



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs> <http://indexmedicus.afro.who.int>

Essai préliminaire de production d'œufs des poules pondeuses (ISA Warren) enrichis en acides gras polyinsaturés oméga 3 avec les graines de *Euphorbia heterophylla* L.

N'Goran David Vincent KOUAKOU^{1*}, Gnantro Cheick TRAORE¹,
Cho Euphrasie Monique ANGBO-KOUAKOU², Kouadio Bertin KOUAME¹,
Amissa Augustin ADIMA³, Nogbou Emmanuel ASSIDJO³, Jean-François GRONGNET⁴
et Maryline KOUBA⁴

¹Département de Formation et de Recherche Agriculture et Ressources Animales, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny, B.P. 1313 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

²Département de Formation et de Recherche Gestion Commerce Economie Appliquée, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny, B.P. 1313 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

³Département de Formation et de Recherche Génie chimique Agro-alimentaire, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny, B.P. 1313 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

⁴Unité Mixte Recherche (UMR) PEGASE INRA-Agrocampus Ouest, 65 rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes cedex. France.

*Auteur correspondant ; E-mail: kwayki@yahoo.fr ; B.P. 1313 Yamoussoukro (RCI) ; Tél: +225 08 39 33 63 ; fax: +225 30 64 04 06 ; cel: +225 02 03 35 81 ; dom: +225 30 64 51 20

RESUME

En Afrique, la notion de qualité nutritionnelle des œufs de poules pondeuses semble être abstraite. Afin d'y remédier, cette étude vise à déterminer l'impact d'un régime supplémenté en graines de *Euphorbia heterophylla* sur la qualité nutritionnelle d'œufs de poules pondeuses. A cet effet, vingt-quatre poules (ISA Warren) de 1,4 kg ont reçu durant 28 jours soit un régime contrôle (RC) (100% d'aliment commercial), soit un régime expérimental (R15) (80% de RC, 5% de complément minéral vitaminé et 15% de graines de *Euphorbia heterophylla*). Les dosages effectués ont montré que le régime R15 a conduit à une baisse significative des proportions d'acides gras saturés, monoinsaturés, polyinsaturés n-6 et a induit à une augmentation significative de la proportion en acides gras polyinsaturés n-3. Les proportions des acides gras C18:3 n-3, C20:5 n-3, C22:5 n-3 et C22:5 n-3 des jaunes des œufs issus de R15 ont été multipliées respectivement par 31, 10, 4 et 3. Une réduction significative de 18% du taux de cholestérol total a été observée avec le régime expérimental R15. La consommation de ce type d'œuf permettrait d'améliorer la prévention des maladies cardiovasculaires, principales causes de mortalité dans les pays africains à revenu faible ou intermédiaire.

© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Œufs, acides gras, cholestérol, nutrition, santé.

© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i4.15>

Preliminary assay of production of layers' eggs (ISA Warren) enriched in polyunsaturated fatty acids omega 3 using *Euphorbia heterophylla* seeds

ABSTRACT

In Africa, notion of nutritional quality of layers' eggs seems to be abstract. To remedy it, this study aims to determining the effect of a diet supplemented with seeds of *Euphorbia heterophylla* on the nutritional quality of layers' eggs. For this purpose, twenty-four hens (ISA Warren) 1,4 kg for 28 days received either a control diet (RC) (100% food marketed) or an experimental diet (R15) (80% RC, 5% vitamin and mineral supplement 15% seeds of *Euphorbia heterophylla*). The analysis showed that R15 diet has significantly led to a decline in proportions saturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, omega-6 PUFA and induced an significantly increase of the proportion of n-3 PUFA. The proportions of fatty acids C18:3 n-3, C20:5 n-3, C22:5 n-3 and C22:5 n-3 of yellow eggs from R15 have increased respectively by 31, 10, 4 and 3. A significantly reduction of 18% to cholesterol the egg yolk was observed with the experimental diet R15. The consumption of this type of egg will allow improve prevention of cardiovascular disease, leading cause of death in low- and middle-income.

© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Eggs, fatty acid, cholesterol, nutrition, health.

INTRODUCTION

Les maladies cardiovasculaires sont la première cause de mortalité (31%) dans le monde (OMS, 2014). Elles tuent deux fois plus que le VIH/SIDA, le paludisme et la tuberculose réunis dans l'ensemble des pays en voie de développement (Abegunde et al., 2007). En 2014, approximativement 17,5 millions de personnes sont décédées de maladies cardiovasculaires dans le monde dont plus des trois quarts dans les pays à revenu faible ou intermédiaire (OMS, 2014). Un des facteurs de risque est l'élévation du taux de cholestérol liée à une consommation excessive de graisses saturées et de cholestérol (German et Dillard, 2004). Ce sont les produits animaux (cervelle, œufs, abats, viande, foie gras, beurre,...) qui sont les plus riches en cholestérol car seuls les animaux peuvent le synthétiser (ANSES, 2011). Parmi les produits animaux, l'œuf avec sa teneur en cholestérol de 5 mg/g d'œuf contient 8 fois plus de cholestérol que la viande de porc (Bourre, 2005). Un moyen de diminuer la teneur en cholestérol de l'œuf est de compléter le régime alimentaire de la poule en germes de maïs (Kovacs et al., 2000) ou en sources d'acides gras polyinsaturés

oméga 3 (AGPI n-3) comme la graine de lin (Sari et al., 2002).

Les acides gras polyinsaturés oméga 3 sont essentiels pour l'homme et ont un rôle reconnu dans la prévention des maladies coronariennes (ANSES, 2011). Un moyen d'augmenter la consommation d'acides gras polyinsaturés oméga 3 est d'enrichir l'œuf en ces acides gras en supplémentant le régime de la poule comme l'ont fait de nombreux auteurs (revue de (Ahmad et al., 2012)). En Côte d'Ivoire, il a été récemment démontré que *Euphorbia heterophylla*, une plante adventice, distribuée au cochon d'Inde (*Cavia porcellus L.*) en complément de *Panicum maximum* conduit à un enrichissement en acides gras polyinsaturé (AGPI) n-3 de la carcasse (Kouakou et al., 2013). Afin de tester la possibilité d'enrichissement en acides gras polyinsaturés (AGPI) n-3 des œufs de poules pondeuses à partir des graines de *Euphorbia heterophylla*, cette étude a été menée. Elle a pour objectif de déterminer l'effet d'un régime supplémenté en graines de *Euphorbia heterophylla* sur la composition en acides gras ainsi que la teneur en cholestérol des œufs de poules pondeuses.

MATERIEL ET METHODES

L'étude a été conduite à la ferme expérimentale du Département Agriculture et Ressources Animales de l'Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny (INP-HB) (6,5°N; 5,2°O). La température et l'humidité relative durant l'essai ont varié respectivement de 20 à 30 °C et de 80 et 85%. La pluviométrie moyenne mensuelle est de 1100 mm.

Animaux et régimes à tester

Deux lots de 12 poules ISA Warren de 8 mois provenant de la ferme expérimentale de l'Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB) en Côte d'Ivoire ont été soumis à deux régimes, un régime commercial contrôle (RC) (100% IVOGRAIN-ponte 20 SIPRA, Côte d'Ivoire) ou un régime expérimental composé du régime commercial contrôle (RC) (80%) supplémenté par 5% de complément minéral vitaminé et 15% de graines de *Euphorbia heterophylla* (R15) (Tableaux 1 et 2).

Mode d'élevage

Les poules ont été élevées en cages en bois de 3,375 m³ (1,5 x 1,5 x 1,5 m) sur litière, à raison de quatre poules par cage, et trois cages par régime. Les mesures de prophylaxie sanitaire ont été respectées afin de prévenir l'apparition d'éventuelles pathologies. Les poules étaient de poids moyen équivalent dans les deux lots (environ 1,44 kg) et ont reçu 120 g d'aliment et de l'eau à volonté. L'essai a duré 28 jours. A la fin de l'expérimentation, tous les animaux ont été abattus.

Prélèvements et analyses des échantillons

Les œufs des deux dernières semaines ont été collectés par régime et par cage. A la fin de l'essai, six œufs par cage ont été choisis de manière aléatoire, puis cassés. La coquille, l'albumen et le vitellus ont été séparés. Les six jaunes d'œufs par cage ont été mélangés puis congelés avant analyses. Les lipides des jaunes d'œufs ont été extraits selon la

technique de Delsal (1944). Ceux des aliments expérimentaux l'ont été par la méthode de Folch et al. (1957). Les profils en acides gras des aliments expérimentaux et des jaunes d'œufs ont été déterminés selon la technique de Morrison et Smith (1964) par chromatographie en phase gazeuse. La teneur en cholestérol des jaunes d'œufs a été mesurée à l'aide d'un kit enzymatique (Cat. No., 11491458, Roche cholesterol assay).

Les teneurs en matières minérales (cendres brutes) des différents régimes expérimentaux ont été déterminées suivant les méthodes de la norme de l'Association Officielle des Chimistes Analytiques (AOAC, 2006) et celles des protéines brutes ont été obtenues par la méthode de Kjeldahl (N x 6,25). Quant à la teneur cellulose brute, elle a été déterminée suivant la norme AOAC (2006) fondée sur la méthode de Weende. La détermination de la teneur en Calcium (Ca) et Phosphore (P) dans les régimes expérimentaux a été réalisée par la méthode spectrophotométrique d'absorption (AOAC, 2006).

Analyses statistiques

Les différences entre les deux lots ont été testées par le test-t de Student (STATA, 2008). L'effet fixe était le régime. Le seuil de signification était de 5%.

RESULTATS ET DISCUSSION

Composition chimique et profils en acide gras des aliments expérimentaux

La composition chimique de ces deux régimes expérimentaux est présentée dans le Tableau 1. Les régimes étaient iso-protéiques et avaient la même énergie métabolisable. Les profils d'acides gras des régimes étaient très différents. Les proportions en acides gras saturés (AGS) et acides gras mono-insaturés (AGMI) étaient plus faibles dans le régime R15. Le régime témoin avait environ deux fois plus d'acide oléique (C18:1 n-9) et une teneur supérieure en acide linoléique (C18:2 n-6) que le régime R15. Par contre, la teneur en acides gras polyinsaturés (AGPI) dans le

régime R15 était plus élevée, en particulier celle en acide linoléique (C18:3 n-3), seize fois plus importante que dans le régime témoin.

Teneur en lipides totaux et en cholestérol total des jaunes d'œufs

Les teneurs en lipides totaux des jaunes d'œufs n'ont pas été affectées par les régimes testés ($P > 0,05$). Des résultats identiques ont été également observés avec des régimes supplémentés en graines de lin (Augustyn et al., 2006). Le régime R15 a induit une réduction de 18% de la teneur en cholestérol total ($P < 0,05$) (Tableau 2). Cette baisse de la teneur en cholestérol des jaunes d'œufs a été constatée par Ayerza et Coates (2000) en supplémentant le régime de poules avec du chia (*Silva hispanica* L.). Ces résultats diffèrent de ceux obtenus par certains auteurs qui n'ont constaté aucune différence significative de la teneur en cholestérol des jaunes d'œufs (Ansari et al., 2006; Yalcyn et al., 2007).

Profil en acide gras des jaunes d'œufs

Le régime R15 a conduit à une baisse des proportions d'acides gras saturés (AGS), des acides gras monoinsaturés (AGMI) et des acides gras polyinsaturés oméga 6 (AGPI oméga 6) ($P < 0,05$). En effet, l'augmentation de la teneur en acides gras polyinsaturés oméga 3 (AGPI n-3) a provoqué une baisse des proportions des AGS, AGMI et AGPI n-6, ce qui est conforme aux résultats obtenus par Ayerza et Coates (2000) avec le chia (*Silva hispanica* L.) et à plusieurs études utilisant une supplémentation par du lin (revue de Ahmad et al., 2012).

Le régime R15 également induit une teneur en acide gras polyinsaturés oméga 3 (AGPI n-3) environ neuf fois (8,95) plus importante que dans le régime contrôle (RC) ($P < 0,05$). Les proportions en acide linoléique (C18:3 n-3, ALA), en acide eicosapentaénoïque (C20:5 n-3, EPA), en acide clupanodonique C22:5 n-3 (DPA) et en acide docosahexaénoïque (C22:6 n-3, DHA)

des jaunes des œufs issus du régime R15 ont été multipliées respectivement par 31, 10, 4 et 3. L'augmentation de la teneur en acide gras polyinsaturés oméga 3 (AGPI n-3), en acide linoléique (C18:3 n-3, ALA) et en acide docosahexaénoïque (C22:6 n-3, DHA) du jaune d'œuf de poule recevant un régime riche en AGPI n-3 a déjà été décrite (Bean et Leeson, 2003; Ayerza et Coates, 2000). Cependant, contrairement à ces auteurs, la présente étude montre une augmentation significative de la teneur en acide eicosapentaénoïque (C20:5 n-3, EPA). Selon Ayerza et Coates (2000), l'absence de cet acide gras pourrait être attribuée à la limite de seuil de détection chromatographique plutôt qu'à son absence réelle et cela en raison des proportions relatives assez faibles de cet acide gras. En effet, l'acide eicosapentaénoïque (C20:5 n-3, EPA) représente qu'une étape de la conversion de l'acide linoléique (C18:3 n-3, ALA) en acide docosahexaénoïque (C22:6 n-3, DHA) (ANSES, 2011).

Le régime R15 a conduit à une forte diminution du rapport des acides gras C18:2 n-6/C18:3 n-3 (41,7 pour le régime témoin contre 1,2 pour le régime R15) ($P < 0,05$) (Tableau 2). Le rapport des acides gras C18:2 n-6/C18:3 n-3 du jaune d'œuf induit par le régime R15 est inférieur à ceux de Ayerza et Coates (2000) utilisant comme source d'enrichissement des graines de chia (*Salvia hispanica* L.) à un taux d'incorporation de 21% après 30 jours de distribution. Ce résultat confirme l'intérêt nutritionnel de cette supplémentation en graines de *Euphorbia heterophylla* de l'alimentation des poules pondeuses et est en total accord avec les recommandations des nutritionnistes qui souhaitent un ratio C18:2 n-6/C18:3 n-3 dans le régime alimentaire de l'homme inférieur ou égale à 5 (ANSES, 2011). Aussi, la consommation de ce type d'œuf permettrait-elle d'améliorer la prévention des maladies cardiovasculaires, principales causes de mortalité dans les pays africains à revenu faible ou intermédiaire.

Tableau 1: Ingrédients, compositions chimiques et profils en acides gras des différents régimes des poules pondeuses (régime contrôle (RC) ou supplémenté par 15% de graines d'*Euphorbia heterophylla* (R15)).

Ingrédients (%)	Régimes expérimentaux	
	RC	R15
Ivograin Ponte 20	100	80,00
<i>Euphorbia heterophylla</i> (graine)	-	15,00
Phosphate bicalcique	-	4,8
Lysine	-	0,2
Compositions chimiques (%)		
Protéine brute	18,93	18,93
Matière grasse	1,89	6,38
Matière minérale	12,83	15,72
Cellulose brute	1,58	2,89
Calcium	3,58	4,64
Phosphore	1,79	2,76
Calcium/Phosphore*	2,01	1,68
Energie métabolisable (Mj / kg MS)*	14,17	14,17
Profils en acides gras (% des acides gras totaux)		
ΣAGS	23,97	18,15
C14:0	0,25	0,12
C15:0	0,08	0,04
C16:0	18,51	11,99
C18:0	4,59	5,71
C20:0	0,54	0,29
ΣAGMI	31,53	16,33
C16:1 n-9	0,15	0,04
C16:1 n-7	0,47	0,19
C18:1 n-9	29,43	14,93
C18:1 n-7	1,12	0,96
C20:1 n-9	0,36	0,21
ΣAGPI	44,51	65,52
C18:2 n-6	42,05	25,38
C18:3 n-3	2,46	40,14
18:2n-6/18:3n-3	17,0934959	0,632287

*Valeur calculée,

Σ AGS: somme des acides gras saturés (C14:0+C15:0+C16:0+C18:0+C20:0),

Σ AGMI: somme des acides gras monoinsaturés (C16:1+C18:1+C20:1),

Σ AGPI: somme des acides gras polyinsaturés (C18:2+C18: 3).

Tableau 2: Teneur en lipides (en %) et cholestérol total (mg/g) et composition en acides gras (% des acides gras totaux) du vitellus des œufs de poules recevant un régime contrôle (RC) ou supplémenté par 15% de graines d'*Euphorbia heterophylla* (R15).

Profils	Régimes expérimentaux		Effet du régime
	RC	R15	
Lipides totaux	30,5	28,2	NS
Cholestérol total	24,3	20,0	*
Acides gras			
ΣAGS	35,8	34,8	*
ΣAGMI	48,8	41,5	***
ΣAGPI n-3	1,05	11,4	***
C18:3 n-3	0,29	9,06	***
C20:5 n-3	0,01	0,10	***
C22:5 n-3	0,08	0,31	***
C22:6 n-3	0,58	1,77	**
ΣAGPI n-6	14,0	12,2	**
C18:2 n-6	12,1	10,9	*
C20:4 n-6	1,40	0,89	*
C22:4 n-6	0,14	0,07	**
ΣAGPI/ ΣAGS	0,42	0,68	***
18:2n-6/18:3n-3	41,7	1,20	***

Σ AGS: somme des acides gras saturés (C14:0+C15:0+C16:0+C18:0+C20:0),

Σ AGMI: somme des acides gras monoinsaturés (C14:1+C16:1+C18:1+C20:1),

Σ AGPI: somme des acides gras polyinsaturés (Σ n-3 FA+Σ n-6 FA),

Σ AGPI n-3 : somme des acides gras polyinsaturés n-3 (C18:3+C18: 4+C20:3+C20:5+C22:5+C22:6),

Σ AGPI n-6 : somme des acides gras polyinsaturés n-6 (C18:2+C18:3+C20:2+C20:4+C22:4),

NS: non significatif; (P > 0.05); *: P < 0.05; **: P < 0.01; ***P < 0.001.

Conclusion

La supplémentation des graines de *Euphorbia heterophylla* dans le régime de poules a des effets importants sur la qualité nutritionnelle des œufs (augmentation de la teneur en acide gras polyinsaturés oméga 3 (AGPI n-3), baisse de la teneur en cholestérol). Cependant, d'autres études devront être réalisées afin de confirmer les présents résultats sur un plus grand nombre de volailles.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêt.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Les auteurs N'DVK, GCT, CEMA-K, KBK, AAA, NEA et J-FG ont contribué de manière significative à la conception et à la mise en place du plan de travail et à la collecte des données. N'DVK, GCT, CEMA-K et MK ont contribué de manière significative à la collecte des données, à l'analyse et interprétation des résultats. Tous les auteurs suscités ont participé à l'organisation des idées, à la révision du contenu intellectuel du document et sont à mesure d'en défendre individuellement le contenu.

REMERCIEMENTS

Les coauteurs tiennent à remercier toutes les personnes physiques ou morales qui ont contribué de près ou de loin à l'obtention des présents résultats.

RÉFÉRENCES

- Abegunde DO, Mathers CD, Adam T, Ortegón M., Strong K. 2007. The burden and costs of chronic diseases in low-income and middle-income countries. *Lancet*, **370**: 1929-1938. DOI : [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61696-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61696-1)
- Ahmad S, Haq AU, Yousaf M, Sabri MA, Kamran Z. 2012. Response of laying hens to omega-3 fatty acids for performance and egg quality. *Avian Biology Research*, **5**(1): 1-10. DOI: 10.3184/175815512X13291506128070
- Ansari R, Azarbayejani A, Ansari S, Asgari S, Gheisari A. 2006. Production of egg enriched with omega-3 fatty acids in laying hens. *Arya Journal*, **1**(4): 242-246. http://www.sid.ir/en/VEWSSID/J_pdf/106120060402.pdf
- ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) 2011. Actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras. Rapport d'expertise collective. Paris.
- AOAC (Association Officielle des Chimistes Analytiques). 2006. *Official Methods of Analysis* (18th edn). Association of Official Analytical Chemists: Arlington, USA.
- Ayerza R, Coates W. 2000. Dietary Levels of Chia: influence on yolk cholesterol, lipid content and fatty acid composition for two strains of hens. *Poultry Science*, **79**: 724-739.
- Augustyn R, Barteczko J, Smulikowska S. 2006. The effect of feeding regular or low α -linolenic acid linseed on laying performance and total cholesterol content in eggs. *Journal of Animal Feed Sciences*, **15**: 103-106.
- Bean ID, Leeson S. 2003. Long-term effect of feeding linseed on performance and egg fatty acid composition of brown and white hens. *Poultry Science*, **82**: 388-394. DOI : 10.1093/ps/82.3.388
- Bourre J-M, 2005. Enrichissement de l'alimentation des animaux avec les acides gras oméga-3 : impact sur la valeur nutritionnelle de leurs produits pour l'homme. *Médecine science : M/S*, **21**(8-9): 773-779.
- Delsal L. 1944. A new procedure for extraction of serum lipids with methylal. Application to microdetermination of total cholesterol, phosphoaminolipids and proteins. *Bulletin de la Société de Chimie et de Biologie*, **26**: 99-105.
- Folch J, Lees M, Stanley GHS. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, **226**: 497-509.
- German JB, Dillard CJ. 2004. Saturated fats: what dietary intake? *American Journal of Clinical Nutrition*, **80**(3): 550-559.
- Kouakou NDV, Grongnet J-F, Assidjo EN, Thys E, Marnet P-G, Catheline D, Legrand P, Kouba M. 2013. Effect of a supplementation of *Euphorbia heterophylla* on nutritional meat quality of Guinea pig (*Cavia porcellus* L.). *Meat Science*, **93**(4): 821-826. DOI : 10.1016/j.meatsci.2012.11.036
- Kovacs G, Schmidt J, Husveth F, Dublicz K, Wagner L, Farkas-Zelz E. 2000. Effect of feed composition on cholesterol

- content of the table eggs. *Acta Alimentaria*, **29**: 25-41.
- Morrison WR, Smith LM. 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *Lipids Research*, **5**: 600-608.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS) 2014. Global status report on noncommunicable diseases.
- Sari M, Aksit M, Özdoğan M, Basmacıoğlu H. 2002. Effects of addition of flaxseed to diets of laying hens on some production characteristics, levels of yolk and serum cholesterol, and fatty acid composition of yolk. *Archiv für Geflügelkunde*, **66**(2): 75-79.
- STATA. 2008. *Stata/IC 10.0 for windows*, StataCorp LP. Lakeway Drive College Station, TX, USA.
- Yalcyn H, Unal MK, Basmacıoğlu H. 2007. The fatty acid and cholesterol composition of enriched egg yolk lipids obtained by modifying hens' diets with fish oil and linseed. *Journal of Medicinal Food*, **58**(4): 372-378.