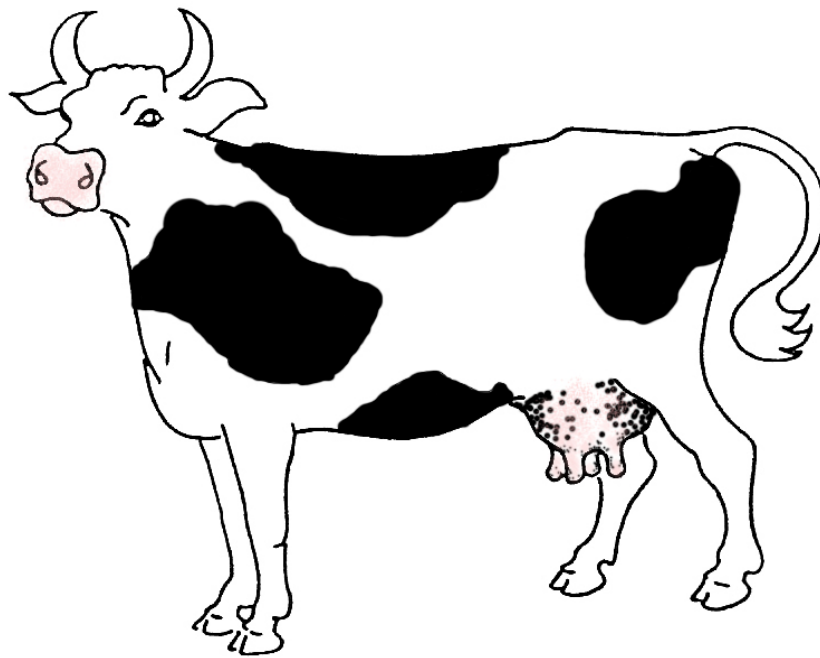




# Försörjning av vitamin E hos mjölkkor i ekologisk produktion

*Vitamin E status of dairy cows in organic production*

**Sofia Sjöberg**



---

Sveriges Lantbruksuniversitet  
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa  
Avdelningen för produktionssystem

Skara 2005

Studentarbete 54

*Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Animal Environment and Health  
Section of Production Systems*

*Student report 54*

ISSN 1652-280X

# **Försörjning av vitamin E hos mjölkkor i ekologisk produktion**

*Vitamin E status of dairy cows in organic production*

**Sofia Sjöberg**

**Examensarbete, 20 poäng, Agronomprogrammet**

Handledare: Birgitta Johansson, Inst. för husdjurens miljö och hälsa  
(Dept. of Animal Environment and Health)

Box 234  
532 23 SKARA

## Förord

Detta examensarbete är en sammanställning över första året i ett tvåårigt forskningsprojekt som heter "Vitaminförsörjning till mjölkkor utan tillsats av syntetiska vitaminer i 100 % ekologisk foderstat". Examensarbetet behandlar endast vitamin E. Funktionen av vitamin E har sammanställts och mjölkavkastning, mjölksammansättning, hälsa och E-vitaminstatus i plasma och mjölk har studerats. Försöket kommer att fortgå under 2005 och de slutliga resultaten kommer att sammanställas i en större rapport med avseende på vitamin A, D och E.

Jag har varit delaktig i försöket sedan mars 2004. Under året har mina uppgifter varit att få förståelse för funktionen av vitamin E, sammanställa resultaten från provmjölkningar och hälsoregistreringar. Jag har sorterat och utfört vitaminanalyser på blod-, mjölk- och foder -prover och sammanställt resultaten från dessa. Jag har även varit närvarande vid vägning och hullbedömning av korna, utfört provtagning av mjölk samt mätt torrsubstans på foderprover.

Försöket drivs av husdjurens miljö och hälsa, SLU Skara, i samarbete med Avdelningen för husdjursnäring och fysiologi, Danmarks Jordbruksforskning, Avdelningen för idisslar- och svinsjukdomar, SVA samt Hushållningssällskapet Väst. Hushållningssällskapet står för den ekologiska kobesättningen och byggnader.

Jag vill ägna ett stort och varmt tack till min handledare Birgitta Johansson som varit engagerad och hjälpsam genom hela examensarbetet. Tack också till Søren Krogh Jensen och Elsebeth Lyng på Danmarks Jordbruksforskning som hjälpt mig att praktiskt utföra analyserna och för att få ökad förståelse för analysmetoden. Jag vill även tacka Lars Johansson och Erik Hedlund för dagarna på Tingvall och till alla er som ställt upp med att svara på mina frågor under året. Ett sista tack tillägnas finansören av forskningsprojektet, Jordbruksverket.

Det har varit otroligt lärorikt att genomföra detta examensarbete och utan er medverkan hade denna sammanställning inte varit möjlig att genomföra.

Uppsala mars  
2005  
Sofia Sjöberg

## Sammanfattning

I Augusti 2000 beslutades att användandet av syntetiska vitaminer inte längre tillåts som tillskott i foderstaten till ekologiska mjölkkor. En generell dispens gäller i hela EU t.o.m. december 2005. Mer forskningsresultat, som kan visa på möjligheter att tillgodose idisslarnas vitaminbehov utan syntetiska vitaminer, är nödvändiga för att kunna ta ett korrekt politiskt beslut om ev. fortsatt dispens.

I norra Europa har korna en kort betessäsong. Det är därför vanligt att lantbrukare tillsätter syntetiska vitaminer i foderstaten till sina kor. Detta för att korna skall klara att producera mycket mjölk och samtidigt hålla sig friska.

Syftet med den här studien var att se om ekologiska svenska mjölkkor kan tillgodogöra sitt behov av vitaminer genom två laktationer utan tillsats av syntetiska vitaminer. Det här examensarbetet är en sammanfattning över första året och de flesta kors första laktation i försöket. Det innefattar endast vitamin E.

De viktigaste vitaminerna till mjölkkor är de fettlösliga vitaminerna A, D, E och K. Vitamin A, D och E är viktigast att beakta eftersom kor själv tillgodogör sitt behov av vitamin K och de vattenlösliga vitaminerna C och B. Vitamin E är en viktig komponent i alla celler och fungerar som en antioxidant. Det skyddar cellernas membran mot oxidering. Saknad av vitamin E har resulterat i ökad frekvens av fertilitets- och produktionssjukdomar, t.ex. mastit.

Studien är utförd på 50 mjölkkor vilka delades in i två grupper. En kontrollgrupp (MV) som fick syntetiska vitaminer och försöksgruppen (UV) som inte fick något tillskott av syntetiska vitaminer. Registreringar gjordes varannan vecka under de tre första månaderna i laktationen, därefter en gång per månad, från provmjölkkningsresultat. Sex blodprov och sex mjölkprover togs på alla kor vid olika tidpunkter i laktationen och analyserades på vitamininnehåll. Registreringar fördes även på hälsa. Allt foder analyserades på vitamin och övrigt näringsinnehåll. Korna vägdes och hullbedömdes också varje månad.

Registreringarna gjordes för att se om de två grupperna skilde sig åt med avseende på mjölkavkastning, mjölksammansättning, och vitamininnehållet i blod och mjölk, vilka även bearbetades statistiskt, samt med avseende på, hälsa, fertilitet, vikt och hull samt lukt och smak på mjölken.

Data för vitamininnehåll i plasma och mjölk samt mjölkproduktionsdata bearbetades statistiskt med variansanalys genom att använda Proc GLM i SAS. Den statistiska modellen inkluderade behandling och ko-par. Resultat med ett *P*-värde mindre än 0,05 betraktades som signifikant.

Det fanns inga signifikanta skillnader mellan de båda grupperna. Korna som utfodrades utan syntetiska vitaminer hade bättre hälsa baserad på veterinärdata och bättre fertilitet än gruppen som fick tillskott. Dessa data bearbetades inte statistiskt.

Dessa resultat är preliminära men visar att dessa kor kan tillgodogöra sitt behov av vitamin E via fodret utan tillsats av syntetiska vitaminer. Resultaten baseras dock på

en relativt kort period och på ett begränsat antal djur. Resultat efter två hela laktationer behövs för att kunna bedöma om syntetiskt vitamin är ett nödvändigt tillskott till ekologiska mjölkkor.

# Innehållsförteckning

Förord.....	1
Sammanfattning.....	2
Innehållsförteckning.....	4
1. Abstract.....	6
2. Inledning.....	7
3. Litteraturstudie.....	8
3.1 Vitaminer.....	8
3.2 Vitamin E, nomenklatur och kemisk struktur.....	8
<b>3.2.1 Naturligt, seminaturligt och syntetiskt vitamin E</b> .....	9
<b>3.2.2 Biologisk aktivitet hos vitamin E och dess stereoisomerer</b> ..	11
3.3 Funktion.....	11
<b>3.3.1 Antioxidanter och fria radikaler</b> .....	11
<b>3.3.2 Selen och E-vitamin</b> .....	12
<b>3.3.3 Vitamin E, en del av immunförsvaret</b> .....	13
3.4 Absorption och behov.....	13
<b>3.4.1 Fettdigestionen hos idisslare</b> .....	13
<b>3.4.2 Behov</b> .....	15
3.5 E-vitamininnehåll i plasma.....	17
3.6 E-vitamininnehåll i mjölk.....	18
3.7 Bristsymtom.....	19
<b>3.7.1 Muskeldegeneration (NMD)</b> .....	19
<b>3.7.2 Mastit och reproduktionssjukdomar</b> .....	19
<b>3.7.3 Infektionssjukdomar</b> .....	19
3.8 E-vitaminkällor.....	19
4. Material och metoder.....	22
4.1 Tingvall.....	22
4.2 Försöksupplägg.....	22
<b>4.2.1 Betesperiod</b> .....	23
4.3 Provtagning och registreringar.....	23
<b>4.3.1 Förperiod och beräknad mängd E-vitamin i foderstaten</b> ....	23
<b>4.3.2 Foderprov</b> .....	24
<b>4.3.3 Blodprov</b> .....	24
<b>4.3.4 Mjölprov</b> .....	25
<b>4.3.5 Foderåtgång</b> .....	25
<b>4.3.6 Mjölkkavkastning och mjölkkvalitet</b> .....	25
<b>4.3.7 Hälsa och fruktsamhet</b> .....	25
<b>4.3.8 Övriga registreringar</b> .....	25

4.4 Vitaminanalys .....	25
<b>4.4.1 HPLC</b> .....	25
<b>4.4.2 Foder</b> .....	27
<b>4.4.3 Blodplasma</b> .....	27
<b>4.4.4 Mjök</b> .....	28
4.5 Statistik och övrig databehandling .....	29
5. Resultat .....	30
5.1 $\alpha$ -tokoferol i blodplasma .....	30
5.2 $\alpha$ -tokoferol i mjök .....	33
5.3 Foder .....	37
5.4 Mjökavkastning och mjölk sammansättning .....	41
<b>5.4.1 Lukt och smak registreringar</b> .....	43
5.5 Hälsa och fruktsamhet .....	45
5.6 Övriga registreringar .....	46
6. Diskussion .....	47
6.1 Foder .....	47
6.2 $\alpha$ -tokoferol i plasma .....	48
6.3 $\alpha$ -tokoferol i mjök .....	49
6.4 Produktionsdata och hälsa .....	49
6.5 Tillskott av E-vitamin .....	49
7. Slutsats .....	51
8. Litteraturförteckning .....	52
Bilaga 1 .....	57
Bilaga 2. Karta över Tingvall .....	58

# 1. Abstract

In August 2000 EU decided to prohibit the use of synthetic vitamins in feed for ruminants in organic production. Currently, there is a general exemption from the rule until December 2005. More knowledge on how to provide sufficient amounts of vitamins to ruminants is needed to make correct political decisions.

The use of synthetic vitamins as a supplement for dairy cows is very common in Northern Europe. The reason is to secure that the cows will get enough vitamins to produce their high milk yield, and to keep the animals healthy under these circumstances.

The purpose of this study was to find out if organic Swedish dairy cows could secure their needs of vitamins during two lactations, without any complements of synthetic vitamins. This work is a summary on the results during the first lactation and will only contain the role of vitamin E.

Vitamin E is one of the most important vitamins for dairy cows. The other fat-soluble vitamins are D, K and A. The cow itself produces Vitamin K and all the water-soluble vitamins C and B. Vitamin E is necessary in all cells and works as an antioxidant, to secure the membranes not to get destroyed. Shortage of vitamin E has resulted in fertility and productions diseases, for example mastitis.

The study was performed on 50 cows, which were kept in two treatment groups. The treatment groups were one control group, which was fed with synthetic vitamins (MV), and the other group was not fed any vitamin supplementation at all (UV). Registrations on milk yield and milk composition were performed every second week. Six blood samples and six milk samples were taken on each cow during the lactation. Cow health and fertility were registered. All feedstuffs were analysed for vitamins and nutritional composition. Body weights were recorded once a month, and body conditions of the cows were scored at the same time.

Data were analysed statistically by analysis of variance using the PROC GLM of SAS. The model included treatment and cow-couple. The results was significant if  $P$  showed less than 0,05.

There were no significant differences between the two groups in milk yield, milk composition, and vitamin E status in plasma and in milk. The group fed no synthetic vitamins had better health based on veterinary treatments and better fertility than the other group, but no statistic tests were performed on these data. The preliminary results indicate that dairy cows seem to be able to maintain their milk production without dietary supplementation of synthetic vitamins. However, the results are based on a relatively short experimental period with a limited number of cows. Results from the whole experiment of two complete lactations are needed to make justified conclusions regarding vitamin supplementation to dairy cows.



## 2. Inledning

År 2000 beslutade EU, enligt rådets förordning nr. 1804/1999 att idisslare inom ekologisk produktion ska utfodras med en 100 % ekologisk foderstat efter år 2005. I en 100 % ekologisk foderstat får inte syntetiska vitaminer tillsättas. För att djuren med säkerhet skall få i sig tillräckliga mängder av vitaminer rekommenderas lantbrukarna idag att ge syntetiskt vitamintillskott kontinuerligt till sina kor. Vitaminerna ges så att de ska hålla sig friska och bibehålla sin produktion. Beslutet innebär att ekologiska kor ska 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. Sverige och övriga länder inom EU har tillfällig dispens från förbudet. Denna dispens råder tills det att forskningsresultat kan visa på möjligheter att tillgodose idisslarnas vitaminbehov utan syntetiska vitaminer.

Det är främst idisslarnas behov av de fettlösliga, essentiella vitaminerna A, D och E som är av störst betydelse. Detta för att vitamin K syntetiseras av bakterier i idisslarnas mag- och tarmkanal. Vitamin C syntetiseras av djuret själv från glukos. Från vitamin B-komplexet kan alla vitaminer syntetiseras av idisslare genom mikroberna i våmmen. Däremot kan A- och E-vitamin inte syntetiseras av djuret utan måste intas via födan. D-vitamin kan tas upp av djuret via solljus. Det råder dock en osäkerhet om hur stor del av djurets behov som tas upp via ljuset, och om det är tillräckligt för att täcka behovet. Brist på något av dessa vitaminer relateras till djurhälsoproblem. (Mc Donald et al., 2002)

Försöket drivs av husdjurens miljö och hälsa, SLU Skara, i samarbete med Avdelningen för husdjursnäring och fysiologi, Danmarks Jordbruksforskning, Avdelningen för idisslar- och svinsjukdomar, SVA samt Hushållningssällskapet Väst. Hushållningssällskapet står för den ekologiska kobesättningen och byggnader.

Eftersom vitamin E inte kan syntetiseras av djuret utan måste tillföras via fodret tycker jag att det är extra intressant att studera det vitaminet. Det har påvisats i flera studier att brist på vitamin E kan ha flera hälsoskadliga effekter, bland annat så relateras brister av vitamin E till sjukdomar som mastit. Jag valde av den anledningen att behandla vitamin E i detta examensarbete. Syftet med examensarbetet var att redogöra för funktionen av vitamin E, studera mjölkavkastning, mjölksammansättning, hälsa och E-vitamin status i blod och mjölk. Detta hos kor som utfodras med 100 % ekologisk foderstat utan tillsats av syntetiska vitaminer. Dessutom avsåg jag att få kunskaper om analysmetoder av vitamin E i blod, mjölk och foder.

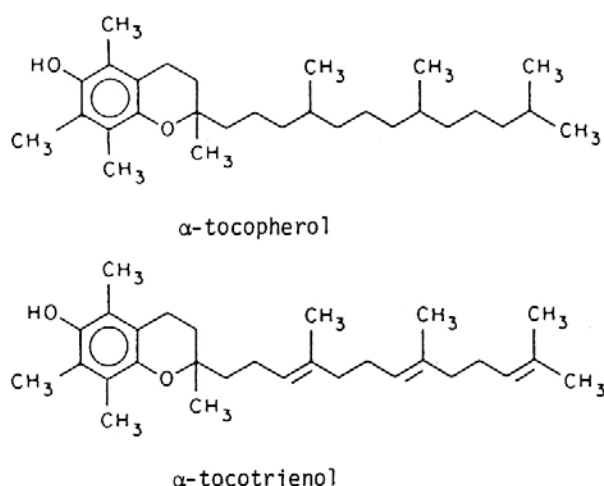
### 3. Litteraturstudie

#### 3.1 Vitaminer

Ordet vitaminer började användas omkring 1912. Efter försök på råttor förstod man att det fanns livsnödvändiga faktorer i mjölk. En man vid namn Funk kallade dessa "vital amines". Han trodde att vitaminerna innehöll amoniumkväve. Det är nu mer känt att få vitaminer innehåller amoniumkväve och namnet kortades ner till vitaminer, en term som är ett accepterat gruppnamn överallt i världen. Vitaminerna delas in i fettlösliga och vattenlösliga vitaminer. De fettlösliga vitaminerna är vitamin A, D2, D3, E och K. De vattenlösliga vitaminerna är vitamin B, B1, B2, B6, B12 och C (Mc Donald et al., 2002).

#### 3.2 Vitamin E, nomenklatur och kemisk struktur

Vitamin E är en grupp fettlösliga näringsämnen. De upptäcktes 1922 av Evans och Bishop, som ett nödvändigt ämne för en normal reproduktion hos råttor (Swenson, 1984).



Figur 1.  $\alpha$ -tokoferol och  $\alpha$ -tokotrienol (De Leenheer et al., 1992).

Strukturformen av alla aktiva vitamin E komponenter är tokol, vilket är en chroman ring med en terpenoid sidokedja vilken har tre terpen enheter. Vad som är viktigt för dess biologiska aktivitet är hydroxylgruppen i position 6 och metylgruppen vid position 2 av chromanringen (De Leenheer et al., 1992). Det finns åtta naturligt förekommande former av vitamin E (Mc Donald et al., 2002; Tabell 1). De olika formerna är  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , och  $\delta$  tokoferoler respektive tokotrienoler. Skillnaden mellan tokoferoler och tokotrienoler är att tokotrienolerna har omättad sidokedja (Mc Dowell, 1989; Figur 1). Tokoferolerna benämns ofta synonymt som E-vitamin och har den fysiologiskt viktigaste rollen. Av tokoferolerna är  $\alpha$ -tokoferol den mest biologiskt aktiva. Dess stereokemiska struktur är 5,7, 8-trimetyltokol (Knudsen et al., 2001) och bär alltså tre metylgrupper på kol 5, 7 och 8 i den aromatiska ringen (De Leenheer et al., 1992).

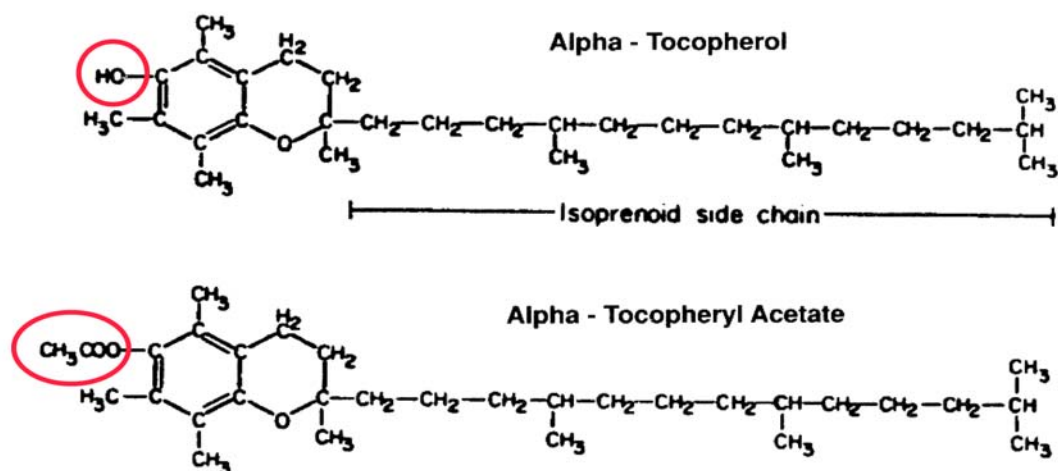
I ren form är vitamin E en gul viskös vätska som är mycket känslig för ljus, syrgas, metalljoner och pH förändringar (De Leenheer et al., 1992).

Tabell 1. Alla komponenter av vitamin E (De Leenheer et al., 1992)

Trivial namn	Kemiskt namn
$\alpha$ - tokoferol	5, 7, 8-trimetyltokol
$\beta$ - tokoferol	5, 8-dimetyltokol
$\delta$ - tokoferol	7, 8-dimetyltokol
$\gamma$ - tokoferol	8-metyltokol
$\alpha$ -tokotrienol	5,7, 8-trimetyltokotrienol
$\beta$ -tokotrienol	5, 8-dimetyltokotrienol
$\delta$ -tokotrienol	7, 8-dimetyltokotrienol
$\gamma$ -tokotrienol	8-metyltokotrienol

### 3.2.1 Naturligt, seminaturligt och syntetiskt vitamin E

Vid framställning av naturligt E-vitamin är det den mest biologiskt aktiva formen av vitamin E som är av intresse,  $\alpha$ -tokoferol. Dess stabilitet är låg, OH-gruppen är mycket reaktiv och alkoholen hydrolyseras mycket lätt. Detta är ett problem då man vill få fram en helt naturlig E-vitamin produkt som tillskottsfoder, eftersom lagringskapaciteten blir mycket låg.



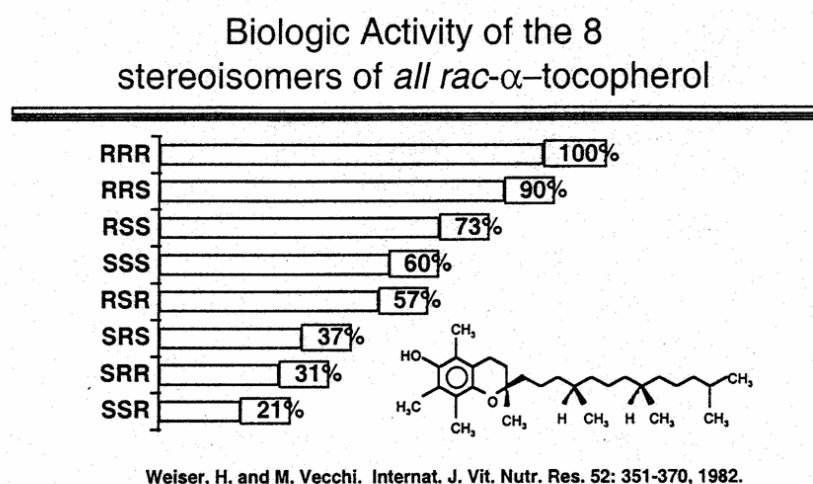
Figur 2. Den mest biologiskt aktiva formen av Vitamin E,  $\alpha$ -tokoferol och seminaturlig form av Vitamin E,  $\alpha$ -tokoferyl acetat (Coelho, 1993).

För att öka stabiliteten förestras vitaminet. Det bildar då en acetatbunden form av vitamin E och benämns  $\alpha$ -tokoferyl acetat (Knudsen et al, 2001; Figur 2). 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). Den här formen kallas ibland seminaturlig eftersom det är en naturlig källa som är behandlad kemiskt för att bilda en mer stabil form (Norinder, 2004). I Danmark har man undersökt naturliga

produkter men har inte inriktningen att semi-naturliga vitaminer ska vara godkända i ekologisk produktion då de har tagits fram genom kemisk process (Björnberg, 2005).

Vid framställning av syntetiskt E-vitamin används grundsubstanserna trimetylhydroquinon (TMHQ) och isophytol. Då bildas det som även kallas All-rac- $\alpha$ -tokoferol eller syntetiskt E-vitamin. All-rac- $\alpha$ -tokoferol består av åtta olika stereoisomerer. De isomerer som finns är RRR, RRS, RSS, RSR, SRS, SRR, SSR och SSS. Det bildas 12,5 % av varje isomer och det är endast RRR-isomeren som kan jämföras med det naturliga vitaminet (Jensen, 2003c). Det syntetiska vitaminet får därför en betydligt mindre biologisk aktivitet än det naturliga vitaminet (Brigelius-Flohé & Traber, 1999; NRC, 2001; Jensen, 2003b). Då aktiviteten av RRR- $\alpha$ -tokoferyl acetat beräknas vara 100 % är övriga isomerers aktivitet; RRS 90 %, RSS 73 %, SSS 60 %, RSR 57 %, SRS 37 %, SRR 31 %, och SSR 21 %, enligt ett försök utfört på råttor (Weiser & Vecchi, 1982; Figur 3).

Ett milligram av den syntetiska formen all-rac- $\alpha$ -tokoferyl acetat är lika med en IE av E-vitamin. Ett milligram av RRR- $\alpha$ -tokoferol är lika med 1,49 IE av vitamin E. Detta gäller alla djurslag (NRC, 2001).



Figur 3. Biologisk aktivitet i de åtta stereoisomererna av syntetiskt E-vitamin.

Inom EU får syntetiskt E-vitamin inte längre användas som tillskott i foder till ekologiska mjölkkor. Det syntetiska vitaminet tillverkas på kemisk väg, med icke tillåtna medel inom ekologisk produktion (SJV, 2000). Inte heller den seminaturliga eller de naturligt kommersiella produkterna av vitamin E är idag godkänd inom ekologisk produktion. Anledningen till det är att man inte kan garantera GMO-frihet i ursprungskällan då dessa produkter är en biprodukt vid framställning av matolja (Waller, 2004). GMO, genmodifierade organismer är en organism i vilken det genetiska materialet har ändrats på ett sådant sätt som inte förekommer naturligt genom parning eller naturlig rekombination (KRAV, 2004). Europeiska gemenskapernas officiella tidning skriver att genetiskt modifierade organismer (GMO) och produkter som härletts ur sådana inte är förenliga med den ekologiska produktionsmetoden. För att bevara konsumenternas förtroende för ekologisk produktion bör GMO, delar av sådana eller produkter som härletts ur sådana, inte

användas i produkter som är märkta ekologiskt. Konsumenterna bör ges garantier för att produkterna har producerats i enlighet med förordning 1804/1999. Så långt det är tekniskt möjligt bör dessa garantier grunda sig på att animalieprodukter kan spåras (Europeiska gemenskapernas officiella tidning, 1999).

### 3.2.2 Biologisk aktivitet hos vitamin E och dess stereoisomerer

I ett försök utfört av Meglia et al.(2004) jämfördes effekten av tillskottsutfodring med 1000 IU/dag all-rac- $\alpha$ -tokoferyl acetat (syntetiskt E-vitamin, SynAc), RRR- $\alpha$ -tokoferyl acetat (naturligt acetatbundet vitamin, NatAc) och RRR- $\alpha$ -tokoferol (Naturligt E-vitamin, NatAlc) samt med en kontrollgrupp utan tillskott. De fyra grupperna fick tillskott från tre veckor före beräknad kalvning till två veckor efter kalvning. Detta för att undersöka koncentrationen av  $\alpha$ -tokoferol och fördelningen av de olika stereoisomererna i blod och mjölk. (Meglia et al., 2004)

Plasmakoncentrationen av  $\alpha$ -tokoferol skilde sig mellan de olika behandlingarna. NatAc- gruppen hade högst koncentration av  $\alpha$ -tokoferol i blodet och SynAc hade högre koncentration än kontroll gruppen. Den skillnaden observerades inte i mjölken. Däremot var proportionen RRR-stereoisomeren högre i både blod och mjölk hos de kor som utfodrades naturligt (NatAc, NatAlc och kontroll) jämfört med de kor som utfodrades med syntetiskt E-vitamin (SynAc). Detta visar att mjölkkor precis som människor och svin har lättare för att ta upp RRR- $\alpha$ -tokoferyl acetat (NatAc) jämfört med all-rac- $\alpha$ -tokoferyl acetat (SynAc). Slutsatsen blev att dagligt tillskott med RRR- $\alpha$ -tokoferyl (NatAc) till mjölkkor ger ett högre E-vitamin innehåll i plasma jämfört med tillskott av all-rac- $\alpha$ -tokoferyl acetat (SynAc), RRR- $\alpha$ -tokoferol (NatAlc) eller inget tillskott alls. (Meglia et al., 2004)

## 3.3 Funktion

E-vitamin är en mycket viktig komponent i cellmembranen, då vitaminet förebygger oxidering av membranlipider och skyddar dem och omkringliggande vävnad mot skador. Detta har betydelse för djurets immunförsvar och mjölkens kvalitet och hållbarhet. (Knudsen et al., 2001)

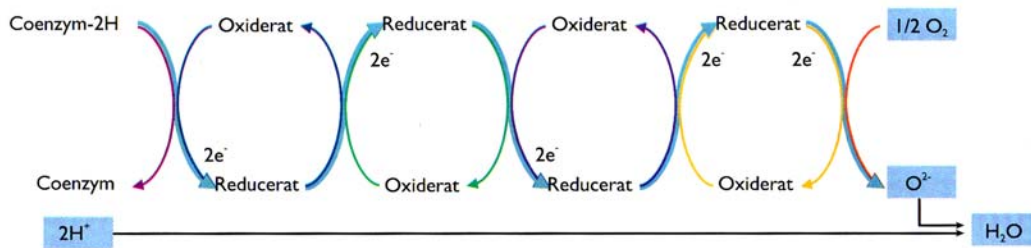
### 3.3.1 Antioxidanter och fria radikaler

Vitamin E fungerar i huvudsak som antioxidant. Antioxidanterna skyddar djurets celler från att skadas genom närvaro av fria radikaler. Dessa är mycket reaktiva molekyler som innehåller en eller flera fria elektroner. Exempel på fria radikaler kan vara  $O_2^{\cdot -}$ -grupper och  $OH^{\cdot}$ -grupper. De är reaktiva för att de försöker få, eller bli av med en elektron så att de når stabilitet. (Mc Donald et al., 2002)

I cellerna bryts väteperoxid ( $H_2O_2$ ) ofta ner om de kommer i närheten av positiva joner (t ex  $Fe^{2+}$ ). Då bildas hydroxyl- radikaler vilka är de mest reaktiva radikalerna och till mest skada för cellerna. (Mc Donald et al., 2002)



Fria radikaler genereras normalt genom cellandningen. Bl.a genom läckage från elektrontransportkedjan i mitokondrien (Figur 4). De fria radikalerna kan skada cellmembranen, enzymer och även genetiskt material i cellkärnan. (Mc Donald et al., 2002)



Figur 4. Cellandning, elektrontransportkedjan (Haug, 1992).

Alla omättade fettsyror och speciellt de som innehåller fler än två dubbelbindningar är mycket mottagliga av angrepp från fria radikaler. Därför är alla cellmembran känsliga för angrepp av fria radikaler då de innehåller fleromättade fettsyror, fosfolipider och många enzymssystem. De fleromättade fettsyrorerna kan bli extremt skadade om de angrips då det skapas en självupprätthållande kedjereaktion (Mc Donald et al., 2002; Knudsen et al, 2001).

Vitamin E är lokaliserat i mitokondrien och i det endoplasmatiska nätverket i cellerna. Det skyddar fettsyrorerna från att oxidera genom att de donerar en väteatom till de fria radikalerna. Dessa bildar då stabila molekyler istället för att angripa fettsyrorerna så att kedjereaktioner bildas. Vitamin E är det första att försvara oxidation av de viktiga fosfolipiderna. I membranen finns även enzymet glutathione peroxidase (GSH-Px). Det innehåller selen, andra vitaminer och spårelement som i samarbete med vitamin E också skyddar cellerna mot oxidationsskador och patogener (Hogan et al, 1993; McDowell, 1992). E-vitamin måste hela tiden tillföras djuret via födan, så att det alltid finns tillgängligt i cellerna och är närvarande att angripa fria radikaler (Mc Donald et al., 2002).

### 3.3.2 Selen och E-vitamin

Selen är nära kopplat till E-vitamin då båda näringsämnen skyddar biologiska membran från att oxideras. Dessa förstör fria radikaler innan de attackerar och förstör cellmembranen. Saknad av någon av dessa leder till nedbrytning av vävnaden. Vitamin E i cellmembranen är det första att försvara oxidation av de viktiga fosfolipiderna i membranen, men även vid närvaro av vitamin E kan fria radikaler bildas. Selen fungerar som ett andrahandsförsvar mot dessa genom att vara en del av enzymet GSH-Px (McDowell, 1992). GSH-Px verkar genom att omvandla toxiska peroxider till oskadliga alkoholer (Pehrson, 2003).

Selen (Se) är kopplat till vitamin E i följande tre vägar, 1) Se bibehåller skyddet från pancreas (bukspottskörteln) vilket leder till en normal digestion av fett och med det en normal E vitamin absorption. 2) Se reducerar mängden av vitamin E med hänsyn till att underhålla skyddet av lipidmembranet via GSH-Px. 3) Se underlättar på ett okänt sätt bildandet av vitamin E i blodplasman. (McDowell, 1992)

I en svensk undersökning har tilldelning av kemiskt framställd selenit, vilket är den form som vanligen finns som tillsats i svenska mineralfoder jämförts med organiska selenföreningar. Det har visats att tillsats av organiskt selen medför en högre halt av selen i organ och vävnader än tillsats av selenit. Det kan därför anses att organiska

selenföreningar har en avsevärt större förmåga att höja mjölkens selenhalt än oorganiska salter. (Pehrson, 2003)

### **3.3.3 Vitamin E, en del av immunförsvaret**

Under sjukdom kan bildandet av fria radikaler öka kraftigt i leukocyter (vita blodkroppar), som till exempel i neutrofila grannulocyter. Om radikalerna inte stabiliseras blir dom giftiga för de neutrofila grannulocyterna som utför fagocytos (cellätning) och förstör bakterier. E-vitamin bidrar därför till att bekämpa bakterier och är en del av immunförsvaret. I litteraturen är det väl känt att immunsystemet stärks genom att fagocyternas funktion förbättras då tillskott av E-vitamin ges. Saknad av vitamin E i cellerna ger en negativ effekt på de neutrofila grannulocyterna då de ska angripa ett infektionsställe. Flera försök visar att E-vitamin hämmar oxidation av fleromättade fettsyror i leukocyternas membran och förbättrar därmed dess funktion. (Knudsen et al., 2001)

Hur effektiva leukocyternas angrepp mot infektionsstället är, beror på produktionen av bakterier och leukocyternas respons mot dessa. Responsen är oftast nedsatt vid tiden runt kalvning. Försök har visat att de neutrofila grannulocyternas respons mot patogener kan öka vid tillskott av E-vitamin. Det har visats av t.ex. Hogan et al. (1993) att det finns ett positivt samband mellan plasmakoncentrationen av vitamin E och de neutrofila grannulocyternas intracellulära angrepp på bakterier. Om plasmakoncentrationen av E-vitamin ökas från 1 till 3 µg α-tokoferol/ml ökar de neutrofila grannulocyternas bakterieangrepp med 25 % (Hogan et al. 1993). Plasmakoncentrationen bör därför ligga på minst 3 µg α-tokoferol/ml för att de neutrofila grannulocyterna ska ha en optimal funktion (Knudsen et al, 2001).

Enligt en nyare undersökning studerades aktiva neutrofiler i plasma från kor som fått tillskott av vitamin E. De mängder som gavs var 3000 IE per ko och dag runt kalvning och 1000 IE per ko och dag efter kalvning jämfört med en kontrollgrupp som inte fick något tillskott av vitamin E. De kor som fick vitamintillskott visade en positiv effekt på funktionen av neutrofiler. (Politis et al., 2003)

## **3.4 Absorption och behov**

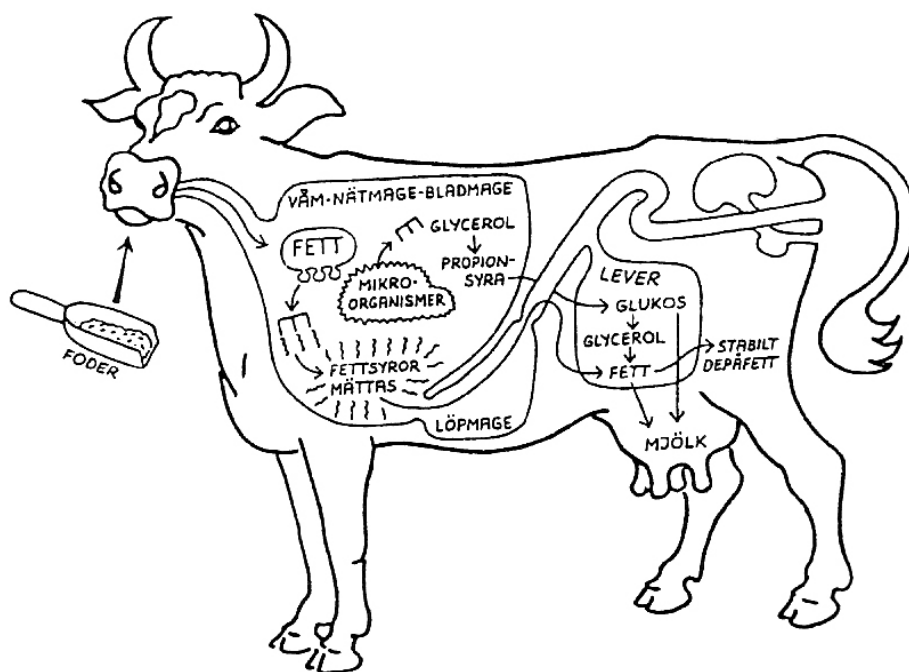
Vitamin E kan lagras i alla organ, i huvudsak i levern. Det förbrukas helt inom 2-4 veckor och måste därför fyllas på hela tiden för att inte förråden ska tömmas. (Weiss, 1999; Jensen, 2003c; McDowell, 1989)

Fodrets innehåll av lipider består till stor del av triglycerider och fosfolipider samt de fettlösliga vitaminerna. Vitaminerna följer lipiderna i fodret och absorberas samman med dessa (Knudsen et al., 2001). Absorptionen är relaterad till fettdigestionen. Vitamin E finns både som fri alkohol eller ester, framförallt absorberas vitamin E som en alkohol (McDowell, 1989).

### **3.4.1 Fettdigestionen hos idisslare**

I fettdigestionen hydrolyseras triglyceriderna i fodret av våmmikroberna till glycerol och fria fettsyror (Figur 5). Glycerolen jäsas vidare till propionsyra. Huvudparten av de omättade fettsyrorerna mättas i våmmens reducerande miljö. Mycket små mängder fleromättade fettsyror finns kvar för idisslarens behov. Mikroberna i våmmen kan syntetisera långa fettsyror för eget behov. De långa fettsyrorerna från nedbrutet fett

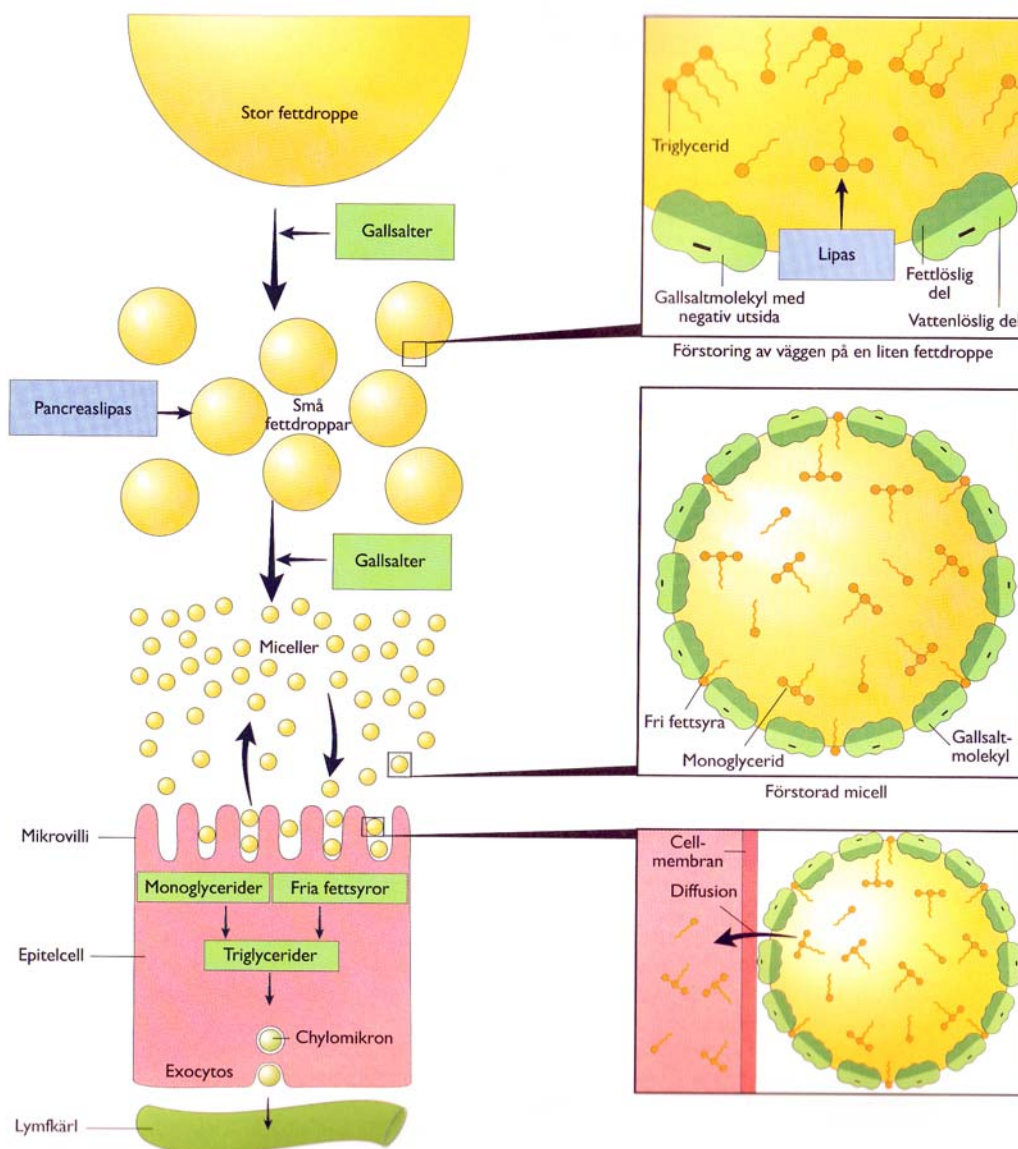
resorberas först i tunntarmen. Propionsyran tas snabbt omhand av levern. Bukspott och galla har hos idisslare ungefär samma sammansättning som hos många enkelmagade djur. Amylasehalten i bukspottet är dock låg eftersom behovet är litet då det mesta av stärkelsen redan förbrukats i våmmen. Eftersom korna äter omkring 8 timmar per dygn, fördelat över nästan alla dygnets timmar och idisslar ungefär lika lång tid, är flödet av bukspott och galla kontinuerligt. (Björnhag, 2000)



Figur 5. Fettdigestionen hos ko (Björnhag, 2000).

Vitamin E absorberas från tunntarmen till lymfkapillärer i så kallade chylomikroner (Figur 6). I lymfan cirkulerar E-vitamin bundet till ospecifika lipidproteiner (Knudsen et al., 2001). Från lymfan transporteras vitaminet via chylomikronerna till levern där resterna kvarlämnas. Efter passagen genom levern förekommer  $\alpha$ -tokoferol i plasma. Andra former av vitamin E, som  $\beta$ ,  $\gamma$ , och  $\delta$  tokoferoler förstörs av gallsalter och tas inte upp utan utsöndras i feces. Detta beror på ett specifikt protein,  $\alpha$ -tokoferol-transfer protein ( $\alpha$ -TTP). Proteinet binder bara till  $\alpha$ -formen, den föredrar också RRR-isomeren före de andra isomererna (Brigelius-Flohé & Traber, 1999). Esterbundet vitamin E måste spjälkas av carboxylesterase från bukspottskörteln innan det kan tas upp av tunntarmen, såvida det inte spjälkats i våmmen. Carboxylesterase från bukspottskörteln kan vara en begränsande faktor vid användandet av stora mängder  $\alpha$ -tokoferyl-acetat i fodret, speciellt om fodrets fettinnehåll är lågt (Hidioglou et al., 1992).





Figur 6. Vitamin E transporteras med lipider från tarm till lymfsystemet (Haug et al., 1992).

Absorbtionen av E-vitaminet från fodret är relativt lågt, cirka 10-45 % av den mängd som finns i fodret (Johnsson & Pover, 1962; Bondi, 1987; Pond et al., 1995). Det finns en interaktion mellan E-vitamin och andelen fleromättade fettsyror i fodret, speciellt linolensyra. De fleromättade fettsyrorna minskar absorptionen av E-vitamin antagligen genom inaktivering i våmmen eller med ökad oxidation av vitamin E i tarmen (Knudsen et al., 2001). Behovet av vitamin E ökar vid utfodring av fodermedel vilka innehåller en hög andel fleromättade fettsyror (Mc Donald et al., 2002).

### 3.4.2 Behov

Behovet av tillskottsutfodring med E-vitamin beror på hur mycket vitaminer fodret innehåller. Det beror framförallt på mängden, typen och kvalitén på grovfodret. Behovet skiljer sig även beroende på var i laktationen kon befinner sig. Eftersom E-

vitamin är viktigt för ett väl fungerande immunförsvar och därmed medverkar till att kon lättare kan klara av en kalvning är behovet större runt kalvningsperioden. Vid tiden runt kalvning är även foderintaget relativt lågt och därmed ökar behovet av vitamintillskott. Kons E-vitaminstatus kan mätas i plasman (Knudsen et al., 2001). Minskningen av vitamin E runt kalvning beror även på råmjölksbildningen (Goff & Stabel, 1990) och på minskad absorption (Betrics et al., 1992; Weiss et al., 1994; Grummer, 1995). När kalvningen närmar sig minskar leverns utsöndring av lipoproteiner vilket sänker dess transportkapacitet för vitamin E (Herd & Stowe, 1991). Sinkor har även på grund av foderintaget generellt lägre koncentration av cirkulerande plasmalipider än lakterande kor (Herd & Stowe, 1991; Weiss et al., 1994). Den låga koncentrationen av plasmalipider kan medföra en minskad absorption av E-vitamin i tarmen (Knudsen et al., 2001).

NRC rekommenderar ett tillskott av syntetiskt E-vitamin på 1202 IE/dag till sinkor och högdräktiga kvigor och 545 IE/dag till lakterande kor (NRC, 2001; Tabell 2). Dessa är höga i jämförelse med de danska normerna. Detta beror främst på att man i USA, där normerna sätts, till största delen utfodrar sina kor med majsensilage vilket har ett lågt innehåll av naturligt E-vitamin. De danska normerna ligger på 400-800 IE/dag till högdräktiga kvigor och lakterande kor medan sinkor bör få tillskott på 800 IE/dag (Strudsholm et al., 1999; Jensen, 2003b; Tabell 2). De svenska normerna är anpassade efter NRC: s normer för 2001. De avser också tillsatt mängd och baseras på rekommendation i total torrs substans (ts) av 2,6 IE vitamin E per kg levandevikt. Rekommendationen är även baserad på ett uppskattat innehåll i naturliga (konserverade) fodermedel, motsvarande 1,6 IE/kg levandevikt för mjölkande kor och 0,8 IE/kg levandevikt för sinkor. Betande djur har 2/3 lägre behov av tillsatt vitamin E på grund av högt innehåll i betet (Spörndly, 2003; Tabell 2).

*Tabell 2. Jämförelse mellan NRC, Svenska och Danska normer för tillskott av syntetiskt vitamin E till mjölkkor med hög respektive låg avkastning och sinkor samt högdräktiga kvigor (Strudsholm et al., 1999; NRC, 2001; Spörndly, 2003)*

Landsnorm	NRC		Svenska		Danska	
	Hög	Låg	Hög	Låg	Hög	Låg
<b>Hög/Låg avkastande</b>						
Vit E IE/dag	545	545			400-800	400-800
Vit E IE/kg ts	27	20	20 el. 30 <sup>1</sup>	20 el. 30 <sup>1</sup>		
<b>Sinkor</b>						
Vit E IE/dag	1202				800	
Vit E IE/kg ts	88		80			
<b>Högdräktiga kvigor</b>						
Vit E IE/dag	1202				400-800	
Vit E IE/kg ts	88		80			

<sup>1)</sup> Vid utfodring av syrabehandlad spannmål eller vid hög fettgiva. (Pehrson, 1989)

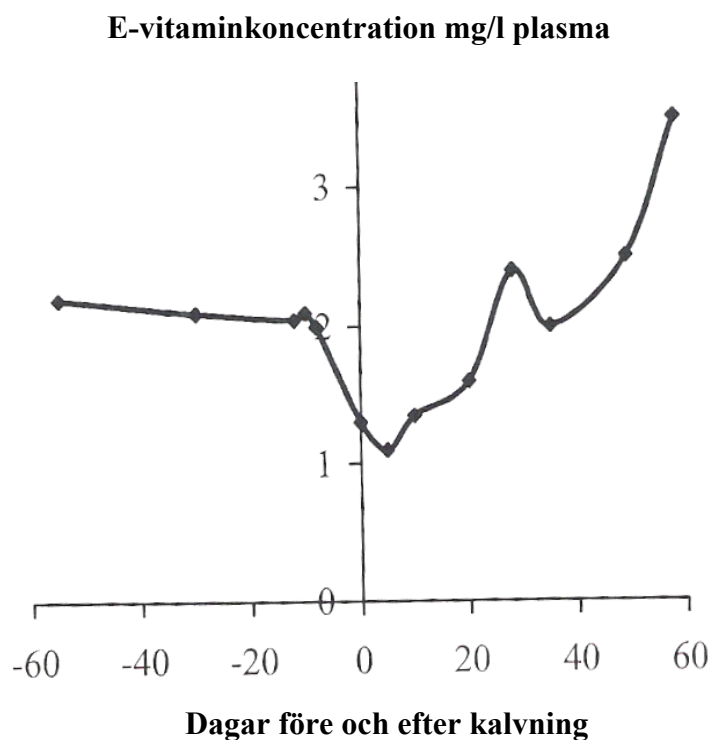
Enligt ett danskt försök bör sinkor få ett tillskott på minst 600 IE/dag och lakterande kor tillskott på 1600-1800 IE/dag för att plasmakoncentrationen av vitamin E skall hålla sig runt 3 µg/ml, vilket är den rekommenderade nivån för att kon skall ha ett fungerande immunförsvar (Knudsen et al., 2001). Andra undersökningar visar att

tillskott med 3000 respektive 1000 IE E-vitamin/ko och dag reducerar oxiderad smak på mjölken och ger därmed förbättrad mjölk kvalitet (St. Laurent et al., 1990; Knudsen et al., 2001).

Tillskott på 1000 IE/dag av vitamin E till sinlagda kor har visat sig minska antalet mastiter runt kalvning med 30 %. Samma studie visade att ett tillskott på 4000 IE/dag av vitaminet under de två sista veckorna av den sinlagda tiden resulterade i en minskning med 80 % av kliniska mastiter (Batra et al. 1992). Andra försök gjorda av Politis et al. (1995) och Weiss et al. (1997) har visat att ett dagligt tillskott av 3000 IE/dag av E -vitamin de två sista veckorna före kalvning reducerade antalet infektioner i juvret, mastiter och förekomst av kvarbliven efterbörd.

### 3.5 E-vitamininnehåll i plasma

Innehållet av E-vitamin i plasma varierar beroende på mängden E-vitamin som finns i fodret och var i laktationen kon befinner sig. I studier enligt bl.a. Batra et al. (1992), Weiss et al. (1997) och Meglia (2004) sjunker E-vitamin nivåerna i plasman vid kalvning och når sin lägsta nivå omkring en vecka efter kalvning. Nivåerna har vistas sjunka från ca. 2 µg/ml under dräktigheten till ca. 1,2 µg/ml vid kalvning (Weiss et al., 1997; Figur 7). Andra försök visar att kor som inte får extra tillskott av vitamin E har en betydligt lägre nivå i blodet vid tiden runt kalvning. Nivåerna ligger då ofta under 3 µg/ml som är den optimala nivån för att djuret ska ha en bra immunfunktion. Enligt Knudsen et al. (2001) bör plasmanivåerna vara på denna nivå två till fyra veckor efter kalvning medan Jukola et al. (1996) rekommenderar att E-vitamin i blodet bör ligga på >4 µg/ml för att juverhälsan skall hålla sig optimal.



Figur 7. Vid kalvning sjunker E-vitamin nivåerna i plasman (Weiss et al., 1997).

Enligt Meglia (2004) är det 90 % chans att koncentrationen av Vitamin E hamnar över 3 µg/ml runt kalvning om kon i mitten av sintiden har koncentrationer på  $\geq 5,4$  µg/ml av vitamin E.

### 3.6 E-vitamininnehåll i mjölk

Eftersom djuret inte kan syntetisera vitamin E är vitamininnehållet i mjölken relaterat till det som finns i blodet. Enligt studier gjorda av St-Laurent et al. (1990) och Jensen et al. (1999) når nivåerna i mjölken en plåtå. Vitaminhalten i mjölken stiger inte över en viss nivå även om plasmanivåer av E-vitamin stiger. Om avkastningen är hög uppstår en ”utspädningseffekt” i mjölken, då utsöndringen av  $\alpha$ -tokoferol inte ökar i motsvarande grad utan är oberoende av mjölmängden (Jensen et al., 1999).

Vitamin E är viktigt för mjölkens kvalitet. Fettkulorna i mjölken består av ett dubbelt membranlager som kallas MFGM (Milk Fat Globule Membrane). Membranet består av protein, fosfolipider, triglycerider, enzymer och mikronäringsämnen som bland annat vitamin E. Oxidation av mjölkfetter börjar på ytan av MFGM varpå innehållet och sammansättningen av antioxidanter i dessa är av stor betydelse. Den oxiderade smak som mjölken kan få beror på fria karbonylgrupper som finns efter oxidation av omättade fettsyror från fettkulornas membran. Detta ger lukt och smakfel på mjölken. Vitamin E har visats vara av stor betydelse för mjölkens resistens mot oxidering. I flera försök har det visats att om man ökar E-vitamin tilldelningen ökar  $\alpha$ -tokoferol nivåerna i mjölken, vilket resulterar i att mjölkens resistens mot oxidering förbättras (Knudsen et al., 2001).

Enligt en nyare undersökning (Politis et al., 2003) visade tillskott av vitamin E ge en positiv effekt på mjölkens kvalitet. Korna fick en giva på 3000 IE E-vitamin per ko och dag runt kalvning och 1000 IE efter kalvning, vilket jämfördes med en kontrollgrupp utan tillskott. De kor som fick E-vitamin hade 25 % lägre cellhalt i mjölken och 30 % lägre plasmidaktivitet i jämförelse med de andra korna. Reduktionen av plasmider är till fördel för mjölkindustrin. Plasmiderna minskar möjligheterna att tillverka ostprodukter av mjölken.

Kalven föds så gott som utan reserver av fettlösliga vitaminer i levern och är därför helt beroende av att få vitamin E via råmjölken. Råmjölken är rikare på vitaminer än vanlig helmjolk. Normala nivåer av vitamin E i helmjolk är 0,8 mg  $\alpha$ -tokoferol/ l mjölk och nivåer i råmjölk ligger mellan 6,7-10 mg  $\alpha$ -tokoferol/ l mjölk (Bergsten et al., 1997; Tabell 3).

Tabell 3. Torrsubstanshalt (ts), innehåll av fett %, protein % och vitamin E (µg/g fett) i helmjolk och råmjölk (Bergsten et al., 1997)

	Helmjolk	Råmjolk
TS %	12,9	23,9
Fett %	4	6,7
Protein %	3,1	14
Vitamin E, µg/g fett	20	100-150

### **3.7 Bristssymtom**

Den sjukdom som i första hand förknippas med E-vitamin brist är muskeldegeneration (NMD). På senare år har dock reproduktionssjukdomar och mastiter förknippats med brist på vitaminet (Smith, 1986; Batra et al. 1992; Hogan et al. 1993; Jukola et al., 1996; Weiss et al., 1997). Saknad av ämnen som E-vitamin och/eller selen minskar skyddet av fria radikaler och andra patogener i cellerna. Flera undersökningar har visat att djur som får i sig för lite E-vitamin i födan blir mer mottagliga för bakterieinfektioner och riskerar ett försvagat immunförsvar (McDowell, 1989; Hogan et al., 1993; Jukola et al., 1996; Jensen et al., 2003a).

#### **3.7.1 Muskeldegeneration (NMD)**

Muskeldegeneration drabbar nötkreatur och då främst kalvar som släpps ut på vårbeta. Unga plantor innehåller ofta hög andel fleromätade fettsyror och behovet av E-vitamin och selen blir större. NMD påverkar skelettmuskulaturen och djur som insjuknar får svaga benmuskler och därmed svårt att stå upp eller att röra sig. De blir svaga i nackmuskulaturen och kan ha svårt att hålla upp huvudet. Hjärtmuskulaturen kan också bli påverkad, då leder sjukdomen ofta till döden (Mc Donald et al., 2002).

#### **3.7.2 Mastit och reproduktionssjukdomar**

Vid perioden runt kalvning är förekomsten av mastiter vanligast. Vid denna tid är nivåerna av vitamin E i blodet som lägst. Det finns många bevis för att brist på vitamin E är kopplat till förekomst av mastit. Extra tillskott av vitamin E i perioden runt kalvning har visat sig minska antalet mastiter (Smith, 1986; Hogan et al., 1993; Politis et al., 1995). Andra försök visar att E-vitaminnivåerna i plasma och mjölk är lägre hos mastitkor än hos friska kor (Knudsen et al., 2001). Det tycks även finnas ett samband mellan ökat antal fall av kvarbliven efterbörd med selen- och E-vitamin brist. Antal fall av bibehållen placenta, som i normala fall avges efter tolv timmar, kan reduceras vid injektioner av selen och E vitamin. Det är troligen selen som har störst verkan, medan E-vitamin tros kunna förbättra processen (NRC, 2001). Flera studier har visat en tydlig effekt av att E-vitamin och selen tillskott reducerat antalet fall av bibehållen placenta hos kor. Störst effekt har setts då E-vitamin och selen getts i kombination med varandra. (Harrison et al., 1984; Eger et al., 1985; Mueller et al., 1989)

#### **3.7.3 Infektionssjukdomar**

Eftersom vitamin E är en del av immunsystemet kan brist på vitaminet leda till ett sämre försvar av bakterieinfektioner. Tillskott av Vitamin E i fodret ökar förstörelsen av både Staphylococcus aureus och Escherichia coli (Hogan et al, 1993). Försök visar också att kor som hade en högre andel selen i blodet minskade risken för infektioner, även infektioner som orsakats av Staphylococcus aureus, Actinomyces pyogenes och Corynebacterium (Jukola et al., 1996).

### **3.8 E-vitaminkällor**

Vitamininnehållet varierar i olika fodermedel och är dessutom beroende på hur fodermedel skördas, lagras och processas. Variationen beror även på botanisk sammansättning och utvecklingsstadium (blad innehåller 4-11 gånger mer E-vitamin än strå). Det råder även ett motsatsförhållande mellan D-vitamin respektive  $\beta$ -karotin och E-vitamin. Med tiden på fältet för förtorkning ökar D-vitaminhalten samtidigt som innehållet av  $\beta$ -karotin och E-vitamin sjunker. E-vitaminförlusterna i ensilage

ökar vid syratillsättning och med ökad vattenhalt (SJV, 2000). E-vitamininnehållet i kraftfoder skiljer sig stort mellan olika typer av kraftfoder och om de processats. T.ex. så innehåller rå sojaböna hög koncentration av vitamin E medan rostade sojaböner inte alls innehåller mycket vitamin E (Weiss, 1999). I ett försök jämfördes olika lagringsmöjligheter av ensilage med avseende på vitamininnehåll. Det visade sig att E-vitamininnehållet blev högre vid lagring och ensilering i silo än i rundbalar. Vitamininnehållet var även högre om grönmassan skördats under goda förhållanden såsom att skörden tagits vid klar väderlek och hänsyn till en god hygien hållits. Samma studie visade även att syrabehandlat ensilage innehöll mindre vitamin E än obehandlat ensilage (Nadeau et al., 2004).

Tabell 4. Vitamininnehåll i några fodermedel till nötkreatur (per kg ts)

Fodermedel	$\alpha$ -tokoferol, mg (SJV, 2000)	$\alpha$ -tokoferol, mg (Spörndly, 2003)
Bete, spätt		129 <sup>2</sup>
Betesvall	100 till 200	
Ensilage, vall	30-150	15-70 <sup>3</sup>
Havre	5 till 15	15 <sup>1</sup>
Hö (fälttorkat)	15 till 65	12 <sup>2</sup>
Hö (skulltorkat)	15 till 65	
Korn	5 till 15	40 <sup>1</sup>
Luzern/gräspellet	30 till 100	
Majs		20 <sup>1</sup>
Rapsmjöl		15 <sup>1</sup>
Råg	11 till 17	20 <sup>1</sup>
Sojamjöl		5 <sup>1</sup>
Solrosmjöl		5 <sup>1</sup>
Vete	10 till 16	15 <sup>1</sup>
Vetekli	10 till 50	25 <sup>1</sup>

<sup>1)</sup> (Eriksson et al., 1976)

<sup>2)</sup> (Hakkarainen & Pehrson, 1987)

<sup>3)</sup> (Nadeau, 2003)

Grovfoder innehåller förhållandevis mycket E-vitamin. Gröna färskas grödor är de bästa tokoferolkällorna. Däremot är innehållet av E-vitamin relativt lågt i majsensilage, rotfrukter och stråfoder (Knudsen et al., 2001). Innehållet av E-vitamin i kraftfoder är relaterat till koncentrationen av fett i fodret. Högre andel fett medför högre andel vitamin E (Weiss, 1999). Så länge djuren är på bete förmodas de täcka hela sitt vitaminbehov. Vid bra bete kan de också förväntas bygga upp vissa förråd av vitamin E, främst i levern. (SJV, 2000).

Kor som blivit utfodrade med klöverensilage har visats ge mindre andel mjölk med oxiderad smak än kor som utfodrats med rotfrukter. Detta visar att man kan undvika oxiderad smak i mjölken genom att välja rätt fodermedel. Fodermedel med relativt högt innehåll av E-vitamin bör väljas som t.ex. gräsensilage framför majsensilage (Knudsen et al., 2001). Det går däremot inte att utfodra mjölkkor med enbart grovfoder och tro att E-vitaminbehovet ska täckas. I ett treårigt projekt på Tingvalls försöksgård testade man att utfodra korna med endast grovfoder. Efter tre månader

under första året upptäcktes smakfel på mjölken. Då gavs korna extra tillskott av vitamin E och smakfelet försvann (Johansson & Sundås, 2002).

Rapsprodukter inklusive helt rapsmjöl är rika på E-vitamin, men användningen begränsas av fettinnehållet till ca 1 kg rapsmjöl respektive ½ kg rapsolja per ko och dag (SJV, 2000). Upp till 3-4 kg kallpressad rapskaka kan däremot utfodras med bibehållen mjölkavkastning (Johansson., 2003). Palmoljan är dubbelt intressant eftersom den ger både  $\beta$ -karotin och E-vitamin. Eftersom fettet är mer mättat kan man ge upp till 1 kg olja per ko och dag. Även sojaböner är relativt E-vitaminrika, men liksom för övriga nu aktuella fodermedel bör det utföras en del nyare analyser på såväl obehandlade som processade (exempelvis rostad soja) fodermedel (SJV, 2000).

Det finns tre producenter av naturlig E-vitamin men alla använder i huvudsak sojaolja som råvara. Hittills har ingen kunnat leverera från sojaböner som är garanterat fria från genmodifierade organismer (GMO), även om det vid PCR-analys inte kan påvisas innehåll av GMO. Produkterna är 3-5 gånger så dyra som syntetisk E-vitamin. För övrigt finns endast vetegroddar och luzernpellets i kommersiell tillverkning i Sverige, men dessa kan inte betraktas som egentliga ”vitaminfodermedel” utan mer som vitaminrika fodermedel. (SJV, 2000)

Lactamin har utvärderat tre produkter av naturligt E-vitamin, en torr och två flytande. De kan dock inte garanteras helt fria från GMO. Dessa produkter har låg lagringskapacitet. Den flytande varianten bör förbrukas inom ett dygn och den torra inom en månad. Priset är 2-8 ggr högre på dessa produkter jämfört med det syntetiska vitaminet. (Norinder, 2004)

N~vet är en annan leverantör som marknadsför naturligt E-vitamin till djur. Enligt Claes-Göran Sjösten, medicinskt ansvarig och VD för företaget går produkten inte att garanteras GMO fri. Slutprodukten innehåller proteinrester som kan innehålla spår av GMO. Ursprungskällan till produkten är soja och majs. Den framställs genom produktion av matolja. (Sjösten, 2005)

## 4. Material och metoder

### 4.1 Tingvall

Projektet genomförs på Tingvalls försöksgård som är beläget cirka 4 mil från norra Bohuskusten. Tingvall ägs och drivs av Hushållningssällskapet Väst. Deras verksamhet har sedan 1991 varit inriktad på ekologisk mjölkproduktion (Olrog et al., 2002). Tingvall har ca 70 mjölkkor och 120 ha åker brukas. Tjurkalvarna säljs och kvigorna föds upp. All areal utnyttjas till foderproduktion. Växtföljden är i huvudsak: korn (insådd), vall, vall, vall. På vissa skiften har odlats höstvetete, ärter, åkerböna, höstrybs och grönfoder (Hushållningssällskapet Väst hemsida, 2004). På Tingvall lagras ensilaget främst i plansilos och en del i rundbalar. Ladugården är en kall lösdriktsladugård med liggbås. Korna mjölkas två gånger om dagen i mjölkgrup. Korna utfodras med ett blandfoder och individuellt med kraftfoder som ges genom transponderstyrda kraftfoderautomater. Beroende på laktationsmånad ges två olika foderstater, högmjölkare 0-3 månader efter kalvning får 50 % kraftfoder. Efter 3:e laktationsmånaden ges max 40 % kraftfoder (Bilaga 1). Detta enligt KRAV: s regel för ekologisk produktion (KRAV-regler, 2004). Foderstaten är 100 % ekologisk och endast närproducerade fodermedel används. Mjölkkavkastningen ligger över 9500 kg ECM per ko och år.

### 4.2 Försöksupplägg

Projektet pågår i två år inklusive betesperioder. Registreringar kan då göras från två hela laktationer från de kor som är med i studien. Försöket startade med en förperiod under sommaren 2003. Vallensilaget skördades då för att nå ett optimalt vitamininnehåll. Ensilaget ensilerades utan tillsatsmedel. Detta beslut grundade sig på resultaten från en tidigare studie om vitamininnehåll i grovfoder som genomfördes på Tingvall och SLU i Skara under år 2001-2002 (Nadeau et al., 2004). Den första november 2003 kalvade den första kon in i försöket. Kor och dräktiga kvigor parades två och två med hänsyn till kalvningsdatum, laktationsnummer, tidigare mjölkproduktion (kor) och härstamningsindex (kvigor). Därmed bildades två grupper med 25 kor i varje grupp. Dessa randomiserades till någon av följande behandlingar.

Behandling 1 (UV): 100 % ekologisk foderstat i form av blandfoder med ett mineralfoder som ej innehåller syntetiska vitaminer.

Behandling 2 (kontroll, MV): 100 % ekologisk foderstat i form av blandfoder med ett mineralfoder som innehåller syntetiska vitaminer (Effekt normal från Lactamin)

Korna började utfodras med respektive mineralfoder vid omställningen till sinfoderstat eller senast en månad före beräknad kalvning för kvigorna.

Alla kor i försöket hade inte hunnit med en hel laktation då blod- och mjölkproverna analyserades för vitamininnehåll. De sista proverna under laktationen togs vid sju till nio månader efter kalvning och då analysen utfördes hade nio kor i UV-gruppen kommit så långt respektive 7 kor i MV-gruppen. Det antal kor som hann med att få proverna från mellanlaktationen (3-5 månader) analyserade var 17 st. i UV-gruppen respektive 20 st. i MV-gruppen. Från de tidigare provtagningarna, d.v.s. före, vid och efter kalvning, fanns data från i stort sett alla kor.



Alla kor är representerade i resultaten från mjölkdata som redovisas vid tre tillfällen i laktationen (0-90, 91-182, 183-273 dagar efter kalvning). Det är endast en ko som inte är med i UV-gruppen under den senare delen, d.v.s. 183-273 dagar efter kalvning.

### 4.2.1 Betesperiod

Korna på Tingvall släpptes på bete i maj 2004. Varje dag togs de in för mjölkning kl. 5.00 och kl. 14.00 då de även fick kraftfoder. Korna vistades i en gemensam betesfålla, oavsett vilken vitaminingrupp de tillhörde. De utfodrades individuellt och för hand med kraftfoder och respektive mineralfoder. Även sinkorna gick i en gemensam betesfålla. Denna indelning gjordes för att underlätta för personalen på Tingvall. Alla sinkor fick mineralfoder utan vitaminer under betesperioden. (Hedlund, 2004)

Karta över Tingvall och betet ses i bilaga 2, Tingvall.

## 4.3 Provtagning och registreringar

### 4.3.1 Förperiod och beräknad mängd E-vitamin i foderstaten

Under försökets förperiod togs grönmasseprover från varje skifte. Proven slogs samman till ett prov per silo och analyserades för vitamin E och  $\beta$ -karotin. För att kunna sätta samman en 100 % ekologisk foderstat med högt innehåll av naturliga vitaminer analyserades även kornskörden, ärter, åkerböna, rapskaka, rapsfrö och vete för vitamin E och  $\beta$ -karotin. De fodermedel som nu används i foderstaten är ensilage, ärter, rapskaka och korn. Dess vitamininnehåll ses i tabell 5.

Tabell 5. Vitamininnehåll i grönmassa, ärter, rapskaka och korn från förperiods analysen, sommaren 2003

Foder	$\alpha$ -tokoferol mg/kg ts	IE E-vit per kg ts
Grönmassa, silo 1	36,9	56,1
Grönmassa, silo 2	40	60,7
Grönmassa, silo 3	41,8	63,7
Ärter	2,4	4,4
Rapskaka	93,5	178
Korn	13	32

I den foderstat som användes beräknades de olika gruppernas vitamin- och mineralinnehåll baserat på analysen av grönmassa under förperioden. Enligt de högvilkastande kornas foderstat, som var baserad på 50 % kraftfoder, beräknades att korna som utfodrades utan syntetiskt vitamin (UV) fick 1422 IE av naturligt E-vitamin per ko och dag. Korna i gruppen med syntetiskt vitamin (MV) beräknades få 2022 IE vitamin E per ko och dag. Av dem var 600 IE per ko och dag eller 24,2 IE per kg/ts syntetiskt E-vitamin. Det var 4,2 IE per kg/ts mer än vad den svenska normen rekommenderar för högvilkastande kor (Tabell 6).

Tabell 6. Mineral och vitamininnehåll i foderstaten med 50 % kraftfoder

Fodermedel	F-stat 50 %		Fodermedlets innehåll					
	Med	Utan	Ca	P	Mg	K	Se	Vit E
	kg	kg	g	g	g	g	mg	IE
	ts	ts	per kg ts					
Hö	0,0	0,0	4,7	1,9	1,4	16	0,02	12
ens 1:a silo 2	12,3	12,3	6,7	3	1,8	24	0,02	61
Vete	0,0	0,0	0,3	3,5	1,2	4,5	0,01	21
korn 1 TV 2003	0,0	0,0	0,5	4,4	1,4	5,9	0,01	32
Ärt	0,0	0,0	1	4,9	1,3	11	0,02	4,4
KRF(v:k:ä::0:50:50)	9,5	9,5	0,75	4,65	1,35	8,45	0,02	18,2
Rapsexp	2,8	2,8	7,4	11,9	4,7	11,9	0,09	178
Effekt, utan	0,20		146	65	92		40,00	0
Effekt Normal	0,00	0,20	146	65	92		40,00	3000
Foderkalk	0,00	0,00	380					
Summa	24,8	24,8						
Foderblandning			Foderblandningens innehåll per kg ts					
Utan vitamin			5,6	5,1	2,7	16,5	0,35	57,3
	<b>Totalt per dag</b>		139	127	66,5	408,8	8,677	1422
Med vitamin			5,6	5,1	2,7	16,5	0,35	81,5
	<b>Totalt per dag</b>		139	127	66,5	408,8	8,677	2022

Till de kor som fick en foderstat baserad på 40% kraftfoder beräknades att korna i UV-gruppen fick 1207 IE per ko och dag medan MV-gruppen fick 1657 IE per ko och dag. MV-gruppen fick då 450 IE per dag eller 21,6 IE per kg ts och dag av syntetiskt vitamin E.

### 4.3.2 Foderprov

Under hela försöket togs ensilageprov regelbundet varje vecka. Det analyserades för torrsbstans och slogs sedan samman till månadsprov vilka analyserades på vitamininnehåll. Veckoproven slogs även samman till ett prov för varje silo. Dessa prover analyserades för övrigt näringsinnehåll (energi, råprotein, NDF och mineraler) och hygienisk kvalitet (pH, ammoniumkväve och syror). Prover från kraftfodret togs varje vecka och slogs samman till ett prov per parti för vitaminanalys och övrigt näringsinnehåll.

Under betesperioden togs även betesprov. Det gjordes varje månad under säsong för analys av vitaminer och näringsinnehåll. Provet togs 3 dagar före ordinarie provmjölkning i den fålla som korna kom att beta i provmjölkningdagen. Detta gjordes vid varje provmjölkning hela betessäsongen. I sinkohagarna togs ett prov under sensommaren. Provet togs genom att följa en tänkt linje genom fållan, 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.

### 4.3.3 Blodprov

Fem blodprov togs per ko och laktation. Innan varje ko gick in i försöket togs dessutom ett nollprov. Detta för att ha tillgång till kornas utgångsläge. Nästa prov togs

ca tre veckor innan kalvning, då korna går på sinfoderstat. Kalvningsprov togs inom 24 timmar efter kalvning. Sedan togs prov under tidig (3-4 veckor efter kalvning), mitt (laktationsmånad 3-5) och sen laktation (laktationsmånad 7-9). Blodproverna togs av personal på Tingvall. Till blodproven användes vaccutainerrör 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. Den frystes sedan ner i cirka -20°C i väntan på vitaminanalys.

#### **4.3.4 Mjölksprov**

Fem mjölksprov togs per ko och laktation. Det första mjölksprovet togs direkt efter kalvning på råmjölken. Sedan togs ett prov ca. fyra dagar efter kalvning och resterande prover togs vid morgonmjölkningen vid den mjölkning som var närmast blodprovstagningen. Direkt efter provtagning frystes proverna ner (-20 °C) i väntan på vitaminanalys.

#### **4.3.5 Foderåtgång**

De fodermedel som användes är ensilage, korn, ärtor och kallpressad rapskaka (Bilaga 1). Korna utfodrades med ett blandfoder och individuellt med kraftfoder. Alla ingående fodermedel i blandfodret vägdes och registrerades, även rester. Kraftfodret gavs genom transponderstyrda kraftfoderautomater.

#### **4.3.6 Mjölkkavkastning och mjölkkvalitet**

Provmjölkningen utfördes var 14:e dag under de tre första laktationsmånaderna, därefter en gång i månaden. Mjölkkavkastning, fett, protein, urea och celltal registrerades för varje ko. Samlingsprov från varje grupp togs i samband med provmjölkningen för analys av mjölkens lukt och smak.

#### **4.3.7 Hälsa och fruktsamhet**

Djurhälsan registrerades dagligen av personalen. Veterinärdata insamlades och fruktsamheten kontrollerades genom antal insemineringar per dräktighet.

#### **4.3.8 Övriga registreringar**

Korna vägdes och hullbedömdes visuellt en gång varje månad enligt en fem-gradig skala, där 1 är mycket mager och 5 är mycket fet (Edmonson et al., 1989). Vägningen och hullbedömningen utfördes av samma person under hela försöket.

### **4.4 Vitaminanalys**

Alla vitaminanalyser utfördes i Danmark på Danmarks Jordbruksforskning i Foulum, vid Avdelningen för husdjursnäring och fysiologi.

#### **4.4.1 HPLC**

High performance liquid chromatography (HPLC) användes för att kunna bestämma andelen E-vitamin i proven. Det är en väl använd metod för att detektera vitamin E och används till alla typer av prover från biologiska vätskor och vävnader till multivitamin-tabletter och frukostflingor. För att lyckas är provtagningen och förberedelserna mycket viktiga. (De Leenheer et al., 1992)

För att separera de aktiva komponenterna av vitamin E blandades provet med en vattenlöslig lösning oftast etanol, metanol eller isopropanol. I vårt fall användes etanol och metanol. Alkoholerna fördelas in i vattenlösliga och organiska lager och

fäller ut proteiner. Därmed underlättas extraktionen av vitamin E. Även en antioxidant tillsattes eftersom tokoferolerna lätt degraderas under förberedelserna och framförallt i närvaro av O<sub>2</sub>. Oxidation av tokoferolerna under preparationen skulle orsaka låga värden och icke tillförlitliga resultat. Genom att genomföra preparationen så mycket som möjligt i mörker och vid låg temperatur minskas oxidationsrisk. De minimeras genom tillsats av antioxidanten, i vårt fall 20 procentig askorbinsyra.

Efter tillsats av dessa ämnen försåpades proverna. Försåpningen innebär att de hettas upp tillsammans med kaliumhydroxid, så att en starkt alkalisk miljö bildas. Detta görs för att reducera mängden av organiska ämnen i provet. Detta fulländas genom hydrolys av triglycerider, fosfolipider och andra lipidestrar till mer hydrofila fettsyror och alkoholer. Försåpningen minskar antalet ämnen som skulle blandas samman med tokoferolerna och därmed försvåra detektionen. Försåpningen ägde rum i 80°C under 20 minuter för plasma och mjölk och i 30 minuter för foder. Sedan kylde proverna av i kallt vatten. Efter försåpningen följde en organisk extraktion. Den hydrofoba lösningen som tillsattes är en alkan, i vårt fall heptan. (De Leenheer et al., 1992)

Extraheringen med heptan gjordes två gånger. Mellan varje heptantillsättning centrifugerades proverna i 10 minuter under 3000 varv per minut. Efter första extraktionen har 90 % av vitaminerna nått heptanfasen, efter andra extraktionen har 90 % till av det som fanns kvar i vattenfasen extraherats. Då finns 99 % av vitaminerna som fanns i provet i den fasen som används vid detektionen (Jensen, 2004). Av denna lösning togs cirka en milliliter ut och fördes över i så kallade vials. Dessa används i HPLC:n vid detektionen. De är mörkbruna så inget ljus ska nå lösningen.

Den HPLC:n som användes vid våra analyser var en Perkin Elmer Series 200 Autosampler och pump samt en Fluorescence detector av samma märke. Pumpen innehöll en organisk vätska, i vårt fall heptan. I Autosamplern ställdes alla prover som detekterades och de var preparerade i så kallade vials. HPLC:n innehöll en siliciumoxidkolonn på 5 µm i diameter. När provet gått igenom kolonnen har alla hydrofila ämnen i provet fastnat i kolonnen och den fluorescerande detektorn kan hitta tokoferolerna vid en våglängd på 290 nm. Det är chromanringen i tokoferolerna som blir synlig vid denna våglängd. Eftersom tokoferolerna är relativt opolära molekyler utan siliciumkänsliga funktionella grupper, kan de chromatograferas bra med en siliciumbaserad kolonn. Flödet från provet till kolonnen är på 3 ml i minuten. Det tog ca 5 minuter för varje prov att detekteras. (Jensen, 2004)

#### 4.4.2 Foder

Vitaminanalysen av foderproverna gjordes i stort sett på samma sätt för alla prov. Skillnaden var att alla grönmasseprover frystorkades innan analysen och ärter, korn, raps, och mineraler endast var frysta och maldes ner till mjöl. För analys av vitaminerna  $\beta$ -karotin och E användes high-performance liquid chromatography (HPCL).

Av varje prov togs 2 gram (förutom för de vitaminberikade mineralerna, av de tas 0,5 gram) som fördes över till rundkolvar. Till dessa tillsattes följande;

70 ml 96 % Etanol  
30 ml Metanol  
30 ml Ascorbinsyra 20 % (tål ej ljus)  
20 ml KOH 1:1

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 sattes proverna i kallt vatten och i mörker tills de var kalla. Av försåpningsblandningen togs 4 ml ut och överfördes till kulturglas innehållande 2 ml vatten. Med undantag för de vitaminberikade mineralerna. Från den blandningen togs 2 ml respektive 1 ml ut och tillsattes i kulturglas med 1 respektive 0,5 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  $\beta$ -karotin och vitamin E.

#### 4.4.3 Blodplasma

För analys av vitamin E och  $\beta$ -karotin behövdes 500  $\mu$ l plasma som överfördes till kulturglas. Därefter tillsattes:

2 ml 96 % Etanol  
0,5 ml Metanol  
1 ml 20 % Askorbinsyra (tål ej ljus)  
0,3 ml KOH 1:1  
1,2 ml vatten

Proverna försåpades under 20 minuter i 80°C vattenbad. Under försåpningen spjälkar kaliumhydroxiden triglyceriderna till fria fettsyror. Sedan sattes proverna i kallt vatten och i mörker för att därefter extraheras med 5 ml heptan. Efter varje tillsättning av heptan centrifugerades proverna under 10 minuter i 3000 varv per minut. I heptanfasen kunde man se om korna ätit mycket grönfoder genom att titta på färgen. Ju gulare heptanfas desto mer  $\beta$ -karotin innehöll blodet, 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 vitamin E med HPLC.

#### 4.4.4 Mjök

För analys av vitaminerna  $\beta$ -karotin och E var alla mjökprover tvungna att värmas upp till 40°C i vattenbad, sedan togs 1 ml mjök från varje prov som överfördes till kulturglas. För analys av  $\beta$ -karotin och vitamin E tillsattes sedan:

2 ml 96 % Etanol  
0,5 ml Metanol  
1 ml 20 % Askorbinsyra (tål ej ljus!)  
0,3 ml KOH-vatten 1:1  
0,7 ml vatten

Proverna försåpades sedan i 80°C under 20 minuter i vattenbad. Under försåpningen spjälkar kaliumhydroxiden triglyceriderna till fria fettsyror. Sedan avkyldes proverna i kallt vatten. Försåpningsblandningen extraherades med 2 x 5 ml heptan. Efter varje tillsättning av heptan centrifugerades proverna under 10 minuter i 3000 varv per minut. Om mjöken innehöll mycket  $\beta$ -karotin färgades heptanfasen gul, vilket var tydligast i de prover som innehöll råmjök. Heptanfasen fördes sedan över till mindre glas, vialer för att analyseras på  $\beta$ -karotin och vitamin E med HPLC.



Figur 8. Extrahering av mjökprover (Foto. Möller, 2004).

## 4.5 Statistik och övrig databehandling

Data för vitamininnehåll i plasma och mjölk samt mjölkproduktionsdata bearbetades statistiskt med variansanalys genom att använda Proc GLM i SAS (1999). Den statistiska modellen inkluderade behandling och ko-par. Resultat med ett *P*-värde mindre än 0,05 betraktades som signifikant.

Resultaten presenterades som medelvärden och dess standardavvikelse (SEM). Antalet kor som ingår i varje medelvärde redovisas som *n* vid respektive tabell eller figur under del 5 Resultat. Data analyserades för varje provtagningstidpunkt och behandling för koncentrationen av vitamin E i blod och mjölk, samt för varje tremånadersintervall för produktionsresultaten.

För att resultaten från  $\alpha$ -tokoferol innehållet av plasma och mjölk skulle anta en något bättre normalfördelning transformerades data logaritmiskt. Resultaten redovisas som det antilogaritmiska medelvärdet för vitamininnehåll i plasma och mjölk.

Vitaminnivåerna i fodret redovisas i mg per kg torrs substans (mg/ kg ts) och i internationella enheter (IE). Varje foderprov delades upp på 3-4 analyser. På dessa provsvar beräknades sedan ett medelvärde som fick motsvara provets innehåll av  $\alpha$ -tokoferol.

Hälsoregistreringarna redovisas i antal diagnoser personalen på Tingvall har ställt, antal veterinärbehandlade djur samt antal friska kor. Från anteckningar av personal på Tingvall och veterinären har dessa beräknats för varje grupp. Resultatet redovisas i antal fall och i procent av totala antalet djur. Antal inseminationer per dräktighet registrerades från kokontrolldata. Ett medeltal beräknades sedan för varje grupp.

Kornas vikt och hull registrerades i Excel för alla kor varje månad. Ett medelvärde för varje grupp beräknades sedan för varje månad samt för hela året.

## 5. Resultat

Resultaten redovisas som medelvärden för alla kor i respektive grupp, kor som utfodrats utan tillskott av syntetiskt vitamin (UV) och kor som utfodrats med ett tillskott av syntetiskt vitamin (MV).-

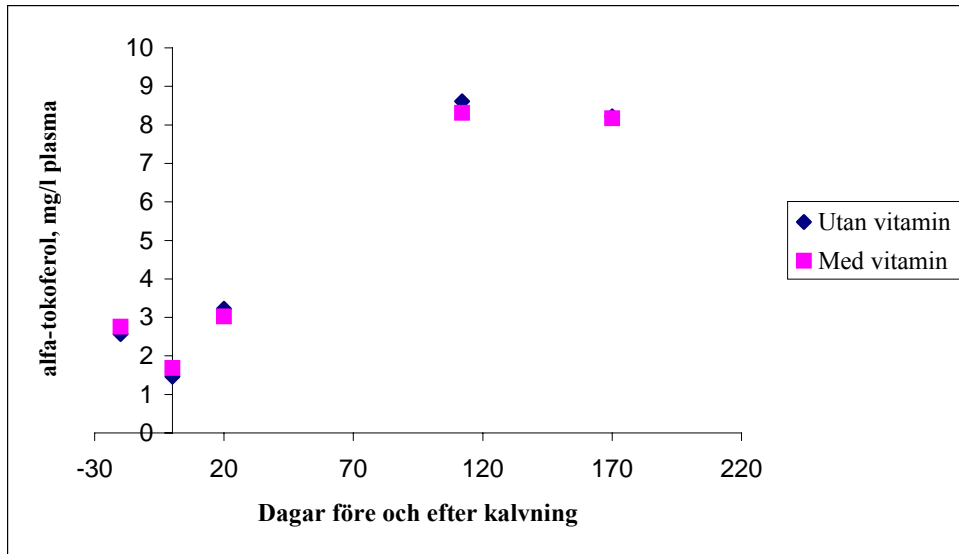
### 5.1 $\alpha$ -tokoferol i blodplasma

Tabell 7. Koncentrationer av  $\alpha$ -tokoferol (mg/l plasma) i blod, tre veckor före kalvning, inom 24 timmar efter kalvning och cirka tre veckor efter kalvning samt mellan laktation (3-5 månader) och sen laktation (7-9 månader). Presenteras som medelvärden ( $n$ = antalet djur). Korna utfodrades utan (UV) eller med (MV) tillskott av syntetiska vitaminer

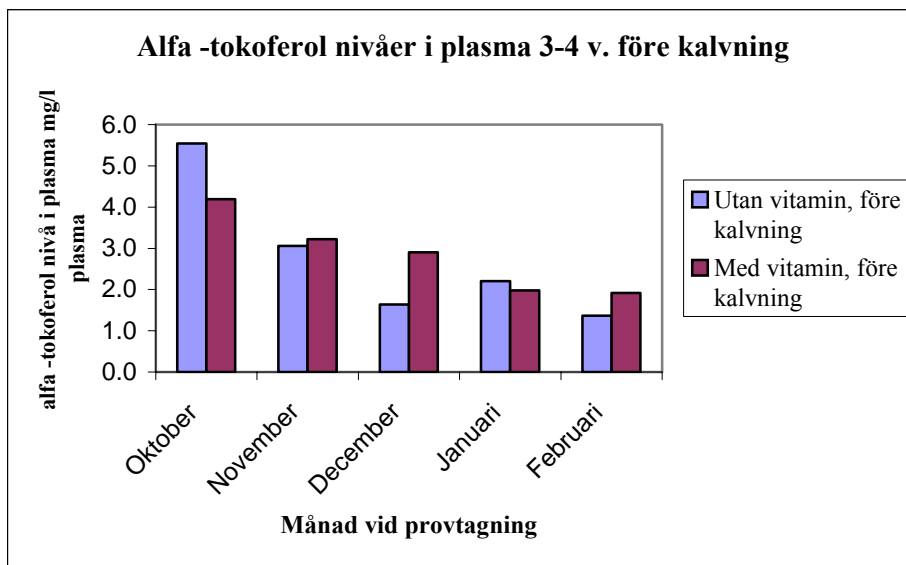
Tid	Behandling	$\alpha$ - tokoferol	<i>P</i>	<i>n</i>
Före kalvning	UV	2,57	0,41	23
	MV	2,76		25
Vid kalvning	UV	1,46	0,14	25
	MV	1,68		23
Efter kalvning	UV	3,22	0,60	23
	MV	3,02		25
Mellan	UV	8,61	0,75	20
	MV	8,31		22
Sen	UV	8,22	0,94	17
	MV	8,17		18

Det fanns ingen signifikant skillnad mellan de båda gruppernas koncentration av  $\alpha$ -tokoferol i blodplasman vid någon av tidpunkterna före, under eller efter kalvning (Tabell 7; Figur 8).





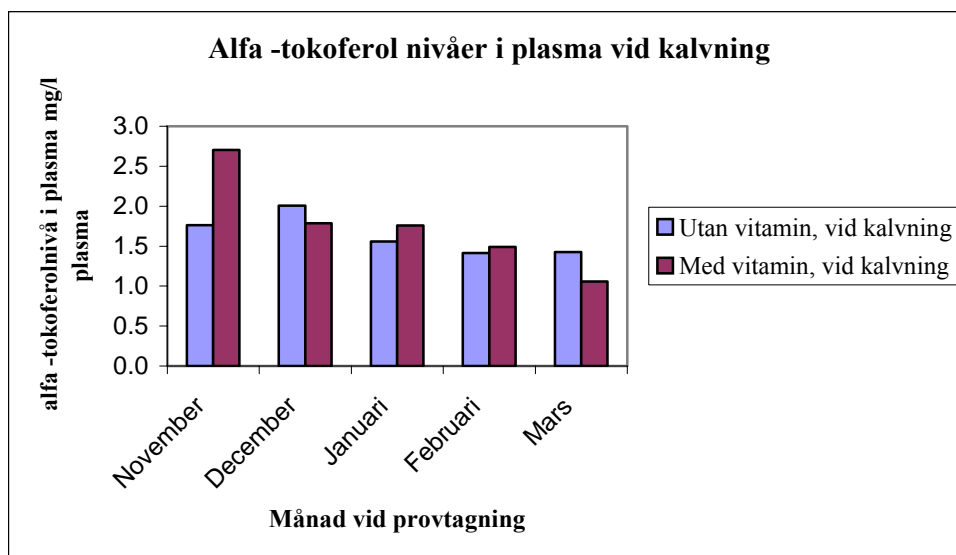
Figur 8. Ändring av  $\alpha$ -tokoferol koncentrationen i plasma i fem perioder under laktationen för de båda grupperna. Antal djur vid respektive tidpunkt ses i tabell 7.



Figur 9. Medelvärden av  $\alpha$ -tokoferol koncentrationen i plasma per månad och grupp, före kalvning. Antalet kor som beräknades kalva inom 3-4 veckor i oktober var för UV=5 och för MV=6, i november var antalet för UV=4 och för MV=6, i december var antalet för UV=5 och för MV=6, i januari var antalet för UV=6 och för MV=5 och i februari var antalet för UV=2 och för MV=2.

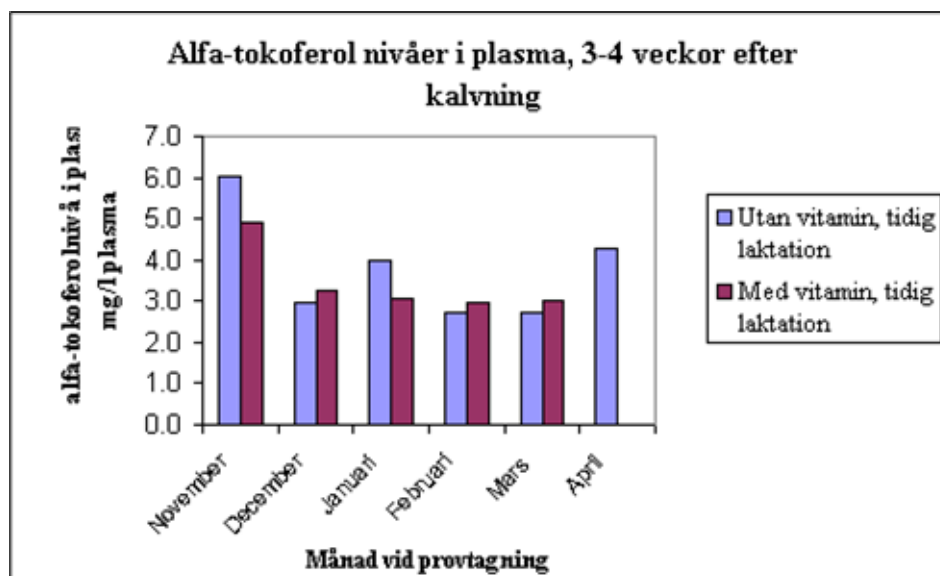
För att ge en bild av en eventuell säsongsvariation av innehållet av  $\alpha$ -tokoferol i plasma studerades även nivåerna av  $\alpha$ -tokoferol per månad (Figur 9-11). Antalet kor som kalvade varje månad var olika och skiljde sig även mellan de två grupperna. Antalet kor som beräknades kalva inom 3-4 veckor varje kalendermånad redovisas i figurtexten.

Alfa-tokoferol koncentrationen 3-4 veckor före kalvning sjönk för alla kor varje månad mellan oktober till och med februari (Figur 9). Den största skillnaden fanns hos korna i UV -gruppen där nivån av  $\alpha$ -tokoferol var relativt hög i oktober och sedan mycket låg i februari.



Figur 10. Medelvärden av  $\alpha$ -tokoferol koncentrationen i plasma per månad och grupp, vid kalvning. Antalet kor som kalvade i november var för UV=7 och för MV=3, i december var antalet för UV=7 och för MV=8, i januari var antalet för UV=2 och för MV=4, i februari var antalet för UV=5 och för MV=7 och i mars var antalet för UV=3 och för MV=1.

Alfa-tokoferolnivåerna vid kalvning sjönk med varje månad för alla kor som kalvade mellan november till och med mars (Figur 10). Nivåerna var i genomsnitt mycket lägre vid tidpunkten vid kalvning än före och efter. Största skillnaden mellan grupperna fanns i november månad. Då var  $\alpha$ -tokoferolnivån hos korna i MV-gruppen betydligt högre än nivån hos korna i UV-gruppen.



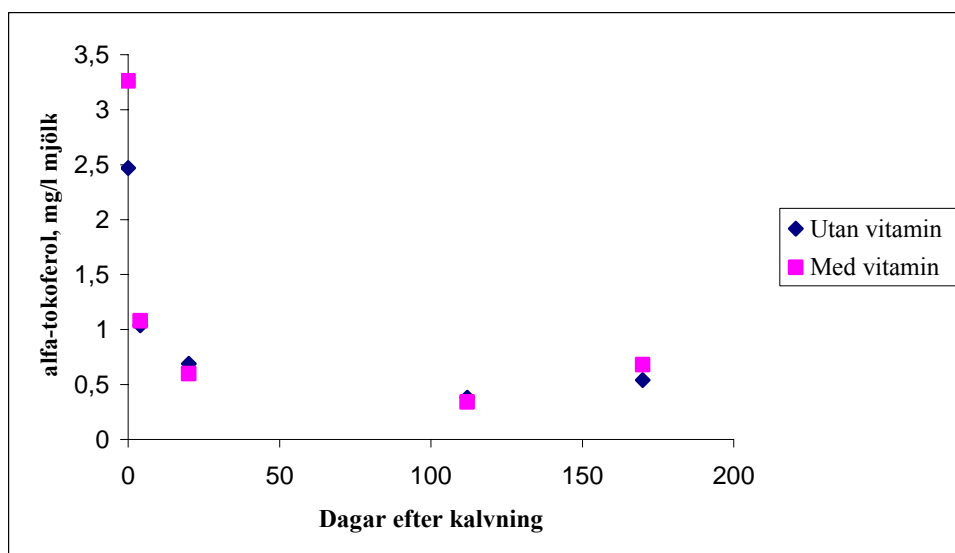
Figur 11. Medelvärden av  $\alpha$ -tokoferol koncentrationen i plasma per månad och grupp, fyra veckor efter kalvning. Antalet kor i november var för UV=1 och för MV=2, i december var antalet för UV=8 och för MV=8, i januari var antalet för UV=6 och för MV=5, i februari var antalet för UV=1 och för MV=3, i mars var antalet för UV=6 och för MV=7 och i april redovisas bara UV där endast en ko representerar stapeln.

Under alla månader hade  $\alpha$ -tokoferolnivån hos kor i tidig laktation ökat i jämförelse med nivån vid kalvning (Figur 11). Alla kor hade en högre nivå av  $\alpha$ -tokoferol under november månad än i december till och med mars.

## 5.2 $\alpha$ -tokoferol i mjölk

Tabell 8. Koncentrationer av  $\alpha$ -tokoferol (mg/l mjölk) i mjölk, prover från första råmjölken efter kalvning, cirka fyra dagar efter kalvning, cirka tre veckor efter kalvning, samt i mellan laktation (3-5 månader) och sen laktation (7-9 månader). Presenteras som medelvärden ( $n$ = antal kor). Korna utfodrades utan (UV) eller med (MV) tillskott av syntetiska vitaminer

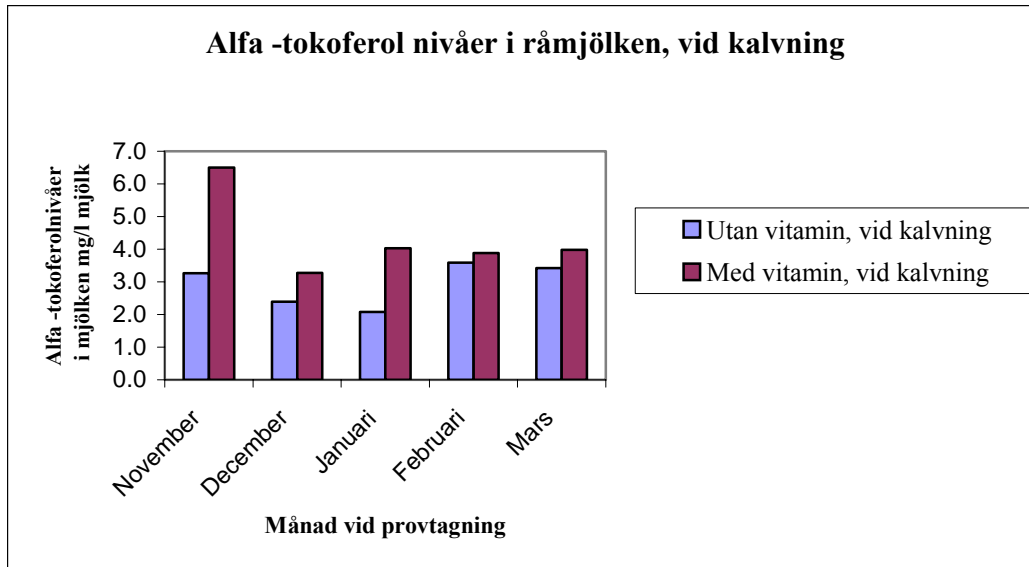
Tid	Behandling	$\alpha$ -tokoferol	P	n
Vid kalvning	UV	2,47	0,12	25
	MV	3,26		
Fyra dag eft. kalvning	UV	1,04	0,78	23
	MV	1,08		
Efter kalvning	UV	0,69	0,73	23
	MV	0,60		
Mellan	UV	0,38	0,52	20
	MV	0,34		
Sen	UV	0,54	0,75	9
	MV	0,68		



Figur 12. Ändring av  $\alpha$ -tokoferol koncentrationen i mjölk i fem perioder under laktationen för de båda grupperna. Antalet kor vid respektive tidpunkt visas i tabell 8.

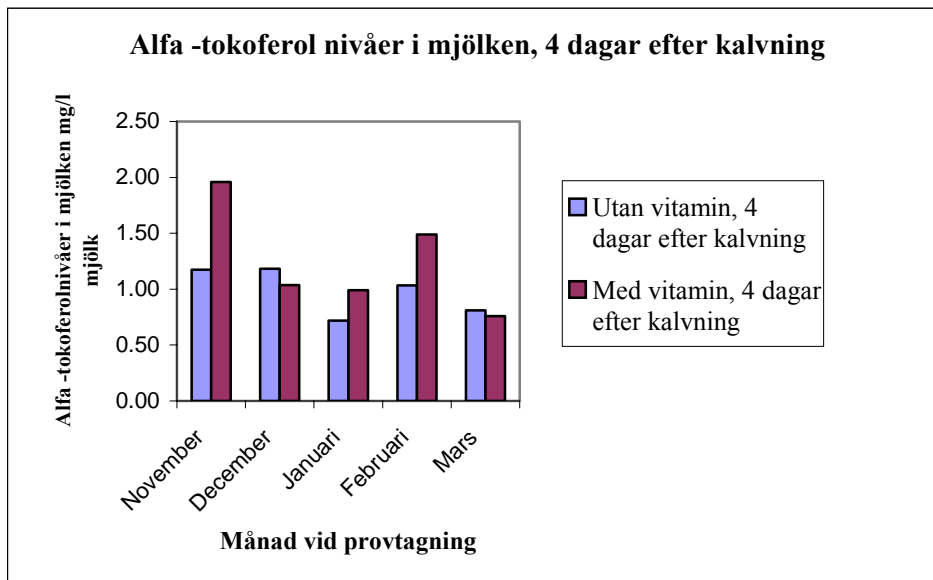
I mjölken fanns inga signifikanta skillnader av  $\alpha$ -tokoferol mellan korna i de två grupperna som utfodrats med syntetiska vitaminer eller utan syntetiska vitaminer (Tabell 8; Figur 12). Störst skillnad mellan grupperna sågs dock direkt efter kalvning. I råmjölken var koncentrationen av  $\alpha$ -tokoferol lägre för korna i UV- gruppen än för korna som fått tillskott av syntetiskt vitamin.

För att ge en bild av en eventuell säsongsvariation av  $\alpha$ -tokoferol innehållet i mjölken studerades även nivåerna i mjölken per månad (Figur 13-15). Antalet kor som kalvade varje månad var olika och skiljde sig även mellan de två grupperna. Antalet kor som kalvade i respektive månad och grupp redovisas i figurtexten.



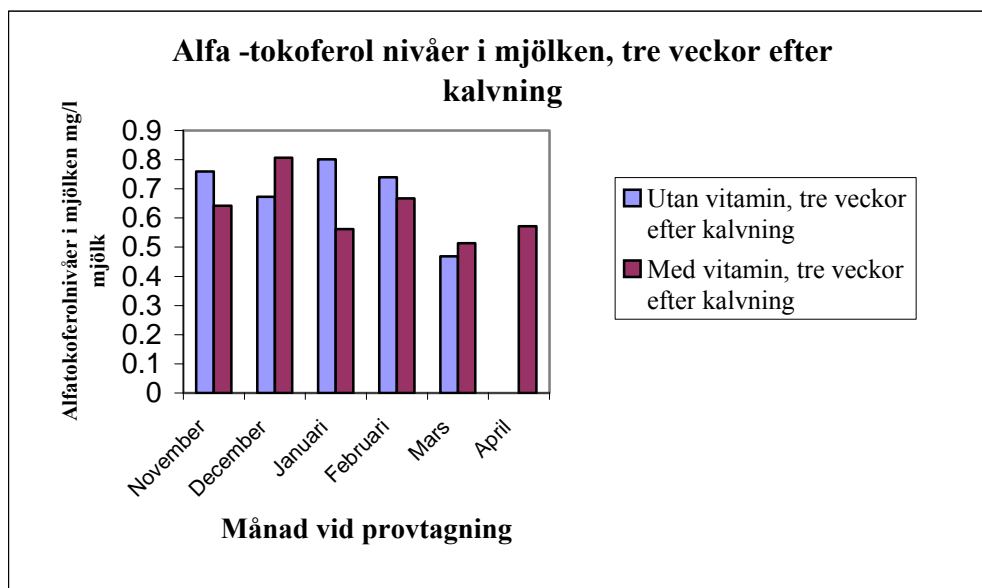
Figur 13. Medelvärden av  $\alpha$ -tokoferol koncentrationen i mjölk per månad och grupp, vid kalvning. Antalet kor som kalvade i november var för UV=7 och för MV=6, i december var antalet för UV=8 och för MV=8, i januari var antalet för UV=4 och för MV=2, i februari var antalet för UV=5 och för MV=6 och i mars var antalet för UV=3 och för MV=1.

I råmjölken var skillnaden i  $\alpha$ -tokoferol koncentrationen mellan grupperna väldigt stor i november månad (Figur 13). Då hade korna i MV-gruppen dubbelt så höga nivåer i jämförelse med korna i UV-gruppen. I februari till mars var nivåerna jämnare mellan grupperna även om UV-gruppen hade en lägre nivå under alla månader. De lägsta nivåerna fanns under december och januari.



Figur 14. Medelvärden av  $\alpha$ -tokoferol koncentrationen i mjölk per månad och grupp, fyra dagar efter kalvning. Antalet kor fyra dagar efter kalvning var i november för UV=1 och för MV=2, i december var antalet för UV=8 och för MV=8, i januari var antalet för UV=6 och för MV=5, i februari var antalet för UV=1 och för MV=3 och i mars var n för UV=6 och för MV=7.

I figur 14 visas att nivåerna av  $\alpha$ -tokoferol fyra dagar efter kalvning överlag var lägre än i råmjölken vilket var väntat. Skillnaden mellan grupperna var fortfarande störst i november månad. Fyra dagar efter kalvning var det inte längre lika tydligt att korna i UV-gruppen hade lägre vitaminnivåer än MV-gruppen. I mars hade korna de lägsta nivåerna i båda grupperna, förutom i januari då korna i UV -gruppen hade den lägsta vitaminkoncentrationen.



Figur 15. Medelvärden av  $\alpha$ -tokoferol koncentrationen i mjölk (mg/l mjölk) per månad och grupp, cirka tre veckor efter kalvning. Antalet kor som kalvat tre veckor innan provtagningen var i november för UV=1 och för MV=2, i december var antalet för UV=8 och för MV=8, i januari var antalet för UV=7 och för MV=4, i februari var antalet för UV=3 och för MV=3, i mars var antalet för UV=1 och för MV=5 och i april redovisas bara MV där endast en ko representerar stapeln.

I figur 15 ses att  $\alpha$ -tokoferol koncentrationen var betydligt lägre 3-4 veckor efter kalvning jämfört med de tidigare provtagningstillfällena.

### 5.3 Foder

Tabell 9. Hygienisk kvalitet i vallensilage från första årets 1:a skörd (silo 1 och 2) samt 2:a skörd (silo 3), ensilerat utan tillsatsmedel, förvarat i plansilo, anges som % av ts där inget annat har angetts

	Silo 1	Silo 2	Silo 3
pH	4,3	4,3	3,9
Socket, g/kg ts	1	<0,1	3
NH <sub>4</sub> -N <sup>1</sup>	16	18	20
Mjölksyra	11,5	11,3	14
Ättiksyra	2,3	3,5	4,5
Propionsyra	<0,38	0,30	0,3
Smörsyra <sup>2</sup>	0,007	<0,01	<0,01

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

<sup>2</sup>Anges som % av prov.

Ensilagets pH-värde var bra. Det låg en aning högt i nivåer av amoniumkväve, mindre än 8% av totalkväve anses vara bra. Mjölksyra nivåerna var normala och ättiksyra nivåerna likaså, förutom i silo 3, där nivån var lite högre än i silo 1 och 2. Smörsyran låg på bra nivåer i alla silos (Tabell 9; Spörndly, 1999).

Tabell 10. Näringsvärde hos foder som användes i försöket under stallperiod 1

Fodermedel	Ts	Energi	Råprotein	AAT	PBV	NDF (g/kg	Råfett
Okt 2003-Okt 2004	(%)	(MJ/kg ts)	(g/kg ts)	(g/kg ts)	(g/kg ts)	ts)	(g/kg ts)
Ensilage silo 1	26	10,2	132	69	13	578	
Ensilage silo 2	23	9,9	144	68	27	541	
Ensilage silo 3	20	9,1	144	66	30	524	
Korn år 1	84	13,2	112	93	-40	200	26
Ärter år 1	86	13,8	210	97	54	209	22
Rapskaka	91	17,0	257	78	138	247	242
Dingle							
Rapskaka	91	17,0	269	79	148	254	237
Slöinge							

Ensilaget i alla silos och även kornet hade normala värden m.a.p. näringsinnehåll. Ärtorna hade också bra värden förutom ett högt NDF, ungefär dubbelt så mycket enligt ärtor i svenska fodermedelstabellen. Rapskakan hade ett lågt innehåll av AAT och högt PBV. Den hade även ett högt innehåll av råfett vid jämförelse med svenska fodermedels tabellen (Tabell 10; Spörndly, 1999).

Tabell 11. E-vitamininnehåll i Tingvalls fodermedel till mjölkarna år 1

<b>Fodermedel</b> <b>Okt 2003-Okt 2004</b>	<b><math>\alpha</math>-tokoferol</b> <b>mg/kg ts</b>	<b>E-vitamin</b> <b>IE per kg/ts</b>
Korn	15	22
Ärtor	2	3
Kallpressad rapskaka från Dingle	61	91
Kallpressad rapskaka från Slöinge	67	100
Ensilage November	17	25
Ensilage December	14	21
Ensilage Januari	12	18
Ensilage Februari	15	22
Ensilage Mars	15	22
Ensilage April	43	64
Ensilage Maj	57	85
Ensilage Sommar	58	86

Vitamininnehållet i kornet var bra vid jämförelse med andra källor (SJV, 2000; Spörndly, 1999). Även rapskakan verkar ha bra innehåll av  $\alpha$ -tokoferol. Ensilaget hade låga nivåer av  $\alpha$ -tokoferol i november till och med mars. From april blir nivåerna av  $\alpha$ -tokoferol högre (Tabell 11).

Tabell 12. Vitamininnehåll i Mineralfoder från Lactamin

<b>Fodermedel</b>	<b><math>\alpha</math>-tokoferol</b> <b>mg/kg ts</b>
Mineral utan vitamin	492
Mineral med vitamin	3 537

Mineralfodret utan vitamin innehöll mer vitaminer än vad vi räknat med på grund av kontamination på fabriken (Tabell 12).



Tabell 13. Mineral- och vitamininnehåll i foderstaten med 50 % kraftfoder, beräknat på nya analyser av  $\alpha$ -tokoferol.  $\alpha$ -tokoferol i ensilage n=8, raps n=2, övriga n=1

Fodermedel	F-stat 50 %		Fodermedlets innehåll					
	Med	Utan	Ca	P	Mg	K	Se	Vit E
	kg	kg	g	g	g	g	mg	IE
	ts	ts	per kg ts					
Hö	0,0	0,0	4,7	1,9	1,4	16	0,02	
ens 1:a silo 2	12,3	12,3	6,7	3	1,8	24	0,02	<b>43</b>
Vete	0,0	0,0	0,3	3,5	1,2	4,5	0,01	
korn 1 TV 2003	0,0	0,0	0,5	4,4	1,4	5,9	0,01	<b>22,4</b>
Ärt	0,0	0,0	1	4,9	1,3	11	0,02	<b>3</b>
KRF(v:k:ä::0:50:50)	9,5	9,5	0,75	4,65	1,35	8,45	0,02	<b>12,7</b>
Rapsexp	2,8	2,8	7,4	11,9	4,7	11,9	0,09	<b>95,5</b>
Effekt, utan	0,00	0,20	146	65	92		40,00	<b>492</b>
Effekt Normal	0,20	0,00	146	65	92		40,00	<b>3537</b>
Foderkalk	0,00	0,00	380					
Summa	<b>24,8</b>	<b>24,8</b>						
<b>Foderblandning</b>			<b>Foderblandningens innehåll per kg ts</b>					
<b>Utan vitamin</b>			5,6	5,1	2,7	16,5	0,35	41
	<b>Totalt per dag</b>		139	127	66,5	408,8	8,677	<b>1015</b>
<b>Med vitamin</b>			5,6	5,1	2,7	16,5	0,35	65
	<b>Totalt per dag</b>		139	127	66,5	408,8	8,677	<b>1624</b>

När foderanalyserna hade utförts beräknades utifrån foderstaten nya givor av  $\alpha$ -tokoferol till högmjölarna i båda grupperna. Medelvärdet för alla månaders ensilage blev 43 IE per kg ts, vilket användes i beräkningen. Resultatet blev 1015 IE per dag för korna i UV-gruppen och 1624 IE per dag för korna i MV-gruppen. Skillnaderna mellan grupperna blir 609 IE per dag eller 24 IE per kg ts. Då mineralfodret utan vitamin innehöll 492 IE per kg ts fick alla kor i UV-gruppen i sig cirka 4 IE per kg ts eller 98 IE per dag av det syntetiska vitaminet (Tabell 13-14).

Tabell 14. E-vitamininnehållet i foderstaten till högmjölarna. Korna utfodrades utan (UV) eller med (MV) tillskott av syntetiska vitaminer

Tilldelat vitamin per dag	Totalt IE/dag	Varav tillskott IE/dag	Varav tillskott IE/kg ts
MV	1624	707	29
UV	1015	98	4

Tabell 15. Näringsvärden i rundbalsensilage och gräshalm (halm med vall-insådd) till sinkorna år 1

Fodermedel Okt 2003-Okt 2004	Ts (%)	Energi (MJ/kg ts)	Råprotein (g/kg ts)	AAT (g/kg ts)	PBV (g/kg ts)	NDF (g/kg ts)
Rundbalsensilage	41	8,8	105	65	-6	569
Gräshalm (halm + insådd)	42,4	10,2	139	72	15	550

Tabell 16. Vitamininnehåll i Tingvalls fodermedel till sinkorna år 1

Fodermedel Okt 2003-Okt 2004	$\alpha$ -tokoferol mg/kg ts	E -vitamin IE per kg ts
Mineral utan vitamin	492	
Mineral med vitamin	3 537	
Gräshalm (halm + insådd)	11	16
Rundbalsensilage	22	33

Sinkor äter i genomsnitt ca 9 kg ts om dagen (Bergsten et al., 1997). Enligt anteckningar från personalen på Tingvall åt sinkorna i försöket i genomsnitt 1,5 kg ts och dag av rundbalsensilaget och vi räknar då med att de får i sig cirka 7,5 kg ts och dag av gräshalmen. Med nya beräkningar fick sinkorna då i sig 243 IE om dagen i UV-gruppen och 700 IE i MV-gruppen (Tabell 15-17).

Sinkorna i MV-gruppen fick 457 IE per kg ts och dag mer än sinkorna i UV-gruppen. UV-gruppen fick för sinkor i sig cirka 74 IE per dag eller 8 IE per kg ts foder för mycket på grund av vitamininnehållet i mineralfodret (Tabell 17).

Tabell 17. Vitamininnehållet i sinkornas foderstat

Tilldelat vitamin per dag	Totalt IE/dag	Varav tillskott IE/dag	Varav tillskott IE/kg ts
MV	700	530	58
UV	243	74	8

Tabell 18. Vitamininnehåll i betet sommaren 2004

Fodermedel Bete	$\alpha$ -tokoferol mg/kg foder ts	E-vitamin IE per kg ts
Betsfålla, Maj	39	58
Betsfålla, Juni	40	60
Betsfålla, Juli	37	55
Betsfålla, Augusti	45	67

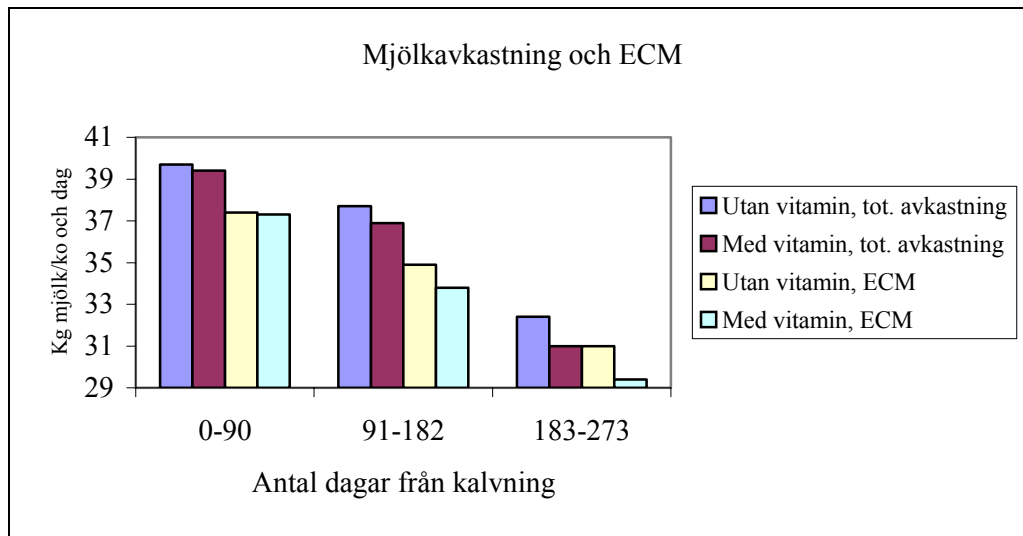
Betet på Tingvall innehöll låga värden av  $\alpha$ -tokoferol. Svenska fodermedelstabellen anger att bete innehåller omkring 129 mg  $\alpha$ -tokoferol per kg ts. (Tabell 18; Spörndly, 1999).

## 5.4 Mjölkavkastning och mjölksammansättning

Tabell 19. Mjölkavkastning, ECM, fetthalt, proteinhalt, celltal och ureahalt för de båda grupperna vid tre olika tillfällen i laktationen, presenteras som medelvärden med standardavvikelse (SEM). Korna utfodrades utan (UV) eller med (MV) tillskott av syntetiska vitaminer ( $n=25$ ).

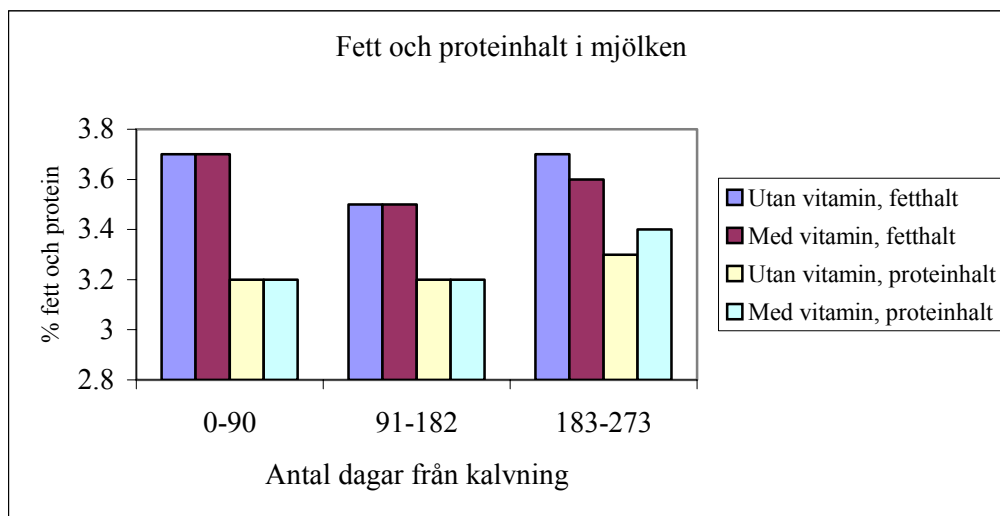
	Grupp	0-90			91-182			183-273		
		dagar	SEM	P	dagar	SEM	P	dagar	SEM	P
Mjölkavkastning (kg/ko och dag)	UV	39,7	0,8	0,82	38	0,88	0,5	32	1	0,38
	MV	39,4			37			31		
ECM	UV	37,4	0,8	0,9	35	0,85	0,4	31	1	0,28
	MV	37,3			34			29		
Fetthalt (%)	UV	3,7	0,08	0,82	4,0	0,1	0,2	3,7	0,08	0,48
	MV	3,7			3,5			3,5		
Proteinhalt (%)	UV	3,2	0,04	0,8	3,0	0,4	0,5	3,0	0,04	0,22
	MV	3,2			3,0			3,0		
Celltal i mjölk (x1000)	UV	175	37	0,41	193	62	1,0	294	80	0,69
	MV	131			193			249		
Urea i mjölk (mmol/l)	UV	3,8	0,1	0,21	3,7	0,2	0,7	3,4	0,2	0,45
	MV	4,0			3,7			3,5		

Det fanns inga signifikanta skillnader mellan grupperna med avseende på mjölkavkastning, ECM, fetthalt, proteinhalt, antal celler eller på ureahalten i mjölken (Tabell 19).



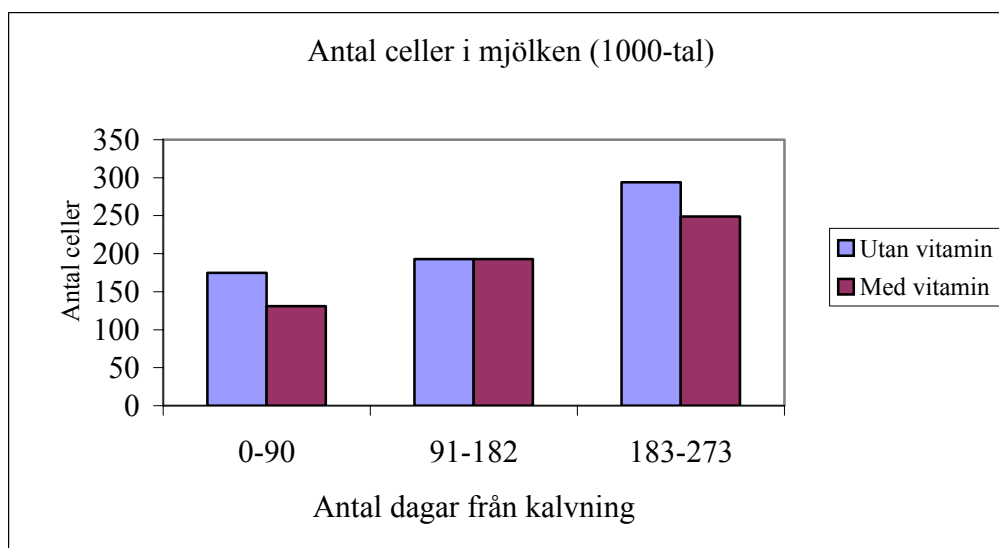
Figur 16. Mjölkkavkastning(kg/ko och dag) och ECM vid tre olika tillfällen under laktationen för båda grupperna. Korna utfodrades utan (UV) eller med (MV) tillskott av syntetiska vitaminer.

Enligt provmjölkkningsresultaten ses att UV-gruppen hade en högre mjölkkavkastning och högre ECM. *P*-värdena visade dock inga signifikanta skillnader (Figur 16).



Figur 17. Fett och proteinhalt (%) i mjölken från de båda grupperna. Korna utfodrades utan (UV) eller med (MV) tillskott av syntetiska vitaminer. Antal dagar från kalvning presenteras som 0-90 dagar, 91-182 dagar och 183-273 dagar efter kalvning.. Fetthalten och proteinhalten redovisas som medelvärden inom tidsintervallet 90 dagar.

Under de första 90 dagarna fanns ingen skillnad mellan grupperna med avseende på fett och proteininnehåll. Ju längre i laktationen korna kom desto större blev skillnaden. I slutet av laktationen hade UV-gruppen en något högre fetthalt än MV-gruppen och MV-gruppen hade en något högre proteinhalt i mjölken än UV-gruppen. *P*-värdena visade dock inga signifikanta skillnader (Figur 17).



Figur 18. Antal celler i mjölken (1000-tal), en jämförelse mellan de båda grupperna. Korna utfodrades utan (UV) eller med (MV) tillskott av syntetiska vitaminer. Antal dagar från kalvning presenteras 0-90 dagar, 91-182 dagar och 183-273 dagar efter kalvning. Antalet celler i mjölken redovisas som medelvärden inom tidsintervallet 90 dagar.

De kor som inte fick någon tillsats av syntetiska vitaminer hade något högre antal celler i mjölken än de som fick tillsats av syntetiska vitaminer. Skillnaderna fanns i början och i slutet av laktationen. Dock fanns ingen signifikant skillnad mellan grupperna (Figur 18).

#### 5.4.1 Lukt och smak registreringar

Lukt och smakprover togs ut i samband med alla provmjölkningar. Ett samlingsprov för respektive grupp analyserades på Steins laboratorium i Jönköping. Två bedömningar per prov på lukt respektive smak gjordes för att få en bättre säkerhet (Tabell 20). Inga direkta skillnader fanns mellan grupperna vad gäller lukt och smakfel.

Tabell 20. Lukt och smak analyser på samlingsprover från respektive grupp som utfodrades utan (UV) eller med (MV) tillskott av syntetiska vitaminer. "1" står för ingen anmärkning och för de andra anmärkningarna redovisas bedömarens kommentarer för respektive prov

MV					UV			
Lukt		Smak			Lukt		Smak	
<b>November</b>	Oren lukt/smak ladugård	Oren lukt/smak ladugård	räka	räka	Oren lukt/smak ladugård	Oren lukt/smak ladugård	Tendens räka	Tendens räka
<b>December</b>								
<b>Januari</b>	Oren luktar tvål	Oren luktar tvål	1	1	Oren luktar tvål	Oren luktar tvål	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Februari</b>	Ensilage Härsken	Ensilage Härsken	Ensilage 1	Ensilage 1	Ensilage Härsken	Ensilage Härsken	Ensilage/papp 1	Ensilage 1
<b>Mars</b>	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>April</b>		Konserverade prov				Konserverade prov		
	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Maj</b>	Ladugård	Ladugård	Ladugård	Oren	Oren	Ladugård	Oren	Oren
	Oren	Oren	Oren	Oren	Oren	Oren	Oren	Oren
<b>Juni</b>	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Juli</b>	1	1	Papp	Papp	1	1	Papp	Papp
<b>Augusti</b>	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>September</b>	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Oktober</b>	1	1	1	1	1	1	1	1
	Gummi	Gummi	1	1	1	1	1	1

## 5.5 Hälsa och fruktsamhet

Av de djur som registrerades för hälsostörningar under försöket fanns sex insjuknade kor i UV-gruppen och tolv kor i MV-gruppen. De registreringar som gjordes i UV-gruppen var acetonemi, kalvningsförlamning, feber och liten mjölk mängd, mastit och blod i mjölken medan de som registrerades i MV-gruppen var hälsa, kalvningsförlamning, feber, klövspalt och mastit. Ett färre antal kor behandlades av veterinär i UV-gruppen än i MV-gruppen. Endast tre kor i UV-gruppen behandlades, medan nio kor i MV-gruppen fick behandling. I UV-gruppen höll sig 76 % friska under registreringsperioden medan endast 64 % höll sig friska i MV-gruppen (Tabell 21).

Tabell 21. Hälsoregistreringar from november 2003 tom oktober 2004. Korna utfodrades utan (UV) eller med (MV) tillskott av syntetiska vitaminer.

	UV		MV	
	Antal	%	Antal	%
<b>Antal kor totalt</b>	25	100	25	100
<b>Antal diagnoser</b>	6	24	11	44
<b>Antal behandlingar</b>	3	12	9	36
<b>Antal friska kor</b>	19	76	16	64

Tabell 22. Antal inseminationer/dräktighet i medeltal from november 2003 tom oktober 2004, n= antalet kor. Korna utfodrades utan (UV) eller med (MV) tillskott av syntetiska vitaminer.

	UV	MV
	Medel (n=12)	Medel (n=15)
<b>Insemination/dräktighet</b>	1,2	1,9

Korna i MV-gruppen hade något fler inseminationer per dräktighet än de i UV-gruppen. (Tabell 22).

## 5.6 Övriga registreringar

Korna vägdes och hullbedömdes en gång varje månad. Vägningen och hullbedömningen utfördes av en och samma person under hela året. Hullbedömningen gjordes enligt en 5-gradig skala, där "1" är mycket mager och "5" är mycket fet (Edmonson et al., 1989). Korna i UV-gruppen vägde i medeltal något mer än korna i MV-gruppen (Tabell 23).

*Tabell 23. Kornas medelvikt och hullpoäng per månad och för år 1. Korna utfodrades utan (UV) eller med (MV) tillskott av syntetiska vitaminer.*

	MV		UV	
	Vikt	Hull	Vikt	Hull
<b>Okt-Nov</b>	611	3,5	637	3,5
<b>Nov-Dec</b>	593	3,5	616	3
<b>Dec-Jan</b>	601	3,1	602	3
<b>Jan-Feb</b>	595	3,1	622	3
<b>Feb-Mar</b>	601	3	610	3
<b>Mar-Apr</b>	601	3,1	614	3
<b>Apr-Maj</b>	601	3,2	611	3
<b>Maj-Jun</b>	613	3,3	612	3,1
<b>Jun-Jul</b>	606	3,2	612	3,1
<b>Jul-Aug</b>	632	3,3	647	3,1
<b>Aug-Sep</b>	626	3,3	652	3,1
<b>Medel</b>	607	3,2	621	3,1



## 6. Diskussion

Enligt vår kännedom finns det inga tidigare studier gjorda i Norden för att undersöka effekter av att korna inte får några tillsatser av syntetiskt vitamin. I denna studie tillgodogjorde sig vår försöksgrupp endast de vitaminer som fanns tillgängligt i fodret.

Enligt resultaten i denna studie fanns inga signifikanta skillnader mellan de kor som fått syntetiskt vitamintillskott (MV) och de som inte hade fått vitamintillskott (UV). Resultaten baserades på mjölkdata från provmjölkningen varannan vecka samt på vitaminanalyser från blodplasma och mjölk under sex respektive fem provtagningar per ko och laktation.

Rekommenderade mängder syntetiskt vitamintillskott varierar i olika länder. Normen är beroende på vad djuren utfodras med, alltså fodrets naturliga vitamininnehåll, hur lång betesperioden är och var i laktationen kon befinner sig. Eftersom variationen av E-vitamininnehållet i olika fodermedel är så stort och eftersom behovet hos kor skiljer sig är det svårt att fastställa normer. Normerna är således endast en vägledning för att behovet hos djuren ska uppnås (Jensen, 2003b).

### 6.1 Foder

Under hela försöksåret samlades foderprover in från Tingvall för att analyseras på vitamin E. Innehållet av E-vitamin i fodret på Tingvall visade, jämfört med tabellvärden (SJV, 2000; Spörndly, 2003) olika resultat för olika fodermedel. Kornet och ensilaget för april, maj samt ”sommar” hade bra värden medan innehållet av E-vitamin i det ensilage som utfodrades från november till och med mars hade låga värden. Eftersom skillnaden i resultat mellan dessa provtillfällen var så stor, kan skillnaden bero på analysen. Ensilageproverna för november till och med mars analyserades vid ett annat tillfälle än ensilageproverna för april, maj och sommar. Enligt tidigare studier varierar även vitamininnehållet i silon (Nadeau, 2003). Därmed kan även provtagningsstället i silon ha haft betydelse för variationerna mellan månaderna. Endast ett eller ett fåtal prover analyserades också från varje fodermedel. För att få fram säkrare värden kunde fler prover i försöket ha analyserats. Det är dock mycket kostsamt att utföra vitaminanalyser och det var därför inte genomförbart.

Sinkornas rundbalsensilage och proverna från betet innehöll också låga nivåer av vitamin E. Att betesproverna innehöll låga nivåer av vitamin E var mot förväntan. Anmärkningsvärt är också att betet innehöll lägre nivåer än ensilaget (april till och med sommar) i detta försök. Detta motsäger behovsnormen enligt svenska rekommendationer där det anges att betande djur har 2/3 lägre behov av tillsatt vitamin då vitamininnehållet i betet är högt (Spörndly, 2003).

Det mineralfoder som användes till korna i UV-gruppen innehöll tyvärr, i mindre utsträckning, syntetiskt vitamin. Detta kan ha påverkat resultaten, men mängderna är troligen försumbara i sammanhanget även om det inte är bra. Felet är dock åtgärdat inför år två. Lactamin som ansvarade för fodret har meddelat att felet berodde på kontamination i fabriken.

Enligt beräknat intag av E-vitamin i de olika foderstaterna (hög- respektive medelavkastande mjölkkor och sinkor) fick även sinkorna som utfodrades med

syntetiskt vitamin i sig lite för lite vitaminer enligt NRC:s, Sveriges, och Danmarks normer. Dock var behovet beräknat enligt den förra utgåvan av svenska fodermedelstabellen (Spörndly, 1999), då behovsnormen för sinkor var betydligt lägre än i dag, och givan ska ej ändras under försökets gång. För att utfodringen ska vara så lika en normal ekologisk utfodringsmodell som möjligt är givan till sinkor och kor även inom ramen för lactamins rekommendation (Lactamins produktblad, 2004).

För att kunna utfodra ekologiska mjölkkor med 100% ekologiskt foder används ofta oljeväxter i foderstaten. Korna i detta försök fick upp till 3 kg rapskaka, vilket är ett vanligt fodermedel inom ekologisk produktion. Rapskakan innehåller en hög andel omättat fett. Andelen fleromättade fettsyror i foderstaten minskar upptaget av vitamin E. Därför bör foderstaten ses över så att den inte innehåller en för hög andel av dessa fettsyror så att upptaget minskar (Knudsen et al., 2001; Mc Donald et al., 2002).

## 6.2 $\alpha$ -tokoferol i plasma

I försöket fann vi inga signifikanta skillnader mellan grupperna med avseende på nivåer av  $\alpha$ -tokoferol i plasma vid någon av tidpunkterna. Eftersom E-vitamin är viktigt för ett välfungerande immunförsvar och därmed medverkar till att kon lättare kan klara av en kalvning är behovet större runt kalvningsperioden (Knudsen et al., 2001). Tidigare studier har visat sänkta E-vitamin nivåer i blodplasman kring kalvning (Batra et al., 1992; Weiss et al., 1997; Meglia et al., 2004). Enligt studierna är det inte ovanligt att nivåerna sjunker till under 3  $\mu\text{g/ml}$  plasma vilket också var resultatet i detta försök. I det här försöket låg nivån för alla kor under 1,7  $\mu\text{g/ml}$   $\alpha$ -tokoferol i blodplasman vid kalvning, vilket är lågt. Enligt Knudsen et al. (2001) bör värdet ligga över 3  $\mu\text{g/ml}$  för att djuren ska ha en bra immunfunktion. Enligt Jukola et al. (1996) bör  $\alpha$ -tokoferol nivåerna ligga över 4  $\mu\text{g/ml}$  plasma runt kalvning då detta har setts förbättra juverhälsan. I denna studie följde de båda gruppernas  $\alpha$ -tokoferol värden varandra och vid tiden runt kalvning antog kurvan samma form som andra försök påvisat (t ex. Weiss et al., 1997).

Under vinterhalvåret fann vi mycket låga nivåer av  $\alpha$ -tokoferol i plasma för båda grupperna. Nivåerna i plasma minskade något under månaderna december, januari och februari. Det kunde berott på ett lågt vitamininnehåll i ensilaget under vintermånaderna. I vår studie hade dock vitamininnehållet i ensilaget inte minskat under vinterhalvåret, då innehållet t.o.m. ökade från och med april. Andra orsaker kan då vara att det var länge sen djuren var på bete. Den största orsaken bör dock vara att de flesta kor kalvade under den perioden, vilket medför lägre vitaminnivåer i blodplasman.

För att öka andelen  $\alpha$ -tokoferol i blodplasman vid tiden runt kalvning bör sinkor och högdräktiga kvigor få extra tillskott. Framförallt bör de få tillskott om de är högdräktiga under vinterhalvåret. Detta eftersom lagrat E-vitamin förbrukas helt inom 2-4 veckor (Mc Dowell, 1989; Weiss, 1999; Jensen; 2003c). Eventuella förråd av vitamin E från betet är då helt tömda i december om korna stått på stall sen september/oktober. Tillskott bör då tillsättas foderstaten. Detta borde teoretiskt sett även öka andelen  $\alpha$ -tokoferol i råmjölken, då vitamininnehållet i råmjölken beror av vitaminnivån i plasman. Eftersom plasmanivåerna är låga blir även nivåerna i mjölken låga då innehållet av vitamin E i mjölken är relaterat till det som finns i blodet (Knudsen et al., 2001).

### **6.3 $\alpha$ -tokoferol i mjölk**

I denna studie fanns det heller inte någon signifikant skillnad mellan grupperna med avseende på vitaminstatus i mjölken. Normala nivåer av vitamin E i helmjolk är 0,8 mg  $\alpha$ -tokoferol / l mjölk och för råmjölken ligger nivåerna mellan 6,7-10 mg  $\alpha$ -tokoferol / l mjölk (Bergsten et al., 1997). I vår studie låg nivån av  $\alpha$ -tokoferol i mjölken lägre än normala värden, framförallt i råmjölken. Nivån hos korna i MV-gruppen var i medeltal 3,26 mg  $\alpha$ -tokoferol / l mjölk och hos korna i UV-gruppen var nivån 2,47 mg  $\alpha$ -tokoferol / l mjölk. UV-gruppen hade lägst nivå i råmjölken och det var också där skillnaden var som störst mellan grupperna under de fem provtagningstillfällena. Detta kan ha betydelse för kalven eftersom den föds så gott som utan reserver av vitamin E i levern. Den är helt beroende av att få vitaminet via råmjölken. Om kalvarna får brist på E-vitamin kan de få ett försvagat immunförsvar och risken för sjukdomar ökar. Att studera kalvarna ingick inte i studien men det borde dock undersökas i framtiden.

Svenska ekologiska kor har en hög mjölkavkastning jämfört med ekologiska mjölkkor i de flesta andra länder. I och med att avkastningen är hög kan en ”utspädningseffekt” uppstå i mjölken, då utsöndringen av  $\alpha$ -tokoferol inte ökar i motsvarande grad utan är oberoende av mjölmängden (Jensen et al., 1999).

### **6.4 Produktionsdata och hälsa**

Enligt resultaten från mjölkanalyserna fanns inga signifikanta skillnader mellan grupperna vad gäller mjölkavkastning, proteinhalt, fetthalt, celltal eller urea. Om man bortser från den statistiska analysen, hade UV-gruppen ett högre antal celler i mjölken. Ett högt antal celler i mjölken kan vara ett tecken på inflammation i juvret (Bergsten et al., 1997). Enligt Politis med flera (2003) visade tillskott av vitamin E ge 25 % lägre cellhalt i mjölken. I början av laktationen, från kalvning till och med nittio dagar framåt, stämmer det med resultaten för våra kor. Celltalet var då 25% lägre för MV-gruppen än för UV-gruppen.

Trots att korna i UV-gruppen generellt hade lägre nivåer av E-vitamin i plasma och mjölk samt ett högre antal celler i mjölken, hade den gruppen färre registreringar för sjukdomsfall eller behandling under året än gruppen som fick tillskott av syntetiskt vitamin. Korna som inte fick tillskott av syntetiskt vitamin hade även en något bättre fruktsamhet och högre avkastning. Förklaringen skulle kunna bero på att UV-gruppen slumpmässigt fått en bättre population. När det gäller avkastningen har en statistisk bearbetning visat att resultatet inte är signifikant.

### **6.5 Tillskott av E-vitamin**

Brister av vitamin E kan visa sig i besättningar genom problem med högt celltal, kvarbliven efterbörd, svagt immunförsvar eller oxidationsproblem i mjölken (Jensen, 2003b). Eftersom tidigare försök visat att tillskott reducerat antal infektioner i juvret, mastiter och förekomst av kvarbliven efterbörd samt förbättrat mjölkens kvalitet bör tillskott ges till kor och kvigor före kalvning (Harrison et al., 1984; Smith, 1986; Mueller et al., 1989; St. Laurent et al., 1990; Batra et al., 1992; Politis et al., 1995; Weiss et al., 1997). Detta gäller framförallt kor och kvigor som kalvar under vinterhalvåret och tillskottet bör enligt Batra et al. (1992), Politis et al. (1995) och Weiss et al. (1997) ges 2 veckor före kalvning.

Eftersom syntetiskt E-vitamin inte har samma biologiska aktivitet som den naturliga formen finns det naturliga och seminaturliga vitaminer på marknaden. Problemet är att de inte kan garanteras vara helt GMO-fria (SJV, 2000). Dessa är inte förenliga med den ekologiska produktionsmetoden och är i nuläget förbjudna (Europeiska gemenskapernas officiella tidning, 1999). Problemet med de seminaturliga vitaminerna som framställs idag är att de inte godkänns på grund av den kemiska process som förestrar vitaminet (Norinder, 2004). Enligt en återförsäljare av ett naturligt preparat som finns är det endast spår av proteinrester i slutprodukten som inte kan garanteras GMO-fria. Företaget menar att preparatet borde godkännas då det borde vara rimligare att utfodra djuren med ett naturligt vitamin som dessutom tas upp bättre av djuret och utnyttjas till 100 % än ett syntetiskt framtaget vitamin som framställs kemiskt (Sjösten, 2005).

Enligt resultaten i denna studie bör de ekologiska mjölkorna i vårt land klara sig utan något tillskott av naturligt vitamin. Detta är dock endast resultaten efter första laktationen i ett försök som ska pågå i två år, så resultaten kan komma att ändras. Resultaten efter två års tid ger ett säkrare svar. Idag får syntetiska fodertillsatser användas i ekologisk mjölkproduktion om de är nödvändiga för djurens hälsa och naturliga alternativ saknas. Därmed är syntetiskt vitamin E tillåtet tills det att forskningsresultat kan bevisa att korna klarar sig utan tillskott av vitamin eller att de kan utfodras med ett naturligt alternativ.

Det bästa alternativet för att i framtiden undvika att ekologiska mjölkor inte ska få problem med högt celltal, kvarbliven efterbörd, svagt immunförsvar eller oxidationsproblem i mjölken bör vara att korna får tillskott av vitamin E. Det bör sedan tillsättas foderstaten två veckor innan beräknad kalvning till de kor som beräknas kalva från oktober tom april månad då djuren står inomhus och behovet är som störst.

Mer forskning behövs inom detta ämne. Forskningsförsök med naturliga preparat bör genomföras, likaså försök med olika typer av fodermedel. Fodermedel som naturligt innehåller en hög andel E-vitamin är den mest intressanta källan att studera, då den ekologiska produktionen bygger på att tillsatser inte ska användas. Djuren får då i sig vitaminer på naturlig väg genom fodret. Det behövs även försök där kalvar och ungdjur inkluderas i studien. Under examensarbetets gång har det beslutats att fler försök inom detta område kommer att genomföras. De försök som först genomförs är en studie om vitaminer i vall samt en studie av kor som får ett naturligt tillskott.

## 7. Slutsats

Enligt resultaten i denna studie råder inga signifikanta skillnader mellan de kor som får vitamintillskott av vitamin E och de som inte får vitamintillskott. De kor som inte utfodrades med syntetiska vitaminer hade bättre resultat vid analys av hälsa, veterinärdata och fruktsamhet. Ingen större skillnad rådde mellan de båda grupperna med avseende på vägning och hullbedömning som utfördes varje månad. Dessa resultat är preliminära men visar att dessa kor kan tillgodogöra sitt behov av vitaminer via fodret utan tillsatts av syntetiska vitaminer. Resultaten baseras dock på en relativt kort period och på ett begränsat antal djur. Resultat efter två hela laktationer behövs för att kunna bedöma om syntetiskt vitamin är ett nödvändigt tillskott till ekologiska mjölkkor. Litteratur inom ämnet har visat att kor som fått E-vitamintillskott har reducerat antal infektioner i juvret, mastiter och förekomst av kvarbliven efterbörd samt förbättrat mjölkens kvalitet. För att i framtiden undvika att ekologiska mjölkkor i Sverige får ovan nämnda brister i produktionen, bör därmed någon form av vitamin E tillskott vara godkänt i den ekologiska produktionen. E-vitamintillskott ska sedan ges under perioden runt kalvning och framförallt under vinterhalvåret då djuren står på stall.

## 8. Litteraturförteckning

Batra, T. R., Hidioglou, M. & Smith M. W. 1992. Effect of vitamin E on incidence of mastitis in dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 72:287-297.

Bergsten, C., Bratt, G., Everitt, B., Gustafsson, A. H., Gustafsson, H., Hallén - Sandgren, C., Olsson, A. C., Olsson, S. O., Plym -Forshell, K. & Widebeck, L. 1997. *Mjölkkor*, s. 68. Lt:s förlag Natur och kultur, Helsingborg.

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. *J. Dairy Sci.* 75: 1914-1922.

Björnhag, G. 2000. Växtätarna, kompendium i fodersmältningsorganens funktion hos de växtätande husdjuren, åttonde upplagan. Inst. för husdjurens fysiologi, SLU. Uppsala.

Bondi, A. A. 1987. *Animal nutrition*. A Wiley -Interscience Publication. John Wiley & Sons. ISBN. 0-471-90375-2: 540

Brigelius-Flohé, R., & Traber, M. G. 1999. Vitamin E: function and metabolism. *Federation of Am. Societies for Experimental Biology J.* 13:1145-1155.

Coelho, M. B. 1993. *Vitamin E in Animal Nutrition and Management*. A BASF Reference Manual. BASF Corporation. Georgetown, Ontario. (Figur 2)

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.

Edmonson, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T. & Webster, G. A., 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 72: 68-78.

Eger, S., Drori, D., Kadoori, I., Miller, N & Schindler, H. 1985. Effects of Selenium and E -vitamin on Incidence of Retained placenta. *J. Dairy Sci.* 68, No. 8:2119-2122.

Europeiska gemenskapernas officiella tidning, L222/1. 1 Rådets förordning (EG) nr. 1804/1999. 19 Juli, 1999.

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.

Goff, J. P. & Stabel, J. R. 1990. Decreased plasma retinol, alpha-tocopherol, and zinc concentration during the periparturient period -effect of milkfever. *J. Dairy. Sci.* 73 (11): 3195-3199.

Grummer, R. R. 1995. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy-cow. *J. Anim. Sci.* 73 (9): 2820-2833, September 1995. Univ. Wisconsin, dept. dairy sci. Madison, WI 53706, USA.

- Harrison, J. H., Hancock, D. D & Conrad, H. R. 1984. E –vitamin and Selenium for Reproduction of Dairy Cow. *J. Dairy. Sci.* 67, No. 1:123-132.
- Haug, E., Sand, O. & Sjaastad, Ø.V., 1992. Människans fysiologi, 1:a upplagan. Oslo, Norge.
- Herd, T. H. & Stowe, H. D. 1991. Fat-soluble vitamin nutrition for dairy cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Prac.* 7: 391-415.
- Hidiroglou, N., L. R., Papas, A. M., Antapli, M. & Wilkinsson, N. S. 1992. Bioavailability of vitamin E compounds in Lambs. *J. Anim. Sci.* 70: 2556-2561.
- Hogan, J. S., Weiss, W. P. & Smith, K. L. 1993. Role of Vitamin E and Selenium in Host Defence Against Mastitis. *J. Dairy Sci.* 76: 2795, 2797.
- Hushållningssällskapet Väst hemsida : <http://www.hush.se/opn/> den 17 maj 2004, 11:37.
- Jensen, S. K. 2003, a. Goldkøernes E-vitamin forsyning er vigtig. *KvægInfo* nr. 1266. Afd. For Husdyrernæring og fysiologi, Danmarks Jordbruksforskning. 2003-16-12.
- Jensen, S. K. 2003, b. 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.
- Jensen, S. K. 2003, c. Absorption og omsætning af vitaminer. Kapitel 13. In: Strudsholm, F. & K. Sejrsen (eds). *Kvægets ernæring og fysiologi*. Bind 2 – Fodring og fysiologi, pp. 375-388. DJF rapport Husdyrbrug nr 54 - december 2003. Danmarks JordbruksForskning.
- Jensen, S.K., Johannsen, A.K.B. & Hermansen, J.E. 1999. Quantitative secretion and maximal secretion capacity of retinol,  $\beta$ -carotene and  $\alpha$ -tocopherol into cows milk. *J. Dairy Res.* 66: 511-522.
- Johansson, B. 2003. Ekologisk rapskaka till mjölkkor -är det ett bra fodermedel i en 100 % ekologisk foderstat? Vägar, val, visioner, konferens i Ekologiskt lantbruk. 142-146. Uppsala 18-19 november.
- Johansson, B. & Sundås, S. 2002. Mjölproduktion med enbart grovfoder på Tingvalls försöksgård. Fakta, jordbruk nr 18, SLU.
- Johnsson, P. & Pover, W. F. R. 1962. Intestinal Absorption of  $\alpha$ -tocopherol. *Life Sci.* Vol. 4:115-117.
- 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. *J. Dairy Sci.* 79; No. 5:838.

Knudsen, B. S., Hermansen, J. E., Jensen, S. K., Kristensen, T. & Nielsen M. O. 2001. E-vitamin til malkekøer. DJF rapport. Nr. 27. Husdyrsbrug.

KRAV-regler, 2004. Box 1940, 751 49 Uppsala.

Lactamin AB, 2004. Produktblad, Effekt mineralfoder normal. Box 44, 610 20 Kimstad.

McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D. & Morgan, C.A. 2002. Animal nutrition. 6<sup>th</sup> ed. s.73, 84-88.

Mc Dowell, L.R. 1989. Vitamins in Animal Nutrition-Comparative Aspects to Human Nutrition. Academic Press, Inc. Florida.

Mc Dowell, 1992 Minerals in animal and human nutrition, Department of Animal Science University of Florida Gainesville, Florida.

Meglia, G. E.. 2004. Nutrition and immune Response in Periparturient Dairy Cows with Emphasis on Micronutrients. Veterinaria 170. SLU, Uppsala, Sweden

Meglia, G. E., Jensen, S.K., Lauridsen, C. & Persson Waller, K. 2004. Prediction of vitamin A, vitamin E, selenium and zinc status of periparturient dairy cows using blood sampling during the mid dry period. Acta vet scand, 45: 119-128.

Mueller, F. J., Miller, J. K., Ramsey, N., DeLost, R. C. & Madsen, F. C. 1989. Effects of E -vitamin and access iron on placental retention and subsequent milk yield in dairy cows. J. Anim. Sci. 72: suppl 1:564.

NRC (National Research Council). 2001. Nutrients Requirements of Dairy Cattle. 7<sup>th</sup> revised edition, National Academy Press, Washington.

Nadeau, E. 2003. Viktiga faktorer som påverkar vitamininnehållet i vallensilage. pp.137-141. Konferensrapport Ekologiskt lantbruk "Vägar, val, visioner". 18-19/11. Ultuna. CUL, SLU, Sweden.

Nadeau, E., Johansson, B., Jensen, S. K. & Olsson, G. 2004. Vitamin content of forages as influenced by harvest and ensiling techniques. Page 891-893 in Land Use Systems in Grassland Dominated Regions. A. Lüscher, B. Jeangros, W. Kessler, O. Huguenin, M. Lobsiger, N. Millar and D. Suter, (eds.). Grassland Science in Europe, Vol.9. Proc. of the 20th General Meeting of the European Grassland Federation, Luzern, Switzerland, 21-24 June.

Olrog, L., Arnesson, A. & Johansson, B. 2002. Ekologisk drift på Tingvall 1990-2002 Växtodling och mjölkproduktion. Hushållnings-sällskapet, SLU.

Pehrson, B. 2003. Konsumtionsmjölkens selenhalt i ekobesättningar. Tillförsel av oorganiskt selen till mjölkkor. Svensk veterinärtidning, Nr. 1-2: 17-23.

Politis, I., Hidiroglou, M., Batra, T. R., Gorewit, R. C., & Scherf, H. 1995. Effects of vitamin E on immune function of dairy cows. Am. J. Vet. Res, 56; No. 2. 179.



- Politis, I., Bizelis, I., Tsiaras, A. & Baldi, A. 2003. Effect of vitamin E supplementation on neutrophil function, milk composition and plasmin activity in dairy cows in commercial herd. *J. Dairy Res.* 71: 273-278.
- Pond, W G., Church, D. C & Pond, K. R. 1995. Basic animal nutrition and Feeding. 4<sup>th</sup> edition. John Wiley & Sons Inc. ISBN. 0-471-30864-1: 615.
- SAS. 1999. SAS Systems for Windows, Release 8e. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- SJV. 2000. Vitaminer till nötkreatur i ekologisk produktion. Jordbruksinformation 6 – 2000.
- Smith, K. L. 1986. Vitamin E -enhancement of immune response and effects on mastitis in dairy cows. Page 1 in Proc. Roche Symp., London, Engl. Hoffman LaRoche, Nutley, NJ.
- Spörndly, R. 1999. Fodertabeller för idisslare 1999. Inst. för husdjurens utfodring och vård. Rapport nr. 247, Uppsala.
- Spörndly, R. 2003. Fodertabeller för idisslare 2003. Inst. för husdjurens utfodring och vård. Rapport nr. 257, Uppsala.
- Strudsholm, F., Aaes, O., Madsen, J., Kristensen, V. F., Andersen, H. R., Hvelplund, T. & Ostergaard, S. 1999. Danske fodernormer til Kvæg. Rapport nr. 84, Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Kvæg, 47 pp.
- St-Laurent, A.M., Hidioglou, M., Snoddon, M. & Nicholson, J.W.G. 1990. Effect of  $\alpha$ -tocopherol supplementation to dairy cows on milk and plasma  $\alpha$ -tocopherol concentrations and on spontaneous oxidized flavour in milk. *Can. J. Anim Sci.* 70: 561-570.
- Swenson, M. J. 1984. Dukés physiology of domestic animals. 10<sup>th</sup> edition. Cornell University. New York.
- Weiser, H. & Vecchi, M. 1982. Stereoisomerer of  $\alpha$ -tocopheryl acetate. II. Biopotencies of all eight stereoisomers, individually or in mixtures, as determined by rat resorption-gestation tests. *Internat. J. Vit. Nutr. Res.* 52: 351-370.
- Weiss, W. P. 1999. Vitamin E Requirements for Protection of Dairy Cows Against Infections at Parturition. Department of Animal Science, The Ohio State University. A.L. Moxon Honorary Lectures, Special Circular 167-99.
- Weiss, W. P, Hogan, J. S. & Smith, K. L., 1994. 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., 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. *J. Dairy Sci.* 80: 1728-1737.

### **Muntligt:**

Björnberg, A. 2005. Redovisning av examensarbetet: Försörjning av vitamin E hos mjölkkor i ekologisk produktion, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU, Skara, den 31/3 2005 kl. 14.00

Hedlund, E. 2004. Telefonsamtal till Tingvalls försöksgård, den 26/8, kl. 10.00

Jensen, S. K. 2004. På Afd. For Husdyrernæring og Fysiologi, Danmarks Jordbruksforskning. Den 23/9 2004 kl. 14:30, Foulum, Danmark.

Nadeau, E. Skördemetodens och lagringens betydelse för vitamininnehållet i ensilage och mjölk. Inst. husdjurens miljö och hälsa, Skara. Workshop "Naturliga vitaminer" den 13/5 2004 i Undervisningshuset, Ultuna. Uppsala.

Norinder, E. Produktutveckling av naturliga vitaminer. Lactamin, Workshop "Naturliga vitaminer" den 13/5 2004 i Undervisningshuset, Ultuna. Uppsala.

Sjösten, C. G. 2005. Telefonsamtal till N~vet AB, Uppsala Science Park 751 83 Uppsala. Tel. 018-572430, den 25/1 2005, kl. 14.00.

Waller, K. P. Naturligt eller syntetiskt vitamin E till kor runt kalvning. SVA, Workshop "Naturliga vitaminer" den 13/5 2004 i Undervisningshuset, Ultuna. Uppsala.

Weiss, B. Dairy cattle nutrition, Dept. of animal sciences, Ohio. Den 5/4 2004 kl. 14.00-15.00, SVA. Uppsala.

### **Foto:**

Möller, J. 2004. Extrahering av mjölkprover. På Afd. For Husdyrernæring og Fysiologi, Danmarks Jordbruksforskning. Den 24/9 2004 kl. 14:30, Foulum. Danmark.

## **Bilaga 1.**

### **FODERSTATER TINGVALL MARS 2004**

#### **Högmjolkare (första 3 månaderna, 50 % krf)**

40,5 kg ensilage (12,2 kg ts)  
11 kg kraftfoder (50% korn, 50% ärt)  
3,0 kg rapskaka  
0,2 kg mineralfoder

#### **Därefter, 40 % krf**

40,5 kg ensilage (12,2 kg ts)  
7,5 kg kraftfoder (50 % korn, 50 % ärt)  
2,0 kg rapskaka  
0,15 kg mineralfoder

#### **Därefter minskande enligt mjölkavkastning!**

#### **Sinfoderstat**

Ca 3-0 v före kalvning (beroende på hull etc.) mixblandning:

40,5 kg ensilage  
5,5 kg kraftfoder (50 % korn, 50 % ärt)

före det:

rundbalsensilage plus gräshalm, fri tillgång!

## Bilaga 2. Karta över Tingvall



Vid **Institutionen för husdjurens miljö och hälsa** finns tre publikationsserier:

- \* **Avhandlingar:** Här publiceras masters- och licentiatavhandlingar
- \* **Rapporter:** Här publiceras olika typer av vetenskapliga rapporter från institutionen.
- \* **Studentarbeten:** Här publiceras olika typer av studentarbeten, bl.a. examensarbeten, vanligtvis omfattande 5-20 poäng. Studentarbeten ingår som en obligatorisk del i olika program och syftar till att under handledning ge den studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Arbetenas innehåll, resultat och slutsatser bör således bedömas mot denna bakgrund.

Vill du veta mer om institutionens publikationer kan du hitta det här:  
[www.hmh.slu.se](http://www.hmh.slu.se)

---

---

**DISTRIBUTION:**

Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för veterinärmedicin och  
husdjursvetenskap  
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa  
Box 234  
532 23 Skara  
Tel 0511-67000  
**E-post: [hmh@slu.se](mailto:hmh@slu.se)**  
**Hemsida: [www.hmh.slu.se](http://www.hmh.slu.se)**

*Swedish University of Agricultural Sciences  
Faculty of Veterinary Medicine and Animal  
Science  
Department of Animal Environment and Health  
P.O.B. 234  
SE-532 23 Skara, Sweden  
Phone: +46 (0)511 67000  
**E-mail: [hmh@slu.se](mailto:hmh@slu.se)**  
**Homepage: [www.hmh.slu.se](http://www.hmh.slu.se)***

---

---