

## Besætningens forsyning med vitaminer og mineraler – case studier og model

Lisbeth Mogensen, Troels Kristensen, Søren Krogh Jensen og Karen Søegaard

*Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Århus Universitet*

### Sammendrag

I FØJO3 projektet ECOVIT undersøges, hvorvidt det er muligt for en bedrift med økologisk mælkeproduktion at blive selvforsynende med vitaminer og mineraler. I projektet indgik et samarbejde med 5 private gårde med mælkeproduktion. På disse gårde blev der fundet en positiv sammenhæng mellem indholdet af vitaminer i det producerede grovfoder og indholdet i den mælk, der blev produceret heraf. Der er udviklet en model til at beregne det forventede indhold af vitaminer (fokus på A og E) og mineraler (fokus på Cu, Zn og Se) i hjemmeavlet foder som funktion af de faktorer, der påvirker indholdet. Med udgangspunkt i fodringsdata fra en af bedrifterne beregnes vha. modellen indholdet af vitaminer og mineraler i foderet, og der opstilles scenarier for, hvordan bedriften kan øge selvforsyningsgraden. Højt vitaminindhold i foderet fremmes især af tiltag til forbedret ensilagekvalitet (hurtig fortørring, tidlig udviklingstrin ved høst), ligesom optimering af artsammensætning i græsmarken kan øge såvel vitamin som mineral indhold i foderet.

### Indhold af vitaminer i grovfoder og mælk på 5 gårde med mælkeproduktion

De to vigtigste partier grovfoder på hver af fem gårde i ECOVIT-projektet blev fulgt fra høst i sommeren 2007 til ensilagen var blevet opfodret hen over vinteren og den efterfølgende sommer. Syv gange i denne periode blev der samme dag udtaget ensilageprøver og mælkeprøver, der blev analyseret for indholdet af vitaminer (vitamin E målt i form af alfa-tocopherol og vitamin A målt i form af beta-karoten). Endvidere blev fodertildelingen til køerne registreret, herunder evt. brug af vitamintilskud, således at køernes samlede daglige vitaminforsyning fra foder og tilskud kunne beregnes. Grovfoder med vitaminanalyse udgjorde 90-100% af grovfoderet. For grovfoder uden vitaminanalyse og det koncentrerede foder blev der brugt tabelværdier for vitaminindholdet, mens bidraget fra vitamintilskud blev beregnet ud fra indholdsgarantien.

### Vitaminindhold i ensilagen

I tabel 1 ses for hver gård afgrødesammensætningen i ensilagen, bedømt i marken før høst som andel af volumen. Endvidere ses indhold af vitamin E, dels i en prøve udtaget umiddelbart efter ilægning i siloen og dels et gennemsnitligt indhold af vitamin E fra opfodringsperioden. I det opfodrede græsensilage var der i gennemsnit af de fem gårde 30 mg vitamin E per kg tørstof (TS), hvilket i gennemsnit var stort set det samme indhold, som der blev fundet i det fortørrede græs ved ilægning i siloen, der var dog forskel mellem gårde. Det vitamintab, der er sket under selve fortørringen er ikke bestemt i denne undersøgelse.

**Tabel 1. Ensilagens sammensætning og indhold af vitamin E, mg/kg tørstof.**

Gård-nr	206	226	609	216	236	Gns.	
<b>Græsensilage</b>							
Sammensætning:							
Græs, % af volumen	57	49	51	57	67	56	
Hvidkløver, %	25	23	40	31	19	28	
Rødkløver, %	15	19	6	7	12	12	
Ukrudt, %	2	3	4	6	2	3	
Kg TS/FE	1,11	1,15	1,03	1,04	1,26	1,12	
<b>Vitamin E, mg/kg tørstof:</b>							
Prøve ved i lægning i silo	23.0	37.7	33.4	25.8 <sup>1)</sup>	38.2	31.6	
Opfodret ensilage, gns	22.1	21.7	33.9	45.6	25.1	29.7	
Tid på lager, gns. dage	288	342	353	216	208	281	
<b>Helsæd ensilage, type</b>							
Sammensætning af ensilagen:							
Korn, % af volumen	74	45	40			53	
Bælgplanter, %	0	20	26			15	
Udlæg, %	4	0	1			2	
Ukrudt, %	22	35	33			30	
Kg TS/FE	1,63	1,75	1,58	1,26	1,19	1,65	1,23
<b>Vitamin E, mg/kg tørstof:</b>							
Prøve ved i lægning i silo	28.0	53.3	71.7	41.2	15.7	51,0	28.5
Opfodret ensilage, gns	15.9	28.9	39.4	16.3	9.2	28,1	12.7
Tid på lager, gns. dage	181	185	265	178	211	210	194

1) Sandsynligvis ikke en repræsentativ prøve?

I det opfodrede helsædsensilage var der i gennemsnit af 3 gårde 28 mg vitamin E per kg tørstof. På tværs af alle gårde udgjorde indholdet af vitamin E i det opfodrede helsædsensilagen ca. 55% af indholdet i en prøve udtaget umiddelbart efter høst.

I tabel 2 ses den daglige forsyning med E vitamin fra foderet og fra en tilskudsblending. Vitamin E fra foderet udgør mellem 53 og 62% af den samlede tildeling, og er på ingen af gårdene tilstrækkelig til at opfylde normen. På alle gårde gives der supplerende tilskud, således at vitamin E forsyningen bliver højere eller på niveau med de danske fodernormer, der angiver at en ko have 400-800 mg E-vitamin per dag.

**Tabel 2. Vitamin E forsyning i vinteren 2007/2008, mg per ko per dag.**

Gård-nr	206	226	609	216	236	Gns.
Grovfoder	285	379	529	557	289	408
Korn og kraftfoder	97	129	71	102	18	84
Vitamintilskud	298	455	365	443	219	356
I alt, mg per dag	680	963	965	1102	526	847

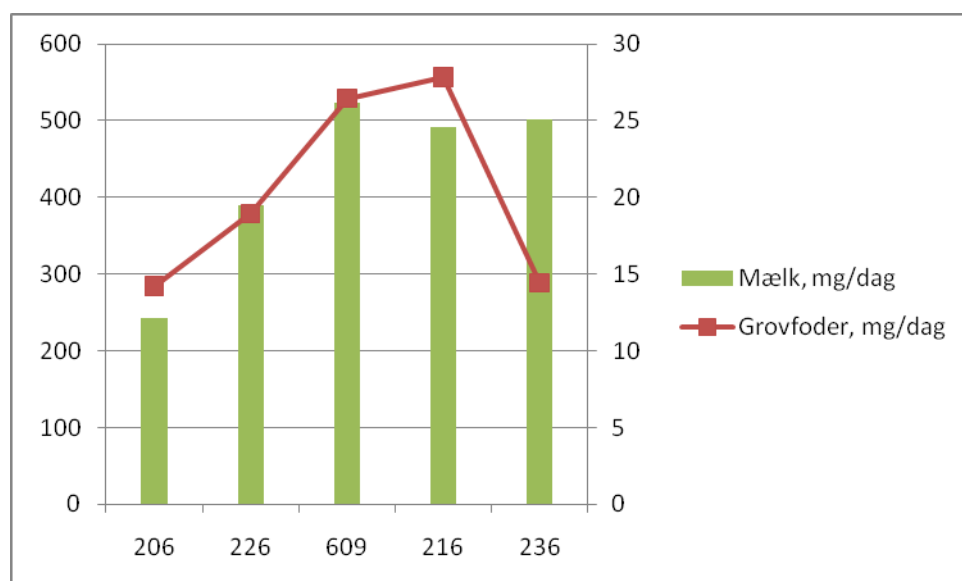
***Vitaminindholdet i mælken***

I tabel 3 er vist den gennemsnitlige mælkeproduktion per ko per dag i vinteren 2007/08. Ydel- sen varierer fra 24,4 til 28,2 kg EKM/ko/dag. Endvidere ses, at der er en stor variation i kon- centrationen af vitamin E i mælken mellem gårde fra 0,51 til 1,08 µg/ml, og tilsvarende en stor forskel i den samlede udskillelse af vitamin E med mælken fra 12,1 til 26,2 mg per ko per dag.

**Tabel 3. Mælkeydelse og vitamin E indhold i mælken, vinteren 2007/2008.**

Gård-nr	206	226	609	216	236	Gns.
Mælk, kg/ko/dag	23.7	29.5	24.3	27.3	25.9	26.1
ECM, kg	24.5	28.2	24.4	27.0	25.3	25.9
Fedt %	4.30	3.77	4.1	3.99	4.02	4.04
Protein %	3.39	3.21	3.29	3.26	3.07	3.24
E-vitamin, µg/ml	0.51	0.66	1.08	0.90	0.97	0.82
Daglig udskillelse af vitamin E i mælken, mg	12.1	19.5	26.2	24.6	25.1	21.5

I figur 1 er vist det gennemsnitlige indhold af vitamin E udskilt i mælken og indholdet af vi- tamin E fra grovfoderet på de 5 gårde. Med undtagelse af gård 236, ses en positiv sammen- hæng mellem indholdet af vitamin E i foderet og mælkens indhold af vitamin E. Der blev så- ledes fundet, at for hver gang indholdet af vitamin E i grovfoderet øges med 100 mg steg udskillelsen af vitamin E med mælken med 2,3 mg. Omvendt blev der ikke fundet nogen sik- ker effekt på vitamin E udskillelsen i mælken af at øge mængden af vitamin E fra tilskuds- blandingen.



**Figur 1. Sammenhæng mellem E-vitamin fra grovfoder (mg/ko/dag) og udskillelse af E-vitamin i mælken (mg/ko/dag)**

### Modelforudsætninger

Der er udviklet en model til at beregning af det forventede indhold af vitaminer i hjemmeavlet foder som funktion af afgrøde art, sæson og planternes udviklingstrin ved høst, forløb af for-tørring, konserveringsmetode, og tid på lager. Tilsvarende antages mineralindholdet i hjem-meavlet foder at kunne beskrives som en funktion af afgrøde art, samt sæson og udviklings-trin ved høst. Formålet med modellen er at beskrive de enkelte dyregruppers forsyning med vitaminer og mineraler over en fodringssæson afhængig af afgrødevalg og udnyttelse. Model-len bygger på resultater opnået i ECOVIT-projektet, samt andre undersøgelser fra litteraturen.

### Effekt af afgrøde art

Generelt findes det største indhold af pro-vitamin A (i form af beta-caroten) og vitamin E (i form af alfa-tocopherol) i græsser, bælplanter og andre grønne planter, mens korn og majs har et lavt indhold. Nogle arter har meget høje vitaminindhold: f.eks. har kællingetand og ci-korie et højt indhold af vitamin A, mens engsvingel har et højt indhold af vitamin E. Vitamin-indholdet anvendt for de enkelte arter fremgår af ”Vitaminer, mineraler og foderværdi af græsmarksarter” i denne rapport.

Mineralindholdet er ofte højere i bælplanter og urter end i græsser. Således blev der fundet høje indhold af kobber (Cu) og zink (Zn) i cikorie, vejbred og kommen. Mht. selen (Se) indholdet var der ikke ret stor forskel mellem arter og generelt et lavt indhold i alle arter. Men der var stor forskel mellem gårdene, idet der på én gård åbenbart var så meget Se i jorden, at der også blev et højt selenindhold i alle afgrøder, især i cikorie og vejbred. Mineralindholdet for de enkelte arter fremgår af ”Vitaminer, mineraler og foderværdi af græsmarksarter”.

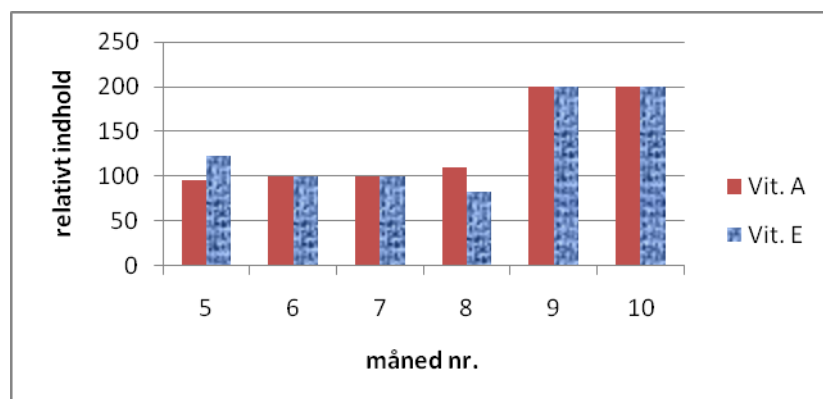
### **Effekt af planternes udviklingstrin**

Vitaminindholdet afhænger af afgrødernes udviklingstrin ved høst, hvor tidlig udviklingstrin svarer til en høj fordøjeligheden. I modellen antages følgende effekt af udviklingstrin for vitamin E indholdet: Ved høj fordøjelighed er vitaminindholdet 8% højere end ved middel fordøjelighed, og 5% lavere ved lav fordøjelighed sammenlignet med middel (baseret på resultater af Danielsson et al. (2008)). Dette understøttes af resultater fra de 5 private gårde i ECOVIT-projektet, hvor indholdet af både vitamin E (40 vs. 23 mg/kg TS) og vitamin A (29 vs. 16 mg/kg TS) var betydelig større i de partier kløvergræsensilage, der havde den højeste fordøjelighed (81,6 vs. 76,1 % af organisk stof).

Normalt vil man forvente en nedgang i mineralindholdet, når afgrøden vokser til, som en slags fortyndingseffekt. Men i et forsøg på Foulumgård, hvor der blev høstet græs og bælgeplanter 3 gange med en uges mellemrum, viste det sig kun at have mindre betydning for mineralindholdet.

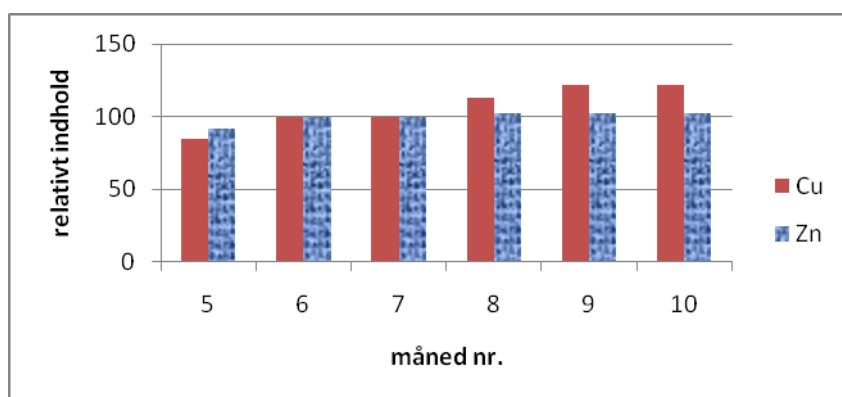
### **Effekt af sæson ved høst**

Danielsson et al. (2008) har fundet et relativt stabilt niveau af vitamin A og E i friske græsser og bælgeplanter først på sæsonen, dog lidt højere vitamin E i foråret, og med en stor stigning i indholdet af både vitamin A og E i efterårssæsonen.



**Figur 2. Effekt af sæson ved høst på indhold af vitamin A og E i friske græsser og bælgeplanter.**

Baseret på alle grovfoderanalyser fra Steins i perioden 2003-2007 ses en svag stigning gennem sæsonen i indholdet af Zn i kløvergræsensilage, for Cu er denne stigning større.



**Figur 3. Effekt af sæson ved høst på indhold af Cu og Zn i kløvergræsensilage.**

### *Effekt af konserveringsmetode*

Indholdet af vitaminer i en konserveret afgrøde antages at kunne beskrives som en funktion af indholdet i den friske afgrøde. Værdierne i tabel 4 er baseret på resultater dels fra ECOVIT-projektet og dels fra litteraturen. For ensilagefremstillingen er der endvidere indlagt en effekt af fortørningstid. Således antages vitaminindholdet at være 25% højere, hvis forvejringen tager under 1 døgn, og 25% lavere hvis den tager over 2 døgn.

**Tabel 4. Effekt af konserveringsmetode på vitaminindhold i færdigt foder af kløver, græs og urter, % af indhold i frisk afgrøde.**

	Vitamin A	Vitamin E
Frisk afgrøde	100	100
Ensilage	38	60
Hø	15	34
Grønpiller	75	75

Under forudsætning af, at der ikke sker tørstof-tab, saftafløb fra ensilagen, bladtab ved høbjergning osv. er mineral indhold i den konserverede afgrøde lig indholdet i den friske afgrøde.

### *Effekt af tid på lager*

På de 5 private gårde blev vitaminindholdet i ensilagen fulgt i opfodringsperioden, og det blev fundet, at tabet af vitaminer var hhv. 4 og 3%-point/mdr. på lager for hhv. vitamin E og A i kløvergræsensilagen. Der blev ikke fundet noget lagertab af vitaminer i helsæd af majs og korn.

### **Modelberegninger af én besætnings forsyning med vitaminer og mineraler**

I tabel 5 ses foderforsyningen hen over året 2007/08 til kørerne i besætningen på en af de private gårde. Græsmarksfoderet udgjorde hhv. 79% og 69% af FE i sommer- og vinterperioden. På denne bedrift var der et relativt lavt indhold af vitamin E i både kløvergræsensilagen (22

mg/kg ts) og helsædsensilagen (16 mg/kg ts). I sommerperioden kunne bidraget fra foderet stort set opfylde vitamin E normen på 800 mg. Derudover blev der suppleret med tilskud af vitaminblanding. I vinterperioden udgjorde E vitamin fra foderet kun 43% af normen (basis scenariet).

Der er opstillet 4 scenarier med forskellige strategier til at øge vitamin E forsyning fra foderet. I tabel 2 vises vitamin E fra foderet i de 4 scenarier relativt til vitamin E fra foderet i basis-scenariet (100%). I scenarie 1 høstes der ved et tidligere udviklingstrin, hvorved fordøjeligheden og vitamin E indholdet i ensilagen stiger. I vinterperioden er vitamin E forsyningen fra foderet således øget med i gennemsnit 44% sammenlignet med basis. I scenarie 2 forbedres ensilagekvaliteten yderlig vha. en kort fortørningsperiode, således at vitamin E indholdet i kløvergræsensilagen er øget med 20 mg/kg ts i forhold til basis. Dette svarer til den forskel, der blev observeret i vitamin E indhold mellem ensilage af hhv. høj og lav fordøjelighed på de 5 private gårde. I scenarie S2 kommer vitamin E fra foderet således til at udgøre 634 mg eller 79% af normen, dette gælder dog kun først på vinteren. I scenarie 3 er der antaget, at man kan undgå tab af vitamin E ved lagring af ensilagen, hvilket især sidst på vinteren har ret stor betydning, 32% stigning i bidraget af vitamin E fra foderet i marts-april. I scenarie 4 er det valgt at etablere 10% engsvingel i alle græsmarker, da engsvingel skiller sig ud med et højere vitamin E indhold (115 mg/kg TS vs. 67 mg/kg TS i alm. rajgræs). Resultatet af 10% engsvingel er i gennemsnit 9% højere bidrag af vitamin E fra foderet.

**Tabel 5. Forsyning med foder og vitamin E, basisniveau og forbedringsscenarier.**

<b>Kg TS/ko/dag</b>	<b>mdr.</b>	<b>5-6</b>	<b>7-8</b>	<b>9-10</b>	<b>11-12</b>	<b>1-2</b>	<b>3-4</b>
Frisk kløvergræs		11,2	9,0	4,0	0	0	0
Kløvergræsensilage		2,8	6,4	8,9	11,1	8,9	11,8
Helsæd		0	0	1,8	3,4	5,0	1,3
Grønpiller		0	0	0	1,1	1,6	1,8
Havre		0,3	0,5	2,1	2,0	2,1	2,7
A-blanding		3,2	1,8	0,9	0	0	0
Tørstof (TS), kg i alt		17,5	17,7	17,7	17,6	17,6	17,6
Vitamin E fra foder, mg/ko/dag		866	669	701	372	372	340
Vitamin E fra tilskud, mg		398	398	398	298	298	298
I alt		1263	1070	1095	670	670	639
<b>Scenarier:</b>							
<b>E-vit fra foder, % af basis</b>							
Basis		100	100	100	100	100	100
S1: Højere fordøjelighed		106	117	124	152	139	141
S2: S1 + kort fortørring		109	124	133	170	152	159
S3: Ingen lagertab af vit. E		100	100	104	115	117	132
S4: 10% engsvingel		111	111	110	108	107	109

I tabel 6 ses forsyningen med zink og selen fra foder og tilskudsblending hen over året under antagelse om samme fodring som i tabel 5. I gennemsnit bidrager foderet med 59% af zink normen på 50 mg/kg TS, og med supplerende tilskud på hhv. 37 og 28 mg/kg TS sommer og vinter er normen opfyldt hele året rundt. I scenarie S5 udgør vejbred 20% af tørstofudbyttet i alle græsmarker. Vejbred er valgt, da det er den afgrøde, der har det højeste zink indhold (49 vs. 25 mg/kg TS i alm. rajgræs). Herved øges Zn forsyningen fra foderet med i gennemsnit 13%, således Zn fra foderet udgør 66% af normen.

På en gennemsnits bedrift med en fodring som den i tabel 5, bidrager foderet med i gennemsnit 28% af selen normen på 0,1 mg/kg TS. Der er dog betydelig variation mellem bedrifter i Se indholdet i afgrøderne. I scenarie S0 anvendes Se indholdet fra den gård med det højeste indhold, hvilket var 4-17 gange højere end gennemsnittet. Herved bliver bedriften på at være selvforsynende med selen.

**Tabel 6. Forsyning med zink (Zn) og selen (Se), basisniveau og forbedringsscenarier.**

	mdr.	5-6	7-8	9-10	11-12	1-2	3-4
<b>Zn fra foder, mg/kg TS</b>							
Zn fra foder		29,7	29,4	31,4	28,9	31,5	25,2
Zn fra tilskud		37,3	37,3	37,3	28,0	28,0	28,0
I alt		67,0	66,7	68,7	56,9	59,5	53,2
<b>Scenarier, Zn fra foder, % af basis</b>							
Basis		100	100	100	100	100	100
S5: 20% Vejbred		110	116	113	112	109	115
<b>Se fra foder, mg/kg TS</b>							
Se fra foder		0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
Se fra tilskud		0,31	0,31	0,31	0,23	0,23	0,23
I alt		0,35	0,33	0,34	0,26	0,26	0,26
<b>Scenarier, Se fra foder, % af basis</b>							
Basis		100	100	100	100	100	100
S0: Basis med mineraldata fra 206		378	348	345	296	296	346

### Konklusion

På den enkelte bedrift er der således rig mulighed for at øge forsyningen med både vitaminer og mineraler. Højt vitaminindhold i foderet fremmes især af tiltag til forbedret ensilagekvalitet (hurtig fortørring, tidlig udviklingstrin ved høst), ligesom optimering af artsammensætning i græsmarken kan øge såvel vitamin som mineral indhold i foderet. Det er dog ikke på alle jorde, at det er muligt at blive selvforsynende med mineraler.

### Litteratur

Danielsson, H., Nadeau, E., Gustavsson, A-M, Jensen, S., Søegarrd, K., Nilsdotter-Linde, N. 2008. Contents of  $\alpha$ -tocopherol and  $\beta$ -carotene in grasses and legumes harvested at different maturities. EGF congress.