

# Effekt av botanisk sammensetning i surfôr på omsetning av fettløselige vitaminer i vom og overføring til melk

STEFFEN ADLER<sup>1,2</sup>, SØREN KROGH JENSEN<sup>3</sup>, ERLING THUEN<sup>2</sup>, ANNE-MAJ GUSTAVSSON<sup>4</sup>, ODD MAGNE HARSTAD<sup>2</sup> og HÅVARD STEINSHAMN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, Universitetet for miljø- og biovitenskap, <sup>3</sup>Institut for husdyrvidenskap, Aarhus universitet, <sup>4</sup>Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet

## Innledning

Fettløselige vitaminer har viktige funksjoner i melkekyr, beskytter melkefett mot oksidasjon og er et viktig tilskudd i humanernæringen. Vitamin E (tokoferol) og  $\beta$ -karoten er antioksidanter som tas opp med fôret og  $\beta$ -karoten kan omdannes til vitamin A (retinol) i tarmcellene. Retinol er blant annet viktig for synet. Vitamin E kan ha 4 ulike former ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - og  $\delta$ -) som deles inn i tokoferoler og tokotrienoler. Naturlig  $\alpha$ -tokoferol (RRR-formen av 8 mulige stereoisomerer) har høyere biologisk aktivitet enn syntetisk  $\alpha$ -tokoferol (all-rac- $\alpha$ -tokoferol) som er en lik blanding av alle 8 stereoisomerer.  $\alpha$ -Tokoferol finnes i grovfôr og kraftfôr mens  $\beta$ -karoten finnes bare i grovfôr. Grovfôrets innhold av  $\alpha$ -tokoferol og  $\beta$ -karoten påvirkes blant annet av botanisk sammensetning, utviklingstrinn, klima, ulike stressfaktorer og konserveringsmetode (Olsson et al., 1955; Danielsson et al., 2008; Lindqvist, 2012). Spesielt i innefôringsperioden er fôrets naturlige innhold av fettløselige vitaminer ofte ikke tilstrekkelig for å kunne dekke dyrets behov. Derfor gis det vanligvis tilskudd av syntetisk  $\alpha$ -tokoferol og retinol som er tilsatt kraftfôret eller som vitamintilskudd. Nyere studier, herunder (Hymøller og Jensen, 2010) indikerer at  $\alpha$ -tokoferol og  $\beta$ -karoten ikke brytes ned i vom. Overføringen til melk begrenses sannsynligvis av absorpsjonskapasiteten fra tarmen (Hymøller og Jensen, 2010). Kyr kan lagre store mengder  $\beta$ -karoten i kroppen mens  $\alpha$ -tokoferol må tilføres jevnlig. I økologisk landbruk er det et mål å kunne bruke naturlige vitaminkilder, men fordi produksjonen av naturlige vitaminer er vanskelig er det gitt dispensasjon for å bruke syntetiske kilder. Målet med dette studiet var å fremskaffe mer kunnskap om omsetning av fettløselige vitaminer og overføring til melk.

## Materiale og metoder

I et stoffskifteforsøk ble 4 NRF melkekyr utstyrt med vomfistler og gitt surfôr produsert på kortvarig økologisk eng (KØ) som inneholdt rødkløver og timotei, langvarig økologisk eng (LØ) som inneholdt ulike grasarter, hvitkløver og en rekke andre urter, konvensjonelt dyrket flerårig raigras (R) eller konvensjonelt dyrket timotei (T). Surfôret ble gitt som 90% av ad libitum opptak (målt i starten av hver periode) og byggpellets som inneholdt en mineralblanding ble tildelt slik at det utgjorde 30% av det daglige tørrstoffopptaket for hver ku. Forsøket var designet som et 4x4 Latinsk kvadrat med treukers perioder. Prøver av bladmageinnhold og melk ble tatt i den siste uken i hver periode. Strømmen av vominnholdet i bladmagekanalen ble målt ved 3 interne markører, ikke fordøyelig nøytral løselig fiber (iNDF) for store partikler, Yb-acetat for små partikler og CrEDTA for væskefasen. Prøver av fôr, bladmageinnhold og melk ble analysert for innhold av  $\alpha$ -tokoferol,  $\beta$ -karoten og retinol ved væskechromatografi. En retinolekvivalent tilsvarer 1  $\mu$ g retinol eller 6  $\mu$ g  $\beta$ -karoten. Forsøket er beskrevet i detalj av Adler et al. (i trykken).

## Resultater

Alle surfôrslagene var godt konservert, men høyt innhold av melkesyre og eddiksyre (resultater ikke vist) indikerer sterkere gjæring for LØ og R enn for KØ og T. Surfôr av T inneholdt mindre protein og mer NDF enn de andre surfôrslagene. Innholdet av  $\alpha$ -tokoferol og  $\beta$ -karoten var høyere for LØ og R enn for KØ og T (tabell 1).

Tabell 1. Innhold av fettløselige vitaminer i surfôr fra kortvarig økologisk eng (KØ), langvarig økologisk eng (LØ), konvensjonelt dyrket flerårig raigras (R), konvensjonelt dyrket timotei (T) og byggpellets

Fettløselige vitaminer, mg/kg tørrstoff	KØ	LØ	R	T	Byggpellets
$\alpha$ -Tokoferol	18,0	36,0	40,0	24,0	28,5
$\beta$ -Karoten	15,5	33,1	37,0	25,0	0,0

Opptak av surfôr var i gjennomsnitt 12,2 kg tørrstoff/d og ku, og det var ingen forskjell mellom surfôrslagene. Timotei ga lavere ytelse (15,9 kg/d) enn de andre surfôrslagene (i gjennomsnitt 17,6 kg/d), men det var ingen forskjeller i melkas innhold av fett, protein og laktose. Når kyrne ble gitt LØ eller R hadde de et høyere opptak av  $\alpha$ -tokoferol og  $\beta$ -karoten enn når KØ eller T ble gitt (tabell 2). I bladmagestrømmen var forskjellene for  $\alpha$ -tokoferol og  $\beta$ -karoten mindre, men LØ ga fortsatt større strøm enn KØ. Overføringsgraden fra fôr til bladmage var i gjennomsnitt 148% for  $\alpha$ -tokoferol og 50% for  $\beta$ -karoten. Daglig utskillelse av  $\alpha$ -tokoferol i melk var høyere for LØ enn for KØ, mens utskillelse av  $\beta$ -karoten var høyere for R og T enn for KØ og LØ. For retinol ble det ikke funnet forskjeller. Overføringsgraden fra fôr til melk (mengde i melk/opptatt fra fôr) var for  $\alpha$ -tokoferol høyere for T enn for R og for retinolekvivalenter høyere for KØ enn for LØ og R. Konsentrasjonene av  $\alpha$ -tokoferol,  $\beta$ -karoten og retinol i melk var høyere for T enn for KØ.

Tabell 2. Effekt av surfôrslag på omsetning av fettløselige vitaminer i vom og overføring til melk. Surfôrslagene ble produsert på: KØ = kortvarig økologisk eng, LØ = langvarig økologisk eng, R = konvensjonelt dyrket flerårig raigras, T = konvensjonelt dyrket timotei.

Fettløselige vitaminer	KØ	LØ	R	T	SEM
Opptak, mg/d					
$\alpha$ -Tokoferol	381 <sup>b</sup>	605 <sup>a</sup>	637 <sup>a</sup>	422 <sup>b</sup>	45,2
$\beta$ -Karoten	194 <sup>c</sup>	425 <sup>ab</sup>	456 <sup>a</sup>	291 <sup>bc</sup>	48,1
Bladmage, mg/d					
$\alpha$ -Tokoferol	603	775	902	714	104,7
$\beta$ -Karoten	105 <sup>b</sup>	191 <sup>a</sup>	179 <sup>ab</sup>	165 <sup>ab</sup>	19,8
Overføringsgrad bladmage/opptak					
$\alpha$ -Tokoferol	1,507	1,281	1,429	1,707	0,1595
$\beta$ -Karoten	0,560	0,490	0,394	0,572	0,0597
Melk, mg/d					
$\alpha$ -Tokoferol	9,6 <sup>b</sup>	14,0 <sup>a</sup>	12,6 <sup>ab</sup>	12,7 <sup>ab</sup>	1,78
$\beta$ -Karoten	2,6 <sup>c</sup>	2,9 <sup>bc</sup>	3,2 <sup>ab</sup>	3,4 <sup>a</sup>	0,27
Retinol	6,5	8,0	7,9	7,5	0,68
Overføringsgrad melk/fôr					
$\alpha$ -Tokoferol	0,025 <sup>ab</sup>	0,024 <sup>ab</sup>	0,020 <sup>b</sup>	0,031 <sup>a</sup>	0,0032
Retinolekvivalenter <sup>1</sup>	0,227 <sup>a</sup>	0,133 <sup>b</sup>	0,111 <sup>b</sup>	0,171 <sup>ab</sup>	0,0232
Melk, mg/kg					
$\alpha$ -Tokoferol	0,535 <sup>b</sup>	0,789 <sup>a</sup>	0,734 <sup>ab</sup>	0,790 <sup>a</sup>	0,109
$\beta$ -Karoten	0,146 <sup>c</sup>	0,160 <sup>bc</sup>	0,185 <sup>ab</sup>	0,211 <sup>a</sup>	0,016
Retinol	0,377 <sup>b</sup>	0,447 <sup>ab</sup>	0,447 <sup>ab</sup>	0,471 <sup>a</sup>	0,039

<sup>1</sup> En retinolekvivalent tilsvarer 1  $\mu$ g retinol eller 6  $\mu$ g  $\beta$ -karoten

## Diskusjon

Lavt innhold av  $\alpha$ -tokoferol og  $\beta$ -karoten i surfôr fra KØ og T kan forklares med lavere innhold i rødkløver og timotei enn i andre urter og grasarter. For  $\alpha$ -tokoferol er dette i tråd med (Danielsson et al., 2008). Forskjellene kan være relatert til botanisk sammensetning, men også blad:stengel forholdet, fordi bladene inneholder generelt mer fettløselige vitaminer enn stengelen (Olsson et al., 1955), og høyere tap ved fortørring og ensilering av kløver enn gras. Mulige feilkilder for betydelig større mengde av  $\alpha$ -tokoferol ved bladmagen enn tatt opp i fôret kan være knyttet til måling av strømmen ved bladmagen eller analyser av fettløselige vitaminer i bladmageinnhold. Resultatet tyder på at  $\alpha$ -tokoferol ikke ble brutt ned i vom. Omtrent halvparten av  $\beta$ -karoten tatt opp via fôret ble brutt ned i vom. Dette er motsatt av det (Hymøller og Jensen, 2010) fant, men er i overenstemmelse med resultater fra andre forsøk (McDowell, 2000). Lavere overføringsgrad av fettløselige vitaminer til melk fra fôr ved høyt opptak og høyere konsentrasjoner i melk ved lav ytelse er i overenstemmelse med (Jensen et al., 1999).

## Konklusjoner

Det var en tilsynelatende netto økning av  $\alpha$ -tokoferol i vomma mens omtrent halvparten av  $\beta$ -karoten ble brutt ned. Surfôr fra KØ som inneholdt rødkløver ga melk med lavere innhold av fettløselige vitaminer enn de andre surfôrslagene.

Arbeidet var del av forskningsprosjektet PhytoMilk finansiert gjennom den transnasjonale ordningen "CORE ORGANIC Funding Body Network" (NFR 184680/I10).

## Referanser

Adler, S., Jensen, S.K., Thuen, E., Gustavsson, A.-M., Harstad, O.M. og Steinshamn, H. Effect of silage botanical composition on ruminal biohydrogenation and transfer of fatty acids to milk in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, i trykken.

Danielsson, H., Nadeau, E., Gustavsson, A.-M., Jensen, S. K., Søegaard, K. og Nilsson-Linde, N. 2008. Contents of  $\alpha$ -tocopherol and  $\beta$ -carotene in grasses and legumes harvested at different maturities. Side 432-434 i *Grassland Science in Europe, Volume 13. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.*

Hymøller, L. og Jensen, S. K. 2010. Stability in the rumen and effect on plasma status of single oral doses of vitamin D and vitamin E in high-yielding dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93(12):5748-5757.

Jensen, S. K., Johannsen, A. K. B. og Hermansen, J. E. 1999. Quantitative secretion and maximal secretion capacity of retinol,  $\beta$ -carotene and  $\alpha$ -tocopherol into cows' milk. *J. Dairy Res.* 66(4):511-522.

Lindqvist, H. 2012.  $\alpha$ -Tocopherol and  $\beta$ -carotene in forages and their utilisation by dairy cows in organic production. Doktoravhandling, Sveriges lantbruksuniversitet, Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap.

McDowell, L. R. 2000. *Vitamins in animal and human nutrition. Andre utgave. Ed. Iowa State University Press / Ames, IA.*

Olsson, N., Akerberg, E. og Blixt, B. 1955. Investigations concerning formation, preservation and utilization of carotene. *Acta Agric. Scand.* 5(113):185.