

Slutredovisning till Jordbruksverket av FoU-projekt med diarienummer 25 - 5152/00 "Skördemetodens och lagringens betydelse för vitamininnehållet i ensilage och mjölk på ekologiska mjölkgårdar".

E. Nadeau och B. Johansson, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU Skara
S. Krogh Jensen, Avd. för husdjursnäring och fysiologi, DJF, Forskningscenter
Foulum, Danmark
Gun Olsson, Arla Foods a.m.b.a., Danmark

Bakgrund

Användning av syntetiska vitaminer inom ekologisk produktion förbjöds enligt EU-förordning nr 1804/1999 från den 24 augusti 2000. För närvarande råder dock generell dispens mot förbudet i hela EU fram till årsskiftet 2005/06. Naturligt förekommande vitaminer finns endast i begränsad omfattning på marknaden och kostnaden är mycket större än för syntetiska vitaminer. Det är därför av stor vikt att undersöka vitamininnehållet i vallfoder som utgör en betydande del av foderstaten i ekologiska mjölkbesättningar och som är den största naturliga vitaminkällan för mjölkkor och växande ungnöt (Jensen, 2003b). Vitaminerna A, D och E har stor betydelse för nötkreatur (Carlsson, 2000). Vitamin D finns som D₂ i växter och som D₃ i animaliska produkter. Brist kan leda till störningar i kalcium- och fosforomsättningen, samt nedsatt immunförsvar (Weiss, 1998). Vitamin A finns som karotiner i växter av vilka β -karotin dominerar. Brist på vitamin A kan försämra immunförsvaret och synen, samt leda till reproduktionsstörningar. I naturen finns åtta homologer av vitamin E varav α -tocopherol har den högsta biologiska aktiviteten. Brist kan leda till försämrat immunförsvar, muskeldegeneration, samt reproduktions- och juverhälsoproblem. Vitamin E och β -karotin är antioxidanter och förhindrar därför oxidation av omättade fettsyror som orsakar smakfel på mjölken (Jensen, 2000).

β -karotin (pro-vitamin A) i grovfoder

Den viktigaste A-vitaminkällan för idisslare är gröna växter som innehåller karotiner, som även kallas provitamin A. Ungefär 95-99 % av karotinet finns i form av β -karotin. Dessa omvandlas i djuren till vitamin A (Eriksson et al., 1972). Innehållet av β -karotin i gräs- och klöver/gräsenilage ligger mellan 15-100 respektive 30-150 mg/kg torrsubbstans (ts) och i hö på mellan 0-90 mg/kg ts. Däremot är innehållet av β -karotin i helsädesensilage av korn och korn/ärt samt i majsensilage så lågt som 0,5-20 mg/kg ts (Jensen, 2003a, b). Om man fodrar med ett vallfoder med högt innehåll av β -karotin täcks normalt mjölkkons behov (Jensen, 2001). Innehållet av karotiner minskar i senare utvecklingsstadium. Karotininnehållet är högre i blad än i stjälk hos vallväxter. Baljväxter har i allmänhet högre karotininnehåll än gräs. Karotininnehållet minskar vanligtvis under ensilering (Jukola, 1994). Under lagring av ensilage kan ensilagens karotininnehåll minska (Eriksson et al., 1972).

Vitamin D i grovfoder

Vitamin D finns som D₂, ergocalciferol, och D₃, cholecalciferol. Växter innehåller huvudsakligen vitamin D₂ medan D₃ syntetiseras av däggdjur. Vitamin D₃ kan dock

även finnas i små mängder i växter och det utgör 1 % av det totala D-vitamin innehållet i lusern (Horst et al., 1994). Kons huvudsakliga D-vitaminkällor är soltorkat grovfoder samt direkt UV-strålning på huden (Horst, 1986; Jensen, 2001). Vitamin D₂ bildas av ergosterol när det träffas av ultraviolett strålning (NRC, 2001). Vitamin D finns främst i bladen medan stjälken är relativt fattig på vitaminet. Vid förtorkning på fält bestrålas grödan och innehållet av vitamin D ökar. Detta är en av anledningarna till att fälttorkat hö har högre D-vitamininnehåll (ca 1000 IE/kg ts) än skulltorkat hö (500 IE/kg ts; Carlsson et al., 1983). Vitaminet kan dock förstöras om grödan utsätts för mycket ultraviolett bestrålning. Torra blad på växande gröda har ett mycket högt innehåll av vitamin D, upp till 6000 IE/kg ts (Eriksson et al., 1972). Förvaring tros inte ha någon större inverkan på innehållet av vitamin D (McDowell, 1987).

Vitamin E i grovfoder

Den största delen vitamin E i ensilage utgörs av homologen α -tocopherol och undersökningar visar att mer än 95 % av vitamin E aktiviteten i grovfoder kommer från denna isomer (Hakkarainen & Pehrson, 1987; Jukola et al., 1996). Växter som växer långsamt har ett större tocopherolinnehåll än de som växer snabbt (Janiszowska & Pennock, 1976). Innehållet av E-vitamin sjunker vid senare utvecklingsstadium. En undersökning av lusern och klöver visade en minskning av E-vitaminhalten på 34 -65 % beroende på om skörden skedde vid bladstadium eller efter blomning (Kivimäe & Carpena, 1973). Gräs är en god vitamin E källa (Ball, 1988). E-vitamininnehållet är mycket högre i färskt gräs och ensilage än i hö och spannmål och i en undersökning presenterad av Jensen (2001) tycks kor på bete ha en bättre E-vitaminstatus än kor på stall. Även Pehrson & Hakkarainen (1986) har visat att djur utfodrade med ensilage jämfört med hö har en serumhalt av E-vitamin som kan vara dubbelt så hög, från 1-2 mg/l till 2-3 mg/l. Vid utfodring med färskt gräs steg halterna ända upp till 4-5 mg/l tre till fyra veckor efter betessläpp. Blad/stjälk-sammansättningen hos växterna har betydelse för vitamininnehållet och man har funnit att klöverblad innehåller tre gånger så mycket vitamin E som stjälken medan gräsblad innehåller tre till fyra gånger mer än stjälken (Kivimäe & Carpena, 1973).

Grovfoder som har skördats sent, legat på slag och utsatts för mycket sol och annan väderlek har ett kraftigt minskat E-vitamininnehåll (Norinder, årtal okänt). När torkning sker i solen kan innehållet i klöver gå ner till noll på fyra till fem dagar. När torkning sker i skuggan sjunker nivåerna betydligt långsammare och en undersökning visade att på 50 dagar sjönk innehållet till 52-60 % av ursprungsvärdet (Kivimäe & Carpena, 1973). När gräset lagras sjunker vitaminhalten (Ball, 1988; Jukola et al., 1996). En snabbare sänkning i vitamininnehållet får man om förvaringen sker i en varm och fuktig miljö. Vitamininnehållet kan sjunka med 5-20 % per månad när man lagrar fodret (Norinder, årtal okänt). Förlusterna under lagring är temperaturberoende (Kivimäe & Carpena, 1973). Vissa metoder att förvara, som med tillsats av propionsyra, förstör innehållet av vitamin E (Payne, 1989). När fodret ensileras kan mjölksyrningsprocessen bidra till nedbrytning av vitamin E (Ball, 1988).

Syfte

Syftet med projektet var att undersöka hur vallgrödans innehåll av β -karotin (pro-vitamin A), D- och E-vitamin påverkas av skörd och ensilering i olika lagringstyper

(plansilo, tornsilo, rundbal). Dessutom studerades inverkan av lagringstid och tillsatsmedel på vitamininnehållet i ensilage. Innehållet av β -karotin, A- och E-vitamin följdes upp i mjölk.

Material och metoder

Gårdar

Sju ekologiska mjölkgårdar i Västra Götalands och Jönköpings län ingick i projektet, som omfattade både första och andra skörd av vall (tabell 1). Två gårdar hade plansilor, två använde rundbalar och tre gårdar hade tornsilor. Av de två gårdar, som hade plansilor respektive rundbalar använde en gård syrapreparat och en gård inokulant. Dessutom ensilerades en del av grönmassan på varje gård utan tillsatsmedel. Gårdar med rundbalar ensilerade med tillsatsmedel men lät ca 8 balar från varje skifte ensileras utan tillsatsmedel. Av de tre gårdarna med tornsilor, använde en gård syrapreparat och två gårdar använde inokulanter. En av gårdarna med inokulant ensilerade grönmassa från första skörd med inokulant medan grönmassa från andra skörd ensilerades utan tillsatsmedel (tabell 1).

Tabell 1. Lagringstyp och tillsatsmedel för vallensilage skördat på gårdarna.

Gård	Lagringstyp	Typ av tillsatsmedel	Tillsatsmedel	
			Första skörd	Andra skörd
Tingvall, HS, Gbg och Bohus län	3 plansilor	inokulant	Feedtech ¹	Feedtech
Önne, Hedekas	3 plansilor	syra	Utan tillsatsmedel Proens ²	Utan tillsatsmedel
Nygården, Hjo	3 tornsilor	inokulant	Josilac ³	Josilac
Lunnatorp, Vedum	2 tornsilor	syra	Proens	Proens
Stora Hallebo, Habo	2 tornsilor	inokulant	Biocool ⁴	Utan tillsatsmedel
Bygården, Tidavad	rundbalar	inokulant	Biophast ⁵	Biophast
Liden, Falköping	rundbalar	syra	Utan tillsatsmedel Proens	Utan tillsatsmedel Proens
			Utan tillsatsmedel	Utan tillsatsmedel

¹mjölksyrabakterier (*Lactobacillus plantarum* och *Pediococcus acidilactici*) och cellulasaenzymer.

²2/3 myrsyra och 1/3 propionsyra.

³mjölksyrabakterier (*Lactobacillus plantarum* och *Pediococcus acidilactici*) och cellulasaenzymer.

⁴mjölksyrabakterier (*Lactobacillus buchneri*) och fyra olika enzymer.

⁵mjölksyrabakterier (*Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus plantarum* och *Propionibacterium jensenii*) och fyra olika enzymer.

Provtagning och analyser

Prov för vitaminanalys togs i stående gröda strax innan slåtter och i strängen efter förtorkning av grönmassa strax innan inkörning från samtliga fält. Grödans botaniska sammansättning och utvecklingsstadium bestämdes för varje fält. Under utfodringsperioden togs ensilageprover för vitaminanalys tre gånger per skörd (i början, mitten och slutet av utfodringsperioden). Fyrtio grönmassaprover och 60 ensilageprover frystorkades och analyserades med avseende på vitamininnehåll. Koncentrationer av vitamin E och β -karotin i grönmassa och ensilage bestämdes vätskekromatografiskt (Jensen et al., 1998) vid avdelningen för husdjursnäring och fysiologi, Forskningscenter Foulum, Danmark. Koncentrationen av vitamin D i grönmassa och ensilage bestämdes vätskekromatografiskt som vitamin D₂ vid Steins laboratorium, Århus, Danmark. Ensilaget analyserades också för näringsinnehåll och hygienisk kvalitet på ett samlingsprov per silo, som var sammansatt av veckovisa

prover. På gårdar med rundbalssystem borrades ensilageprov från ett representativt antal rundbalar och proven slogs samman till ett samlingsprov per fält och skörd före analys av ensilagens näringsinnehåll och hygieniska kvalitet.

Prover av tankmjölken togs två gånger under utfodringsperioden på varje gård. Mjölken analyserades för β -karotin, vitamin A (retinol) samt vitamin E vid Steins laboratorium, Danmark. Foderstater (tabell 2) såväl som mjölkavkastning och mjölksammansättning registrerades. Det fanns i genomsnitt över gårdarna 66 (s.d. 18) kor under kontrollåret 2002, som i genomsnitt mjölkade 8 704 (s.d. 1257) kg mjölk med 4,1 (s.d. 0,17) % fett och 3,4 (s.d. 0,08) % protein. Mjölkavkastningen för helårskor (antal medel 39, s.d. 9) var i genomsnitt för samma kontrollår 8839 (s.d. 1212) kg med 4,1 (s.d. 0,17) % fett och 3,4 (s.d. 0,08) % protein.

Tabell 2. Fodergivor per ko och dag för mjölkorna på gårdarna under våren 2002 då tankmjölken analyserades för vitamininnehåll.

Gård	Fodermedel	Mängd/ko och dag
Tingvall, HS, Gbg och Bohus län	Klöver/gräensilage	11,8 kg ts
	Hö	0,8 kg ts
	Spannmål	10,4 kg
	Proteinkoncentrat	2,7 kg
Önne, Hedekas	Klöver/gräensilage	12 kg ts
	50% havre/50% korn	7 kg
	Proteinkoncentrat	3 kg
Nygården, Hjo	Klöver/gräensilage	10,5 kg ts
	Spannmål	5,1 kg
	Proteinkoncentrat	2,2 kg
Lunnatorp, Vedum	Klöver/gräensilage	12,6 kg ts
	50% rågvete/50% havre	3,7 kg
	75% åkerböna/25% rapsfrö	2,9 kg
	Proteinkoncentrat	0,8 kg
Stora Hallebo, Habo	Klöver/gräensilage	12 kg ts
	Halm	0,4 kg ts
	Ärter	3 kg
	Korn	4 kg
	Proteinkoncentrat	4 kg
Bygården, Tidavad	Klöver/gräensilage	12,5 kg ts
	Helsäd	1,5 kg ts
	Havre	2,3 kg
	Vete	4,3 kg
	Åkerböna	2,0 kg
	Proteinkoncentrat	2,2 kg
Liden, Falköping	Klöver/gräensilage	8,4 kg ts
	Hö	3,1 kg ts
	Helsäd	3,7 kg ts
	Korn	7,7 kg
	Rapsfrö	1,2 kg

Resultat och Diskussion

Näringsinnehåll och hygienisk kvalitet i ensilage

Utvecklingsstadiet hos gräs respektive klöver vid skörd, andelen gräs och andelen klöver i vallen, samt näringsinnehåll och hygienisk kvalitet i vallensilage, som användes i utfodringen på de studerade gårdarna visas i tabell 3, 4, 5 och 6. Andelen klöver var högre i andra än i första skörd (64 resp. 43% av ts). Dessutom var klöver mer utvecklad i andra skörd (tabell 3 och 4). Detta resulterade i lägre energiinnehåll i andra (10,1 MJ/kg ts) än i första skörd (11,7 MJ/kg ts). Däremot ökade råproteinhalten från 14 till 18% av ts medan NDF-halten var relativt oförändrad mellan skördarna (medel 43%; tabell 3 och 4). Torrsubstanshalten var i genomsnitt 32,0 (s.d. 7,4) % i ensilagen.

Tabell 3. Utvecklingsstadium och näringsinnehåll i vallensilage från första skörd, anges i g/kg ts där inget annat anges¹.

Bot. samms. / När. innehåll	PLANSILO			TORNSILO		RUNDBAL		
	Syra	Inokulant	Utan tillsats	Syra	Inokulant	Syra	Inokulant	Utan tillsats
Utv gräs ²		4-5 (n=12)		3-4 (n=9)		2-3 (n=6)		
Utv klöver ²		2 (n=12)		2 (n=9)		2-3 (n=6)		
Gräs, % av ts		72±8 (n=12)		51±29 (n=9)		42±25 (n=6)		
Klöver, % av ts		25±8 (n=12)		47±28 (n=9)		57±25 (n=6)		
Ts, %	23	35	26±1,4	33	33±1,7	35	36	39±9,2
Aska	65	73	70±5,6	86	84±3,5	67	88	71±6,4
Oms. Energi ³ , MJ/kg ts	11,6	12,0	11,8±0	11,5	11,2±0,9	11,9	11,2	12,0±0
Råprotein	103	135	129±17	181	164±11	137	166	126±12
AAT ⁴	74	75	74±0	73	72±2,6	74	72	75±0
PBV ⁵	-23	6	2±17,0	55	40±15,2	8	42	-0,5±12,0
EPD ⁶ , % av råprotein	80	80	80±0	80	80±0	80	80	80±0
Eff. råprot. ⁷	83	108	103±13,4	145	131±8,5	110	133	101±9,9
NDF ⁸	541	464	496±30	341	404±40	485	366	458±35
EFD ⁹ , % av NDF	58	61	60±0,1	58	56±6,5	61	56	61±0,2
Eff. Fiber ¹⁰	316	284	297±19	197	226±21	296	205	282±23
Socker	65	94	43±29,0	72	46±22,6	153	126	148±7,8

¹Värdena anges som medeltal med standardavvikelse (när fler än ett samlingsprov finns).

²Utv. = Utvecklingsstadium av gräs resp. klöver, enligt appendix 1.

³Oms. energi = omsättbar energi.

⁴AAT = aminosyror absorberade i tunntarmen.

⁵PBV = proteinbalans i våmmen.

⁶EPD = effective protein degradation = andel våmnedbrytbart råprotein.

⁷Eff. råprot. = effektivt råprotein = mängd våmnedbrytbart råprotein.

⁸NDF = neutral detergent fiber = totala fiberhalten.

⁹EFD = effective fiber degradation = andel våmnedbrytbar fiber.

¹⁰Eff. fiber = effektiv fiber = mängd våmnedbrytbar fiber.

Tabell 4. Utvecklingsstadium och näringsinnehåll i vallensilage från andra skörd, anges i g/kg ts där inget annat anges¹.

Bot. samms. / När. innehåll	PLANSILO		TORNSILO		RUNDBAL		
	Utan tillsats	Syra	Inokulant	Utan tillsats	Syra	Inokulant	Utan tillsats
Utv gräs ²	4 (n=1)			2-3 (n=8)		2-3 (n=4)	
Utv klöver ²	6-7 (n=2)			6 (n=9)		5-6 (n=4)	
Gräs, % av ts	41±17 (n=5)			26±16 (n=9)		24±14 (n=4)	
Klöver, % av ts	53±18 (n=5)			68±16 (n=9)		71±15 (n=4)	
Ts, %	21	33	51	30	29±12,7	33	29±6,7
Aska	71	96	90	85	95±15,6	96	98±10,0
Oms. Energi ³ , MJ/kg ts	10,2	9,7	10,3	10,1	10,3±0,7	9,9	10,2±0,3
Råprotein	139	203	184	168	176±7	203	188±16
AAT ⁴	69	68	69	69	69±2,1	68	69±1,0
PBV ⁵	20	85	64	48	56±9,9	84	69±16,9
EPD ⁶ , % av råprotein	80	80	80	80	80±0	80	80±0
Eff. råprot. ⁷	111	162	147	134	141±6	163	151±13
NDF ⁸	537	391	395	430	422±7	361	402±31
EFD ⁹ , % av NDF	49	45	50	48	49±5,0	47	49±2,5
Eff. Fiber ¹⁰	264	177	197	209	208±25	169	198±25
Socker	14	19	71	13	46±45	28	29±31

¹Värdena anges som medeltal med standardavvikelser (när fler än ett samlingsprov finns).

²Utv. = Utvecklingsstadium av gräs resp. klöver, enligt appendix 1.

³Oms. energi = omsättbar energi.

⁴AAT = aminosyror absorberade i tunntarmen.

⁵PBV = proteinbalans i våmmen.

⁶EPD = effective protein degradation = andel våmnedbrytbart råprotein.

⁷Eff. råprot. = effektivt råprotein = mängd våmnedbrytbart råprotein.

⁸NDF = neutral detergent fiber = totala fiberhalten.

⁹EFD = effective fiber degradation = andel våmnedbrytbar fiber.

¹⁰Eff. fiber = effektiv fiber = mängd våmnedbrytbar fiber.

Generellt var den hygieniska kvaliteten i ensilagen god med mycket mjölksyra (medel 7,6 s.d. 3,5 % av ts) i förhållande till ättiksyra (medel 1,7 s.d. 1,0 % av ts) och en smörsyrhalt på i genomsnitt mindre än 0,06 % (s.d. 0,02 %) av ts och ett genomsnittligt pH på 4,1 (s.d. 0,3) (tabell 5 och 6). Trots låga pH-värden var koncentrationen av ammoniumkväve högt i ensilagen (medel 13,1 s.d. 2,1 % ammoniumkväve av totala kvävet).

Tabell 5. Hygienisk kvalitet i vallensilage från första skörd, anges som % av ts där inget annat anges¹.

Fermentations- produkter	PLANSILO			TORNSILO		RUNDBAL		
	Syra	Inokulant	Utan tillsats	Syra	Inokulant	Syra	Inokulant	Utan tillsats
pH	3,6	4,1	3,6±0,2	3,9	3,8±0,1	4,3	4,2	4,5±0
NH ₄ -N, % av totalkväve	12,9	13,5	13,3±0,5	12,6	13,9±1,1	9,3	10,7	9,9±1,4
Mjölksyra	8,0	6,4	10,1±3,6	5,3	10,7±1,4	1,4	3,8	3,2±1,6
Ättiksyra	2,3	0,8	2,9±0,8	1,2	1,9±0,3	0,4	0,5	0,7±0,5
Propionsyra	0,26	0,14	0,10±0,04	0,39	0,06±0	0,14	<0,06	0,07±0,04
Smörsyra	<0,09	<0,06	<0,08±0,01	<0,06	<0,06±0	<0,02	<0,06	<0,03±0,01
Etanol	1,61	0,74	0,78±0,37	0,06	0,34±0,16	0,71	0,69	0,62±0,37

¹Värdena anges som medeltal med standardavvikelser (när fler än ett samlingsprov finns).

²NH₄-N = ammoniumkväve.

Tabell 6. Hygienisk kvalitet i vallensilage från andra skörd, anges som % av ts där inget annat anges¹.

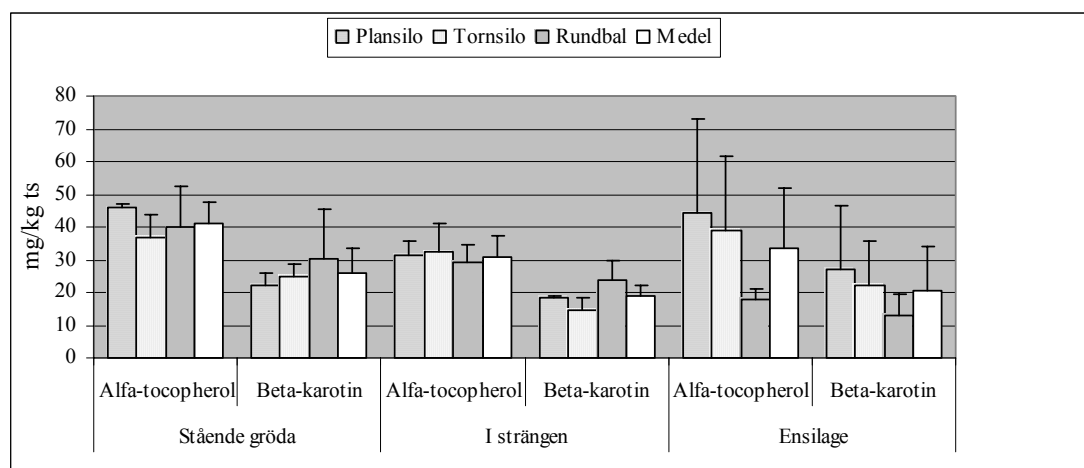
Fermentations- produkter	PLANSILO		TORNSILO		RUNDBAL		
	Utan tillsats	Syra	Inokulant	Utan tillsats	Syra	Inokulant	Utan tillsats
pH	3,9	3,8	4,3	3,8	4,4±0,1	4,2	4,3±0,2
NH ₄ -N ² , % av totalkväve	12,8	15,4	9,8	14,4	14,7±2,2	14,6	15,0±1,3
Mjölksyra	9,4	9,5	3,6	8,3	7,9±6,0	7,0	9,7±3,1
Ättiksyra	3,3	1,7	0,4	2,1	1,8±1,7	1,7	2,4±1,2
Propionsyra	0,09	0,52	<0,04	<0,07	0,15±0,14	<0,06	0,07±0,02
Smörsyra	<0,09	<0,06	<0,04	<0,07	<0,08±0,04	<0,06	<0,07±0,02
Etanol	0,33	0,06	0,06	0,37	0,42±0,11	0,30	0,53±0,03

¹Värdena anges som medeltal med standardavvikelser (när fler än ett samlingsprov finns).

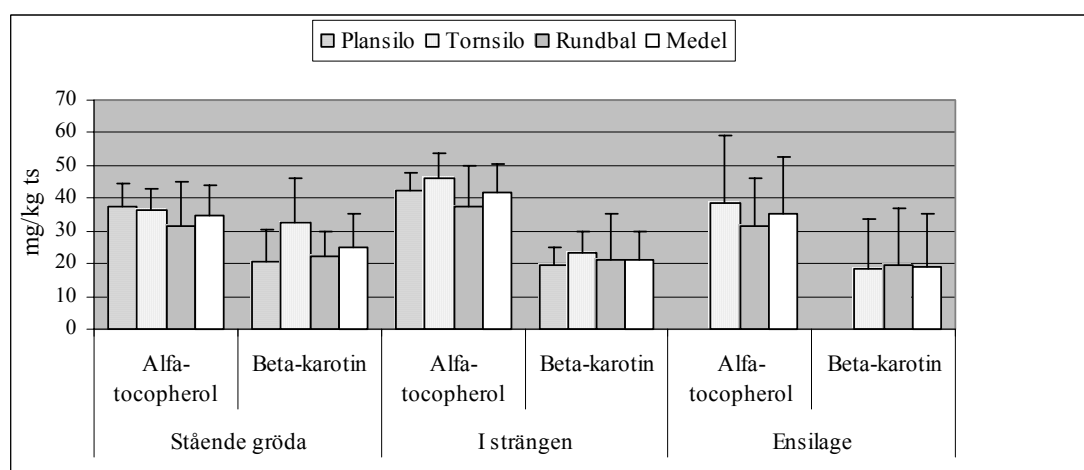
²NH₄-N = ammoniumkväve

Vitamin E och β-karotin i grönmassa och ensilage

Som framgår av figur 1, 2, 3 och 4 är grönmassans och ensilagens innehåll av vitamin E och β-karotin i denna undersökning betydligt lägre än vad svenska (vitamin E i ensilage: 115 mg/kg ts) och danska tabellvärden (vitamin E i grönmassa och ensilage: 150 resp. 75 mg/kg ts; β-karotin i grönmassa och ensilage: 250 resp. 150 mg/kg ts) anger (Spörndly, 1999; Møller, 2000). Normerna för E-vitaminförsörjning har höjts för mjölkkor (NRC, 1989, 2001), vilket gör det speciellt angeläget att studera effekt av ingen tillsats av vitamin i foderstaten på vitaminstatus hos sinkor och högvastande kor, som har extra stort behov av vitaminer. Under denna period kan det behövas tillskott av naturligt vitamin E. Effekt av ingen vitamintillsats i foderstaten på mjölkproduktion, mjölk kvalitet, fruktsamhet och hälsa hos mjölkkor under två laktationer studeras av SLU i Skara i samarbete med Foulum, Danmark och SVA, på Tingvalls ekologiska försöksgård, Hushållningssällskapet Väst. Försörjningen av vitamin A till mjölkkor kan tillgodoses genom fodret.



Figur 1. Innehåll av α -tocopherol (pro-vitamin E) och β -karotin (pro-vitamin A) i grönmassa (n=2-4) och ensilage (n=11-12) från gårdar med olika lagringstyper under första skörden.

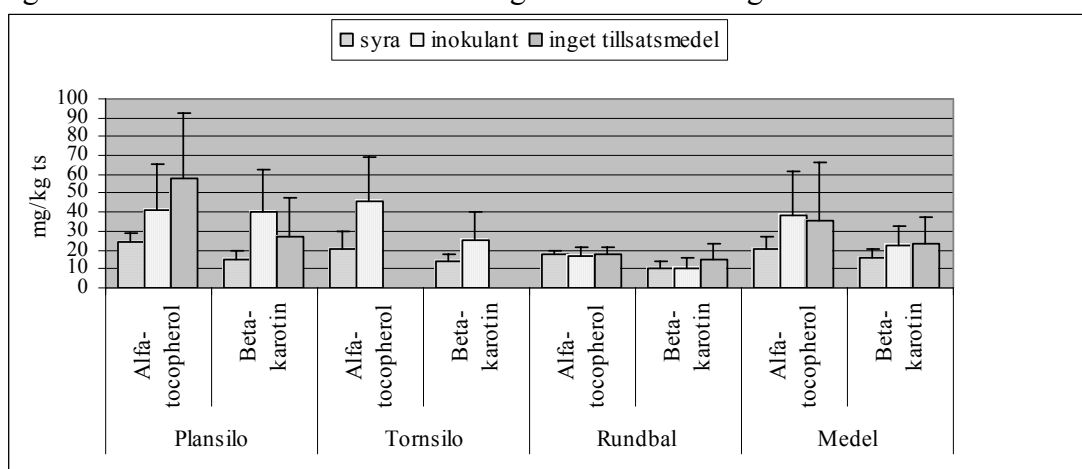


Figur 2. Innehåll av α -tocopherol (pro-vitamin E) och β -karotin (pro-vitamin A) i grönmassa (n=2-4) och ensilage (n=8-14) från gårdar med olika lagringstyper under andra skörden. Ensilage från plansilo, omfattande endast tre prover, innehöll 87 mg α -tocopherol/kg ts och 62 mg β -karotin/kg ts.

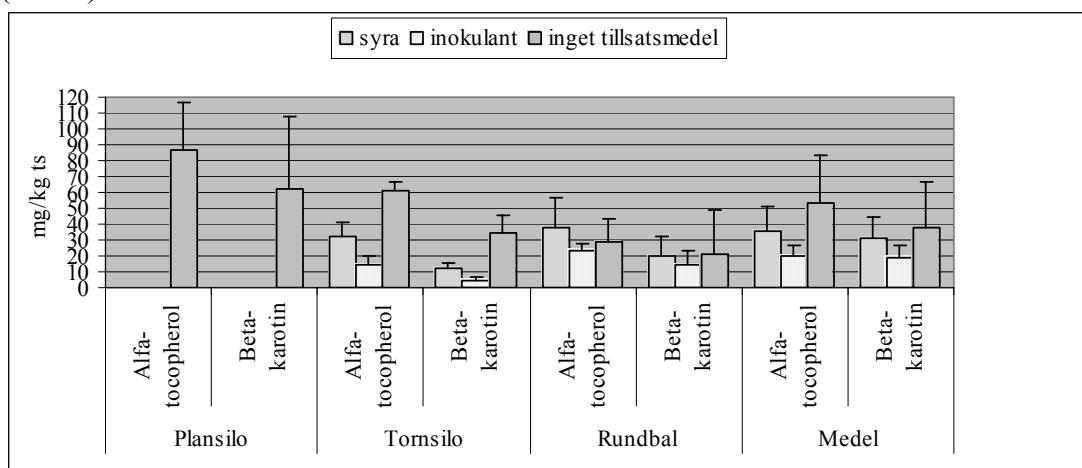
Halterna av vitamin E och β -karotin i stående gröda var relativt oförändrade under förtorkning i sträng av grönmassan (figur 1 och 2). Vitaminhalterna i ensilage från silo var jämförbara med vitaminhalterna i grönmassa från båda skördarna. Däremot var E-vitaminhalten i rundbalat ensilage lägre än den i grönmassa från första skörd medan det inte var några skillnader i vitaminhalt mellan grönmassa och rundbalat ensilage under andra skörden (figur 1 och 2). Detta kan tyda på större risk för luftinläpp och oxidation av vitamin E i rundbalat ensilage än i ensilage från silo. Resultaten överensstämmer med resultat från Norge, som visar att rundbalsensilage har ca 40% lägre E-vitaminhalt än ensilage lagrat i silo (Bernhoft et al., 2001). Den större variationen i ensilagens vitaminhalt än i grönmassans halter beror troligtvis på effekter av lagringstid, ts-halt, tillsatsmedel och var i silon provtagning utfördes. Innehåll av vitamin E och β -karotin i rundbalat ensilage minskade med i genomsnitt 49 (från 35 till 18 mg α -tocopherol/kg ts) respektive 37% (från 19 till 12 mg β -karotin/kg ts) under en tre månaders period. Det gick inte att urskilja någon effekt av

lagringstid på vitamininnehållet i silolagrat ensilage utan där påverkades vitamininnehållet mer av var i silon provet togs.

Skillnader i ensilagens vitamininnehåll beroende på tillsatsmedel varierade mellan skördarna. Silolagrat ensilage, behandlat med syra från första skörd, tenderade att ha lägre innehåll av vitamin E och β -karotin än obehandlat ensilage och ensilage behandlat med inokulant (figur 3). Däremot var variationen i vitamininnehåll mindre för syrabehandlat ensilage än för övrigt ensilage, vilket visar på ett stabilare ensileringsystem. I rundbalsensilage från första skörd var nivåerna av vitamin E och β -karotin oberoende av vilket tillsatsmedel som användes. Under andra skörden verkade dock E-vitaminhalten i ensilage från tornsilo och rundbal vara lägre för ensilage behandlat med inokulant än för syrabehandlat ensilage (figur 4). Obehandlat ensilage i tornsilo hade högre halter av vitamin E och β -karotin än behandlat ensilage. Variationen i vitamininnehåll var relativt låg och jämn mellan samtliga tre behandlingar i tornsilo medan rundbalat ensilage behandlat med inokulant hade något lägre variation i vitamininnehåll än övrigt rundbalat ensilage från andra skörd.



Figur 3. Innehåll av α -tocopherol (pro-vitamin E) och β -karotin (pro-vitamin A) i ensilage från gårdar med olika lagringstyper och tillsatsmedel under första skörden (n=3-6).

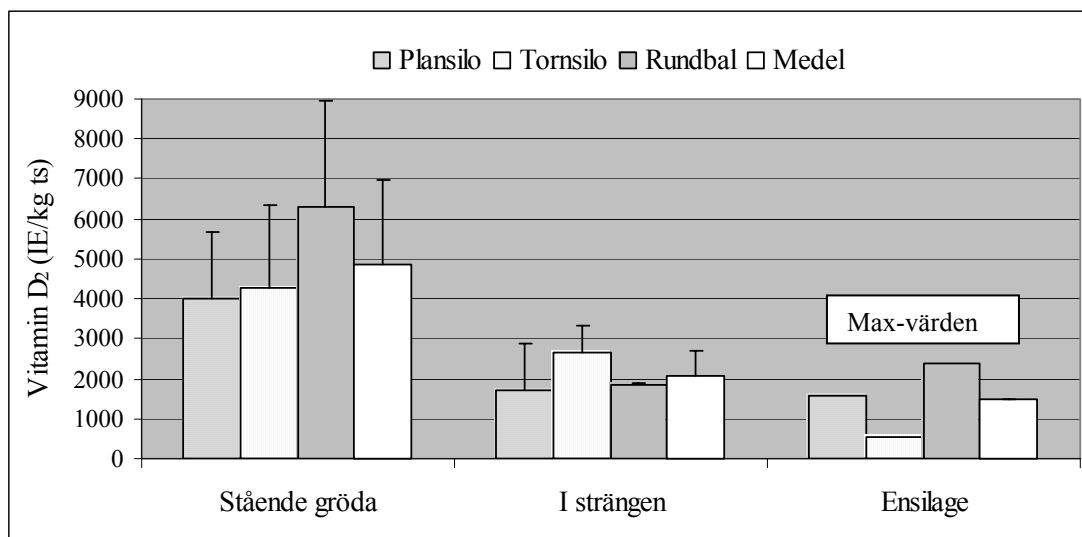


Figur 4. Innehåll av α -tocopherol (pro-vitamin E) och β -karotin (pro-vitamin A) i ensilage från gårdar med olika lagringstyper och tillsatsmedel under andra skörden (n=2-6). Medel över lagringstyper är räknat på prov från tornsilo och rundbal.

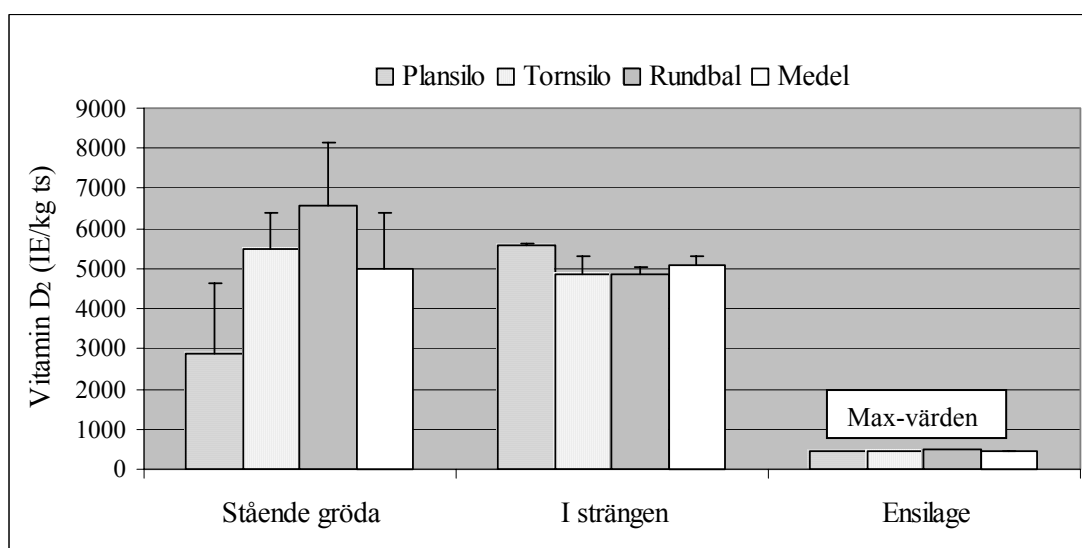
Vitamin D i grönmassa och ensilage

Innehållet av vitamin D i stående gröda var mycket högt och halten var relativt oförändrad under förtorkning i sträng (figur 5 och 6). Det var till och med en tendens till lägre värden i grönmassan i sträng än i stående gröda under första skörden. Dessa resultat skiljer sig från litteraturen som menar att vitamin D innehållet ökar under solbestrålning i fält (Eriksson et al., 1972; Horst, 1986). I denna studie var dock vitamin D halterna redan mycket höga i stående gröda, vilket kanske kan vara en anledning till att vi inte fick en ytterligare ökning under förtorkning. Om ts-halten i ensilaget hade varit högre än den aktuella på i genomsnitt 32% (s.d. 7,4%) hade vi antagligen haft en större effekt av förtorkning på vitamin D innehållet i grönmassan. Halten av vitamin D minskade kraftigt under ensilering. Eftersom detektionsgränsen för analysmetoden av vitamin D₂ var 400 IE/kg har vi inte kunnat specificera den faktiska vitamin D₂ koncentrationen i de prov som hade lägre D₂-värden än 400 IE/kg. Därför visar värdena i figur 5 och 6 maximalt innehåll av vitamin D₂ i ensilage. Vi kan därför inte visa någon variation i dessa värden eller undersöka skillnader mellan olika tillsatsmedel och mellan olika lagringstider för ensilaget. För närvarande söker vi en metod som har en lägre detektionsgräns.

Med utgångspunkt från D-vitamininnehållet i ensilage i denna undersökning är det omöjligt att täcka vitamin D behovet hos mjölkkor i ekologisk produktion, speciellt under sinperiod men även i tidig och mittlaktation hos högavkastande kor (NRC, 2001). Det är därför mycket angeläget att utföra produktionsförsök, som bl.a. den av oss pågående produktionsstudien på Tingvalls ekologiska försöksgård där vitaminstatus, mjölkproduktion, mjölk kvalitet och hälsa studeras hos kor, som inte får syntetiska vitaminer i en 100% ekologisk foderstat under två hela laktationer. Det är viktigt att som en fortsättning efter två laktationer studera effekten av att tillsätta naturliga vitaminprodukter i foderstaten under en längre period. Det är därför angeläget att ta fram ett naturligt vitamin D preparat som kan tillsättas ekologiska foderstater om dispensen från förbud mot användning av syntetiska vitaminer till idisslare i ekologisk produktion inom EU tas bort.



Figur 5. Innehåll av vitamin D₂ i grönmassa (n=2-4) och ensilage (n=11-12) från gårdar med olika lagringstyper under första skörden. Detektionsgränsen för vitamin D₂ analysen var 400 IE/kg ts, vilken 39 av de 60 ensilageproven och 2 av de 40 grönmassaproven underskred.



Figur 6. Innehåll av vitamin D₂ i grönmassa (n=2-4) och ensilage (n=8-14) från gårdar med olika lagringstyper under andra skörden. Detektionsgränsen för vitamin D₂ analysen var 400 IE/kg ts, vilken 39 av de 60 ensilageproven och 2 av de 40 grönmassaproven underskred.

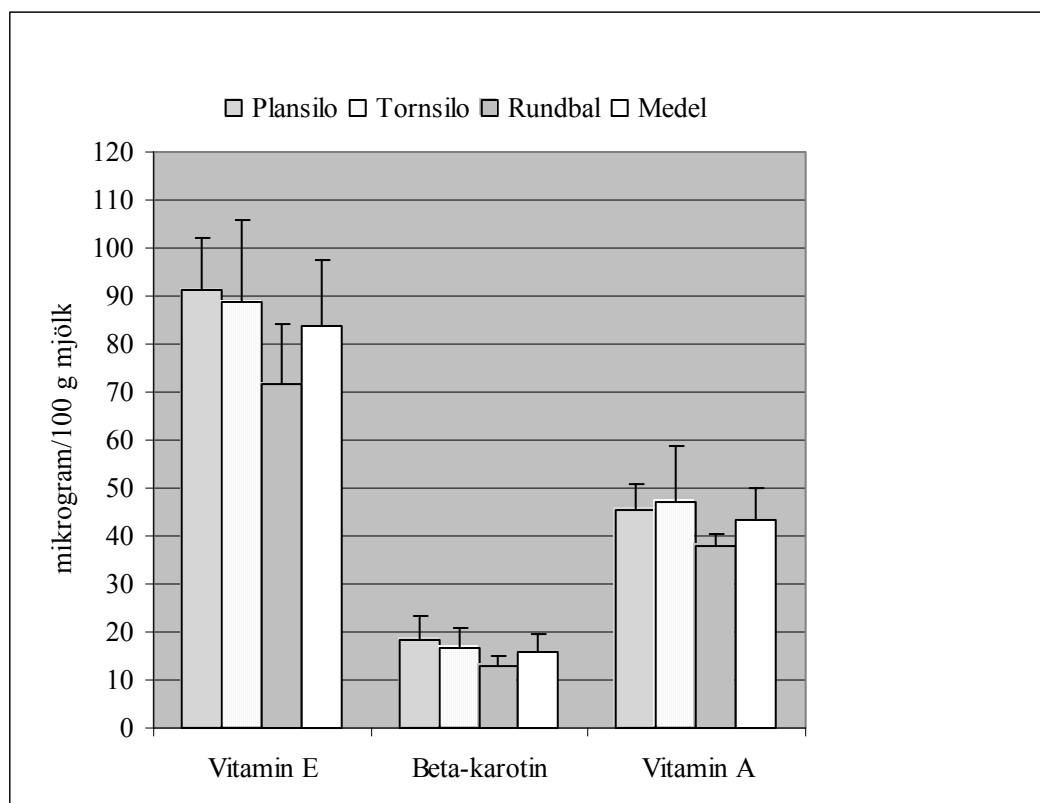
β-karotin, vitamin A och vitamin E i tankmjölk

Innehållet av β-karotin och vitamin A i tankmjölk var generellt lägre än innehållet av vitamin E (tabell 7; figur 7). Det var större skillnader i mjölkens innehåll av vitamin E än i innehållet av β-karotin och vitamin A mellan gårdar (tabell 7). I överensstämmelse med innehållet av β-karotin i ensilage lagrat i olika lagringstyper var det inga skillnader i mjölkens innehåll av β-karotin och vitamin A mellan gårdar med olika lagringssystem. Däremot verkar det vara en tendens till lägre innehåll av vitamin E i mjölk från gårdar med rundbalssystem jämfört med gårdar som lagrar ensilage i silor (figur 7). Detta avspeglar ensilagegets innehåll av vitamin E, som under

första skörden tenderade att vara lägre i rundbal än i silo (figur 1). Däremot var det ingen skillnad i ensilagetets E-vitaminhalt mellan olika lagringstyper under andra skörden (figur 2).

Tabell 7. Innehåll av vitamin E, β -karotin och vitamin A i mikrogram/100 g av tankmjölken på gårdarna.

Gård	Provtagnings- datum	Lagrings- typ	Tillsats- medel	Vitamin E	β - karoti n	Vitamin A
Tingvall, HS Väst	2002-03-06	plansilo	inokulant	84,0	15,0	42,0
	2002-04-11	plansilo	inokulant	80,0	14,0	45,0
Önne, Hedekas	2002-03-10	plansilo	utan tillsats	100,0	23,0	42,0
	2002-04-28	plansilo	utan tillsats	101,0	22,0	53,0
Nygården, Hjo	2002-04-11	tornsilo	inokulant	94,0	20,0	41,0
	2002-05-07	tornsilo	inokulant	115,0	22,0	46,0
Lunnatorp, Vedum	2002-02-11	tornsilo	syra	78,0	14,0	49,0
	2002-04-23	tornsilo	syra	74,0	14,0	38,0
St Hallebo, Habo	2002-03-30	tornsilo	utan tillsats	72,0	12,0	40,0
	2002-04-17	tornsilo	utan tillsats	100,0	19,0	69,0
Bygården, Tidavad	2002-02-26	rundbal	inokulant	71,0	15,0	41,0
	2002-04-22	rundbal	inokulant	55,0	11,0	34,0
Liden, Falköping	2002-01-26	rundbal	syra	84,0	14,0	38,0
	2002-04-28	rundbal	syra	77,0	11,0	38,0



Figur 7. Innehåll av vitamin E, β -karotin och vitamin A i tankmjölken på gårdar med olika lagringssystem (n=4 för plansilo och rundbal och n=6 för tornsilo).

Slutsatser

De stora skillnaderna mellan vallfodrets innehåll av β -karotin och vitamin E i denna studie och existerande tabellvärden visar på att det är mycket angeläget att studera hur idisslarna klarar sin produktion och hälsa utan tillsats av vitaminer i foderstaten. Dessutom har normerna för vitaminerna E och D höjts (NRC, 1989, 2001). Vi har för närvarande inga svenska eller danska tabellvärden för innehållet av vitamin D i vallfoder. Det är därför speciellt angeläget att studera vitamin D i vallfoder med en analysmetod som har tillräckligt låg detektionsgräns. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SKU Skara, i samarbete med SVA och institutionen för obstetrik och gynekologi, SLU Uppsala och avdelningen för husdjursnäring och fysiologi, Forskningscenter Foulum, Danmark, började hösten 2003 ett försök på Tingvalls ekologiska försöksgård, Hushållningssällskapet Väst, för att studera vitaminstatus, produktion, mjölk kvalitet och hälsa hos mjölkkor, som inte får syntetiska vitaminer i foderstaten under två hela laktationer. I dagsläget har vi preliminärt inte kunnat urskilja några negativa effekter på kornas produktion och hälsa men det är viktigt att studera långtidseffekter i den här typen av forskning. Vi kan förvänta oss att det speciellt hos sinkor och högvastande mjölkkor kan vara svårt att klara försörjningen av, i synnerhet vitamin D, men även vitamin E. Detta gäller speciellt kor som kalvar under senvinter-vår då ensilagens vitamininnehåll kan ha minskat under lagring och kornas vitaminreserver är lägre än under sommar och höst. Det högsta innehållet av vitamin E och β -karotin finns i gröna växter. Vitamin D bildas vid solljusbestrålning av grödan under förtorkning i fält och djuret kan själv också bilda vitamin D vid direkt solljusbestrålning (Carlsson et al., 1983; Horst, 1986; Jensen, 2001). Det är därför

viktigt att utnyttja betet så effektivt som möjligt. Det finns naturligt framställda preparat för vitamin E men, till vår kännedom, inget naturligt D-vitaminpreparat. Det är därför angeläget att ta fram ett sådant D-vitaminpreparat om dispensen mot förbudet att använda syntetiska vitaminer till idisslare i ekologisk produktion tas bort.

Valläxternas innehåll av β -karotin och vitamin E verkar kunna bibehållas under skörd och ensilering om förutsättningarna är goda (bra näringsinnehåll och hygienisk kvalitet hos ensilaget och bra väderleksförhållanden). Däremot sker en tydlig sänkning av vitamin D innehållet i grönmassa under ensilering. Innehållet av vitamin D var mycket högt i stående gröda, vilket kanske kan vara en orsak till att innehållet inte ökade under förtorkning i fält utan var istället oförändrat eller lägre i förtorkat vallfoder i sträng än i stående gröda innan slätter.

Referenser

- Ball, G.F.M. 1988. Fat-soluble vitamin assays in food analysis. Elsevier Applied Science. London, U.K.
- Bernhoft, A., Høie, R., Randby, Å & Bævre, L. 2002. Lavt innhold av vitamin E i rundballesurfor. Husdyrforsøksmøtet, Norges landbrukshøgskola, 13-14 februari. s. 209-212.
- Carlsson, J. 2000. Vitaminer tillmjölkcor i ekologisk produktion. Jordbruksinformation 6, Jordbruksverket, Jönköping. Stencil 10 sidor.
- Carlsson, J., Jerre, S., Kyldén, U Lundén, A., Nygren, C. & Waldner, J. 1983. Vitamin D. Svensk Veterinärtidning, 35:7.
- Eriksson, S., Sanne, S. & Thomke, S. 1972. Fodermedlen. Sammansättning, Näringsvärde, Användbarhet. LTs förlag. Borås.
- Hakkarainen, J. & Pehrson, B. 1987. Vitamin E and Polyunsaturated Fatty Acids in Swedish Feedstuffs for Cattle. Acta Agric. Scand. 37:341-35-46.
- Horst, R.L. 1986. Regulation of Calcium and Phosphorus Homeostasis in the Dairy Cow. J. Dairy Sci. 69:604-616.
- Horst, R.L., Goff J.P. & Reinhardt, T.A. 1994. Symposium: Calcium Metabolism and Utilization. Calcium and Vitamin D Metabolism in the Dairy Cow. J. Dairy Sci. 77:1936-1951.
- Janiszowska, W. & Pennock, J.F. 1976. The Biochemistry of Vitamin E in Plants. Vitamins and Hormones 34:77-105.
- Jensen, S.K., Jensen, C., Jakobsen, K., Engberg, R.M., Andersen, J.O., Lauridsen, C., Sørensen, P., Henckel, P., Skibsted, L.H. & Bertelsen, G. 1998. Supplementation of broiler diets with retinol acetate, β -carotene or canthaxanthin: Effect on vitamin and oxidative status of broilers *in vivo* and meat stability. Acta Agric. Scand.. Sect. A Animal Sci. (48) 28-37.
- Jensen, S. K. 2000. Mjölkkornas vitaminomsättning – när är det behov av extra tillskott? Svensk Mjölks Djurhälso- och Utfodringskonferens, s. 57-62. 22-24/8. Växjö.
- Jensen, S.K 2001. Kvægets vitaminbehov og –forsyning. Afd. For Husdyrernæring og fysiologi. DJF-Foulum. Stencil 28 sidor.
- Jensen, S. K. 2003a. Absorption og omsætning af vitaminer, Kapitel 13, sid 375-388. Kvægets ernæring og fysiologi, Bind 1 – Næringssofomsætning og fodervurdering, Hvelplund, T. & Nørgaard, P. (red.). DJF rapport, Husdyrbrug nr. 53. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.

- Jensen, S.K. 2003b. Malkekoens vitaminbehov og – forsyning, Kapitel 9, sid 179-188. Kvægets ernæring og fysiologi, Bind 2 – Fodring og produktion, Strudsholm, F. & Sejrsen, K. (red.). DJF rapport, Husdyrbrug nr. 54. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.
- Jukola, E. 1994. Selenium, vitamin A and beta-carotene status of cattle in Finland, with special reference to epidemiological udder health and reproduction data. Dept. of Veterinary Medicine, Helsinki, Finland & Dept. Of Clinical Nutrition, Faculty of Veterinary Medicine, Swedish University of Agric. Sci., Uppsala, Sweden.
- Jukola, E., Hakkarainen, J., Saloniemi, H. and Sankari, S. 1996. Effect of selenium fertilization in feedstuffs and selenium, vitamin E and beta-carotene concentrations in blood of cattle. *J. Dairy Sci.* 79, 831-837.
- Kivimäe, A. and Carpena, C. 1973. The level of vitamin E in some conventional feeding stuffs and the effects of genetic variety; harvesting, processing and storage. *Acta Agric. Scand., Suppl.* 19.
- McDowell, L.R. 1987. Vitamins in Animal Nutrition –Comparative Aspects to Human Nutrition. Academic Press, Inc. Florida.
- Møller, J. (red.) 2000. Fodermiddeltabel. Sammensætning og foderværdi af fodermidler til kvæg. Landsutvalget for Kvæg.
- Norinder, E.W., årtal okänt. Förekomst av naturligt E-vitamin i ensilage. Lactamin. Stencil 2 sidor.
- NRC. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington DC.
- NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington DC.
- Payne, J.M. 1989. Metabolic and Nutritional Diseases of Cattle. Blackwell Scientific Publications.
- Pehrson, B. & Hakkarainen, J. 1986. Vitamin E Status of Healthy Swedish Cattle. *Acta Vet. Scand.* 27:351-360.
- Spörndly, R. (red.) 1999. Fodertabeller för idisslare. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala. Rapport 247.
- Weiss, W.P. 1998. Requirements of fat-soluble vitamins for dairy-cows – a review. *J. Dairy. Sci.* 81, 2493-2501.

SCHEMA FÖR BESTÄMNING AV GRÄSENS UTVECKLINGSSTADIER
 Anges med heltalssiffra

Appendix 1

<u>Kod</u>	<u>Stadium</u>	<u>Beskrivning</u>
1	Blad	Enbart blad och förlängda bladslidor
2	Stråskjutning	Då minst en nod synlig på minst halva antalet plantor
3	Begynnande ax-/vippgång	Del av ax/vippa är synlig på åtminstone några skott
4	Ax-/vippgång	Då halva axet/vippan är synligt ovan flaggbladet på minst halva antalet skott
5	I ax/vippa	Då del av axbärande strået är synligt mellan flaggblad och ax/vippa på minst halva antalet skott
6	Blomning	Fr.o.m. att ståndarknapparna är synliga
7	Överblommat	Fr.o.m. att pollenspridningen är avslutad

SCHEMA FÖR BESTÄMNING AV BALJVÄXTERNAS UTVECKLINGSSTADIER
 Anges med heltalssiffra

<u>Kod</u>	<u>Stadium</u>	<u>Beskrivning</u>
1	Blad	Enbart blad och bladskaft
2	Stjälksträckning	Övervägande delen plantor har synliga internoder dvs. minst 1 cm mellan bladskaftsfästena
3	Begynnande knoppning	Huvudstjälkens knoppsamling synlig åtminstone på några plantor
4	Knoppning	Enskilda knoppar i knoppsamlingarna synliga på flertalet plantor
5	Begynnande blomning	Öppna blommor är synliga på huvudstjälkens blomhuvud på några plantor
6	Blomning	Öppna blommor är synliga på sidogrenarnas blomhuvud på flertalet plantor
7	Överblommat	Blommorna på huvudstjälkens blomhuvud är avblommade och blomfoderbladen börjar mörkfärgas på flertalet plantor