

ENRICHISSEMENT DES ŒUFS : EFFET SUR LES PERFORMANCES DES POULES, LA QUALITE ET LA COMPOSITION NUTRITIONNELLE DES ŒUFS.

M. Pruvost¹, M. Colin², D. Chevalier¹, A. Faouën¹
¹MG2MIX - La Basse Haye - 35220 CHATEAUBOURG,
²COPRI – Coat Izella N°2 – 29830 PLOUDALMEZAU
a.faouen@mg2mix.fr

RÉSUMÉ

L'œuf se situe parmi les aliments les plus riches en nutriments et sa composition peut être améliorée en modifiant la ration des poules. A travers le monde, la demande d'œufs à très haute valeur nutritionnelle est en augmentation. Cette étude a pour objectif d'étudier l'effet de l'enrichissement de l'aliment des poules pondeuses en vitamine A, vitamine E, DHA, saponines, sélénium et iode sur la qualité et la composition nutritionnelle des œufs ainsi que sur les performances zootechniques. 231 poules de souche Hy-line Brown âgées de 33 semaines ont été réparties dans 33 cases. Pendant 12 semaines, 11 cases ont reçu l'aliment témoin (T) comprenant un prémix standard, 11 cases l'aliment D enrichi en DHA, vitamines A et E, en iode ainsi qu'en sélénium organique et inorganique tandis que les 11 dernières ont reçu l'aliment S enrichi en vitamine E, iode, sélénium inorganique et saponines susceptibles de diminuer le cholestérol de l'œuf. La qualité des œufs et leur composition nutritionnelle ont été analysées 4 semaines après le début de l'essai. Les performances zootechniques ont été mesurées chaque semaine. Un test d'analyse sensorielle a été mené afin de rechercher une éventuelle différence organoleptique entre les œufs des régimes D et T. L'utilisation de sélénium organique en plus de l'inorganique dans l'aliment D a permis un meilleur dépôt du sélénium dans l'œuf par rapport à l'utilisation de sélénium inorganique seul. Les œufs du régime D n'ont pas été enrichis en vitamine A. Le régime S n'a pas permis de diminuer le niveau de cholestérol des œufs. Aucune différence significative entre les trois régimes n'a été observée sur la qualité de la coquille et de l'albumen et sur les performances zootechniques pour les différents lots. Le test d'analyse sensorielle n'a pas montré de différence significative entre les œufs enrichis et les œufs classiques. Ces résultats montrent qu'il est possible d'enrichir les œufs des poules pondeuses en vitamine E, iode, sélénium et DHA sans effet négatif sur les performances et la qualité des œufs.

ABSTRACT

EGG ENRICHMENT: EFFECT ON LAYER PERFORMANCE, EGG QUALITY AND NUTRITIONAL COMPOSITION.

Egg is among the most nutrient-rich food and their composition can be improved by modifying the layers' diet. Worldwide, the demand for eggs with a very high nutritional value is increasing. The aim of this study was to investigate the effect of enriching the feed of laying hens with vitamin A, vitamin E, DHA, saponins, selenium and iodine on the quality and nutritional composition of eggs and on zootechnical performance. 231 Hy-line Brown layers, 33 weeks old, were divided into 33 pens. For 12 weeks, 11 pens received a control (C) diet with a standard premix, 11 pens a feed D enriched with DHA, vitamins A and E, iodine and organic and inorganic selenium, while the last 11 pens received a feed S enriched with vitamin E, iodine, inorganic selenium and saponins to reduce egg cholesterol. Egg quality and nutritional composition were analysed 4 weeks after the start of the trial. Zootechnical performance was measured weekly. A sensory analysis test was carried out to check whether there was any organoleptic difference between the eggs on diet D and the control eggs. The eggs in the D and S diets were enriched with selenium, iodine and vitamin E and the eggs in the D diet with DHA. The use of organic selenium in addition to inorganic selenium in the D-feed resulted in better deposition of selenium in the egg compared to the use of inorganic selenium alone. The eggs in diet D were not fortified with vitamin A. Diet S did not lower the cholesterol level of the eggs. No significant difference between the three diets was observed on shell and albumen quality and on zootechnical performances for the different groups. The sensory analysis test showed no significant difference between the enriched eggs and the conventional eggs. These results show that it is possible to enrich eggs of laying hens with vitamin E, iodine, selenium and DHA without negative effects on egg performance and quality.

INTRODUCTION

L'équilibre de composition en acides aminés, vitamines, lipides et minéraux de l'œuf en fait un aliment de haute valeur alimentaire (Pieroni et Coste, 2010) et une source de nombreux micronutriments : iode, sélénium, acide folique, vitamine D, vitamine E, caroténoïdes. Leur teneur dans l'œuf est modulable, notamment via l'alimentation de la poule, tandis que la teneur en macroéléments minéraux tels que le calcium, le phosphore, le sodium et le potassium est considérée comme peu variable (Bouvarel et al., 2010).

L'enrichissement des œufs est un levier intéressant pour lutter contre les carences en nutriments qui existent et persistent dans le monde. En France, les apports alimentaires en vitamine E sont inférieurs à un tiers des Apports Nutritionnels Conseillés (ANC) chez 2 à 17% de la population (Le Grusse et Watier, 1993). Des compléments alimentaires de différentes sortes ainsi que d'autres aliments santé se commercialisent de plus en plus pour remédier à ces carences. Les œufs enrichis peuvent donc intéresser les consommateurs d'un point de vue nutritionnel sans modifier pour autant leurs habitudes alimentaires.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Le protocole expérimental

L'essai s'est déroulé dans la ferme de recherche zootechnique pouleuse de MG2MIX. Un total de 231 poules de type Hy-Line Brown ont été réparties dans 33 cases de 7 poules. Celles-ci sont nourries avec un repas de 120 g par jour et par animal. Au début de l'essai, les poules étaient âgées de 33 semaines et celui-ci a duré jusqu'à 45 semaines d'âge, soit une durée de 12 semaines.

L'aliment était présenté sous forme de farine et formulé de sorte que les régimes soient iso-protéiques et iso-énergétiques. Trois régimes ont été testés :

- Un régime témoin (T) avec un aliment composé d'un prémix standard destiné à couvrir les seuls besoins nutritionnels, vitaminiques et minéraux des poules.
- Un régime D avec un aliment composé d'un prémix enrichi en DHA sous forme de farines de microalgues, de vitamines A et E, de sélénium inorganique sous forme de sélénite de sodium, de sélénium organique sous forme de sélénométhionine et d'iode sous forme d'iodate de calcium.
- Un régime S composé d'un prémix enrichi en vitamine E, en sélénium inorganique et en iode sous les mêmes formes que précédemment et en saponines. La saponine agit en complexifiant le cholestérol et sa présence dans le prémix a pour but

de diminuer le cholestérol de l'œuf (Afrose et al., 2010).

Aucun de ces régimes ne contient de lin extrudé destiné à augmenter le taux d'ALA de l'œuf contrairement à des essais antérieurs sur un thème analogue (Colin et al., 2013 ; Guriec., 2014 ; 2016 ; Corral et al., 2016).

Chaque régime a fait l'objet de 11 répartitions réparties entre les cages de façon aléatoire.

1.2. Les mesures effectuées

Les sacs d'aliments sont pesés avant l'ouverture. Les sacs et les trémies d'aliment sont pesés hebdomadairement afin d'estimer la consommation par case par semaine.

Des mesures de la solidité de coquille et des unités Haugh ont été effectuées sur 100 œufs par régime au bout de 5 semaines d'essai. Les œufs ont été pesés individuellement, puis mirés pour repérer les fêlures dans la coquille. La dureté statique, correspondant à la force à exercer sur la coquille pour la déformer d'un millimètre et la force de fracture qui correspond à la force maximale à exercer pour rompre la coquille ont été mesurées. Enfin l'unité Haugh, représentative de la qualité de l'albumen et des indices de fraîcheur de l'œuf, a également été mesurée (Beaumont et al., 2010).

Des analyses de composition nutritionnelle de l'œuf ont été effectuées sur 180 œufs après 4 semaines d'essai. Ces analyses concernent la matière azotée totale, la matière grasse, le profil des acides gras, les vitamines A et E, le sélénium, le cholestérol et l'iode.

Les œufs ont été pesés par case hebdomadairement en séparant ceux considérés comme déclassés et ceux commercialisables.

Un test d'analyse sensorielle a été mené afin de vérifier s'il existe une différence organoleptique significative entre les œufs du régime D et les œufs témoin et vérifier ainsi le niveau de satisfaction des consommateurs. Un test triangulaire est réalisé sur 44 participants dont le but a consisté à savoir si le consommateur perçoit une différence sensorielle entre les œufs. Elle consiste à présenter au consommateur 3 œufs à la coque dont 2 sont identiques. Après avoir goûté les 3 échantillons, le consommateur, qui n'en connaît pas la répartition, indique l'œuf différent des 2 autres.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. La composition nutritionnelle des œufs

Les œufs issus du régime D montrent une augmentation de 29,4% des oméga 3 totaux et de 50% du DHA par rapport aux œufs Témoin. Seules les différences sur le DHA ont une tendance à la

signification statistique ($P = 0,1$). Aucun changement n'est constaté pour le régime S par rapport au témoin (tableau 1). Ces enrichissements en oméga 3 totaux et en DHA sont beaucoup plus faibles que ceux observés avec des régimes contenant du lin extrudé par Colin et al (2014) et Guriec et al (2016) ce qui est normal pour les omégas 3 totaux puisque nos régimes n'apportent pas d'ALA. Pour le DHA, les taux d'enrichissement plus bas par rapport aux essais précédents peuvent s'expliquer à la fois par un apport plus faible dans l'aliment et par un taux d'acides gras saturés beaucoup plus important.

Aucune différence significative n'est constatée au niveau du cholestérol de l'œuf (tableau 1), malgré une baisse du cholestérol des œufs de 366 mg/100g d'œuf à 352 mg/100g entre les œufs T et S. Ces résultats sont en accord avec Sim et al. (1894) qui ne trouvent aucune diminution significative du taux de cholestérol de l'œuf après ajout de saponines mais contraire à l'étude menée par Afrose et al. (2010), qui montre qu'un ajout de saponines en quantité identique à notre essai diminue significativement le taux de cholestérol de l'œuf.

Par rapport au témoin, une baisse significative de vitamine A de 34% a été observée dans les œufs issus du régime S ($p < 0,05$) tandis que les œufs issus du régime D n'ont pas montré un taux supérieur en vitamine A (Tableau 2). Les essais de Naber et Squires (1993) montrent une augmentation de 510% pour une incorporation dans l'aliment identique à celle de notre étude (4,8 mg/kg de vitamine A). Cette augmentation est à relativiser en raison de la très faible valeur du témoin qui est de 63 contre 149 $\mu\text{g}/100\text{g}$ pour le témoin de notre étude. Dans l'essai de Naber et Squires (1993), l'œuf témoin présente donc une carence en vitamine A. Cependant, pour une même teneur en vitamine A dans l'aliment (4,8 mg/kg d'aliment complet), les œufs enrichis ont une teneur en vitamine A plus haute pour Naber et Squires (1993) par rapport à notre essai (385 $\mu\text{g}/100\text{g}$ contre 143 $\mu\text{g}/100\text{g}$ pour notre essai). Ce phénomène pourrait s'expliquer par le fait que Naber et Squires (1993) ont effectué un mono enrichissement en vitamine A alors que notre essai est un enrichissement simultané de plusieurs nutriments.

Les teneurs en vitamine E des œufs ont significativement augmenté dans les deux régimes enrichis ($p < 0,05$). Les œufs du régime D ont été enrichis à hauteur de 7,05 mg/100g d'œuf et ceux du régime S à hauteur de 5,60 mg/100g contre 1,15 mg/100g pour les œufs issus du régime Témoin, augmentations comparables à celles rapportées par Guriec et al., (2014).

Certains essais rapportent une possible compétition entre l'absorption des vitamines A et E.

Chez le rat, Johnson et Baumann (1948) montrent que la vitamine E aurait une influence négative sur le β -carotène : des doses élevées de vitamine E réduisent significativement les quantités de vitamine A métabolisée. L'hypothèse d'une compétition est donc probable entre la vitamine A et la vitamine E. Au cours de leurs deux essais, Grobas et al. (2002) émettent également l'hypothèse de l'existence d'une compétition entre les vitamines A et E. Les deux essais (Grobas et al., 2002) testent plusieurs doses de vitamine E dans l'aliment avec une dose de vitamine A constante, cette dose étant moins élevée dans le premier essai (1,2 mg/kg d'aliment complet) que dans le second (12 mg/kg d'aliment complet). Les enrichissements en vitamine E sont plus importants lorsque la teneur en vitamine A de l'aliment est plus faible. L'hypothèse de la compétition émise est confirmée expliquant un meilleur taux de transfert de la vitamine E dans le régime S non enrichi en vitamine A et la teneur en vitamine A est inférieure dans les œufs S par rapport aux œufs témoin malgré un apport dans l'aliment identique.

Pour le régime D, l'aliment contient un prémix enrichi en sélénium organique et inorganique tandis que pour le régime S, l'aliment contient la même quantité de sélénium total mais uniquement sous forme inorganique. Les œufs issus du régime D sont enrichis de 32% en sélénium par rapport aux témoins ($p < 0,05$) et ceux du régime S de 20% (tableau 2). Ces augmentations du taux de sélénium dans l'œuf avec un apport alimentaire supplémentaire sont comparables à ceux rapportés par Guriec et al., (2014). Le pourcentage de dépôt de sélénium est de 12,1% dans les œufs D et de 7% pour le régime S. Le régime D montre un taux de transfert supérieur à celui du S. La forme organique du sélénium présente donc un meilleur transfert dans les œufs.

Les prémix S et D ont été supplémentés avec les mêmes teneurs en iode (3,02 mg/kg). Les œufs issus du régime Témoin contiennent 50,5 $\mu\text{g}/100\text{g}$ d'iode et ceux des régimes D et S contiennent respectivement 101 et 103 $\mu\text{g}/100\text{g}$ d'iode (tableau 2). Les taux de transfert en iode dans les œufs D et S sont respectivement de 16,0% et 16,3%. Yalcin et al. (2004) obtiennent une valeur de 26,2 $\mu\text{g}/100\text{g}$ d'œuf pour une même teneur en iode dans l'aliment (à savoir 3,0 mg/kg) donc une valeur plus faible que dans notre essai. L'essai de Schmitt et al. (2017) montre des résultats d'enrichissement importants avec une quantité d'iode de 583 $\mu\text{g}/100\text{g}$ d'œuf. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que l'enrichissement ait été réalisé via une algue. Nous n'avons aucun renseignement sur la teneur en iode de cette algue dans l'aliment et ne pouvons pas savoir si l'enrichissement par cette algue est plus efficace ou s'il y a plus d'iode apporté.

2.2. Les performances zootechniques des poules

Le taux de ponte, le poids des œufs, les indices de consommation, le pourcentage d'œufs déclassés n'ont pas montré de différences significatives entre les régimes au cours de l'essai conformément à l'hypothèse de départ (tableau 3). Ces résultats sont en accord avec d'autres publications comme celles Grobas et al. (2002) ou Galobart et al. (2001), qui, à la suite d'un enrichissement des œufs en vitamines E n'ont trouvé aucune différence significative pour les taux de ponte et le poids des œufs.

Le seul paramètre en désaccord avec ces résultats est la consommation journalière par poule. En effet, Grobas et al. (2002) et Galobart et al. (2001) n'ont trouvé aucune différence significative de consommation journalière entre les régimes. Dans notre essai, il s'est avéré que les poules nourries avec le régime D ont significativement moins consommé que celles nourries avec les deux autres régimes ($p < 0,05$) ce qui peut s'expliquer par la présence d'algues marines qui dégagent une forte odeur ou par la présence de DHA. Cependant, ceci n'a eu aucun impact sur le poids des poules et leurs performances.

2.3 La qualité des œufs

Aucune différence significative n'apparaît au niveau de la qualité de coquille et de l'albumen conformément à l'hypothèse de départ (tableau 4).

2.4 L'évaluation de consommateurs

Dans le test triangulaire effectué avec 44 consommateurs, le nombre de réponses correctes est de 19 montrant qu'il n'existe pas de différence significative entre les œufs témoin et les œufs du groupe D ($p > 0,05$).

3. CONCLUSION

Cet essai a montré qu'un apport supplémentaire en iode, vitamines E, DHA et en sélénium dans l'aliment des poules pondeuses conduit à un enrichissement de l'œuf en ces nutriments. Cependant, l'enrichissement en vitamine A semble faible. Cela est probablement lié à une compétition existante entre les vitamines A et E et au fait que la dose zootechnique permet déjà un enrichissement. Le sélénium organique présente un taux de transfert largement supérieur au sélénium inorganique et constitue donc la forme la plus adaptée pour enrichir l'œuf.

Les performances zootechniques, la qualité de coquille ou d'albumen n'ont pas été impactées par les régimes enrichis. De plus les consommateurs n'ont pas ressenti de différence entre les œufs non enrichis et les œufs enrichis du régime D.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Afroze S., Hossain M.S., Tsujii H., 2010. British Poultry Science. 51 :797–804.
- Beaumont C, Calenge F., Chapuis H., Fablet J., Minvielle F., Tixier-Boichard M., 2010. Inra Prod. Anim., 23, 123-132.
- Bouvarel I., Nys Y., Panheleux M., Lescoat P., 2010. Inra Prod. Anim., 23, 167-182
- Colin M., Delarue J., Raguene N., Prigent A.Y., Guttierrez G., Saliba C. 2013. 11èmes journées francophones de nutrition, bordeaux 11-13 décembre 2013 – Cahier de nutrition et de diététique 48, S58.
- Corral A., Meca E., Guriec N., Delarue J., Colin M., Prigent A.Y., Van Lissum M. 2016. Journées francophones de nutrition, Montpellier, 30 novembre – 2 décembre 2016, PO 052.
- Galobart J., Barroeta A., Baucells M., Guardiola F., 2001. Poultry Science. 80 :327–337.
- Grobas S., Méndez J., Bote B.L., Blas B.D., Mateos G., 2002. Poultry Science. 81:376–381.
- Guriec N., Colin M., Delarue J., Prigent A.Y., Guttierrez G., Saliba C. 2014. Journées francophones De nutrition, Bruxelles, 10-12 décembre 2014, PO13
- Guriec N., Ibrahim Dalieh R., Delarue J., Peron M., Colin M., Claveau C., Van Lissum M. 2016. Journées francophones de nutrition, Montpellier, 30 novembre – 2 décembre 2016, PO 048.175, 811-816.
- Johnson R. M. et Baumann, C. A., 1948. Journal of Biological Chemistry, 175, 811-816.
- Le Grusse J. Watier, B., 1993. Centre d'Etude et d'Information sur les Vitamines.
- NABER, E.C., SQUIRES, M.W., 1993 Poultry Science, 72(6), pp.1046-1053.
- Pieroni G, Coste T.C., 2010 Cahiers de Nutrition et de Diététique. 45 :261-266
- Schmitt B., Ferry C., 2017. Nutrition et Endocrinologie, vol 15, n°79.
- Sim J.S., Kitts W.D., Bragg D.B., 1984. Canadian Journal of Animal Science. 64:977–984.
- Yalçın S., Kahraman Z., Yalçın S., Dedeoğlu H., 2004. British Poultry Science. 45 :499–503

Tableau 1 : Comparaison des moyennes des taux d'oméga 3, DHA et de cholestérol selon les régimes

Nutriment	Régime	Teneur dans l'œuf	p-value
Omega 3 (% acides gras)	T (Témoin)	0.85	0.14
	D (enrichi en DHA, vitamines A et E, sélénium et iode)	1.10	
	S (enrichi en vitamine E, sélénium, iode, saponines)	0.85	
DHA (% acides gras)	T	0.54	0.11
	D	0.81	
	S	0.58	
Cholestérol (mg/100g)	T	366	0.63
	D	360	
	S	352	

Tableau 2 : Taux dans l'aliment, dans l'œuf et pourcentage de transfert des vitamines et minéraux

Nutriment	Régime	Taux aliment (mg/kg)	Teneur dans l'œuf (µg/100g)	p-value	% dépôt
Vitamine A	T	2.40	149 µg/100g b	0.006	
	D	4.80	143 µg/100g b		
	S	2.40	99 µg/100g a		
Vitamine E	T	10.0	1.15x10 ⁻³ a	2,23.10 ⁻⁵	
	D	140	7.05 x10 ⁻³ b		21.3 %
	S	90.0	5.60 x10 ⁻³ c		25.9 %
Sélénium	T	0.30	25.0 a	0.05	
	D	0.60	33.0 b		12.1 %
	S	0.60	30.0 ab		7.00 %
Iode	T	1.52	50.0 a	2,25.10 ⁻⁴	
	D	3.02	101 b		16.0 %
	S	3.02	103 b		16.3 %

Tableau 3 : Comparaison des moyennes des performances au cours de l'essai selon les régimes

Régime	Taux de ponte (%)	Poids moyens œufs commercialisables (g)	Poids moyens œufs déclassés (g)	Indices de consommation	Œufs déclassés (%)	Consommations moyennes (g/j/poule)
T	93.6	62.1	63.5	2.12	11.4	123a
D	93.2	62.5	63.5	2.17	11.0	122b
S	90.4	61.4	63.5	2.21	11.3	123a
p-value	0.34	0.25	0.99	0.53	0.88	2.21.10 ⁻⁵

Tableau 4 : Comparaison des moyennes des poids d'œufs, des paramètres de qualité de coquille et de qualité de l'albumen sur 100 œufs par régime

Régime	T	D	S	p-value
Nombre d'œufs fêlés	8	11	11	0.71
Rigidité statique (N/mm)	189	187	187	0.77
Force de fracture (N)	42	42.9	42.8	0.55
Hauteur albumen (mm)	8.2	8.08	8.05	0.52
Unités Haugh	89.8	88.8	88.7	0.29
Poids d'œufs (g)	61.5	62.6	62.3	0.24