

**COMPARAISON DE L'EFFICACITE DE TROIS SOURCES DE PIGMENTS
ROUGES NATURELS ET DE LA CANTHAXANTHINE POUR LA COLORATION
DU JAUNE D'ŒUF DE POULE**

Magnin Michel¹, Jeanmichel Pascal¹, Mahieu Anne¹

¹*BASF Nutrition Animale Z.I. de Bellitourne Azé 37200 CHATEAU GONTIER*

RÉSUMÉ

L'efficacité de trois sources naturelles commerciales de pigments extraits de paprika a été comparée vis-à-vis de la coloration du jaune d'œuf de poule, puis une des sources a été comparée à la canthaxanthine. Des poules pondeuses ISABROWN âgées d'environ 60 semaines (35 cages de 2 poules) ont reçu pendant trois semaines un des 7 aliments expérimentaux constitués d'un aliment de base à 2 mg/kg de xanthophylles totaux (lot témoin) recevant soit 3 ou 6 mg/kg de xanthophylles apportés par une des trois préparations commerciales (A, B et C) de pigments naturels, sélectionnées d'après leur composition en xanthophylles et leur stabilité. L'évaluation de l'intensité de la coloration du jaune d'œuf a été réalisée sur dix œufs par traitement, pondus le dernier jour de l'essai, soit à l'aide de l'échelle de coloration « œuf » soit à l'aide d'un minoltamètre. Le produit C a été retenu pour une comparaison en dose réponse avec la canthaxanthine (0, 3, 6 et 7.5 mg/kg vs 0, 1, 1.75 et 2.5 mg/kg) selon un dispositif expérimental identique. La note moyenne sur l'échelle de coloration, du lot témoin a été de 3.1, tandis que les résultats des régimes expérimentaux ne diffèrent pas significativement (respectivement pour A, B et C, 6, 6.8 et 5.7 pour la dose de 3 mg/kg, 9.7, 9.3 et 9.2 pour la dose de 6 mg/kg) ; le critère déterminant de l'intensité de la coloration est la quantité de xanthophylles ingérées indépendamment de la nature du produit. La comparaison canthaxanthine / pigment C a confirmé l'équivalence 1 : 3 couramment admise entre les deux origines.

ABSTRACT

Three commercial origins of natural red xanthophylls (paprika extracts) were compared for their potency to colour egg yolk. One source was then compared to synthetic canthaxanthin. Sixty weeks old Isabrown laying hens (35 cages of 2 birds) received during 3 weeks one of the 7 feed treatments prepared with a control feed (2 mg/kg of total xanthophylls) supplemented with either 3 or 6 mg/kg from one of the 3 natural red based products selected for their xanthophylls profile and stability. Egg yolk coloration was evaluated by checking 10 eggs per treatment, collected the last day of the trial, with an egg color-fan or a minoltameter. Product C was chosen for a dose-response comparison with canthaxanthin (0, 3, 6 and 7.5 mg/kg vs 0, 1, 1.75 and 2.5 mg/kg), in a similar experimental schedule. The average notation with the color-fan was 3.1 for the control, and no significant difference was observed between the experimental diets (respectively for A, B and C, 6, 6.8 and 5.7 for 3 mg/kg, 9.7, 9.3 and 9.2 for 6 mg/kg) ; the main criteria to explain the differences in yolk coloration is the total xanthophylls intact per hen. The comparison between canthaxanthin and the natural source of red xanthophylls confirmed the commonly recognized equivalency of 1 : 3 .

INTRODUCTION

La coloration du jaune d'œuf est un facteur économique déterminant pour le producteur en tant que critère de choix du consommateur, que ce soit pour l'œuf de table ou pour certains ovoproduits dérivés. Selon les pays les préférences varient du jaune au jaune doré voire au jaune orangé (Baiao et al, 1999 ; Philipps et al, 2007), des teintes obtenues par association de quantités déposées variables en pigments dits jaunes ou rouges.

N'étant pas capable de les synthétiser, les volailles trouvent ces pigments rouges et jaunes dans leur alimentation sous forme de xanthophylles ou oxy-caroténoïdes (Sirri et al, 2007) présents dans un certain nombre de matières premières (maïs, luzerne, ... - Santos-Bocanegra et al, 2004). Cependant, afin d'atteindre l'intensité de coloration souhaitée par le consommateur, des extraits concentrés de xanthophylles naturels ou de leurs analogues obtenus par synthèse sont ajoutés aux aliments.

En ce qui concerne la note rouge du jaune d'œuf, les trois sources principales de pigments sont les extraits de paprika (*Capsicum spp.*) riches en capsanthine et capsorubine, la canthaxanthine et la citranaxanthine (Santos-Bocanegra et al, 2004 ; Huyghebaert et Piesschaert, 2001).

Il existe de nombreuses causes de variabilité de l'efficacité pigmentaire des xanthophylles, notamment leur digestibilité dans le tractus digestif, la nature des modifications métaboliques qu'ils subissent dans l'animal, leur affinité pour les tissus cibles et leur teinte spécifique (Huyghebaert et Piesschaert, 2001). Pour les extraits naturels, leur composition pouvant inclure des fractions non ou peu colorantes (Baiao et al, 1999) ou les transformations chimiques qu'ils subissent (saponification – Hencken, 1992 ; antioxydation, isomérisation chimique – Santos-Bocanegra et al, 2004) sont susceptibles de renforcer ou d'altérer leur efficacité d'où une certaine variabilité de leurs effets.

La présente étude avait pour but de comparer l'efficacité de trois sources naturelles commerciales de pigments rouges (extraits de paprika naturellement riches en capsanthine et stabilisés) vis-à-vis de la coloration du jaune d'œuf de poule. Secondairement la comparaison de l'une des sources avec le pigment de synthèse canthaxanthine a été effectuée.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Animaux

Les deux essais ont été réalisés dans un centre de recherche privé en France ; ils ont porté sur 70

poules pondeuses ISABROWN âgées de 53 semaines au début de l'essai, dans l'essai 1, et sur 70 poules pondeuses ISABROWN âgées de 62 semaines dans l'essai 2.

Dans les deux essais, chacun des 7 traitements comprenait 5 cages de 2 poules. Ils ont duré 3 semaines et se sont déroulés dans des conditions de température et d'humidité contrôlées.

1.2. Aliments

Dans les deux essais, les poules des régimes témoins ont reçu des aliments de base blé dont les compositions sont données au Tableau 1 et supplémentés à hauteur de 2 mg/kg de xanthophylles « jaunes » apportés par un extrait de Tagètes (Yellow Pixafil LZ 15 – société Disproquima). Cet ajout permet de mieux discriminer les apports de pigments rouges.

Les aliments ont été distribués à volonté sous forme d'une farine grossière (grille 20 mm broyage à 1800 tr/min) et les animaux avaient accès libre à l'eau.

Six traitements ont été comparés aux régimes témoins. Dans l'essai 1, les régimes expérimentaux ont été supplémentés avec trois extraits commerciaux stabilisés de paprika (dénommés dans l'étude A, B et C), retenus comme les plus performants à la suite d'une étude de stabilité comparée portant sur 7 produits analogues du commerce dont le taux de recouvrement en xanthophylles a été déterminé sous forme ou non de prémélange et dans différentes conditions de température (protocole similaire à celui décrit par Magnin et al, 2009). Deux doses d'incorporation (équivalents à 3 ou 6 mg/kg de xanthophylles totaux par kg d'aliment) ont été appliquées pour chaque produit.

Les teneurs en xanthophylles totaux attendues et analysées des produits A, B et C ont été respectivement de 40 - 5 - 20 et 37.4 - 4.8 - 18.4 g/kg. Les valeurs étant proches, les aliments ont été formulés d'après les valeurs théoriques. Les teneurs en capsanthine étaient respectivement de 15, 2.6 et 9.4 g/kg.

Dans l'essai 2, les régimes expérimentaux ont été supplémentés soit avec de la canthaxanthine (Lucantin® rouge, BASF SE) aux doses de 1, 1.75 et 2.5 mg/kg, soit avec l'extrait de paprika C aux doses équivalentes à 3, 6 et 7.5 mg/kg.

1.3. Mesures

Dans les deux essais, la production d'œufs et la consommation d'aliment ont été relevées pour chaque cage. A la fin de la période expérimentale, les dix œufs pondus par traitement le dernier jour ont fait l'objet d'une observation individuelle soit par détermination de la coloration du jaune à l'aide de l'échelle ROCHE Yolk Color Fan, soit par analyse en réflectance à l'aide d'un Chromamètre

Minolta CR 300 indiquant les intensités L* (Luminance), a* (rouge) et b* (jaune).

Les teneurs en xanthophylles totaux, capsanthine et lutéine ont été déterminées par chromatographie liquide à haute performance dans les aliments et dans le pool de jaunes obtenus pour chaque traitement en regroupant les œufs ayant servi aux observations précédentes.

1.3. Analyses statistiques

Les données ont été traitées à l'aide du logiciel SPSS version 15.0 par une analyse de variance (ANOVA) en testant dans le premier essai l'effet de la source de pigments rouges, avec en covariable l'ingéré en pigments, et l'interaction source x ingéré ; puis une comparaison des moyennes a été faite avec un test de Bonferroni. Dans le second essai l'ANOVA a porté sur la source de pigments rouges, la dose et l'interaction source x dose.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Etude des trois sources de paprika

Les résultats de production des deux essais sont donnés dans le Tableau 2.

Pour l'essai 1 (comparaison des trois sources de paprika) aucune différence significative n'a été observée entre les différents traitements pour l'ensemble des critères déterminés (consommation d'aliment / poule / jour ; taux de ponte, poids d'œuf, masse d'œuf, indice de consommation).

Les résultats des tests de coloration sont présentés Tableau 3. Des différences significatives ont été observées entre le traitement témoin et les autres traitements en ce qui concerne la notation Color Fan et le critère a* et b* mesurés au Minoltamètre. Il n'y a pas de différence significative ($p=0.27$) entre les produits A, B et C ni d'interaction produit x dose ($p=0.34$). En revanche l'effet dose (3 vs 6 mg/kg) est significatif ($p<0.001$). Si on calcule les quantités ingérées moyennes en pigments pour chacun des traitements on observe en revanche une forte tendance ($p=0.06$) à une note plus élevée sur l'échelle Color Fan pour le produit B par rapport à A et C.

Les résultats des teneurs en caroténoïdes des jaunes d'œufs sont présentés au Tableau 3. Chaque traitement n'ayant qu'une valeur moyenne obtenue à partir d'un pool de jaunes d'œufs, il n'est pas possible d'interpréter statistiquement les résultats. On observe une valeur anormalement élevée pour le témoin (10.3 mg/kg) mais une hiérarchie logique entre les couples produit x dose.

Les produits commerciaux testés présentaient des caractéristiques de stabilité relativement proches mais se hiérarchisant $A > C > B$ (Magnin et al, 2009) ; leurs réponses en terme de coloration des

jaunes d'œufs sont également très proches alors que leurs teneurs en capsanthine divergent, respectivement 15000 mg/kg pour 40000 mg/kg de xanthophylles totaux pour le produit A, 2600 pour 5000 mg/kg pour le produit B, 9400 pour 20000 mg/kg pour le produit C. La formulation des aliments ayant été faite sur la teneur en xanthophylles totaux, cela a conduit à des apports en capsanthine différents entre régimes, notamment en faveur du produit B qui, bien que présentant la plus forte teneur relative en capsanthine, ne semble pas favoriser le dépôt le plus élevé dans le jaune d'œuf (Tableau 4) ; ce produit B présente toutefois une note moyenne Color Fan légèrement plus élevée alors que sa stabilité, même proche, est légèrement plus faible que celle des produits A et C.

Pour expliquer les différences de comportement entre produits il faudrait mieux décrire l'ensemble des xanthophylles, leur forme chimique et leur protection, autant de facteurs qui interviennent probablement dans la coloration finale.

2.2. Etude comparée de l'extrait C et de la canthaxanthine

Comme dans l'essai 1 les performances des poules n'ont pas été affectées par les différents traitements même si il existe des différences significatives sur le poids moyen des œufs, non attribuables à un effet produit (Tableau 2).

Les échantillons d'œufs utilisés pour évaluer la coloration des traitements 6 et 7 (produit d'origine naturelle à 6 et 7.5 mg/kg) ont présenté un poids moyen de jaune significativement plus élevé que celui du témoin, et pour le traitement 6 que les traitements 2, 3, 4 et 5. Les résultats du tableau 3 semblent indiquer que cela n'a pas interféré avec l'évaluation qui a été faite de la coloration.

Les différents critères utilisés pour évaluer la coloration hiérarchisent de la même manière les différents traitements, en particulier la notation Color Fan et le critère a*.

Le dispositif expérimental ayant tenu compte d'une équivalence supposée vis-à-vis de la coloration du jaune d'œuf de 3 : 1 pour les efficacités relatives de la canthaxanthine et de l'extrait de paprika, il est logique de ne pas observer d'effet significatif du produit sur les différents critères mesurés, alors qu'il y a un effet significatif de la dose de pigments apportée dans l'aliment. La comparaison des deux sources de pigments confirme donc l'équivalence de 3 : 1 évoquée ci-dessus (Figure 1).

CONCLUSION

La présente étude a porté sur une comparaison de trois sources naturelles de pigments rouges

différant légèrement par leur composition en xanthophylles (capsanthine) et leur stabilité. Peu de différences de coloration du jaune d'œuf ont été observées indiquant qu'il est sans doute difficile par des critères techniques et analytiques de discriminer les différentes sources de produits. Sur le plan économique le critère de la « teneur en xanthophylles totaux » associé à une étude de

stabilité reste l'approche la plus simple pour hiérarchiser les différentes sources. La comparaison de l'efficacité relative pour la coloration du jaune d'œuf de la canthaxanthine et d'un des extraits naturels de paprika a confirmé l'équivalence dans un ratio 3 : 1 entre les deux types de pigments rouges.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Baiao N.C., Mendez J., Mateos J., Garcia M., Mateos G.G., 1999. J. Appl. Poult. Res., (8), 472-479.
 Hencken H., 1992. Poult. Sci, (71), 711-717.
 Huyghebaert G., Piesschaert I., 2001. 4ème J. Rech. Avic., Nantes, 309-312.
 Magnin M., Jeanmichel P., Mahieu A., 2009. 8ème J. Rech. Avic., Saint-Malo, sous presse.
 Philipps P., Aureli R., Schierle J., Funda E., Gadiant M., 2007. 7ème J. Rech. Avic., Tours, 268-272.
 Santos-Bocanegra E., Ospina-Osorio X., Oviedo-Rondon E.O., 2004. Int. J. Poult. Sci., (3), 685-689.
 Sirri F., Iaffaldano N., Minelli G., Meluzzi A., Rosato M., Franchini A., 2007. J. Appl. Poult. Res., (16), 429-437.

Figure 1. Comparaison des efficacités relatives de la canthaxanthine et du produit C (ratio d'incorporation en xanthophylles totaux 1 : 3)

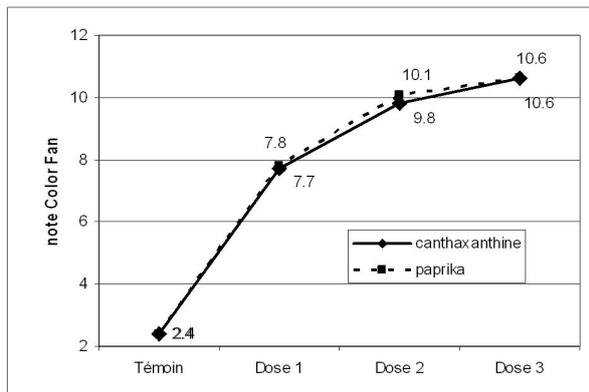


Tableau 1. Composition des aliments de base (%)

Ingrédients	Essai 1	Essai 2
Blé	66.47	66.90
Tourteau Soja	17.80	15.20
Tourteau Tournesol	2.90	5.80
Huile Soja	0.82	0.80
Bicarbonate na	0.00	0.20
DCP	0.74	0.73
CaCO3	8.67	8.64
Sel	0.00	0.09
DL Méthionine	0.10	0.09
Lysine HCl	0.00	0.05
Prémix	2.50	1.50

Tableau 2. Performances de production des poules

Traitements	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Stats (P)
ESSAI 1	-	A 3 mg/kg	A 6 mg/kg	B 3 mg/kg	B 6 mg/kg	C 3 mg/kg	C 6 mg/kg	
Cons. Aliment g/j	110.3	109.6	111.0	111.5	112.2	108.9	110.9	NS
Taux ponte %	89.7	91.1	89.7	88.5	94.5	88.7	93.8	NS
Poids d'œuf g	63.7	62.8	62.7	63.5	62.8	63.9	62.2	NS
Masse d'œufs g/j	59.7	60.1	58.9	58.9	62.3	59.3	61.1	NS
IC	1.94	1.92	2.00	2.00	1.89	1.94	1.91	NS
ESSAI 2	-	Cantha 1 mg/kg	Cantha 1.75mg/kg	Cantha 2.5 mg/kg	C 3 mg/kg	C 6 mg/kg	C 7.5 mg/kg	
Cons. Aliment g/j	100.4	103.8	107.3	104.4	105.3	106.2	97.5	NS
Taux ponte %	89.0	89.5	91.0	88.6	89.0	89.5	89.5	NS
Poids œuf g	62.1 bc	60.2 ab	59.7 a	61.1 abc	62.4 c	64.8 d	61.0 abc	P=0.001
Masse d'œufs g/j	55.2	53.9	54.2	54.1	55.6	58.1	54.5	NS
IC	1.83	1.93	1.99	1.95	1.92	1.84	1.80	NS

Les valeurs indicées par des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de probabilité de 0.05

Tableau 3. Résultats des tests de coloration et des analyses des jaunes d'œufs (nd = non déterminé)

Traitements	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Stats (P)
ESSAI 1	-	A 3 mg/kg	A 6 mg/kg	B 3 mg/kg	B 6 mg/kg	C 3 mg/kg	C 6 mg/kg	
Poids d'œuf g	63.2	62.9	63.2	63.1	62.6	63.6	59.5	NS
Poids jaune g	17.5	16.8	17.1	17.4	17.5	17.1	16.8	NS
Notation Color Fan	3.1 a	6.0 b	9.7 c	6.8 b	9.3 c	5.7 b	9.2 c	P<0.001
L*	58.9	57.1	56.4	58.5	57.9	58.3	57.7	NS
a*	-4.8 a	-2.0 b	0.6 c	-1.9 b	1.1 c	-3.1 ab	-0.1 c	P<0.001
b*	27.0 a	26.4 a	27.0 a	27.1 a	27.8 ab	28.3 ab	29.5 b	P=0.03
Xantho. Totaux mg/kg	10.3	7.8	11.8	8.8	10.2	10	13.8	NS
Capsanthine mg/kg	nd	2	3	0.7	0.9	1	3	NS
Lutéine mg/kg	2	2	2	2	1	2	2	NS
Zéaxanthine mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	NS
ESSAI 2	-	Cantha 1 mg/kg	Cantha 1.75mg/kg	Cantha 2.5 mg/kg	C 3 mg/kg	C 6 mg/kg	C 7.5 mg/kg	
Poids d'œuf g	60.4	60.0	60.9	61.0	61.3	64.9	61.9	NS
Poids jaune g	15.7 c	16.3 bc	16.2 bc	16.0 c	16.5 bc	17.9 a	17.3 ab	P=0.005
Notation Color Fan	2.4 a	7.7 b	9.8 c	10.6 c	7.8 b	10.1 c	10.6 c	P<0.001
L*	60.1 a	58.7 a	57.2 b	56.9 bc	58.7 a	55.7 c	56.8 bc	P<0.001
a*	-6.4 a	-1.6 b	1.6 c	3.2 d	-2.1 b	1.2 c	2.3 cd	P<0.001
b*	24.9 a	29.1 b	30.3 bc	32.2 c	31.3 c	32.0 c	31.9 c	P<0.001
Capsanthine mg/kg	nd	nd	nd	nd	0.3	0.6	1.2	-
Canthaxanthine mg/kg	nd	1	3.5	3.7	nd	nd	nd	-

Les valeurs indicées par des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de probabilité de 0.05