cattle. 7th revised edition, National Academy Press, Washington DC.
- Persson Waller, K., Sandgren, C. H., Emanuelson, U., & Jensen, S. K. 2007. Supplementation of RRR-alpha-tocopheryl acetate to periparturient dairy cows in commercial herds with high mastitis incidence. *Journal of Dairy Science* 90(8):3640-3646.
- Pinotti, L., Campagnoli, A., D'Ambrosio, F., Susca, F., Innocenti, M., Rebucci, R., Fusi, E., Cheli, F., Savoini, G., Dell'Orto, V. & Baldi, A. 2008. Rumen-protected choline and vitamin E supplementation in periparturient dairy goats: effects on milk production and folate, vitamin B/sub 12/ and vitamin E status. *Animal* 2(7):1019-1027.
- Politis, I., Bizelis, I., Tsiaras, A. & Baldi, A. 2004. Effect of vitamin E supplementation on neutrophil function, milk composition and plasmin activity in dairy cows in a commercial herd. *Journal of Dairy Research* 71(3):273-278.
- SAS, 2003. User's Guide. Release 9.1 Ed. Cary, NC, USA. SAS Institute Inc.
- Schingoethe, D. J., Parsons, J. G., Ludens, F. C., Tucker, W. L. & Shave, H. J. 1978. Vitamin-E Status of Dairy-Cows Fed Stored Feeds Continuously or Pastured during Summer. *Journal of Dairy Science* 61(11):1582-1589.
- Slots, T., Skibsted, L. H. & Nielsen, J. H. 2007. The difference in transfer of all-rac-alpha-tocopherol stereo-isomers to milk from cows and the effect on its oxidative stability. *International Dairy Journal* 17(7):737-745.
- Spörndly, R. 2003. Fodertabeller för idisslare 2003. Inst. för husdjurens utfodring och vård. Rapport nr. 257, Uppsala.
- Weiss, W. P. 1998. Requirements of fat-soluble vitamins for dairy cows: A review. *Journal of Dairy Science* 81:2493-2501.
- Weiss, W. P., Hogan, J. S. & Smith, K. L., 1994a. Use of  $\alpha$ -tocopherol concentrations in blood components to assess vitamin E status of dairy cows. *Agri-Practice* 15:5-8.
- Weiss, W. P., Hogan, J. S., Smith, K. L. & Williams, S. N. 1994b. Effect of Dietary-Fat and Vitamin-E on Alpha-Tocopherol and Beta-Carotene in Blood of Peripartum Cows. *Journal of Dairy Science* 77(5):1422-1429.
- Weiss, W. P., Hogan, J. S., Smith, K. L. & Hoblet, K. H. 1990a. Relationships among selenium, vitamin-E, and mammary-gland health in commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science* 73(2):381-390.
- Weiss, W. P., Hogan, J. S., Todhunter, D.A. & Smith, K. L. 1997. Effects of vitamin E supplementation in diets with low concentration of selenium on mammary gland health of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 80: 1728-1737.
- Weiss, W. P., Hogan, J. S. & Wyatt, D. J. 2009. Relative bioavailability of /i all-rac/ and RRR vitamin E based on neutrophil function and total alpha-tocopherol and isomer concentrations in periparturient dairy cows and their calves. *Journal of Dairy Science* 92(2):720-731.
- Weiss, W. P., Todhunter, D. A., Hogan, J. S. & Smith, K. L. 1990b. Effect of duration of supplementation of selenium and vitamin-E on periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science* 73(11):3187-3194.
- Wiktorsson, H. 1988. Nya rekommendationer för utfodring av fett till mjölkkor. I Fett i foder till mjölkkor. *Meddelande nr 152, Svensk Husdjursskötsel, Hållsta.*