

COMPARAISON DE DEUX MODES D'ADMINISTRATION DE CAROTENOÏDES CHEZ LE POULET DE CHAIR

Aureli Raffaella¹, Umar Faruk Murtala¹, Schierle Joseph² et Broz Jiri²

¹DSM Nutritional Products France, Centre de Recherche en Nutrition Animale, BP 170,
68305 SAINT-LOUIS Cedex, France, ²DSM Nutritional Products Ltd, BP 3255, CH-4303

KAISERAUGST, Suisse

raffaella.aureli@dsm.com

RÉSUMÉ

Cette étude propose d'évaluer une alternative à l'addition de canthaxanthin (CXN) et d'apo-ester (APE) dans l'aliment en supplémentant l'eau de boisson chez le poulet de chair. Tous les animaux ont été nourris avec un aliment de base pauvre en caroténoïde pendant deux semaines. Les animaux du traitement A ont ensuite reçu l'aliment de base additionné de 3 mg/kg CXN et 6 mg/kg de APE. Les animaux du traitement B ont reçu l'aliment de base non supplémenté, les caroténoïdes (CXN : 1,5 mg/L ; APE : 3 mg/L) étant distribués via l'eau de boisson chaque jour.

A la fin de l'essai, la pigmentation de la poitrine et des pattes a été évaluée avec un colorimètre, et par notation visuelle en utilisant les éventails de couleurs DSM. Les concentrations en CXN et en APE dans l'aliment, dans la peau et dans la graisse abdominale ont également été déterminées. L'intensité de coloration enregistrée pour la peau et les pattes n'a pas été significativement influencée par le mode d'administration des caroténoïdes. De plus, la même concentration en CXN a été retrouvée dans la peau et la graisse abdominale avec les deux traitements alors que la concentration en APE a été significativement plus haute après administration dans l'eau. Cette étude a montré que l'administration de CXN et APE via l'eau de boisson résulte en une efficacité de pigmentation comparable à celle obtenue par l'administration via l'aliment.

ABSTRACT

Bioequivalence study with canthaxanthin and apo-ester administration either via drinking water or via feed in broiler chickens

This trial was conducted to evaluate the efficacy of canthaxanthin and apo-ester when offered in water or in feed on the pigmentation of broiler chickens and on their performance. The products were added in combination with a ratio of 2:1 and offered during the last 21 days of production. Canthaxanthin and apo-ester were included in the feed at 3 and 6 mg per kg feed, respectively, whereas in the water the concentration was half of the dose offered via feed, meaning that canthaxanthin and apo-ester were included at 1.5 and 3 mg per liter of water, respectively. At the end of the trial, the colour intensity of the skin and of the shanks was evaluated by reflectance colorimetry method and by visual evaluation using DSM fan. Independently of the mode of administration of carotenoids, the colour intensity was not significantly different in the shanks and in the breast. The concentration of canthaxanthin in the skin and abdominal fat samples was not significantly different when it was provided either in feed or in water. However, the concentration of apo-ester was slightly, but significantly higher in both the skin and fat after its administration via drinking water.

According to the results obtained in this study, the administration of canthaxanthin and apo-ester via water or feed resulted in similar pigmentation and zootechnical performances.

INTRODUCTION

La pigmentation est un critère de choix et une assurance de bonne qualité pour les consommateurs de volailles. La couleur de la peau des poulets résulte de l'addition de caroténoïdes dans l'aliment qui se déposent dans la peau et la graisse abdominale (Perez-Vendrell *et al.*, 2001). Les volailles ne pouvant pas synthétiser les caroténoïdes, il est nécessaire de les apporter par l'alimentation. Les caroténoïdes utilisés pour la pigmentation peuvent être d'origine naturelle ou synthétique. Parmi les pigments synthétiques, on trouve entre autre la canthaxanthine et l'apo caroténoïde ester (Castaneda *et al.*, 2005). Pour obtenir la couleur désirée, l'alimentation contient généralement un mélange d'un caroténoïde jaune (apo-ester) et rouge (canthaxanthine) (Marusich et Bauerfeind, 1981). L'efficacité de la canthaxanthine pour la pigmentation des jaunes d'œufs et chez le poulet de chair est reconnue depuis longtemps (Fletcher *et al.*, 1978). Cependant, la biodisponibilité des caroténoïdes utilisés comme additifs alimentaires pour la pigmentation de la chair de poulet est influencée par la quantité d'aliment ingéré. Cette étude propose d'évaluer une alternative à l'addition des caroténoïdes dans l'aliment en supplémentant l'eau de boisson.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1 Animaux

L'étude a été réalisée au Centre de Recherche en Nutrition Animale de DSM Nutritional Product France sur des poulets de chair (ROSS PM3). Les animaux mâles âgés d'un jour ont été répartis au hasard et en fonction de leur poids en 2 traitements (A et B) répétés avec 8 groupes de 10 animaux par traitement. Chacun des groupes a été logé dans une cage dont le sol était recouvert de sciure. Chaque cage était équipée d'un abreuvoir et d'une mangeoire. Vers l'âge de 8 jours, les animaux ont été identifiés par des bagues numérotées.

L'essai a duré cinq semaines et s'est déroulé dans un environnement contrôlé. La température de la salle d'expérimentation était fonction de l'âge des animaux (de 30°C à 20 °C, avec perte de 2 °C tous les deux jours). Les animaux ont été pesés par groupe le 1^{er}, le 15^{ème} et le 36^{ème} jour, afin de pouvoir calculer le gain de poids. La quantité d'aliment ingéré par cage a été mesurée afin de déterminer l'indice de consommation.

1.2. Aliments

Les animaux avaient accès à l'aliment et à l'eau *ad libitum*. L'aliment a été distribué sous forme de miettes pendant la première semaine puis sous forme de granulés. L'aliment de base était composé de maïs et de soja et formulé de manière à répondre aux besoins nutritionnels des poulets de chair (Tableau 1).

L'aliment de base a été distribué sur deux périodes d'élevage : démarrage (jour 0 à 14) et croissance (jour 15 à 36). Pendant la période de démarrage tous les animaux ont été nourris avec l'aliment de base. Pendant la période de croissance les animaux du traitement A ont reçu l'aliment de base additionné de 3 mg/kg de canthaxanthine (CXN: Carophyll® Red 10%) et 6 mg/kg d'apo-ester (APE: Carophyll® Jaune 10%). Les animaux du traitement B ont reçu l'aliment de base non supplémenté, les caroténoïdes (CXN : 1,5 mg/L ; APE : 3 mg/L) étant distribués via l'eau de boisson chaque jour.

Pour l'application via l'aliment, les produits ont été mélangés à l'aliment de base puis l'aliment supplémenté a été granulé à 70 °C sur une filière 3 x 25 mm. Pour l'application via l'eau de boisson, les produits ont été dissous dans de l'eau. La solution a été ainsi préparée chaque jour et distribuée aux animaux jusqu'au lendemain. La quantité maximale d'eau consommée en 24 h a été estimée à 5 L d'eau par cage et pour 10 animaux.

1.3. Analyses biochimiques

A la fin de l'essai (J 36), les animaux ont été abattus dans un abattoir agréé. La pigmentation de la peau de la poitrine et des pattes de cinq animaux sélectionnés au hasard par cage a été évaluée à l'aide d'un colorimètre Minolta CR200/300 (CIE-Lab system) pour déterminer, selon le système international de couleur, la clarté (L*), la couleur rouge (a*) et jaune (b*) de la peau et des pattes, et pour calculer dans l'espace colorimétrique CIE 1976 L*a*b*, la teinte (h*ab) et l'intensité lumineuse (C*ab) de la couleur de la peau de la poitrine et des pattes. La pigmentation des pattes a été aussi évaluée sur une échelle de 1 à 15 en utilisant l'éventail DSM de couleur du jaune de l'œuf (Hernandez, 2005) alors que l'éventail de couleur DSM de la chair des poulets (échelle de 101 à 108) a été utilisé pour évaluer la couleur de la poitrine. L'évaluation a été faite avec un panel de 10 personnes. La concentration en CXN et en APE dans l'aliment, dans la peau et dans la graisse abdominale a également été déterminée par chromatographie liquide à haute performance en phase inverse (HPLC) (Klünter *et al.*, 1988 ; Schierle *et al.*, 1995).

Des échantillons d'eau ont été prélevés directement après préparation à jour 14, 30 et à la fin de l'essai. La teneur en caroténoïdes dans l'eau a été déterminée en accord avec la méthode établie par Schierle (2009).

1.4. Analyses statistiques

Une analyse de variance à un facteur (ANOVA 1) a été utilisée afin de tester statistiquement l'effet du mode de distribution des caroténoïdes sur la concentration en caroténoïdes dans les tissus et la pigmentation des pattes et de la poitrine grâce au logiciel Stat box Pro Agri', V.7.1, 9 (Grimmer soft 1985-2011). Les moyennes significativement

différentes ($P < 0.05$) ont été comparées grâce au test de Newman Keuls.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

La concentration en caroténoïdes mesurée dans l'eau de boisson est présentée dans le Tableau 2, et montre que les concentrations en CXN mesurées à J14, J30 et J36 n'ont pas été significativement différentes ($P = 0,083$). Par contre, pour APE, la concentration enregistrée à J36 a été inférieure à celle enregistrée à J14 ($P = 0,001$), mais ce résultat ne permet pas de conclure que l'apport d'APE a été inférieur tout au long de la période d'administration via l'eau de boisson ; des analyses intermédiaires auraient été nécessaires. Dans l'aliment, les concentrations en APE (5,83 mg/kg) et en CXN (3,07 mg/kg) ont été en accord avec les concentrations souhaitées.

Les produits testés ou leur mode d'administration n'ont pas eu d'effet sur les performances zootechniques des animaux. Un gain de poids moyen de 2838 g \pm 59 et 2726 g \pm 170 a été obtenu respectivement pour le traitement A et B ($P = 0,099$). Un indice de consommation moyen de 1,46 \pm 0,02 et 1,48 \pm 0,03 a été déterminé pour les traitements A et B, respectivement ($P = 0,152$).

Les concentrations en caroténoïdes (canthaxanthine, lutéine et zeaxanthine) dans la peau, et dans la graisse abdominale n'ont pas été significativement différentes quel que soit le mode d'administration (Tableau 3). Cependant, il est à souligner que les taux de lutéine et zeaxanthine déterminés dans ces tissus ont été issus principalement des ingrédients qui ont composé l'aliment distribué et non du métabolisme de la canthaxanthine et de l'apo-ester chez l'animal. En effet, dans le maïs par exemple, la lutéine et la zeaxanthine représentent respectivement 40,6 % et 44,3 % du contenu total en caroténoïdes (Hernandez *et al.*, 2005).

Une concentration moyenne en CXN de 0,19 et 0,24 mg/kg a été obtenue dans la peau et la graisse

abdominale respectivement, lorsque 3 mg ou 1.5 mg de CXN ont été ajoutés soit dans l'aliment soit dans l'eau de boisson. Ces concentrations sont du même ordre de grandeur que celles rapportées par Philipps *et al.* (2007) avec une concentration en CXN de 0,24 et 0,28 mg/kg dans la peau et la graisse abdominale respectivement, mais pour un apport de 4 mg/kg de CXN.

La concentration en APE déterminée dans ces deux mêmes tissus a été significativement plus élevée avec administration dans l'eau de boisson.

Dans cette étude, la même quantité de caroténoïdes a été distribuée soit par l'aliment soit par l'eau de boisson. En effet, la consommation d'eau a été supposée comme étant au moins deux fois plus élevée que la prise alimentaire, c'est pourquoi la concentration en CXN et APE dans l'eau de boisson a été la moitié de la dose proposée pour l'aliment. Dans ces conditions, la concentration en CXN dans les tissus analysés a été comparable pour les deux modes d'administration mais pas pour la concentration en APE, suggérant une meilleure disponibilité de ce caroténoïde lorsqu'il est administré par l'eau de boisson.

Pour les pattes et la peau de la poitrine, l'intensité de coloration n'a pas été significativement influencée par le mode d'administration (Tableau 4). En effet, la même clarté (L^*) et la même couleur rouge (a^*) et jaune (b^*) ont été obtenues entre les deux modes d'administration. De plus, l'évaluation de la couleur des pattes et de la peau de la poitrine grâce aux éventails de couleurs respectifs, a été similaire entre les deux modes d'administration.

CONCLUSION

Les résultats obtenus dans cette étude ont montré que l'administration de CXN et APE par l'eau de boisson a présenté une efficacité de pigmentation comparable à l'administration par l'aliment.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Castaneda, M. P., Hirschler, E.M., Sams, A.R., 2005. *Poult.Sci.*, (84), 43-147.
 Fletcher, D.L., 1992. *Poult.Sci.*, (71), 733-743.
 Hernandez, J-M., 2005. *Int. Poult. Prod.* 13: 3.
 Hernandez, J-M., Schierle, J., Hamelin, C., 2005. Sixième Journée de la Recherche Avicole, 259-263
 Klünter, A.-M., Devaud, A., Schierle, J., Steinberg, W., Schwager, J., 1998. *Roche Res.Rep.*, B-169'117
 Marusich W.L. and Bauernfeind (1981). In: J.C. Bauernfeind, p 320-462.
 Perez-Vendrell, A.M., Hernandez, J.-M., Laurado, L., Schierle, J., Brufau, J., 2001. *Poult.Sci.*, (80), 320-326
 Philipps, P., Aureli, R., Schierle, J., Founda, E., Gadiant, M., 2007. Septième Journée de la Recherche Avicole, 297-301
 Schierle, J., Faccin, N., Riegert, V., 1995. Roche Publication, 50771 : 1-5
 Schierle, J., 2009. FEFANA task force analysis carotenoids

Tableau 1 : Composition de l'aliment de base

Ingrédient	Démarrage	Croissance
	J 1-14	J 15-36
Maïs	56,85	57,24
Tourteau de soja	36,40	34,50
Huile de soja	2,50	3,50
Phosphate bicalcique	1,95	2,10
Carbonate de calcium	0,80	0,30
NaCl	0,20	0,20
L-Lysine	0,04	-
DL-Méthionine	0,20	0,10
Premix vitamin-mineral	1,00	1,00
Cocciostat (Lasalocid)	0,06	0,06
Tagètes	-	1,00
Teneur calculée¹		
Protéine brute (g/kg)	210	200
Energie métabolisable (MJ/kg)	12,5	13,0
Xanthophylles totaux (mg/kg)	13,59	19,17
Teneur analysée		
Protéine brute (g/kg)	219	203
Energie métabolisable (MJ/kg) ²	12,9	13,2

¹ Teneurs calculées à partir de la composition nutritionnelle des ingrédients

² calculée à partir des valeurs analysées en nutriments

Tableau 2 : Concentration en caroténoïdes dans l'eau de boisson

	Dose attendue APE/CXN ¹	APE			CXN		
		mg/L			mg/L		
	mg/L	J 15	J 29	J 36	J 15	J 29	J 36
Caroténoïdes via l'eau	3/1,5	2,79 ±0,15	2,52 ±0,13	2,43 ±0,25	1,52 ±0,21	1,37 ±0,11	1,32 ±0,12

¹ APE: apo-ester; CXN: canthaxanthine

Tableau 3 : Concentration en caroténoïdes¹ dans la peau et la graisse abdominale

	Dose APE/CXN	APE	LUT	ZEA	CXN
	mg/kg ou mg/L	mg/kg			
Peau					
Caroténoïdes via aliment	6/3	0,48 ^b	0,69	0,54	0,19
Caroténoïdes via l'eau	3/1,5	0,53 ^a	0,80	0,61	0,20
ES(M) ²		0,03	0,13	0,10	0,02
P		0,018	0,417	0,393	0,568
Graisse abdominale					
Caroténoïdes via aliment	6/3	0,68 ^b	0,22	0,21	0,23
Caroténoïdes via l'eau	3/1,5	0,73 ^a	0,26	0,23	0,26
ES(M) ²		0,04	0,06	0,05	0,02
P		0,030	0,149	0,222	0,075

¹ APE : apo-ester ; CXN canthaxanthine ; LUT: lutéine ; ZEA: zeaxanthine

² ES(M) : erreur standard de la moyenne

a, b: les valeurs marquées avec différentes lettres sont significativement différentes (P < 0,05)

Tableau 4 : Valeurs des mesures de colorimétrie¹ pour les pattes et la peau de la poitrine

	Dose APE/CXN ² mg/kg ou mg/L	Luminosité L*	Couleur rouge a*	Couleur jaune b*	Ton h*ab	Saturation C*ab	DSM ³
Pattes							
Caroténoïdes via aliment	6/3	73,74	5,99	55,59	83,76	55,97	6,4
Caroténoïdes via l'eau	3/1,5	73,35	6,85	55,38	82,88	55,86	6,5
ES(M) ⁴		0,04	0,04	0,06	0,04	0,06	
P		0,574	0,119	0,851	0,162	0,917	
Peau de la poitrine							
Caroténoïdes via aliment		65,71	6,30	26,64	76,83	27,46	104,4
Caroténoïdes via l'eau		66,11	5,91	26,54	77,47	27,24	104,8
ES(M) ⁴		0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	
P		0,497	0,418	0,870	0,466	0,739	

¹luminosité (L*); couleur rouge (a*); couleur jaune (b*); ton (h*ab); saturation (C*ab)

²APE : apo-ester ; CXN : canthaxanthine ;

³DSM : éventail de couleur DSM

⁴ES(M) : erreur standard de la moyenne