

Vitaminer i ekologiskt odlade vallbaljväxter och gräs

Vitamins in organically grown forage legumes and grasses

Hanna Lindqvist¹, Elisabet Nadeau¹, Anne-Maj Gustavsson², Søren Krogh Jensen³, Nilla Nilsson-Linde⁴, Karen Søegaard³

¹Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU Skara

²Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, SLU Umeå

³Inst. for husdyrsundhed, velfærd og ernæring, Århus Universitet, Tjele, Denmark

⁴Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU Uppsala

Slutredovisningen innefattar projektets första två år och finansieringen omfattar del av Hannas doktorandlön. Har finansiering från SLF för ytterligare två år för doktorandlön.

Bakgrund

Användning av syntetiska vitaminer till idisslare inom ekologisk produktion förbjöds enligt EU-förordning nr 1804/1999 från den 24 augusti 2000. Förbudet har dock aldrig verkställts eftersom det genast infördes en dispens mot förbudet fram till 05/06. Naturligt förekommande vitaminer finns endast i begränsad omfattning på marknaden och kostnaden är mycket större än för syntetiska vitaminer. En viktig del har därför varit att undersöka vitamininnehållet i vallfoder som utgör en betydande del av foderstaten i ekologisk mjölk- och nötköttproduktion och som är den största naturliga vitaminkällan för dessa djur (Jensen, 2003). Förhållandevis få studier har gjorts inom ämnet vitaminer i vall och därför är det viktigt att öka kunskapen om vitamininnehållet i grovfoder. De fettlösliga vitaminerna A och E har stor betydelse för nötkreatur (Carlsson, 2000). 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 -tokoferol har den största biologiska aktiviteten. Brist på vitamin E kan leda till försämrat immunförsvaret, muskeldegeneration, samt reproduktions- och juverhälsoproblem. Vitamin E och β -karotin är antioxidanter och förhindrar även oxidation av omättade fettsyror som orsakar smakfel på mjölken (Jensen, 2000).

Tidigare studier har visat att innehållet av karotin och tokoferol minskar med senare utvecklingsstadium samt att innehållet är större i blad än i stjälk hos vallväxter (Jukola 1994; Kivimäe & Carpena, 1973). Växter som växer långsamt har ett större tokoferolinnehåll än de som växer snabbt (Janiszowska & Pennock, 1976). Baljväxter har i allmänhet större karotininnehåll än gräs. Vid ensilering och lagring minskar vanligtvis växtens innehåll av karotin och tokoferol (Jukola, 1994; Ball, 1988; Eriksson *et al.*, 1972). Förtorkning kan också minska innehållet av vitamin E i växten (Kivimäe & Carpena, 1973).

Syfte

Syftet med projektet var att undersöka hur vitamininnehållet skiljer sig åt i några vanliga vallväxter och hur det påverkas av skörd vid olika mognadsstadierna i växten. Dessutom studerades hur ensilering och användande av ensileringsmedel påverkar vitamininnehållet i olika vallväxtblandningar.

Material och metod

Försöksuppläggning

Projektet innefattar odlingsplatserna Röbbäcksdalen, SLU Umeå, Lanna, SLU Skara och Foulum, Århus Universitet. Försöket i Danmark finansierades av danska finansörer och

beskrivs därför enbart i korthet här. Arterna i Sverige såddes in våren 2004 i korn som skördades som helsädesgröda. På Lanna och Röbbäcksdalen såddes följande blandningar:

- A. Rödklöver (Sara/Betty) + timotej (Grindstad)
- B. Rödklöver (Sara/Betty) + ängssvingel (Kasper)
- C. Käringtand (Oberhaunstaedter) + timotej (Grindstad)

Den enda skillnaden var sortvalet av rödklöver, på Lanna användes Sara och på Röbbäcksdalen Betty. I Danmark såddes blandningarna A och C men i blandning B byttes ängssvingel ut mot engelskt rajgräs eftersom det är vanligare än ängssvingel i Danmark. I Danmark såddes även en fjärde blandning med engelskt rajgräs och vitklöver. De gemensamma arterna på samtliga tre platser var rödklöver, käringtand och timotej. Skördetidpunkter (axgång definieras som timotejens axgång) för Lanna och Röbbäcksdalen:

	<u>Första skörd</u>	<u>Första återväxt</u>
1.	1 vecka före axgång (1:1)	6 veckor efter första skörd (6 v. e. 1:1)
2.	1 vecka före axgång	8 veckor efter första skörd (8 v. e. 1:1)
3.	vid axgång (1:2)	6 veckor efter första skörd (6 v. e. 1:2)
4.	vid axgång	8 veckor efter första skörd (8 v. e. 1:2)
5.	1 vecka efter axgång (1:3)	6 veckor efter första skörd (6 v. e. 1:3)
6.	1 vecka efter axgång	8 veckor efter första skörd (8 v. e. 1:3)

Försöket på Lanna och Röbbäcksdalen var upplagt som ett split-plot med tre block i fält. Vallväxtblandning var storruta och skördetidpunkt var småruta. Varje småruta var 15 m². Vallväxtblandningarna på Foulum skördades en gång i första skörd (30/5-05) samt i tre återväxtskördar (5/7, 22/8, 24/10-05). Det var upplagt som ett randomiserat blockförsök med fyra block. Försöksrutorna skördades 2005 som förstaårsvall på samtliga tre orter och 2006 som andraårsvall på Röbbäcksdalen och Foulum. Ett nytt vallbestånd anlades 2006 på Lanna med samma uppläggning som 2004. Försöksrutorna på Lanna skördades igen som ettårsvall 2007. På så vis renodlades effekten av årsmån i försöket. På grund av hög andel rödklöver i blandningarna på Lanna gödslades de med 60 kg N/ha i form av flytgödsel från nöt direkt efter första skörd under båda försöksåren.

Skörd

Skördearbetet utfördes på samma sätt på Lanna och Röbbäcksdalen. Beståndshöjden för baljväxt respektive gräs mättes på fem ställen i varje försöksruta. Avkastningen för varje försöksruta registrerades och ts-bestämningar gjordes. Prover för bestämning av botanisk och morfologisk sammansättning, växtens utvecklingsstadium samt för vitamin- och näringsanalys togs ut från varje försöksruta vid varje skördetillfälle. Klimatdata registrerades på plats på Lanna och från SMHI för Röbbäcksdalen. Väderstationerna registrerade kontinuerligt nederbörd, temperatur och luftfuktighet.

Analyser

Vallblandningarna från varje försöksruta sorterades i baljväxt och gräs som frystes in för att sedan analyseras med avseende på vitamin- och näringsinnehåll. Vitaminanalyserna (α -tokoferol och β -karotin) utfördes på frystorkade prover i Søren Krogh Jensens laboratorium på Foulum Forskningscenter, Danmark med HPLC efter att de förtvålats och extraherats i heptan (Jensen *et al.* 1998). Näringsanalyserna (torrsubstans, råprotein, fiber, smältbar organisk substans och mineraler) ska skickas till USA för analys. De morfologiska förändringarna ska sättas i relation till artens innehåll av vitaminer och annat näringsinnehåll.

Ensilage

Ensilageringsstudier på samtliga blandningar från första skörd, vid timotejens axgång och i återväxten åtta veckor efter första skörd utfördes på Lanna under 2005. Det var tre

behandlingar med ensileringsmedlen Proens™ (Perstorps AB, Perstorp, Sverige) innehållande 2/3 myrsyra och 1/3 propionsyra (4 l/ton grönmassa) och bakteriepreparatet Siloferm® Plus (Medipharm Inc., Kågeröd, Sverige), med *Pediococcus acidilactici* och *Lactobacillus plantarum* 768 000 koloniformande enheter/g grönmassa och cellulas 54 000 HEC/g bakteriekoncentrat, samt en kontroll utan ensileringsmedel. Silorna, som var 1,7 liters glasburkar med jäsrör, bröts efter 90 dagar och analys på vitamin- och näringsinnehåll utfördes på både grönmassa och ensilage. I första skörd togs endast prov på grönmassa efter förtorkning men i återväxten togs även prov för vitaminanalys före förtorkning.

Statistisk analys

Alla statistiska analyser utfördes med PROC GLM i SAS. Körningarna delades upp i första skörd baljväxt (1) och första skörd gräs (2), återväxt baljväxt (3) och återväxt gräs (4) samt ensilage kemisk sammansättning (5) och ensilage förtorkning (6). De fixa faktorerna i körningarna var för 1 och 2, art, block och skörd (1:1, 1:2, 1:3), för 3 och 4, art, block, skörd och återväxt (6 eller 8 veckor efter första skörd). För körning 5 användes faktorerna blandning, skörd (första skörd, återväxt), behandling och block. I körning 6 användes blandning före och efter förtorkning samt block.

Resultat

Här redovisas resultat från Lanna rörande avkastning, botanisk och morfologisk sammansättning samt vitamininnehåll i vallväxterna från 2005. Dessutom visas resultat från ensileringsstudien på Lanna. Umeås resultat från 2005 har inte bearbetats statistiskt än men medelvärden över vitamininnehåll redovisas. En kort redovisning om vitamininnehållet i vallväxterna på Foulum från 2005 presenteras också. Resultat från 2006 års skörd på Röbbäcksdalen och Foulum samt 2007 års skörd från Lanna redovisas i nästa slutrapport inom projektet.

Lanna försöksstation, SLU Skara

Skörderesultat. För att utjämna avkastningen över säsongen bör inte första skörden ske senare än vid timotejens axgång (Tabell 1). Blandningarna med rödklöver och gräs gav i regel störst avkastning genom hela försöket utom vid skörd 6 v. e. 1:2 där blandningen med käringtand gav störst avkastning. Rödklöver tog överhanden i beståndet och minskade förekomsten av gräs. I blandningen med käringtand hade gräset bättre konkurrenskraft men det var lättare för övrig baljväxt t.ex. klöver att etablera sig i beståndet (Tabell 2). Ängssvingel hade högre andel blad än timotej (79 % mot 42 % av ts). Timotej hade mer stjälk än ängssvingel (54 mot 19 %). Bladandelen var lika för rödklöver (35 %) och käringtand (33 %). Rödklöver hade större andel bladskäft än käringtand (15 mot 7 %) men ungefär lika stor andel stjälk som käringtand (47 mot 50 %) men mindre andel blommor (4 mot 13 %).

Tabell 1. Avkastning i kg ts/ha från vall I (2005) på Lanna för blandningarna timotej (T) + rödklöver (RK), ängssvingel (Ä) + RK och T + käringtand (KT) vid respektive skördetidpunkt. n = 3

Vall- blandning	Skörd/datum								
	1:1 ¹	1:2 ²	1:3 ³	6 v. e. 1:1 ⁴	6 v. e. 1:2 ⁵	6 v. e. 1:3 ⁶	8 v. e. 1:1 ⁷	8 v. e. 1:2 ⁸	8 v. e. 1:3 ⁹
	9/6	14/6	22/6	20/7	26/7	2/8	3/8	8/8	17/8
T/KT	3 967	5 012	5 984	3 501	3 866	2 581	3 717	4 083	3 822
T/RK	5 052	6 225	6 977	3 174	3 216	2 921	5 192	5 171	4 618
Ä/RT	4 808	6 170	7 158	3 803	3 245	2 722	4 649	5 280	4 425

¹1:a skörd 1 v. innan axgång, ²1:a skörd vid axgång, ³1:a skörd 1 v. efter axgång, ⁴6 v. efter skörd 1:1, ⁵6 v. efter skörd 1:2, ⁶6 v. efter skörd 1:3, ⁷8 v. efter skörd 1:1, ⁸8 v. efter skörd 1:2, ⁹8 v. efter skörd 1:3.

Tabell 2. Botanisk sammansättning (% av ts) i bladningarna timotej (T)/rödklöver (RK), ängssvingel (Ä)/RK och T/käringtand (KT) över de 9 skördetillfällena. n = 27

Blandning	Gräs	Baljväxt	Övrig baljväxt	Ogräs	Dött
T/ KT	33,4	62	3,3	0,2	1,1
T/RK	13,6	83,9	0,1	0,4	2,4
Ä/RK	11,5	85,5	0,0	0,4	2,9

Vitamin i första skörd. Ängssvingel hade högre nivåer av α -tokoferol och β -karotin i genomsnitt över skördetidpunkterna än timotej (Tabell 3). Vid skörd 1:3 var β -karotinnivån i snitt över gräsen lägre än vid de två första skördetillfällena.

Tabell 3. Innehåll av α -tokoferol och β -karotin i mg/kg ts i **gräs** skördade vid tre olika tillfällen (1:1, 1:2 och 1:3 = 1 vecka före, vid och 1 vecka efter timotejens axgång) i första skörd på Lanna. n = 3

	Skördetid			Medel Art	P - värde		
	1:1	1:2	1:3		Art x Skördetid	Art	Skördetid
<i>α-tokoferol</i>							
Timotej/käringtand	57,1	51,8	43,1	50,6 ^b	NS	0,001	
Timotej/rödklöver	52,6	39,9	36,7	43,1 ^b			
Ängssvingel/rödklöver	73,3	75,2	71,9	73,5 ^a			
Medel Skördetid	61,0	55,6	50,6				NS
<i>β-karotin</i>							
Timotej/käringtand	44,1	52,1	32,7	43,0 ^b	NS	0,028	
Timotej/rödklöver	46,2	44,5	38,0	42,9 ^b			
Ängssvingel/rödklöver	53,6	63,8	45,1	54,2 ^a			
Medel Skördetid	48,0 ^a	53,4 ^a	38,6 ^b				0,003

^{a,b}Medelvärden med olika bokstäver skiljer sig ($P < 0,05$).

För α -tokoferol fanns samspel mellan skördetid och baljväxtart (Tabell 4). Käringtand minskade sitt innehåll av α -tokoferol med senare skördetidpunkt medan rödklöver tenderade att öka sitt innehåll något med senare skördetidpunkt. Käringtand hade högre nivåer α -tokoferol än rödklöver vid skörd 1:1 och 1:2 men vid skörd 1:3 var det ingen skillnad mellan käringtand och rödklöver.

Tabell 4. Innehåll av α -tokoferol och β -karotin i mg/kg ts i **baljväxter** skördade vid tre olika tillfällen (1:1, 1:2 och 1:3 = 1 vecka före, vid och 1 vecka efter timotejens axgång) i första skörd på Lanna. n = 3

	Skördetid			Medel Art	P - värde		
	1:1	1:2	1:3		Art x Skördetid	Art	Skördetid
<i>α-tokoferol</i>							
Käringtand/timotej	63,9	49,6	35,9	49,8 ^a	0,001	0,0004	
Rödklöver/timotej	17,8	24,7	31,5	24,7 ^b	LSD _{0,05} =9,1		
Rödklöver/ängssvingel	22,0	23,4	27,9	24,4 ^b			
Medel Skördetid	34,6	32,6	31,8				NS
<i>β-karotin</i>							
Käringtand/timotej	63,8	89,7	55,4	69,6 ^a	NS	0,005	
Rödklöver/timotej	41,6	63,9	39,9	48,5 ^b			
Rödklöver/ängssvingel	40,9	51,3	36,6	42,9 ^b			
Medel Skördetid	48,8 ^b	68,3 ^a	43,9 ^b				0,002

^{a,b}Medelvärden med olika bokstäver skiljer sig ($P < 0,05$).

Käringtand hade i genomsnitt över skördarna högre nivåer av α -tokoferol och β -karotin än rödklöver. Skörd vid 1:2 gav högst β -karotinnivå i genomsnitt över baljväxterna (Tabell 4).

Vitamin i gräsens återväxt. Det fanns samspel mellan första skörd och återväxt där gräs som skördades efter sex veckor hade högre α -tokoferolnivåer än gräs som skördades åtta veckor efter skörd 1:1 och 1:2 men det gjorde ingen skillnad på α -tokoferolnivån om gräsen skördades sex eller åtta veckor efter skörd 1:3 (Tabell 5). När återväxten skördades 6 veckor efter första skörd minskade α -tokoferolnivån i återväxten med senare skördetidpunkt i första skörd. Däremot minskade α -tokoferolnivån i återväxten endast mellan skörd 1:1 och 1:2 när återväxten skördades åtta veckor efter första skörd. Skillnader i β -karotinnivåer framkom då återväxten togs efter skörd 1:1 och 1:3 där det var högst nivåer sex veckor efter 1:1 och åtta veckor efter 1:3.

I samspelet mellan första skörd och art visas att alla gräs hade högre α -tokoferolnivåer i återväxter som skördades efter 1:1 än de som skördades efter 1:2 och 1:3 och skillnaden var större för ängssvingel än för timotej. Återväxt av ängssvingel hade i genomsnitt högre α -tokoferolnivåer än återväxt av timotej som tagits efter 1:1 och 1:3 men i återväxten som skördades efter 1:2 var det ingen skillnad mellan ängssvingel och timotej som odlades med rödklöver. Både vid sex och åtta veckors återväxtskörd hade ängssvingel högre halt av α -tokoferol än timotej i genomsnitt över tidpunkterna för första skörd. Ängssvingel och timotej som odlades med rödklöver hade signifikant högre nivåer av α -tokoferol sex än åtta veckor efter första skörd. I genomsnitt över första skörd och återväxtskörd hade timotej, som var odlad med rödklöver, störst innehåll av β -karotin (Tabell 5).

Vitamin i baljväxternas återväxt. I samspelet mellan första skörd och återväxt visades att det var högre α -tokoferol- och β -karotinnivåer i återväxt som skördades sex istället för åtta veckor efter 1:1 och 1:2 medan det var bättre att vänta åtta veckor efter 1:3 med återväxtskörden med hänsyn till vitamininnehållet (Tabell 6). Innehåll av α -tokoferol och β -karotin i återväxt skördad sex veckor efter första skörd minskade med senare skördetidpunkt i första skörden. Däremot var vitamininnehållet i återväxtskörd åtta veckor efter första skörd minst efter skörd 1:2. Återväxt av käringtand skördad i genomsnitt sex veckor efter första skörd hade större innehåll av α -tokoferol än rödklöver. Däremot var det ingen skillnad mellan baljväxterna vid återväxtskörd i genomsnitt åtta veckor efter första skörd. I genomsnitt över tidpunkter för första skörd och återväxtskörd var koncentrationerna av α -tokoferol- och β -karotin högre i käringtand än i rödklöver (Tabell 6).

Tabell 5. Innehåll av α -tokoferol och β -karotin i mg/kg ts i **gräs** skördade vid sex eller åtta veckor efter vardera tre olika skördetillfällen (1:1, 1:2 och 1:3 = 1 vecka före, vid och 1 vecka efter timotejens axgång) i första skörd. n = 3

	Återväxt				P	Första skörd x Art			P	Återväxt x Art		P	Art		
	6 ve 1:1	8 ve 1:1	6 ve 1:2	8 ve 1:2		6 ve 1:3	8 ve 1:3	1:1		1:2	1:3			6 v	8 v
<i>α-tokoferol</i>															
Timotej/käringtand	66,3	62,6	56,7	37,8	47,9	53,7	NS	64,5	47,3	50,8	0,0021	57,0	51,4	0,0220	54,2 ^b
Timotej/rödklöver	98,3	65,7	63,4	46,4	53,6	43,3		82,0	54,9	48,4	LSD _{0,05}	71,8	51,8	LSD _{0,05}	61,8 ^b
Ängssvingel/rödklöver	149,7	92,8	85,7	39,8	60,5	66,5		121,2	62,8	63,5	=12,5	98,6	66,3	=10,2	82,5 ^a
Första skörd x Återväxt	104,8 ^a	73,7 ^b	68,6 ^b	41,4 ^c	54,0 ^c	54,5 ^c	0,0036								
Första skörd	89,2 ^a		55,0 ^b		54,2 ^b		<0,0001								
<i>β-karotin</i>															
Timotej/käringtand	65,3	45,7	37,3	35,5	32,7	58,5	NS	55,5	36,4	45,6	NS	45,1	46,6	NS	45,8 ^b
Timotej/rödklöver	86,7	49,7	30,8	37,0	47,3	68,0		68,2	33,9	57,7		54,9	51,6		53,2 ^a
Ängssvingel/rödklöver	67,3	44,6	34,6	26,2	36,1	54,7		56,0	30,4	45,4		46,0	41,8		43,9 ^b
Första skörd x Återväxt	73,1 ^a	46,7 ^c	34,2 ^d	32,9 ^d	38,7 ^c	60,4 ^b	<0,0001								
Första skörd	59,9 ^a		33,6 ^c		49,5 ^b		<0,0001								

Tabell 6. Innehåll av α -tokoferol och β -karotin i mg/kg ts i **baljväxter** skördade vid sex eller åtta veckor efter vardera tre olika skördetillfällen (1:1, 1:2 och 1:3 = 1 vecka före, vid och 1 vecka efter timotejens axgång) i första skörd. n = 3

	Återväxt				P	Första skörd x Art			P	Återväxt x Art		P	Art		
	6 ve 1:1	8 ve 1:1	6 ve 1:2	8 ve 1:2		6 ve 1:3	8 ve 1:3	1:1		1:2	1:3			6 v	8 v
<i>α-tokoferol</i>															
Käringtand/timotej	78,3	48,2	50,1	25,4	42,8	43,5	NS	63,3	37,7	43,2	NS	57,1 ^a	39,0 ^b	0,0019	48,1 ^a
Rödklöver/timotej	72,0	48,2	30,9	24,1	15,8	34,8		60,1	27,5	27,1		39,6 ^b	35,7 ^b		37,7 ^b
Rödklöver/ängssvingel	65,0	46,1	32,2	19,6	16,5	37,8		55,5	25,9	25,3		37,9 ^b	34,5 ^b		36,2 ^b
Första skörd x Återväxt	71,8 ^a	47,5 ^b	37,7 ^c	23,0 ^d	25,0 ^d	38,7 ^c	<0,0001								
Första skörd	59,6 ^a		30,4 ^b		31,9 ^b		<0,0001								
<i>β-karotin</i>															
Käringtand/timotej	124,7	79,6	66,4	59,6	39,9	108,7	NS	102,1	63,0	74,3	NS	77,0	82,6	NS	79,8 ^a
Rödklöver/timotej	86,3	61,0	52,7	40,8	20,7	77,7		73,7	46,8	49,2		53,2	59,8		56,5 ^b
Rödklöver/ängssvingel	87,7	50,9	48,8	29,6	18,8	77,6		69,3	39,2	48,3		51,8	52,8		52,3 ^b
Första skörd x Återväxt	99,6 ^a	63,8 ^c	56,0 ^c	43,3 ^d	26,5 ^c	88,0 ^b	<0,0001								
Första skörd	81,7 ^a		49,7 ^c		57,2 ^b		<0,0001								

^{a-d} Medelvärden med olika bokstäver skiljer sig ($P < 0,05$).

Röbäcksdalen, Umeå

Ängssvingel verkade ha större innehåll av α -tokoferol än timotej i återväxten medan det inte verkade vara någon större skillnad i första skörden. Det verkade inte vara någon skillnad i innehåll av β -karotin mellan gräsen men det verkade vara mer β -karotin i återväxt än i första skörd (Tabell 7). Käringtand verkade dock ha större innehåll av α -tokoferol och β -karotin än rödklöver i både första skörd och återväxt (Tabell 8).

Tabell 7. Genomsnitt av **gräsens** α -tokoferol- och β -karotininnehåll (mg/kg ts) i de olika skördarna 1:1, 1:2 och 1:3 = 1 vecka före, vid och 1 vecka efter timotejens axgång i första skörd och i återväxt vid sex eller åtta veckor efter vardera tre olika skördetillfällen i första skörd. n = 3

	Skörd								
	1:1	1:2	1:3	6 ve 1:1	6 ve 1:2	6 ve 1:3	8 ve 1:1	8 ve 1:2	8 ve 1:3
<i>α-tokoferol</i>									
Timotej/käringtand	38,1	35,8	31,3	37,3		40,5	35,9	32,9	33,7
Timotej/rödklöver	28,5	26,4	27,8	21,9		33,9	27,0	19,0	27,3
Ängssvingel/rödklöver	38,5	38,1	30,8	75,5		73,5	67,5	63,5	68,9
<i>β-karotin</i>									
Timotej/käringtand	22,4	23,8	22,6	34,0		52,8	39,1	35,3	39,0
Timotej/rödklöver	23,8	22,6	19,8	35,8		57,3	57,3	34,7	45,4
Ängssvingel/rödklöver	26,2	24,6	20,8	44,5		41,6	52,2	41,1	57,2

Tabell 8. Genomsnitt av **baljväxternas** α -tokoferol- och β -karotininnehåll (mg/kg ts) i de olika skördarna 1:1, 1:2 och 1:3 = 1 vecka före, vid och 1 vecka efter timotejens axgång i första skörd och i återväxt vid sex eller åtta veckor efter vardera tre olika skördetillfällen i första skörd. n = 3

	Skörd								
	1:1	1:2	1:3	6 ve 1:1	6 ve 1:2	6 ve 1:3	8 ve 1:1	8 ve 1:2	8 ve 1:3
<i>α-tokoferol</i>									
Käringtand/timotej		35,6	32,6	72,2		54,5	60,6	35,9	46,6
Rödklöver/timotej	15,2	18,4	17,3	21,0		23,7	18,1	15,1	12,7
Rödklöver/ängssvingel	16,9	16,4	18,9	17,8		26,1	28,6	16,7	18,2
<i>β-karotin</i>									
Käringtand/timotej		56,3	64,9	95,1		87,5	79,7	54,0	74,3
Rödklöver/timotej	48,6	40,7	49,5	45,6		65,1	45,4	36,3	33,8
Rödklöver/ängssvingel	43,0	37,9	34,9	31,9		54,7	44,7	44,2	48,8

Foulum, Danmark

I Danmark varierade α -tokoferolhalten i snitt över gräsen från 38,0 till 104,3 mg/kg ts i de fyra olika skördarna med högst värde i fjärde skörden ($P < 0,0001$). Störst innehåll av α -tokoferol som ett snitt över skördar fanns i timotej (78,4 mg/kg ts) som odlades med rödklöver ($P < 0,0001$). β -karotininnehållet i skördarna varierade från 30,0 till 152,2 mg/kg ts som ett snitt över gräsen med det högsta värdet i fjärde skörden ($P < 0,0001$). Även i baljväxterna var vitamininnehållet störst i fjärde skörd med 77,7 mg α -tokoferol och 142,0 mg β -karotin per kg ts ($P < 0,0001$). Käringtand innehöll mest α -tokoferol och β -karotin med 81,3 respektive 89,2 mg/kg ts ($P < 0,0001$).

Ensileringsstudie i Skara

Näringsvärden. Ts-halten låg mellan 36 % (T/KT) och 37 % (Ä/RK och T/RK) i första skörd och 24 % (Ä/RK) och 30 % (T/KT och T/RK) i återväxten. I blandningarna T/RK och Ä/RK

skedde en minskning av ts-halten från grönmassa till ensilering i första skörden. Ts-halten i T/RK minskade även i återväxten ($P < 0,05$). Råproteinet låg mellan 156 (T/KT) och 194 (Ä/RK) g/kg ts i första skörd. Motsvarande för återväxten var 157 respektive 171 g/kg ts. I blandningarna T/RK och Ä/RK ökade råproteinet i grönmassan vid ensilering av återväxten ($P < 0,05$). NDF låg mellan 445 (Ä/RK) och 494 (T/KT) g/kg ts i första skörd. I återväxten var det lägsta värdet 437 (T/RK och Ä/RK) och det högsta 448 (T/KT) g NDF per kg ts. I blandningen T/RK ökade NDF vid ensilering i första skörd men i återväxten minskade NDF vid ensilering med ensileringsmedel. I blandningen Ä/RK ökade NDF vid ensilering i första skörd men minskade då ProensTM användes vid ensilering ($P < 0,05$). Sockerhalten i grönmassan varierade mellan 35 (T/RK) och 58 (T/KT) g/kg ts i första skörd. I återväxten var sockerhalten 62 (Ä/RK) och 71 (T/KT och T/RK) g/kg ts. Sockret minskade mest i första skörd där vi hade problem med förtorkningen vilket även resulterade i dålig hygienisk kvalitet i ensilaget. Det lägsta sockervärdet, 3,3 g/kg ts, återfanns i blandningen T/RK i första skörd som ensilerades med ProensTM. Det högsta värdet, 81 g/kg ts, återfanns i blandningen T/KT i återväxten som ensilerades med ProensTM ($P < 0,05$).

Hygienisk kvalitet. Det var väldigt stor variation i den hygieniska kvaliteten mellan upprepningar, vilket resulterade i få signifikanta skillnader. Det fanns samspelseffekter mellan skörd och behandling i ättiksyra där proensbehandlat ensilage i återväxten hade lägre halter (7,5 g/kg ts) än övriga ensilage (17,2-23,8 g/kg ts; $P = 0,0004$) och i etanol där båda tillsatsmedlen gav ett mindre innehåll (0,9-4,0 g/kg ts) i återväxten än obehandlat ensilage (6,0-7,5 g/kg ts; $P < 0,0001$). Det var skillnader i pH mellan första skörd (5,2) och återväxt (4,3; $P = 0,012$).

Vitamininnehåll. I återväxten togs prov både före och efter förtorkningen för att se hur förtorkningen påverkade vitamininnehållet och som ett snitt över bladningarna minskade α -tokoferolinnehållet från 57 till 43 mg/kg ts ($P < 0,001$) och β -karotininnehållet från 45 till 39 mg/kg ts ($P < 0,05$).

Det var bara i α -tokoferolinnehåll som samspelseffekter mellan skördar, bladningar och behandlingar upptäcktes. I blandningarna med rödklöver var det endast ensilering med ProensTM som gav mindre α -tokoferolinnehåll i ensilage än i grönmassa. Ensilering av blandningen med käringtand gav större α -tokoferolinnehåll än i grönmassan oavsett vilken ensileringsmetod som användes (Tabell 9).

Tabell 9. Innehåll av α -tokoferol (mg/kg ts) i blandningarna som ensilerades. Första skörden skördades 14/6-05 och den andra åtta veckor efter första skörden. n = 3

	Förtorkad Grönmassa	Kontroll	Siloferm Plus	Proens	P - värde
<i>α-tokoferol</i>					
Käringtand/timotej	32,24	44,68	51,94	41,86	0,0004
Rödklöver/timotej	29,97	22,51	31,29	18,60	LSD _{0,05} =8,6
Rödklöver/ängssvingel	35,44	27,78	33,87	25,06	
1:a skörd	21,83	20,28	22,96	19,43	0,01
2:a skörd	43,26	43,03	55,10	37,58	LSD _{0,05} =9,13

Blandningar med rödklöver hade mindre innehåll av β -karotin än blandningen med käringtand (21 mot 34 mg/kg ts; $P < 0,01$) räknat som ett genomsnitt över skördetidpunkt och behandling. Genomsnittet över skördarna skilde sig också åt och β -karotininnehållet i första skörden var 16 medan det i återväxten var 35 mg/kg ts ($P < 0,0001$). I genomsnittet över

behandlinger var det mer β -karotin i grönmassa (32 mg/kg ts) än i ensilage (21 till 25 mg/kg ts; $P < 0,001$).

Diskussion

Ängssvingel, som har mer blad, innehöll mer α -tokoferol än timotej, vilket överensstämmer med resultat från Kivimäe & Carpena (1973). Käringtand innehöll mer vitamin än rödklöver men de hade lika stor andel blad så det är antagligen andra faktorer som har verkat här. Käringtanden är något senare i utvecklingen i tidigt stadium, vilket kan ha betydelse för vitamininnehållet. I första skörden var det inte så stor skillnad på vitamininnehållet i växterna mellan de olika skördetillfällena men för att få höga nivåer i återväxten är det bäst om första skörden är tagen en vecka före timotejens axgång. Störst vitamininnehåll i återväxten erhöles då den togs sex veckor efter det första skördetillfället i första skörd, som inträffade en vecka före timotejens axgång. I Umeå verkade skillnaderna mindre utpräglade bland gräsen, speciellt i första skörd. Det verkar som om skillnaderna kommer först i återväxten. I Danmark var det tydliga skillnader mellan skördarna och fjärdeskörden gav de högsta vitaminnivåerna. Fjärde skörden togs i slutet av oktober och det kommer att bli mycket intressant att studera om klimatdata kan förklara skillnader mellan skördarna.

Ensilering utan tillsatsmedel påverkade inte vitamininnehållet i grönmassan, förutom i käringtand/timotejblandningen där en ökning av α -tokoferolinnehållet skedde. Tillsats av Siloferm[®] Plus medförde att denna ökning i halten α -tokoferol blev ännu mer markant, vilket möjligtvis kan bero på en bakteriell syntes av vitaminet. Detta kan också vara fallet i rödklöver/timotej ensilaget behandlat med Siloferm[®] Plus, vilket hade större α -tokoferolinnehåll än obehandlat ensilage av samma vallblandning. Förtorkningen verkar vara en viktig faktor för vitamininnehållet i grönmassan. De dåliga väderleksförhållandena under första skörd förlängde förtorkningen, vilket bidrog till mindre vitamininnehåll i den förtorkade grönmassan jämfört med vitamininivån i förtorkad grönmassa i återväxt. Ett uträknat värde baserat på botanisk sammansättning och α -tokoferolinnehåll i gräs och baljväxt visar på ca 38 mg α -tokoferol per kg ts i grönmassan innan förtorkning i första skörd, vilket är väsentligt högre än värdet på 21,8 mg/kg ts efter förtorkning. De besvärliga förutsättningarna under förtorkning av grönmassan i första skörd resulterade i sämre hygienisk kvalitet i ensilaget, vilket inte verkade ha någon större negativ inverkan på ensilagens vitamininnehåll. I en pågående studie (Phytomilk, CoreOrganic) studerar vi hur lagringstiden påverkar vitamininnehållet i ensilage.

Slutsatser

Ängssvingel innehöll mer α -tokoferol och β -karotin (1:a skörd) än timotej och käringtand innehöll mer vitaminer än rödklöver. En tidig skörd i första skörden påverkade vitaminnivåerna i återväxten positivt. Förutsättningar vid förtorkning för att behålla vitamininnehållet i grönmassan verkar vara viktigare än själva ensileringen för vitamininnehållet i ensilaget.

Publikationer och övrig resultatförmedling till näringen

Publikationer

Danielsson, H. Carvelid, N., Richardsson, J., Nadeau, E., Gustavsson, A-M., Jensen, S. K., Nilsson-Linde, N. & Sjøgaard, K. 2005. Vitaminer i ekologiskt odlade vallbaljväxter och gräs. s. 275. Ekologiskt lantbruk ”Att navigera i en ny tid”, SLU, Ultuna 22-23 november. Centrum för uthålligt lantbruk, SLU.

- Carvelid, N. & Richardsson, J. 2006. Ekologiskt vallförsök om vitaminer och övrigt näringsinnehåll. Projektarbete. Kvalificerade Yrkesutbildningen Agrotekniker, Biologiska Yrkehögskolan. 10 s.
- Danielsson, H., Nadeau, E., Gustavsson, A-M., Jensen S. K., Søgaard K. & Nilsson-Linde, N. 2008. Contents of α -tocopherol and β -carotene in legumes and grasses harvested at different maturities. *Grassland Science in Europe* 13. Under tryckning.
- Karlsson, L. 2008. Kärtingand toppar vitaminligan. *Husdjur* 3 s. 14-15.

Presentationer

- Poster vid **Ekologiska konferensen**, SLU Ultuna, 22-23 november 2005. CUL, SLU. Presentation av Hanna Danielsson.
- Muntlig presentation av Hanna Danielsson om ensileringsstudien på **kurs för ekologiska rådgivare** vid Länsstyrelse och Hushållningssällskap den 14 september 2006, Umeå. Kursansvariga: Torbjörn Pettersson och Lis-Britt Carlsson, Jordbruksverket.
- Muntlig presentation av Hanna Danielsson om ensileringsstudien på **Svenska Vallföreningens sommarmöte**, Nötcenter Viken, Falköping 3 augusti 2007. Arrangörer: Skaraborgs Vallförening, HS Skaraborg och SLU Skara.
- Muntliga presentationer av Hanna Danielsson om resultaten från vallförsöket och ensileringsstudien vid **projektgruppsmöten**.

Referenser

- Ball, G.F.M. 1988. Fat-soluble vitamin assays in food analysis. Elsevier Applied Science. London, UK.
- Carlsson, J. 2000. Vitaminer till mjölkkor i ekologisk produktion. *Jordbruksinformation* 6, Jordbruksverket, Jönköping. Stencil 10 s.
- Eriksson, S., Sanne, S. & Thomke, S. 1972. Fodermedlen. Sammansättning, Näringsvärde, Användbarhet. LTs förlag. Borås.
- 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. and 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 22-24/8. Växjö*, 57-62.
- Jensen, S.K. 2003. Malkekoens vitaminbehov og – forsyning, Kapitel 9, sid 179-188. *Kvæggets ernæring og fysiologi, Bind 2- Fodring og produktion*, Strudsholm, F. & Sejrsen, K. (red.). DJF rapport, Husdyrbrug nr. 54. Ministeriet for Fødevarer.
- 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.
- Kivimäe, A. & 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.