

JOURNÉE D'INFORMATION SCIENTIFIQUE – BOVINS LAITIERS ET PLANTES FOURRAGÈRES

Utilisation d'aliments riches en caroténoïdes (luzerne) pour le contrôle de la stabilité oxydative des matières grasses du lait

DANIEL E. RICO, MARIE-C. FAUTEUX, RACHEL GERVAIS, YOLAINE LEBEUF,
P. YVAN CHOUINARD

Département des sciences animales, Université Laval, Québec, Québec, Canada G1V 0A6
yvan.chouinard@fsaa.ulaval.ca

Mots clés: Vache laitière, Luzerne, Caroténoïdes, Acides gras, Oxydation.

Introduction

L'utilisation de supplément d'huile de lin protégé de la biohydrogénation ruminale a été proposée comme méthode efficace pour accroître les concentrations en acides gras polyinsaturés (AGPI) ω -3 des produits laitiers (Côtés *et al.*, 2011). Cependant, la possibilité d'incorporer l'huile de lin dans la ration des vaches laitières est limitée en raison de la grande sensibilité à l'oxydation des AGPI. Puisqu'elle est associée au développement de saveurs non-désirables et à l'apparition de produits de réaction potentiellement toxiques, l'oxydation des matières grasses laitières peut altérer les propriétés nutritives et sensorielles du lait et des produits laitiers (Boroski *et al.*, 2012). La vitamine E est couramment employée en alimentation de la vache laitière pour prévenir l'oxydation de la matière grasse du lait (NRC, 2001). Cependant, le transfert de la vitamine E dans le lait est peu élevé, son efficacité à prévenir l'oxydation du lait est souvent faible.

Dans ce contexte, l'emploi d'aliments naturellement riches en composés antioxydants pourrait représenter une alternative intéressante. Parmi ces ingrédients, nous avons identifié l'Extraluz, un extrait concentré de luzerne (ECL) commercialisé par l'entreprise Désialis (Châlons-en-Champagne, France). Ce produit est utilisé comme source de protéines (>50 % de protéines brutes) et est riche en caroténoïdes (>1000 μ g/g de matière sèche), molécules reconnues, entre autres, pour leur pouvoir antioxydant. L'Extraluz est obtenu par pressage à froid de la luzerne fraîche. Le liquide extrait est ensuite chauffé pour coaguler les protéines, puis centrifugé, séché et granulé. L'objectif de ce projet était donc de déterminer les effets d'une supplémentation en ECL en comparaison à la vitamine E sur la stabilité oxydative d'un lait enrichi en AGPI.

Méthodologie

Six vaches Holstein (224 ± 18 jours en lactation; 672 ± 57 kg de poids vif) ont été distribuées au sein d'un double carré Latin 3×3 (période de 21 jours, dont 14 jours d'adaptation). Les rations expérimentales (Tableau 1) ont été élaborées pour contenir (% de matière sèche): Tém 9 % de tourteau de soya; VitE 9 % de tourteau de soya + 300 UI/kg de vitamine E; et ECL 9 % d'extrait concentré de luzerne. Tous les animaux recevaient une perfusion continue de 450 g/j d'huile de lin dans l'abomasum. Au cours des quatre derniers jours de chaque période, le poids, la prise alimentaire et la production laitière des vaches ont été mesurée. Des échantillons de lait ont été prélevés pour en déterminer la composition et la stabilité oxydative. Finalement, des échantillons de sang ont été prélevés de la veine caudale puis centrifugé pour obtenir le plasma.

Résultats

Le poids et la prise alimentaire de vaches ont été similaires pour les trois traitements (Tableau 2). Les vaches ayant reçu le traitement ECL ont produit plus de lait comparativement à celles ayant reçu le traitement VitE et avaient tendance à produire plus de lait comparativement au témoin. Les teneurs en protéine et en matières grasses

du lait étaient similaires entre les traitements alors que les vaches recevant l'ECL avaient tendance à produire un lait avec une teneur plus élevée en lactose comparativement à la VitE. La production de matières grasses était similaire entre les traitements alors que les productions de protéines et de lactose ont été supérieures pour les vaches ayant reçu l'ECL comparativement à la VitE. Finalement, la teneur en N uréique et l'efficacité de sécrétion de l'N du lait, en proportion de l'N ingéré, ont été supérieures pour les vaches recevant l'ECL comparativement au TÉM ou à la VitE (Tableau 2).

Tableau 1. Composition des rations expérimentales.

Ingrédient, % matière sèche	Traitement ¹		
	TÉM	VitE	ECL
Ensilage de fléole	86,8	86,8	86,8
Orge moulue	2,0	2,0	2,0
Tourteau de soya	9,1	9,1	---
Extrait concentré de luzerne ²	---	---	9,1
Vitamine E ³	---	0,03	---
Minéraux et vitamines ⁴	2,0	2,0	2,0

¹ TÉM = témoin; VitE = vitamine E; ECL = extrait concentré de luzerne.

² Extraluz, Désialis, Châlons-en-Champagne, France.

³ Acétate de DL- α -tocophéryle : Aliments Breton, Inc., St-Bernard, Québec, Canada.

⁴ Pour les traitements TÉM et VitE : 9,2 % Ca, 2,8 % P, 0,2 % Mg, 0,2 % K, 8,5 % Na, 5,1 % Cl, 0,3 % S, 320 ppm Cu, 1232 ppm Zn, 14,4 ppm Co, 127 687 UI/kg vitamine A, et 53 202 UI/kg vitamine D. Pour le traitement ECL : 2,0 % P, 0,2 % Mg, 5,4 % K, 8,0 % Na, 5,0 % Cl, 0,3 % S, 315 ppm Cu, 1216 ppm Zn, 14,2 ppm Co, 126 596 UI/kg vitamine A, et 52 748 UI/kg vitamine D.

Tableau 2. Poids, prise alimentaire, production et composition du lait et bilan azoté chez des vaches ayant reçu une ration témoin (TÉM), supplémentée en vitamine E (VitE), ou à base d'un extrait concentré de luzerne (ECL).

Variable	Traitement			SEM	Contraste (P)	
	TÉM	VitE	ECL		ECL vs	
					TÉM	VitE
Poids, kg	688	680	684	15	0,38	0,37
Prise alimentaire, kg MS ¹ /j	18,6	17,0	18,0	0,5	0,42	0,16
Production laitière, kg/j	13,4	13,0	14,7	1,9	0,09	0,04
Matières grasses						
Teneur, %	4,3	4,4	4,2	0,1	0,49	0,20
Production, g/j	571	567	619	80	0,22	0,19
Protéine						
Teneur, %	3,66	3,56	3,59	0,17	0,28	0,68
Production, g/j	483	445	518	59	0,19	0,02
Lactose						
Teneur, %	4,39	4,31	4,46	0,07	0,34	0,07
Production, g/j	588	570	655	86	0,07	0,03
N uréique, mg/dl	13,5	12,8	11,3	0,6	0,01	0,05
N du lait, % N ingéré	23,0	22,9	26,1	2,5	0,04	0,04

¹ MS = Matière sèche

Suite aux perfusions intra-abomasales d'huile de lin, la teneur en 18:2 *cis*-9, *cis*-12 de la matière grasse laitière a augmenté de 1,07 ± 0,13 à 3,91 ± 0,40 % (moyenne ± écart-type), alors que la teneur en 18:3 *cis*-9, *cis*-12, *cis*-15 est passée de 0,40 ± 0,04 à 14,27 ± 1,81 % au cours de la période expérimentale en comparaison à la période

prétraitement (Figure 1). La concentration en 18:2 *cis*-9, *cis*-12 au eu tendance à être plus élevée dans le lait des vaches ayant reçu l'ECL comparativement au TÊM. Toutefois, dans les conditions expérimentales de cette étude, les traitements n'ont pas affecté la teneur en 18:3 *cis*-9, *cis*-12, *cis*-15 des matières grasses laitières.

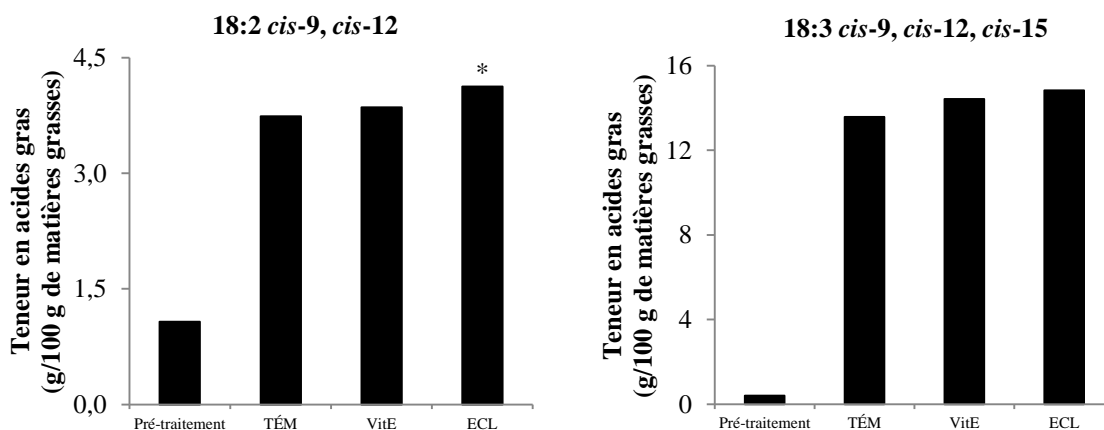


Figure 1. Teneur en 18:2 *cis*-9, *cis*-12 (SEM = 0,16) et en 18:3 *cis*-9, *cis*-12, *cis*-15 (SEM = 0,75) dans les matières grasses du lait au cours de la phase pré-expérimentale et selon la distribution d'une ration témoin (TÊM), supplémentée en vitamine E (VitE), ou à base d'un extrait concentré de luzerne (ECL). * ECL vs TÊM : $P = 0,06$.

Six caroténoïdes ont été identifiés dans le plasma sanguin des animaux (Tableau 3). Parmi ceux-ci, la concentration de lutéine a été augmentée chez les vaches ayant reçu le traitement ECL comparativement à celles ayant reçu les rations TÊM et VitE. La concentration d' α -carotène était plus élevée, et celle de β -cryptoxanthine avait tendance à être plus élevée dans le plasma des vaches ayant reçu l'ECL comparativement à celles ayant reçu le traitement TÊM. En revanche, les traitements n'ont pas eu d'effet sur les concentrations plasmatiques de β -carotène, de lycopène et de zéaxanthine (Tableau 3).

Tableau 3. Concentration plasmatique de différents caroténoïdes chez des vaches ayant reçu une ration témoin (TÊM), supplémentée en vitamine E (VitE), ou à base d'un extrait concentré de luzerne (ECL).

Variable	Traitement			SEM	Contraste (P)	
	TÊM	VitE	ECL		ECL vs	
					TÊM	VitE
α -carotène, ng/mL	58	69	87	13	0,03	0,11
β -carotène, μ g/mL	16	17	17	1	0,12	0,36
β -cryptoxanthine, ng/mL	214	221	247	21	0,06	0,09
Lutéine, ng/mL	113	117	159	15	<0,01	<0,01
Lycopène, ng/mL	337	419	375	41	0,32	0,21
Zéaxanthine, ng/mL	52	50	47	5	0,27	0,38

Dans le lait, les teneurs en vitamine E ont été supérieures lorsque les vaches recevaient l'ECL comparativement au TÊM (Tableau 4). Pour ce qui est des caroténoïdes, les teneurs en lutéine ont été plus élevées dans le lait pour la ration à base d'ECL comparativement au TÊM ou à la VitE. Les teneurs β -carotène et en zéaxanthine quant à elles n'ont pas été affectées.

Dans les conditions de la présente étude, l'augmentation de la teneur en AGPI des matières grasses a clairement altéré la stabilité oxydative du lait homogénéisé et soumis à une période d'entreposage de 10 jours sous une lumière

fluorescente et ce, indépendamment des traitements. En ce qui a trait à la stabilité oxydative, le potentiel redox du lait frais des vaches recevant le traitement ECL était réduit comparativement à celui du lait du groupe TÊM (Tableau 5). Cependant, les traitements n'ont pas affecté les concentrations du lait en oxygène dissous, ni en hydroperoxydes diènes conjugués. Pour ce qui es des produits d'oxydation des lipides (Tableau 6), l'ajout d'ECL dans la ration a réduit les teneurs en hexanal et en 1-octen-3-one, et tendait à réduire les teneurs en propanal dans le lait comparativement au TÊM. L'ajout de VitE dans la ration a entraîné une baisse de la teneur en hexanal dans le lait comparativement au traitement ECL. Finalement, les teneurs en hept-*cis*-4-enal du lait ont été similaires pour les trois traitements.

Tableau 4. Teneur en vitamine E et en caroténoïdes chez des vaches ayant reçu une ration témoin (TÊM), supplémentée en vitamine E (VitE), ou à base d'un extrait concentré de luzerne (ECL).

Variable	Traitement			SEM	Contraste (P)	
	TÊM	VitE	ECL		ECL vs	
					TÊM	VitE
Vitamine E,						
µg/ml	0,8	2,0	1,5	0,2	0,03	0,11
µg/g matières grasses	19,0	44,9	34,5	4,2	0,03	0,14
β-carotène						
ng/mL	72,5	72,5	75,9	17,7	0,82	0,81
ng/g matières grasses	1721	1652	1780	398	0,85	0,67
Lutéine						
ng/mL	8,7	8,2	10,7	0,8	0,01	0,01
ng/g matières grasses	204	190	252	16	<0,01	<0,01
Zéaxantine						
ng/mL	6,1	6,3	6,4	0,4	0,38	0,69
ng/g matières grasses	142	144	151	7	0,21	0,32

Tableau 5. Potentiel redox et teneurs en oxygène dissout et en hydroperoxydes diènes conjugués du lait frais de vaches ayant reçu une ration témoin (TÊM), supplémentée en vitamine E (VitE), ou à base d'un extrait concentré de luzerne (ECL)

Variable	Traitement			SEM	Contraste (P)	
	TÊM	VitE	ECL		ECL vs	
					TÊM	VitE
Potentiel redox, mV	189	144	152	12	0,03	0,60
Oxygène dissout, mg/L de lait	8,44	7,88	8,47	0,47	0,95	0,24
Diènes conjugués, mmol/L de lait	2,73	2,55	2,65	0,21	0,70	0,60

Tableau 6. Teneurs en produits d'oxydation des lipides dans le lait frais de vaches recevant une ration témoin (TÊM), supplémentée en vitamine E (VitE), ou à base d'un extrait concentré de luzerne (ECL).

Variable	Traitement			SEM	Contraste (P)	
	TÊM	VitE	ECL		ECL vs	
					TÊM	VitE
Propanal, mg/kg	281	185	203	39	0,07	0,61
Hexanal, mg/kg	68,9	27,4	45,9	12,3	0,03	0,05
Hept- <i>cis</i> -4-enal, µg/kg	2,47	2,08	2,19	0,14	0,15	0,53
1-octen-3-one, µg/kg	2,80	1,71	2,03	0,05	0,05	0,35

Conclusion

En conclusion, les perfusions abomasales d'huile de lin ont permis d'augmenter considérablement les teneurs en 18:2 *cis*-9, *cis*-12 et en 18:3 *cis*-9, *cis*-12, *cis*-15 des matières grasses laitières. Ces teneurs élevées en AGPI ont très clairement accentué la susceptibilité des matières grasses laitières à l'oxydation, tel qu'indiqué par l'augmentation marquée des produits d'oxydation mesurés pendant un entreposage de 10 jours sous lumière, et ce pour tous les traitements. La stabilité oxydative du lait frais a permis de confirmer l'intérêt de l'ECL pour prévenir l'oxydation de la matière grasse laitière. Cependant, des recherches supplémentaires seront nécessaires pour permettre d'apprécier les effets antioxydants de ce supplément lorsque la matière grasse laitière contient des concentrations en 18:3 *cis*-9, *cis*-12, *cis*-15 qui se rapprochent davantage de celles retrouvées lorsque les suppléments d'huile de lin sont ajoutés dans la ration.

Références

- Boroski, M., H. J. Giroux, H. Sabik, H. V. Petit, J. V. Visentainer, P. T. Matumoto-Pintro and M. Britten. 2012. Use of oregano extract and oregano essential oil as antioxidants in functional dairy beverage formulations. *LWT, Food Sci. Technol.* 47:167-174.
- Côrtes, C., R. Kazama, D. da Silva-Kazama, C. Benchaar, L. M. Zeoula, G. T. D. Santos and H. V. Petit. 2011. Digestion, milk production and milk fatty acid profile of dairy cows fed flax hulls and infused with flax oil in the abomasum. *J.Dairy Res.* 78:293–300.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. National Research Council, National Academy Press, Washington, DC.