

**UNE NOUVELLE SOURCE DE CAROTENOÏDES JAUNES NATURELS
ALTERNATIVE A L'ESTER ETHYLIQUE DE L'ACIDE APO-CAROTEINOÏQUE
(APO-ESTER) POUR LA PIGMENTATION DE LA PEAU DES POULETS DE CHAIR**

Castillo, Marisol¹, Cousin, Celine¹, Peris, Silvia¹ and Alleno, Christophe²

¹*Novus Europe S.A./N.V.- Edifici CEPID, Avda. Cambra del Comerç, 42,43204, Reus, ESPAÑA,* ²*Zootests, Parc technologique du zoopôle, 5 Rue Gabriel, Calloet Kerbrat, 22440 Ploufragan, FRANCE*

Marisol.Castillo@novusint.com

RÉSUMÉ

Des travaux précédents ont démontré que Colortek® Yellow, un pigment contenant 10% de caroténoïdes jaunes naturels, permet d'obtenir une coloration régulière et uniforme des jaunes d'oeuf, équivalente à celle obtenue avec le produit synthétique apo-ester, à une dose 1,25 fois celle de l'apo-ester. Ce nouvel essai a été réalisé pour étudier l'efficacité colorante de ce pigment jaune naturel à 10% sur la peau des poulets versus l'apo-ester. Un total de 1120 poussins mâles d'un jour a été réparti entre 8 traitements (140 oiseaux/traitement). Tous les oiseaux ont été nourris ad libitum avec un aliment de composition identique, sauf en ce qui concerne la source et la dose des caroténoïdes ajoutés, apo-ester à 12 et 25 ppm en démarrage et croissance, respectivement, ou un pigment jaune naturel dans un rapport de 1:1, 1:1,25 et 1:1,5 versus l'apo-ester pour les 2 périodes d'élevage. La canthaxanthine a été utilisée comme source de pigment rouge, à 2 et 5 ppm ; 8 traitements au total. La pigmentation des jarrets a été mesurée à J21 et J35 (nuancier de couleurs pour jaune d'œuf) et la couleur de la peau des filets a été évaluée à J35, sur 15 oiseaux par traitement (nuancier de couleurs pour poulet et colorimètre Minolta). Aucune différence statistique n'a été trouvée pour la consommation alimentaire et le gain de poids. Les oiseaux supplémentés avec le pigment jaune naturel à 10% à la dose de 1,5 fois celle de l'apo-ester ont montré une coloration significativement plus élevée des jarrets et de la peau des filets à J35 (6,29 et 102,2, respectivement ; P<0,001) que les autres groupes recevant la même source de caroténoïdes à plus faibles doses, et équivalente à la coloration du groupe apo-ester, en utilisant la canthaxanthine à 2 ppm (5,89 et 102,1, respectivement). Les résultats obtenus avec la canthaxanthine à 5 ppm ont été identiques pour tous les groupes. Ces résultats démontrent que le pigment jaune naturel à 10% à une concentration 1,5 fois celle de l'apo-ester permet de colorer les jarrets et la peau des filets du poulet de chair aussi bien que l'apo-ester, en combinaison avec la canthaxanthine, que ce soit à 2 ou 5 ppm.

ABSTRACT

A new source of natural yellow carotenoids alternative to apo-ester for broiler skin pigmentation

Previous studies demonstrated that the use of a Colortek® Yellow, a 10% natural yellow pigment, delivers a consistent and uniform coloration of egg yolks, equivalent to synthetic apo-ester, at a dose ratio of 1.25 versus this synthetic pigment. This new trial was designed to study the efficacy of this natural yellow pigment for broiler skin coloration versus apo-ester. A total of 1120 1-d-old male broiler chickens were divided into 8 treatments (140 animals/treatment). All the animals were fed ad libitum a diet with identical composition except source and level of supplemented carotenoids – apo-ester at 12 and 25 ppm for grower and finisher, respectively, or natural pigment at a ratio of 1:1, 1.25:1 and 1.5:1 versus apo-ester in both phases; canthaxanthin was used as a source of red pigment, at 2 or 5 ppm ; 8 treatments in total. Shanks pigmentation was measured at d21 and d35 (Egg Yolk Color Fan) and breast skin color at d35, on 15 animals/treatment (Broiler Color Fan and Minolta colorimeter). There were no statistical differences on growth and feed intake. Animals supplemented with 10% natural pigment at a ratio of 1.5 versus apo-ester showed a significantly higher coloration in shanks and breast skin at day 35 (6.29 and 102.2, respectively; P<0.001) than the other groups receiving the same carotenoids source at lower doses, and equivalent to the apo-ester group, when using canthaxanthin at 2 ppm (5.89 and 102.1, respectively). The results obtained for all the groups were similar when using canthaxanthin at 5 ppm. Results demonstrate that 10% natural pigment at 1.5 dose ratio versus apo-ester concentration equals the coloration of shanks and breast skin in broiler chickens versus apo-ester when combined with canthaxanthin, either at 2 or at 5 ppm.

INTRODUCTION

L'aspect visuel, en particulier la couleur, est la caractéristique la plus importante des aliments et joue un rôle majeur dans l'acceptation des consommateurs qui associent souvent la couleur des aliments avec le régime alimentaire, l'âge, l'état de santé des animaux et en conséquence la qualité des aliments.

Pour obtenir des volailles ou des œufs de la couleur désirée par les consommateurs, des caroténoïdes, en particulier, les xanthophylles (oxycaroténoïdes) sont couramment ajoutés dans l'alimentation des volailles.

Il existe plusieurs sources naturelles et synthétiques de pigments. Parmi les produits naturels, le souci (*Tagetes erecta* L.) et le paprika (*Capsicum annuum* L.) fournissent des sources riches en esters de lutéine et capsanthine, respectivement. Ainsi, la couleur de la peau des poulets de chair est obtenue par l'ajout aux régimes alimentaires de pigments caroténoïdes qui se déposent dans la peau et la graisse (Perez-Vendrell et al., 2001). L'efficacité en volaille d'une source de pigment naturel dépend de la quantité et disponibilité et nature chimique des xanthophylles présentes dans cette source. (DelgadoVargas, 1997).

Parmi les pigments synthétiques, la canthaxanthine, l'apo-ester et autres ont été développés et utilisés dans l'alimentation animale. La déposition des caroténoïdes en volaille est influencée par plusieurs facteurs : génétique, état de santé, mode d'élevage et nutrition (Surai et al., 2001), et la source et la dose des caroténoïdes dans l'aliment vont influencer la couleur finale du jaune d'œuf, des jarrets et peau du poulet.

À cet égard, COLORTEK® Yellow est une nouvelle source de caroténoïdes jaunes naturels qui a démontré apporter une pigmentation uniforme des œufs à une dose de 1,25 fois celle de l'apo-ester (Recherche interne Novus). Récemment, pour répondre aux tendances du marché recherchant de nouvelles alternatives aux pigments synthétiques, un essai visant à étudier l'efficacité de cette alternative naturelle pour la coloration des jarrets et de la peau des poulets de chair a été effectué en comparaison avec l'apo-ester.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1 Animaux et régimes alimentaires

Un total de 1120 poussins mâles d'un jour ont été répartis entre 8 traitements (140 oiseaux par traitement et 7 répétitions de 20 oiseaux pour chaque traitement). Dès le premier jour, tous les oiseaux ont été nourris ad libitum avec un aliment à base de blé et soja (sans caroténoïdes) démarrage (J0-J21) et croissance (J22-J35). La composition des aliments était identique à l'exception de la source et de la dose en caroténoïdes (8 traitements: D1 à D8, voir tableau 1). Le produit testé est une source naturelle de caroténoïdes issus d'une technologie de saponification

optimisée qui permet d'améliorer la bio-efficacité et la stabilité des caroténoïdes naturels, avec la lutéine et la zéaxanthine en tant que principes actifs (quantité minimale de xanthophylles totales de 100 g/kg).

L'essai a duré 35 jours et les oiseaux ont été abattus dans un abattoir commercial à un poids corporel moyen de 2,1 kg.

1.2. Contrôles

Au cours de l'expérimentation, les mesures suivantes ont été effectuées: mortalité (enregistrée quotidiennement); poids corporel et consommation alimentaire (moyenne par enclos) mesurés à J 0, 14, 21, 28 et 35; indice de conversion alimentaire (ICA) évalué à J 14, 21, 28 et 35; uniformité de chaque groupe expérimental évaluée à J35 par poids individuel; notation visuelle de la couleur des jarrets aux jours 21 et 35 sur des oiseaux vivants (15 oiseaux par groupe, au même endroit sur les deux mesures en utilisant un nuancier de couleur pour jaune d'œuf); la couleur de la peau des filets (après abattage et refroidissement) a été évaluée à 35 jours: 15 oiseaux / groupe en évaluant les carcasses à l'aide d'un nuancier de couleurs pour poulet (DSM ref: 51776) et d'un colorimètre Minolta ($L^*a^*b^*$), (la couleur des 2 filets (gauche + droite) a été évaluée); et l'indice européen de production (EPI) des 8 traitements a été calculé et comparé à 4 âges différents (J 14, 21, 28 et 35). EPI a été calculé comme suit: (gain de poids quotidien + viabilité) / 10 * ICA.

1.3. Lieu, installation et gestion des animaux

L'essai a été mené en collaboration avec Zootests (Ploufragan, France), dans une ferme expérimentale. Le bâtiment faisait 100 m², chaque enclos comportait un abreuvoir à tétine, et une mangeoire suspendus. La densité des oiseaux était de 16 poussins d'un jour/m². La litière était en copeaux de bois et le programme d'éclairage était le suivant: J0 à J7: 23 heures d'éclairage par jour avec une intensité lumineuse de 100%; J8 à J35: 20 heures d'éclairage par jour avec 30 à 40% d'intensité lumineuse. Tous les oiseaux ont été vaccinés contre la Bronchite Infectieuse: souche H120 (pulvérisation en aérosol) à J12 et J17 avec Gallivac IB88 (souche CR88121; pulvérisation en aérosol). Le même jour, les oiseaux ont été vaccinés contre la bursite infectieuse: Gallivac IBD

1.4. Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel SAS 9.4. Les paramètres quantitatifs (poids corporel, croissance journalière, consommation journalière, indice de conversion alimentaire, couleur des jarrets et de la peau) ont été analysés selon le modèle décrit: $X_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_{ij} + E_{ijkl}$ avec X_{ijkl} comme trait mesuré, μ =moyenne, α_i =effet fixe de la

canthaxanthine, β_j =effet fixe du produit testé, γ_k =effet fixe du bloc, δ_{ij} =interaction canthaxanthine*produit testé et E_{ijkl} =résiduel. Les taux de mortalité et de réforme ont été analysés par test χ^2 et régression logistique.

RESULTATS ET DISCUSSION

Aucune différence statistique n'a été trouvée pour la mortalité, le taux de réforme, le poids corporel (PC), la consommation alimentaire et le gain moyen quotidien (GMQ) ($p > 0,10$). Il a déjà été rapporté que la supplémentation en caroténoïdes n'affectait ni la consommation alimentaire ni le poids corporel (Fletcher et al., 1986; Pérez-Vendrell et al., 2001). La figure 1 montre le PC et le GMQ à l'âge de 35 jours en fonction de la source et du niveau de caroténoïde jaune. Cependant, il y avait un effet significatif du produit testé sur l'indice de conversion alimentaire cumulatif de 0 à 28 jours, avec une meilleure efficacité alimentaire pour la source naturelle testée à une dose 1,5 fois celle de l'apo-ester (18 ppm) (1,40 contre 1,43 respectivement, $p = 0,046$. Voir figure 2). Des études antérieures ont démontré que, bien que les caroténoïdes soient utilisés dans les aliments pour volaille à des fins de pigmentation, ils sont également impliqués dans d'autres processus tels que la croissance, le métabolisme et la fertilité (Schiedt, 1998). Shanmugasundaram et Selvaraj (2011) ont également signalé que la supplémentation en lutéine augmentait la production de dinde en diminuant les paramètres inflammatoires et en améliorant le statut oxydatif.

En ce qui concerne la pigmentation des jarrets, il y avait une amélioration significative de la coloration (plus d'orange) pour le produit testé à un ratio de 1,5 (18 ppm) par rapport à l'apo-ester (12 ppm) au 21^{ème} jour et égal à l'apo-ester au 35^{ème} jour (37,5 ppm pour le produit testé et 25 ppm pour l'apo-ester) (3,64 vs 3,43 au jour 21 respectivement et 6,48 vs 6,43 au jour 35 pour le produit testé et pour l'apo-ester, respectivement; figure 3; $p < 0,05$).

Dans notre étude, il y avait également un effet significatif sur la couleur de la peau des filets avec moins de rouge (a^*) et plus de jaune (b^*) pour la source naturelle testée à un ratio de 1,5, reflétée par un score du nuancier de couleur pour poulet de chair pour le produit testé (18 et 37,5 ppm en démarrage et croissance) et l'apo-ester (12 et 25 ppm en démarrage et croissance) (102,2 pour les deux groupes, voir la figure 3).

Bien que Blanch (1999) rapportait un ratio d'efficacité de pigmentation entre les xanthophylls naturels de tagetes et l'apo-ester de 3 : 1, nous avons observé dans notre étude un ratio inférieur de 1,5 par rapport à l'apo-ester.

En ce qui concerne l'Indice de production Européen calculé au 35^{ème} jour, les meilleurs résultats ont été obtenus pour le produit testé à un ratio de 1,5 et l'apo-ester (18/37,5 ppm, 12/25 ppm en démarrage/croissance respectivement pour les 2 produits) (326 et 323 respectivement; $p=0,078$). La lutéine et la zéaxanthine, substances actives de la source naturelle testée, sont connues pour être stockées dans différents organes de l'organisme, tels que les organes et les cellules immunitaires, favorisant ainsi la santé des poulets de chair par leurs propriétés antioxydantes (Koutsos, 2002; Bédécarrats et Leeson, 2002). 2006; Selvaraj et al, 2006; et Meriwether et al, 2010).

Enfin, en ce qui concerne le niveau de caroténoïde rouge utilisé, 2 ou 5 ppm de canthaxanthine, les différents niveaux n'ont pas affecté les paramètres zootechniques. Cependant, il y avait un effet significatif de la canthaxanthine sur la coloration des jarrets (plus de couleur orange) chez les oiseaux recevant 5 ppm de canthaxanthine par rapport à ceux recevant 2 ppm aux 21^{ème} et 35^{ème} jour (3,92 contre 2,92 au jour 21, $p < 0,001$; 6,35 contre 5,69 au jour 35, $p < 0,001$). En outre, il existait une différence significative en ce qui concerne la luminosité et la rougeur de la peau des filets en fonction des niveaux de canthaxanthine dans le régime au jour 35 (L^* : 61,6 vs 62,1, $p=0,005$; et a^* : 1,3 vs 1,0, $p=0,007$; oiseaux recevant 5 vs 2 ppm de canthaxanthine respectivement). Il a été décrit que la canthaxanthine peut augmenter de manière significative le degré de pigmentation chez les poulets de chair lorsqu'elle est utilisée dans des régimes contenant des caroténoïdes jaunes (Marusich et Bauernfeind, 1981) et, de la même manière, Hinton et al. (1973) ont rapporté que la canthaxanthine utilisée en association avec des sources naturelles de pigments jaunes (farine de gluten de maïs, maïs jaune ou luzerne) entraînait une augmentation significative de l'intensité des pigments. Les oiseaux nourris avec 5 ppm de canthaxanthine ont présenté un indice de production européen plus élevé aux jours 21 et 35 par rapport à ceux nourris avec 2 ppm (324 contre 309; $p=0,029$).

CONCLUSION

Ces résultats démontrent que le pigment jaune naturel à 10% à une concentration 1,5 fois celle de l'apo-ester permet de colorer les jarrets et la peau des filets du poulet de chair aussi bien que l'apo-ester, en combinaison avec la canthaxanthine, que ce soit à 2 ou 5 ppm.

Ce rapport était plus élevé que celui démontré avec le même produit pour la coloration du jaune d'oeuf. Le métabolisme lent chez les poulets de chair pendant la période de forte croissance et le fait que les pigments se déposent dans des tissus non spécifiques (peau, jarret, etc.) peuvent expliquer ces résultats.

Table 1. Source et taux d'inclusion des caroténoïdes en ppm dans les aliments démarrage et croissance.

GROUPE	Aliment démarrage			Aliment croissance		
	Apo-ester	Produit testé	Canthaxanthine	Apo-ester	Produit testé	Canthaxanthine
D1	12		2	25		2
D2		12	2		25	2
D3		15	2		31,25	2
D4		18	2		37,5	2
D5	12		5	25		5
D6		12	5		25	5
D7		15	5		31,25	5
D8		18	5		37,5	5

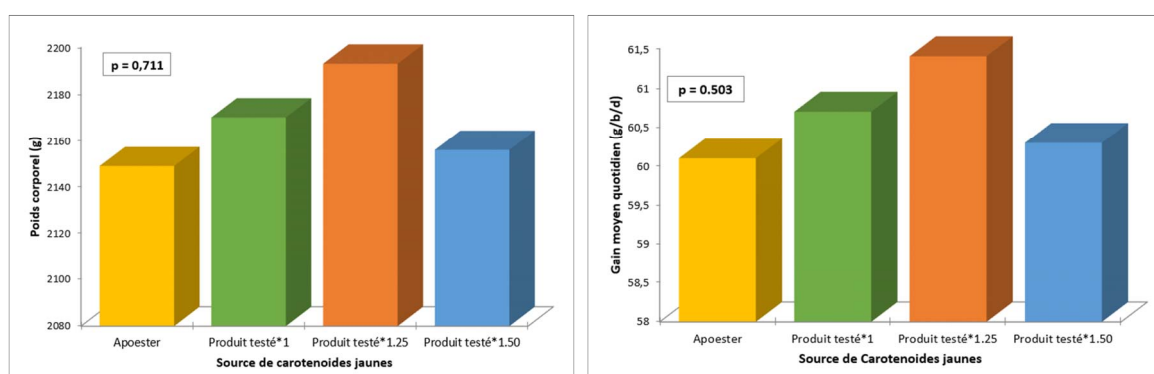


Figure 1. Poids corporel et gain moyen quotidien au jour 35 de la période d'expérimentation pour les différentes doses de caroténoïdes jaunes

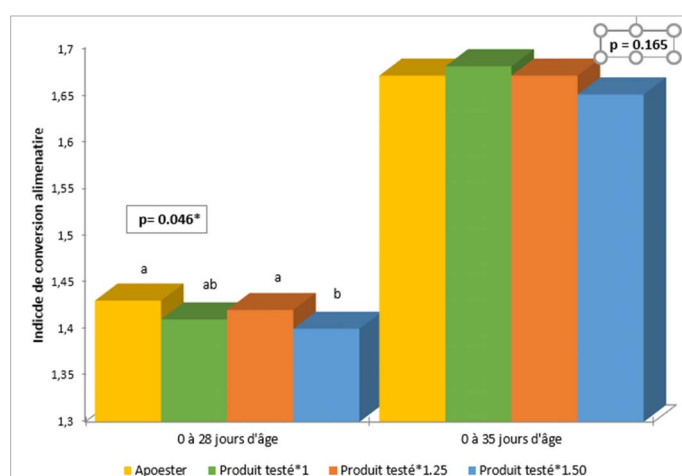
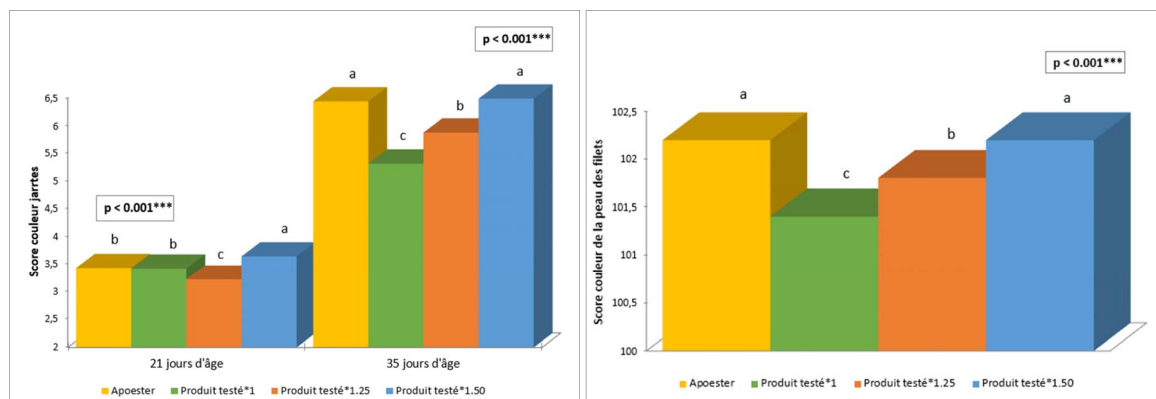


Figure 2. Indice de conversion alimentaire cumulatif de 0 à 28 jours et 0 à 35 jours pour les différentes dose de caroténoïdes jaunes



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bédécarrats G.Y., and Leeson S. 2006. Dietary Lutein Influences Immune Response in Laying Hens. *J. Appl. Poult. Res.* 15:183–189.
- Blanch, A. 1999. Getting the color of yolk and skin right. *World Poult.* 15:32–33
- Delgado Vargas, F. 1997. Pigments of the flower cempxuchitl (*Tagetes erecta*). Physiochemical characterization, processing, and pigmenting efficiency. Ph. D. Dissertation. National Polytechnic Institute, Mexico City, Mexico.
- Fletcher, D. L., Papa, C. M., Tirado, F. X. 1986. The effect of saponification on the broiler coloring capability of marigold extracts. *Poult. Sci.* 65 : 1708-1714.
- Hinton C. F., L. Jack, R. H. Harms. 1973. Subjective and colorimetric evaluation of the santhophylls utilization of natural and synthetic pigments in broilers diets. *Poult. Sci.* 52 : 2169-2180.
- Koutsos E. 2002. Carotenoids in avian immune systems. Dissertation, University of California, Davis (Original from Cornell University), 388 pages.
- Marusich W. L., Bauerfeind, J. C. 1981. Oxycarotenoids in poultry feeds. Pages 320-441 in *Carotenoids as colorants and vitamin A precursors*. J. C. Bauerfeind, ed. Academic Press, New York.
- Meriwether L.S., Humphrey B.D., Peterson D.G., Klasing K.C., and Koutsos E.A. 2010. Lutein exposure, in ovo or in the diet, reduces parameters of inflammation in the liver and spleen laying-type chicks (*Gallus gallus domesticus*). *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 94(5): e115-e122.
- Pérez-Vendrell A. M., Hernández, J. M., Llauro, L., Schierle, J., Brufau, J. 2001. Influence of source and ration of xanthophyll pigments on broilers chicken pigmentation and performance. *Poultry Sci.*, 80 :320-326.
- Schiedt, K. 1998. Absorption and metabolism of carotenoids in birds, fish and crustaceans. Pages 285-358 in *Biosynthesis and metabolism. Carotenoids*. Vol 3. G. Britton, S. Liaaen-Jensen and H. Pfander, ed. Birkhauser Verlag, Basel, Switzerland.
- Selvaraj R.K., Koutsos E.A., Calvert C.C., and Klasing K.C. 2006. Dietary lutein and fat interact to modify macrophage properties in chicks hatched from carotenoid deplete or replete eggs. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 90(1-2): 70-80.
- Shanmugasundaram R., and Selvaraj R. K., 2011. Lutein supplementation alters inflammatory cytokine production and antioxidant status in F-line turkeys. *Poult. Sci.*, 90 : 971-976.
- Surai P.F., Speake B.K., and Sparks N.H.C. 2001. Carotenoids in Avian Nutrition and Embryonic Development. 1. Absorption, Availability and Levels in Plasma and Egg Yolk. *J. Poult. Sci.*, 38:1-27.