

EVALUATION DE L'EFFICACITE DE TROIS SOURCES VEGETALES DE PIGMENT JAUNE POUR LA COLORATION DU JAUNE D'OEUF CRU ET CUIT.

Nys Yves et Margas Catherine

Station de Recherches Avicoles, Centre de Tours, Nouzilly 37380.

Résumé

Les efficacités de trois sources de pigment jaune (gluten de maïs, tagètes saponifiées et extrait de luzerne concentré, PXS) pour la coloration du jaune d'oeuf cru et cuit ont été comparées à des teneurs de xanthophylles totales de 10 à 40 mg/kg brut. La coloration du jaune d'oeuf a été mesurée subjectivement avec l'échelle Roche et, objectivement, grâce à un spectrocolorimètre. La couleur du jaune augmente proportionnellement à l'apport alimentaire avec une moindre efficacité aux apports élevés de pigment. Le PXS et la source de tagètes ont des efficacités peu différentes. Le gluten est plus efficace comme seule source de pigment du fait de la présence d'une plus grande quantité de zéaxanthine et de cryptoxanthine qui introduisent une nuance orangée bien valorisée par le système de couleur de référence, l'échelle Roche. Les profils des constituants pigmentaires des jaunes d'oeufs sont peu différents quelque soit la source alimentaire de pigment mais le gluten favorise l'incorporation de cryptoxanthine. Une supplémentation avec de la canthaxanthine renforce considérablement la coloration des sources de pigment jaune tel que le PXS, et permet d'atteindre des valeurs en échelle Roche supérieures à 10 qui sont souhaitées par le consommateur européen.

Introduction

Les consommateurs associent couleur et qualité d'un produit (fraîcheur, goût et valeur nutritive) aussi une denrée alimentaire doit exprimer sa couleur spécifique pour être considérée comme consommable. L'oeuf n'échappe pas à cette règle et chaque pays européen exprime des exigences particulières vis à vis du jaune d'oeuf : en Irlande est préféré un jaune pâle, en France une valeur intermédiaire et, en Belgique et Allemagne, une couleur beaucoup plus soutenue. Les poules sont incapables de synthétiser leurs pigments déposés dans le jaune aussi la couleur du jaune d'oeuf est directement fonction d'une accumulation d'oxy-caroténoïdes d'origine alimentaire (Belyavin et Marangos, 1987). L'intensité de la couleur, l'homogénéité de celle-ci dépendent de leur nature et de la quantité de pigment ingérée. L'efficacité des différentes sources de pigment est fonction des constituants pigmentaires de la source, de leur utilisation digestive et de leur efficacité de transfert dans le jaune (Hencken, 1992). Les sources végétales de pigment les plus fréquemment utilisées sont le maïs, le gluten de maïs, les tagètes et les extraits de luzerne (PXS). Les sources concentrées de xanthophylles résultent de procédures d'extraction qui sont régulièrement modifiées pour optimiser la teneur et la stabilité de la source. L'objectif de cet essai a été d'évaluer l'efficacité pour la coloration du jaune d'oeuf de 3 sources fréquemment utilisées en aviculture et de décrire, grâce à une analyse HPLC, le profil des constituants pigmentaires préférentiellement accumulés dans le jaune d'oeuf et par conséquent intervenant dans l'expression de sa coloration.

Matériels et méthodes

L'essai a été réalisé sur 12 groupes de 12 poules ISA BROWN, élevées en cages individuelles. L'aliment est à base de blé et soja et, est, par conséquent, pauvre en pigment. Les trois sources de pigment (extrait de luzerne concentré (PXS), tagètes saponifiées et gluten) ont été apportées à doses croissantes (10 à 36 ppm de xanthophylles totales). Des combinaisons PXS-canthaxanthine et PXS-tagètes ont également été introduites dans la comparaison. Les poules ont été alimentées avec l'aliment pauvre en pigment pendant 4 semaines puis ont reçu les différents régimes expérimentaux pendant 8-10 semaines. Les aliments de chaque source de pigment ont été obtenus par mélange de l'aliment pauvre en pigment (3,5 mg/kg brut de xanthophylles totales) et de l'aliment le plus riche de chaque source. Les teneurs mesurées en pigment des régimes expérimentaux sont proches des valeurs théoriques recherchées pour le PXS et les tagètes mais sont plus faibles dans le cas du gluten. L'incorporation de ce dernier est importante (de 5 à 16 %) mais la source utilisée ne contenait que 155 mg/kg brut de xanthophylles totales. La source de tagètes était beaucoup plus concentrée, 16200 mg/kg, la teneur du PXS était intermédiaire, 1300 mg/kg. L'évaluation des trois sources a donc été réalisée pour le PXS à 14, 24 et 37 mg/kg de xanthophylles totales (1, 2 et 3 % de PXS), à 13, 21 et 28 mg/kg pour les régimes contenant les tagètes et à 10, 16 et 23 mg/kg pour les aliments à base de gluten (5,3 - 10,7 et 16 % de gluten). La couleur du jaune d'oeuf a été mesurée 4 semaines après l'introduction des régimes expérimentaux, sur une cinquantaine de jaunes d'oeufs crus par

traitement, subjectivement d'une part, à l'aide de l'échelle Roche par deux examinateurs expérimentés puis objectivement à l'aide d'un spectrophotomètre (Hunterlab, système L*, a*, b*). Des pools de deux jaunes ont été constitués pour chaque poule et ont été cuits 20 min. à 90°C. Leur couleur a été mesurée en spectrophotométrie sur une partie interne du jaune cuit. Des pools de jaunes ont également été lyophilisés afin d'analyser par chromatographie liquide (HPLC; Schaeffer et al., 1988) leur profil pigmentaire en fonction des différentes sources alimentaires.

Résultats et discussion.

Les trois sources de pigment augmentent la coloration du jaune d'oeuf proportionnellement à la dose d'apport de xanthophylles totales. En échelle Roche, la variation a été de 3 à 10 (Figure 1) lors d'apport compris entre 10 et 40 mg/kg de xanthophylles. La supplémentation alimentaire est beaucoup plus efficace lors d'apport à faible dose et tend à atteindre un plateau, inférieur à 10 en échelle Roche, à partir de 30 ppm de xanthophylles totales. Ces observations sont en accord avec les essais antérieurs (Blum et Guillaumin, 1980; Beylavin et Marangos, 1987; Nys, 1995). La supplémentation de 12 ppm de xanthophylles de chaque source assure un gain de 3,5 points en échelle Roche lorsque l'apport de xanthophylles totales est inférieur à 15 mg/kg. L'écart d'efficacité de coloration du jaune est faible entre PXS et tagètes (moins de 20%) et la combinaison PXS - tagètes ne diffère pas de la coloration obtenue par le seul PXS pour un même niveau de xanthophylles totales. L'écart entre sources est plus marqué par rapport au gluten du fait de sa teneur plus élevée en zéaxanthine et cryptoxanthine. Ceux-ci introduisent une nuance orangée qui est bien valorisée par la gamme de couleurs de référence : l'échelle Roche. D'ailleurs, une supplémentation en pigment rouge améliore considérablement la réponse due au pigment jaune et permet d'atteindre 12 en échelle Roche comme l'indique l'exemple du PXS à 2% supplémenté avec 2 ppm de canthaxanthine. La combinaison d'un apport de pigment jaune et rouge est la plus intéressante sur un plan pratique mais la combinaison optimale ou l'interaction pigment jaune-canthaxanthine n'a pas été évaluée dans notre essai.

L'évaluation objective de la couleur du jaune frais à l'aide d'un spectrophotomètre confirme la moindre efficacité pour la coloration du jaune aux apports élevés de xanthophylles. Le paramètre b* est un indicateur de la couleur jaune (Figure 2). Le plateau de réponse pour cette teinte apparaît dès le premier niveau d'apport de xanthophylles (10-15 mg/kg) quelque soit la source de pigment. Par contre, le paramètre a*, reflet du rouge, traduit mieux les écarts entre sources, observés en échelle Roche et

confirme l'hypothèse que les différences d'efficacité observées entre sources résultent de l'aspect plus orangé du jaune lié à la composition de la source. La supplémentation avec la canthaxanthine améliore considérablement la réponse pour ce paramètre a*. Cependant, la comparaison n'a été réalisée qu'avec une seule source, aussi nous ignorons si l'efficacité de cette combinaison entre pigments jaune et rouge varie en fonction de l'origine de la source de pigments jaunes.

L'ensemble des observations sur jaune frais a été utilisé pour étudier la relation entre la mesure subjective et les paramètres objectifs de la couleur, L*, a* et b*. Par régression multiple, il est possible de calculer une valeur Roche théorique (R):

$$(1) R_t = 0,513 a^* + 0,076 L^* + 0,012 b^*$$

$$N = 738, r = 0,996$$

Les coefficients de l'équation diffèrent légèrement si sont prises en compte uniquement les valeurs Roche inférieures à 10 (2) ou supérieures à 5 (3):

$$(2) R_t = 0,414 a^* + 0,047 L^* + 0,058 b^*$$

$$N = 402, r = 0,996$$

$$(3) R_t = 0,545 a^* + 0,112 L^* - 0,039 b^*$$

$$N = 686, r = 0,995.$$

Ces équations démontrent l'importance des paramètres a* et b* dont la variation est respectivement de -2,5 à 13 et de 5 à 55 lorsque l'échelle Roche varie de 2 à 14.

La couleur du jaune cuit varie proportionnellement à la supplémentation alimentaire d'oxy-caroténoïdes pour des doses d'apports plus élevées que celles observées pour le jaune cru (Figure 4). Le paramètre b* ne plafonne pas pour un apport de xanthophylles totales de 30 mg/kg. Les écarts entre sources sont d'amplitude limitée et la hiérarchie est analogue à celle observée en oeuf frais. La teinte rouge (a*; figure 5) évolue de manière comparable à celle observée en oeuf frais. PXS et tagètes présentent des réponses similaires, sont moins efficaces que le gluten mais l'incorporation de canthaxanthine amplifie considérablement la réponse du pigment jaune. Par contre, la combinaison de deux sources de pigment jaune (PXS et tagètes) ne se différencie pas des résultats obtenus avec le seul PXS, à même niveau élevé de xanthophylles totales.

Ces différences entre sources sont pour une part dues à leur composition pigmentaire. Nous avons analysé par HPLC les constituants pigmentaires des jaunes issus des différentes sources de pigment (Figure 6, chromato. 1, 2, 3). Les profils des jaunes d'oeufs sont très proches quelque soit la source alimentaire de pigment. Ils sont caractérisés par leur richesse en lutéine (pic 4, 55 à 65 % des pigments totaux; pourcentage estimé à partir des surfaces des pics). La lutéine monoester et la cryptoxanthine (pic 2), la 3'-oxolutéine (pic 3) et la zéaxanthine (pic 5) représentent chacune moins de 10 % des pigments. Enfin, les carotènes et la lutéine diester (pic 1, non différenciés dans cette séparation HPLC) correspondent à 3-7%. Après saponification des jaunes, la lutéine diester et monoester se transforment en lutéine libre. Celle-ci devient très

FIGURE 1
Echelle Roche sur jaune d'oeuf frais
selon le taux de xanthophylles jaunes dans le régime

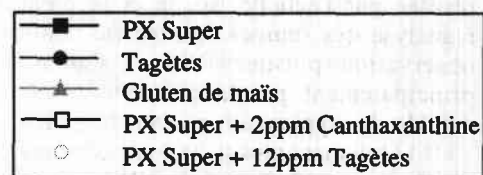
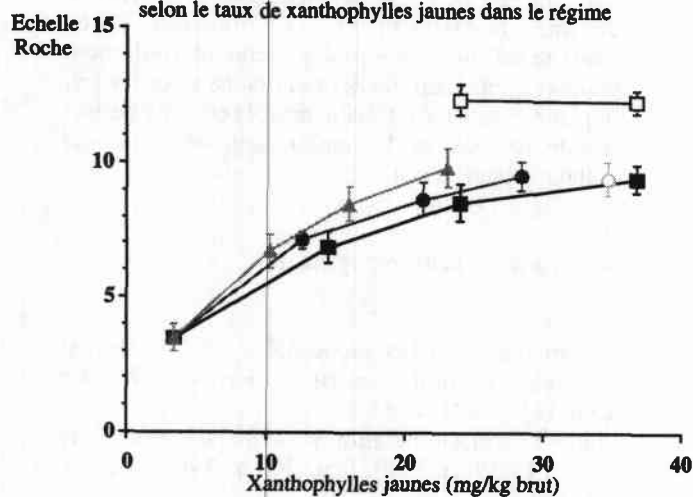


FIGURE 2
Paramètre b^* (couleur jaune)
mesuré sur jaune d'oeuf frais par spectrocoulométrie
selon le taux de xanthophylles jaunes dans le régime

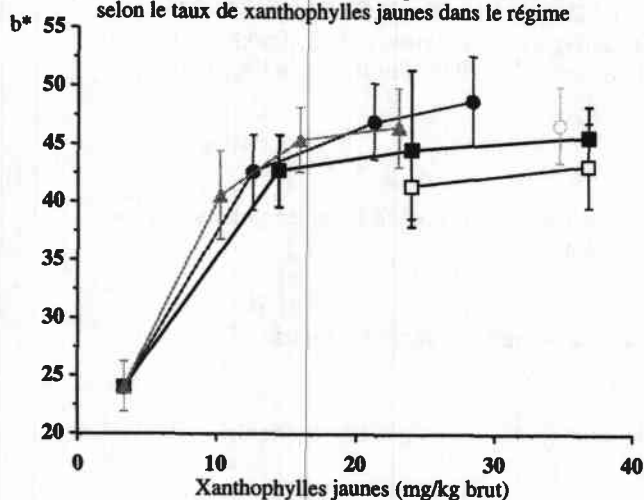


FIGURE 3
Paramètre a^* (couleur rouge)
mesuré sur jaune d'oeuf frais par spectrocoulométrie
selon le taux de xanthophylles jaunes dans le régime

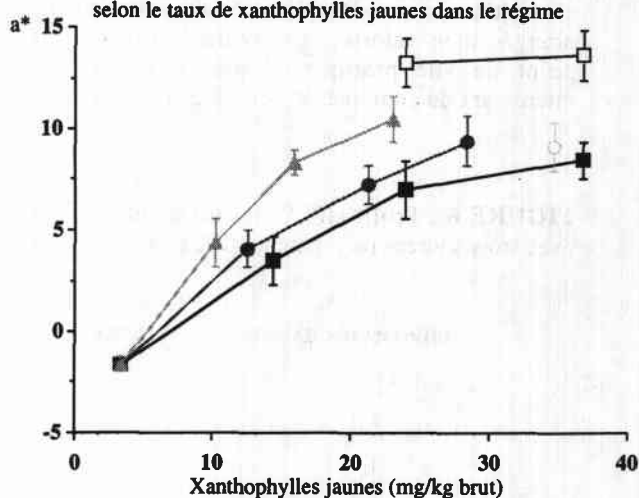


FIGURE 4
Paramètre b^* (couleur jaune)
mesuré sur jaune d'oeuf cuit par spectrocoulométrie
selon le taux de xanthophylles jaunes dans le régime

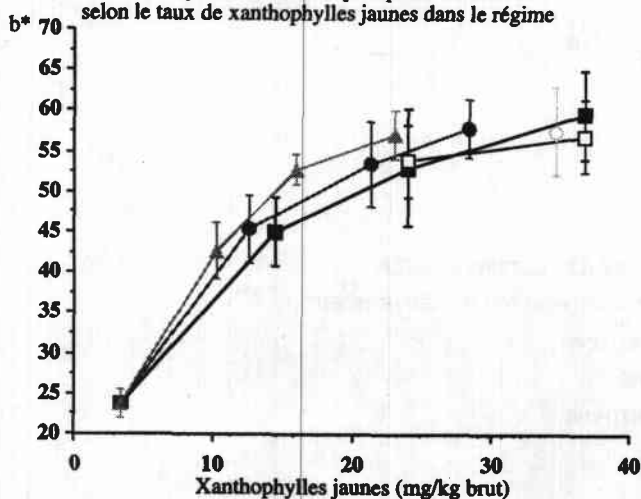
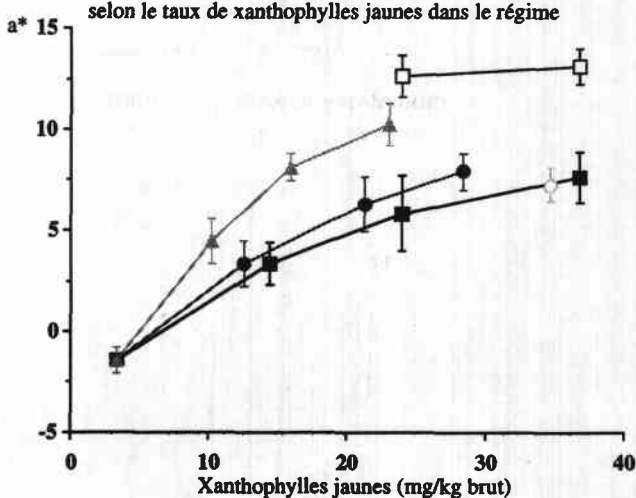


FIGURE 5
Paramètre a^* (couleur rouge)
mesuré sur jaune d'oeuf cuit par spectrocoulométrie
selon le taux de xanthophylles jaunes dans le régime



prépondérante (75 à 86 % pour les oeufs issus du PXS et des tagètes) mais les oeufs issus de poules nourries avec du gluten conserve un pic de cryptoxanthine. Sa présence expliquerait la nuance orangée de ces oeufs et leur meilleure efficacité révélée par l'échelle Roche et le paramètre a*. L'analyse des sources de pigment confirme cette observation puisque PXS et gluten diffèrent principalement par la présence d'une quantité notable de cryptoxanthine dans le gluten (environ 15 %) également plus riche en zéaxanthine (environ 18 % contre 12 % dans le PXS). La source de tagètes saponifiées est caractérisée par sa forte teneur en lutéine et zeaxanthine (l'ensemble représente 90 % des pigments). Elle est pauvre en cryptoxanthine.

En conclusion, l'extrait de luzerne concentré (PXS) et la source de tagètes ont des efficacités peu différentes pour colorer le jaune d'oeuf frais et cuit. Le gluten comme seule source de pigment jaune est plus efficace du fait probablement de la présence de cryptoxanthine et sa plus forte teneur en zéaxanthine, pigments qui introduisent une nuance orangée bien valorisée par l'échelle Roche. D'un point de vue pratique, il est cependant plus intéressant de combiner la source de pigment jaune

avec un peu de rouge (canthaxanthine). Celle-ci, comme le montre la combinaison PXS-canthaxanthine potentialise considérablement l'apport alimentaire de pigment jaune pour colorer le jaune d'oeuf frais. Cependant, cet essai ne permet pas de conclure sur la combinaison optimale pour colorer le jaune d'oeuf.

Références bibliographiques :

- Belyavin C.G. et Marangos A.G., 1987. in *Recent Advances in animal nutrition*, Haresign W. and Cole D.J.A. eds, 47-68.
 Blum J.C. et Guillaumin S., 1980. in *Séances de travail 18-19oct. 1979. Stat. Rech. Avic. Nouzilly F37380*, 7-21.
 Bougon M. et Protas J., 1982. *Bull. Inf. Avic. Ploufragan* 22, 66-70.
 Hencken H., 1992. *Poult. Sci.* 71, 711-717.
 Nys Y., 1995. in *Egg and Eggs Products quality Proc.*, Ceparo Ruiz R. ed, Zaragoza, 243-250.
 Schaeffer J.L., Tyczkowski J.K., Parkhurst C.R. et Hamilton P.B., 1988. *Poult. Sci.* 67, 608-614.

FIGURE 6 : Profil HPLC des différents pigments présents dans les jaunes d'oeufs issus de poules nourries avec trois sources de pigments (PX super, tagètes saponifiées et gluten de maïs).

