

EFFETS DES OLIGO-ELEMENTS COMPLEXES SUR LES PERFORMANCES ET LES MESURES OSSEUSES DE DINDONS AGES DE 0 A 7 SEMAINES

**Colwayne Morris¹, Leonardo Linares², Jeffre Firman¹, Marco Rebollo², Christof Raff²,
Cibele Torres².**

¹UNIVERSITY OF MISSOURI, Columbia, MO, USA,

²ZINPRO CORPORATION, 10400 Viking Drive, Suite 240 Eden Prairie, MN, USA

ctorres@zinpro.com

RÉSUMÉ

Les objectifs de cette étude étaient d'évaluer les effets d'une supplémentation en Availa®Zn, Availa®Z/M et Availa®ZMC (Zinpro Corporation) sur la performance et les mesures osseuses de dindons, de l'éclosion à leur 7^e semaine. Ce sont au total 1 200 dindonneaux mâles Hybrid Converter d'un jour qui ont été assignés au hasard à l'un des 4 traitements alimentaires, avec 12 répétitions et 25 oiseaux par case. Les traitements incluaient : 1) Sulfates ; 2) Zn-CAA ; 3) Zn/Mn-CAA ; 4) Zn/Mn/Cu-CAA et étaient formulés de manière à obtenir des concentrations alimentaires finales de 125 mg/kg de Zn, 125 mg/kg de Mn et 7 mg/kg de Cu. Dans les deux phases, aucun effet n'a été observé pour les paramètres de performance ($P > 0,05$), à l'exception de l'indice de consommation ($P = 0,05$) des jours 19 à 50, où les oiseaux consommant Zn/Mn-CAA et Zn/Mn/Cu-CAA affichaient une efficacité supérieure de 7 et 9 points, respectivement, que les oiseaux supplémentés en sulfates. L'indice de consommation, de 0 à 50 jours, était inférieur ($P = 0,06$) chez les oiseaux consommant Zn/Mn-CAA et Zn/Mn/Cu-CAA par rapport aux sulfates, de 6 et 8 points, respectivement. Aucune différence ($P > 0,05$) n'a été observée sur le poids du tibia (% PC). Le pourcentage de cendres du tibia des oiseaux ayant consommé des sulfates et Zn/Mn-CAA était supérieur ($P = 0,04$) à ceux ayant consommé Zn/Mn/Cu-CAA, tandis que les cendres du tibia en pourcentage du poids corporel n'était pas différente. En conclusion, il a été observé que les oiseaux consommant des oligo-éléments complexés avec des acides aminés affichaient une amélioration de l'indice de consommation, à la fois statistiquement pendant la phase de croissance et numériquement pendant toute la période expérimentale, par rapport aux oiseaux supplémentés seulement en sulfate.

ABSTRACT

Effects of Amino Acid Complexed Trace Minerals on Performance and Bone Measurements of Male Turkeys from 0 to 7 Weeks of Age.

The objectives of this study were to evaluate the effects of supplemental Availa®Zn, Availa®Z/M, and Availa®ZMC (Zinpro Corporation) on performance and bone measurements of male turkeys from hatch to 7 weeks. A total of 1,200-day-old Hybrid Converter male poults were randomly assigned to 1 of 4 dietary treatments, with 12 replicate pens and 25 birds/replicate. Treatments included: 1) Sulfates; 2) Zn-AAC; 3) Zn/Mn-AAC; 4) Zn/Mn/Cu-AAC and were formulated to obtain final dietary concentrations of 125 mg/kg Zn, 125 mg/kg Mn, and 7 mg/kg Cu. No treatment effect was observed for performance parameters in either phase ($P > 0.05$), except for feed conversion ($P = 0.05$) during days 19 to 50, where birds fed Zn/Mn-AAC and Zn/Mn/Cu-AAC were 7 and 9 points more efficient, respectively, than those fed Sulfates. Feed conversion, from d 0 to 50, was lower ($P = 0.06$) for birds fed Zn/Mn-AAC and Zn/Mn/Cu-AAC versus Sulfates, at 6 and 8 points, respectively. No difference ($P > 0.05$) was observed for tibia weight (% BW). Tibia mid-section measurements were not different among treatments. Percent tibia ash of birds fed Sulfates and Zn/Mn-AAC was greater ($P = 0.04$) than those consuming Zn/Mn/Cu-AAC, whereas tibia ash as a percent of BW was not different. In conclusion, birds consuming supplemental amino acid complexed trace minerals were observed to have improved feed conversion, both statistically in the Grower phase, and numerically throughout the total experimental period, compared to birds consuming only sulfate minerals.

INTRODUCTION

Les oligo-éléments (OE), zinc (Zn), manganèse (Mn) et cuivre (Cu) sont des nutriments importants pour les animaux d'élevage étant donné qu'ils sont des cofacteurs essentiels d'enzymes nécessaires à plusieurs processus biochimiques, dont le métabolisme osseux (Underwood et Suttle, 1999). Les céréales ne fournissent pas les quantités d'OE disponibles suffisantes pour les besoins des animaux. Les aliments conventionnels des volailles sont généralement supplémentés avec des sources inorganiques de ces nutriments, telles que les chlorures, sulfates, carbonates et oxydes. Les oligo-éléments inorganiques (OEI) sont confrontés, dans la lumière intestinale, à des antagonistes alimentaires qui réduisent leur biodisponibilité et compromettent donc l'ensemble du métabolisme. L'utilisation de sources d'oligo-éléments davantage biodisponibles seules ou en combinaison avec des OEI ont montré d'importants avantages biologiques chez les poulets de chair, notamment une amélioration de la fonction immunitaire (Dibner, 2005) ; une baisse du stress oxydatif et une hausse de la performance (Ferket et Qureshi, 1992 ; Davis et al., 2003) ; une réduction de l'incidence des troubles squelettiques tels que la dyschondroplasie du tibia (DT) (Dibner et al., 2007), les lésions du coussinet plantaire, les déformations varus-valgus et les tremblements des pattes (Ferket et Qureshi, 1992 ; Ferket et al., 2009) et une meilleure résistance à la rupture des os (Ferket et al., 2009). Alors que l'intérêt des formes plus disponibles d'oligo-éléments a été bien rapportée chez les poulets de chair dans certains aspects de la qualité de l'os, il existe moins d'information disponible sur leurs effets sur les dindes. Des bénéfices similaires pour la performance et la santé osseuse peuvent être attendus lorsque les aliments des dindes sont supplémentés en Cu, Zn et Mn complexés avec des acides aminés (CAA). Cela représente une opportunité majeure pour le secteur de la production de dindes puisqu'une amélioration de l'état général de santé dans les 7 premières semaines de vie peut entraîner une diminution des problèmes squelettiques, souvent responsables de taux de mortalité pouvant dépasser 1 % par semaine. Les objectifs de cette étude étaient d'évaluer les effets d'une supplémentation en Zn, Cu et Mn complexés avec des acides aminés sur les performances et la qualité des os de dindons, de l'éclosion à leur 7e semaine d'âge.

1. MATERIELS ET METHODES

Un total de 1200 dindonneaux mâles Hybrid Converter d'un jour ont été répartis au hasard dans l'un des 4 traitements alimentaires, avec 12 répétitions et 25 oiseaux par case. Les aliments à base de maïs et de tourteau de soja ont été formulés de manière à être

identiques sur le plan nutritionnel. Les oiseaux bénéficiaient d'un accès ad libitum à l'alimentation en deux phases : démarrage (jour 1 à 19 ; miettes) et croissance (jours 19 à 50 ; granulés). Les aliments comprenaient de la phytase et de la xylanase (Rovabio Max AP à 0,01% d'inclusion) et un coccidiostatique (monensin sodium) pendant toute l'étude. Tous les aliments étaient formulés avec une iso-supplémentation de 125 – 125 – 7 mg/kg de Zn, Mn et Cu, respectivement. Les analyses des teneurs totales de chaque OE, incluant celles du régime alimentaire de base en plus de la supplémentation en sulfates et complexes métal-acide aminé (CAA) de Cu, Zn et Mn (Zinpro Corporation) sont indiquées dans le tableau 1.

Le poids vif (PV), l'ingéré alimentaire (IA), l'indice de consommation (IC) moyens par case ont été mesurés à 7, 19 et 50 jours. L'IC corrigé à la mortalité et à un PV similaire (ICcor) a également été calculé en s'appuyant sur des données de performance globales. Les tibias des dindes de 50 jours ont été échantillonnés et ont fait l'objet d'une analyse plus approfondie, pour déterminer leur teneur en cendres et en OE. Des mesures de la couche de l'anneau de croissance du tibia proximal et une histologie ont également été mises en œuvre.

Les données ont été analysées par une ANOVA one-way utilisant le Minitab Statistics Program (Version 1.5.0). Quand le modèle était significatif avec des différences $P \leq 0,05$, les moyennes étaient analysées par test LSD.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Dans l'ensemble, la mortalité était faible (6 % en moyenne dans tous les groupes) et n'était pas significativement influencée par le régime alimentaire. Les paramètres de croissance et d'ingestion alimentaire pendant la phase de démarrage n'ont pas été influencés par le type d'OE ajouté à la ration (tableau 2). Des études précédentes montrent que le zinc issu de sources non inorganiques était plus disponible et favorisait une meilleure ingestion alimentaire (Ferket et Qureshi, 1992 ; Davis et al., 2003 ; Ferket et al., 2009) ; toutefois cette étude n'a pas produit de résultats similaires. En fait, les dindes consommant Zn/Mn-CAA (T3) et Zn/Mn/Cu-CAA (T4) pendant la phase de croissance pesaient respectivement 88 (+3,3%) et 105 (+4,0%) grammes ($P=0,20$) de plus et consommaient environ 1,7 et 2,0 % d'aliment en moins ($P=0,67$, données non présentées) par rapport aux dindes ayant consommé des OE sulfates (T1). Ces augmentations numériques de la croissance (GPV Gain de Poids Vif) ont entraîné des améliorations significatives de 7 et 9 points de l'ICcor19-50j ($P=0,05$). L'ICcor0-50j a été aussi réduit de 6 et 8 points respectivement ($P=0,06$) pour les oiseaux T3 et T4 par rapport aux animaux témoins. Les oiseaux consommant Zn-CAA (T2) se situaient dans la moyenne et ne présentaient pas de différences

significatives par rapport aux autres traitements pendant la phase de croissance et l'intégralité de la période.

Aucune différence n'a été observée concernant le poids du tibia (% PV) et les mesures du centre du tibia (tableau 3). Les oiseaux du groupe Zn/Mn/Cu-CAA (T4) présentaient en moyenne un pourcentage de cendres de tibia inférieur à ceux du groupe (T1) et du groupe Zn/Mn-CAA (T3) ($P = 0,04$). Les dindes ont été choisies au hasard pour les mesures osseuses et les oiseaux du groupe T4 affichaient près de 193 grammes de moins que les oiseaux du groupe T1. Ainsi, les résultats des cendres du tibia mentionnés ci-dessus pourraient être liés à ceux du PV des oiseaux étant donné qu'il existe une corrélation positive entre le PV et la teneur en cendres du tibia (Applegate et Lilburn, 2002). Quand la teneur en cendres du tibia était exprimée en pourcentage du PV, cette différence de pourcentage des cendres du tibia n'était plus significative. L'absence d'effet des CAA sur la minéralisation osseuse contredit les découvertes antérieures selon lesquelles un supplément de Zn et de Mn-CAA améliorait la teneur en cendres des dindes à un âge similaire (Davis et al., 2003).

La teneur en zinc du tibia (ppm/kg PV) était supérieure dans les groupes T2 et T3 par rapport à T1 (64,4 et 63,9 vs $54,3 \pm 3,45$, respectivement, $P=0,003$) ; les oiseaux du groupe T4 se situant au milieu et ne présentant aucune différence significative par rapport aux autres traitements. D'un autre côté, la teneur en cuivre du tibia (ppm/kg PV) était supérieure chez le groupe T1 et inférieure chez les oiseaux T4 qui présentaient la teneur Cu la plus faible (0,63 vs $0,33 \pm 0,119$, $P=0,003$), les groupes T2 et T3 se

situant dans la moyenne et ne présentant aucune différence significative par rapport aux deux autres traitements. La teneur en manganèse du tibia était supérieure chez les oiseaux du groupe T2 par rapport au groupe témoin et au groupe T4 ($1,80$ vs $1,27$ et $1,22 \pm 0,287$ ppm/kg PV, $P=0,06$).

Les évaluations histomorphométriques du tibia (zone de prolifération, largeur épiphysaire partielle, largeur moyenne de la zone de prolifération, zone de maturation maximale, rapport zone d'hypertrophie - zone de prolifération) n'étaient pas significativement influencées par la source d'OE ajoutés (données non présentées).

CONCLUSION

En conclusion, malgré une augmentation de la teneur en Zn et Mn du tibia par ajout d'OE-CAA, la taille et la minéralisation globales des os n'ont pas été notablement influencées par la source d'OE. Toutefois, la performance a été améliorée par l'ajout d'OE-CAA notamment quand les oiseaux consommaient des aliments supplémentés en Zn/Mn-CAA et Zn/Mn/Cu-CAA. Ces oiseaux présentaient une amélioration significative de l'IC de 7 et 9 points pendant la phase de croissance, respectivement, par rapport aux oiseaux ne consommant que des sulfates. De même, l'indice de consommation sur toute la période était inférieur chez les oiseaux consommant Zn/Mn-CAA et Zn/Mn/Cu-CAA par rapport aux sulfates, de 6 et 8 points, respectivement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Applegate, T.J., M.S. Lilburn. 2002. Poul. Sci. 81:1289-1294
 Davis, S.W., B.A. George, C.L., Quarles, T.L., Ward, C.J., Rapp, and T.M., Fakler. 2003. Poult. Sci. 82 (Suppl. 1):114 (Abstr.)
 Dibner, J.J. 2005. Mid-Atlantic Nutrition Conference. University of Maryland, College Park.
 Dibner, J.J., J.D. Richards, M.L. Kitchell, and M.A. Quiroz. 2007. J. Appl. Poult. Res. 16:126-137.
 Ferket, P.R., and Qureshi, M.A. 1992. Poult. Sci. 71 (Suppl. 1):60 (Abstr.)
 Ferket, P.R., E.O. Oviedo-Rondon, P.L. Mente, D.V. Bohorquez, A.A. Santos Jr., J.L. Grimes, J.D. Richards, J.J. Dibner, and V. Felts. 2009. Poult. Sci. 88:118-131.
 Underwood, E.J., and N.F. Suttle. 1999. The mineral nutrition of livestock, 3rd ed. CABI Publishing, New York.

Tableau 1. Description des régimes sur les suppléments en OE et les analyses totales (teneurs basales + suppléments) des aliments démarrage et croissance, en mg/kg aliment complet

Régime ¹	Sulfates			Complexes			Valeurs d'analyses des aliments démarrage (D) et croissance (C)					
	Zn	Mn	Cu	Zn	Mn	Cu	Zn		Mn		Cu	
							D	C	D	C	D	C
T1 : Témoin-sulfates ²	125	125	7	-	-	-	164	156	107	128	18.0	25.9
T2 : Zn-CAA ³	65	125	7	60	-	-	162	155	114	109	17.6	14.4
T3 : Zn/Mn-CAA ⁴	85	85	7	40	40	-	160	149	113	116	13.9	15.0
T4 : Zn/Mn/Cu-CAA ⁵	85	85	-	40	40	7	165	160	109	117	20.0	25.8

¹Les aliments étaient formulés de manière à apporter une supplémentation de 125 – 125 – 7 mg/kg de Zn, Mn et Cu, respectivement.

²T1 (témoin) : Cu, Zn et Mn tous sous forme de sulfates ; ³T2 (Zn-CAA) : Zn issu de 60 mg/kg de Zn-CAA (Avalia®Zn) et 65 mg/kg de ZnSO₄ ; ⁴T3 (Zn/Mn-CAA) : Zn et Mn à 40 – 40 mg/kg issus de Zn/Mn CAA (Avalia®Z/M) + 85 – 85 mg/kg issu de ZnSO₄, MnSO₄ et CuSO₄ ; ⁵T4 (Zn/Mn/Cu-CAA) : 40 – 40 – 7 mg/kg Cu, Zn et Mn issus de CAA (Avalia®ZMC) + 85-85-0 mg/kg ZnSO₄, MnSO₄, ZnSO₄ et CuSO₄.

Tableau 2. Paramètres de performances - Gain de Poids Vif (GPV), Ingéré Alimentaire (IA) et Indice de Consommation corrigé (IC_{cor}) sur les différentes périodes

Régime	Démarrage _{0-19j}			Croissance _{19-50j}			Ensemble de la période _{0-50j}		
	GPV kg	IA kg	IC _{cor} g/g	GPV kg	IA kg	IC _{cor} g/g	GPV kg	IA kg	IC _{cor} g/g
T1 : Témoin - sulfates ¹	0,486	0,690	1,403	2,723	4,823	1,798 ^a	3,15	5,51	1,74
T2 : Zn-CAA ²	0,481	0,666	1,372	2,758	4,749	1,756 ^{ab}	3,18	5,41	1,70
T3 : Zn/Mn-CAA ³	0,480	0,673	1,395	2,811	4,740	1,724 ^b	3,23	5,39	1,68
T4 : Zn/Mn/Cu-CAA ⁴	0,486	0,683	1,389	2,828	4,726	1,707 ^b	3,25	5,40	1,66
SEM _{n=12}	0,002	0,004	0,006	0,19	0,03	0,013	0,02	0,03	0,01
Valeur P	0,75	0,16	0,27	0,20	0,67	0,05	0,25	0,60	0,06

¹T1 (témoin) : Cu, Zn et Mn tous sous forme de sulfates ; ²T2 (Zn-CAA) : Zn issu de 60 mg/kg de Zn-CAA (Avalia®Zn) et 65 mg/kg de ZnSO₄ ; ³T3 (Zn/Mn-CAA) : Zn et Mn à 40 – 40 mg/kg issus de Zn/Mn CAA (Avalia®Z/M) + 85 – 85 mg/kg issu de ZnSO₄, MnSO₄ et CuSO₄ ; ⁴T4 (Zn/Mn/Cu-CAA) : 40 – 40 – 7 mg/kg Cu, Zn et Mn issus de CAA (Avalia®ZMC) + 85-85-0 mg/kg ZnSO₄, MnSO₄, ZnSO₄ et CuSO₄.

Les valeurs avec un exposant différent présentent une différence significative de $P < 0,05$.

Tableau 3. Qualité des tibias de dindes de 50 jours

Régime	Poids Vif (PV) moyen des oiseaux échantillonnés	Tibia ⁵				
		Cendres %	Cendres %/ kg PV	Cendres Zn %/ kg PV	Cendres Cu %/ kg PV	Cendres Mn %/ kg PV
T1 : Témoin - sulfates ¹	3,592	55,5 ^a	0,16	54,3 ^b	0,63 ^a	1,27
T2 : Zn-CAA ²	3,454	54,1 ^{ab}	0,15	64,4 ^a	0,48 ^{ab}	1,80
T3 : Zn/Mn-CAA ³	3,452	54,8 ^a	0,15	63,9 ^a	0,38 ^{ab}	1,37
T4 : Zn/Mn/Cu-CAA ⁴	3,399	52,3 ^b	0,20	61,2 ^{ab}	0,33 ^b	1,22
SEM _{n=12}	0,213	2,81	0,011	3,45	0,119	0,287
Valeur P	0,18	0,04	0,2	0,003	0,003	0,06

¹T1 (témoin) : Cu, Zn et Mn tous sous forme de sulfates ; ²T2 (Zn-CAA) : Zn issu de 60 mg/kg de Zn-CAA (Avalia®Zn) et 65 mg/kg de ZnSO₄ ; ³T3 (Zn/Mn-CAA) : Zn et Mn à 40 – 40 mg/kg issus de Zn/Mn CAA (Avalia®Z/M) + 85 – 85 mg/kg issu de ZnSO₄, MnSO₄ et CuSO₄ ; ⁴T4 (Zn/Mn/Cu-CAA) : 40 – 40 – 7 mg/kg Cu, Zn et Mn issus de CAA (Avalia®ZMC) + 85-85-0 mg/kg ZnSO₄, MnSO₄, ZnSO₄ et CuSO₄. ⁵Mesures des cendres du tibia d'oiseaux choisis au hasard : cendres du tibia (%), cendres du tibia par rapport au poids vif, (% PV); teneur en Zn, Cu et Mn des cendres par rapport au PV (ppm/kg PV).

Les valeurs avec un exposant différent présentent une différence significative de $P < 0,05$.

EFFETS D'UN MÉLANGE DE PLANTES COMME SUBSTITUT DE LA CHOLINE SYNTHÉTIQUE SUR LES PERFORMANCES DE POULETS DE CHAIR

A. Atkinson^a, J.F. Le Roux^b, S. Olivera^b, H. Borin^b, C. Alleno^c et M.-C. Musy^c

^aNuproxa Switzerland Ltd., 3 RUE JEAN ROSTAND, 22440 Ploufragan, France

^bNuproxa Switzerland Ltd., La Romanèche, 131163 Etoy, Suisse

^cZOOTEESTS, 5 rue Gabriel Calloet Kerbrat, 22440 Ploufragan, France

angela.atkinson@nuproxa.ch

RÉSUMÉ

Les besoins en choline (Vitamine B4) des animaux sont satisfaits par l'utilisation de chlorure de choline, molécule de synthèse dont l'utilisation peut s'avérer délicate dans les aliments et surtout les premix en particulier en raison de son hygroscopicité et réactivité. L'utilisation de mélanges de plantes comme substitut du chlorure de choline est courante en Amérique Latine et dans certaines régions d'Asie. L'objectif de l'essai est de valider cette substitution dans des conditions d'élevage en France par la mesure des performances de poulets de chair jusqu'à 35 jours. A cet effet, 820 poulets mâles Ross 308 (10 répétitions, 410 animaux par traitement) ont été répartis en un lot témoin (T1) avec chlorure de choline et un lot expérimental (T2) supplémenté avec le mélange végétal à raison de 1/5 de la dose du chlorure de choline. Des mesures de performances zootechniques et des mesures sur les foies des animaux ont été réalisées. Un traitement statistique par analyses de variance et test du Khi2 à l'aide du logiciel SAS a été appliqué. Les résultats ont montré des poids moyens à 35 jours similaires entre les deux groupes, 2 355g vs 2 344g respectivement pour T1 et T2. La consommation quotidienne moyenne d'aliments sur la période 0-35 jours n'a pas été significativement différente entre les deux traitements, 102,7 g/j/animal pour T1 vs 102 g/j/animal pour T2. Des indices de consommations moyens semblables de 1,54 ont été observés pour les deux traitements. Concernant les mesures hépatiques, un poids moyen de foie significativement inférieur a été observé pour le groupe T2 (51,3 g) par rapport au groupe T1 (55,4 g). Les performances de poulets supplémentés ont été similaires à celles du groupe témoin avec un avantage supérieur pour le mélange de plantes sur le fonctionnement hépatique. Ceci pouvant s'expliquer par la présence de phosphatidylcholine et surtout par l'activation de récepteurs, les PPAR α , impliqués dans de nombreux métabolismes. Des essais en nutriginomique ont récemment été réalisés et semblent confirmer ce mode d'action.

ABSTRACT

Effects of a polyherbal mixture as a substitute to synthetic choline on the performance of broilers.

The animals' needs in choline (Vitamin B4) are satisfied using choline chloride, synthetic molecule which can be hard to handle in feeds and in premixes due to its hygroscopicity and reactivity. The use of polyherbal mixtures as choline chloride substitute is common in Latin America and in certain regions of Asia. The objective of this trial is to test this substitution in farm conditions in France with the measurement of zootechnical performances of broilers until 35 days of age. Thus, 820 male broilers Ross 308 (10 repetitions, 410 animals per treatment) have been divided into a control group (T1) with choline chloride and an experimental group (T2) supplemented with the polyherbal mixture at the dosage of 1/5 of the level of chlorine chloride. Measures of zootechnical performances and measures on the liver of the animals have been realized. Statistical analysis by analysis of variance and Chi-Square tests using SAS software was applied. Results have shown similar average live weight at 35 days between the two groups, 2 355g vs 2 344g respectively. Average daily feed intakes on the period 0-35 days were not significantly different between the two groups, 102,7 g/day/animal for T1 vs 102 g/day/animal for T2. Similar feed conversion ratios of 1,54 have been observed between both treatments T1 and T2. Regarding hepatic measures, a significant lower liver weight was determined for the group T2 (51,3 g) in comparison with group T1 (55,4 g). The zootechnical performance of the supplemented broilers was similar to those of the control group with an additional benefit for the polyherbal mixture on the liver. This can be explained by the content of phosphatidylcholine and especially by the activation of receptors, the PPAR α , involved in diverse metabolisms. Some nutrigenomic trials have been recently conducted and seems to confirm this mode of action

INTRODUCTION

La choline est essentielle en nutrition animale pour son rôle dans le métabolisme lipidique et donc sur le fonctionnement hépatique (Saeed et al., 2017) mais aussi pour ses fonctions de donneur de méthyl (Zeisel, 2017). Même si les matières premières contiennent déjà un certain niveau de choline, une supplémentation est nécessaire chez les animaux d'élevage. Les besoins du poulet de chair Ross 308, selon Aviagen, sont de 1 700 mg/kg d'aliment de 0 à 10 jours, puis de 1 600 mg/kg d'aliment de 11 à 24 jours et enfin de 1 500 mg/kg d'aliment de 25 jours à l'abattage. Le chlorure de choline est la source la plus utilisée. Cependant, le chlorure de choline est une molécule de synthèse dont l'utilisation peut s'avérer délicate. Son hygroscopicité et corrosivité compliquent sa manipulation. Son incorporation dans les premix affecte leur stabilité.

Des alternatives naturelles existent et sont utilisées sur d'autres continents. Leur utilisation en Europe fait l'objet de plus de réticence, les nutritionnistes ayant encore tendance à favoriser les solutions d'origine synthétiques. Parmi celles-ci, un mélange de plantes telles que *Azadirachta indica*, *Trachyspermum ammi*, *Achyranthes aspera*, *Andrographis paniculata* s'avère être une solution intéressante prouvée par son efficacité démontrée dans de nombreux essais et par son utilisation à large échelle sur le terrain. Les aspects analytiques avec l'identification de molécules pouvant expliquer le mode d'action permet aussi de répondre à la demande des utilisateurs. Ces plantes contiennent de la choline sous sa forme naturelle estérifiée, la phosphatidylcholine et des composants (flavonoïdes, terpènes), également connus pour activer des

récepteurs situés sur diverses cellules de l'organisme, les PPAR α . Les PPAR α sont impliqués dans la régulation de l'expression de gènes codant pour les métabolismes énergétiques et lipidiques (Blanquart et al., 2004).

Cette étude a pour objectif de tester l'utilisation de ce mélange de plantes comme substitut du chlorure de choline en analysant l'effet sur les performances zootechniques de poulets de chair.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Animaux

L'expérimentation a été conduite dans un élevage de poulets de chair des Côtes d'Armor en conditions commerciales. Les poussins mâles Ross 308 d'un jour (n = 820), issus du même lot de reproducteurs, ont été répartis de façon aléatoire au début de l'expérience en deux lots de 410 animaux. Chaque lot a été divisé en 10 répétitions homogènes de 41 males. Les poussins sont pesés à J0 et des analyses statistiques sont conduites pour garantir l'homogénéité entre les lots. Les animaux ont ensuite reçu deux programmes alimentaires spécifiques, T1 et T2.

1.2. Aliments

Les poulets ont suivi un programme alimentaire avec un aliment démarrage de 1 à 12 jours, puis un aliment croissance de 12 à 21 jours, un aliment finition 1 de 21 à 28 jours puis un aliment finition 2 de 28 jours à l'abattage soit 35 jours (Tableau 1).

Tableau 1. Composition et valeurs nutritionnelles des aliments suivant les phases d'élevage (en % de la formule)

	Démarrage (J1-J12)		Croissance (J12-J21)		Finition 1 (J21-J28)		Finition 2 (J28-J35)	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Maïs	31,86	31,93	33,11	33,15	35,01	35,06	34,94	34,98
Blé	24,00	24,00	25,20	25,20	26,20	26,20	27,50	27,50
Huile de soja	3,60	3,60	3,60	3,60	3,70	3,70	4,10	4,10
DDGS de maïs			3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	3,00
Soja	35,97	35,97	31,00	31,00	27,10	27,10	25,80	25,80
Lysine HCl	0,30	0,30	0,29	0,29	0,26	0,26	0,23	0,23
DL-Méthionine	0,36	0,36	0,30	0,30	0,25	0,25	0,22	0,22
L-Thréonine	0,12	0,12	0,09	0,09	0,07	0,07	0,06	0,06
Carbonate de Ca	1,10	1,10	0,90	0,90	1,00	1,00	0,9	0,9
Phosphate mono.	1,30	1,30	1,20	1,20	1,10	1,10	1,00	1,00
Premix	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Chlorure de choline 60%	0,100		0,075		0,075		0,050	
Natu B4®		0,020		0,015		0,015		0,010
Protéine brute (%)	21.8		20.4		19.0		18.5	
Matières grasses (%)	5.8		6.2		6.4		6.8	
E.M (kcal/kg)	2 993		3 046		3 085		3 130	
Méthionine Digestible (%)	0.64		0.57		0.51		0.47	
Lysine Digestible (%)	1.28		1.16		1.05		0.99	

L'aliment était présenté sous forme de granulés de 2,5 mm et était fabriqué par INRA (Pôle expérimental Avicole de Tours, 37380 Nouzilly). L'eau était distribuée à volonté.

Cette solution naturelle avait substitué totalement le chlorure de choline avec un taux d'inclusion correspondant à 1/5 de la dose de chlorure de choline soit entre 100 et 200 g/T d'aliment. Ce ratio entre le mélange de plantes et le chlorure de choline est le fruit d'une étude de bioéquivalence réalisée par Farina et al., 2017.

1.3. Mesures et analyses statistiques

Pour comparer les deux traitements, différents types de mesures et calculs ont été réalisés.

La mortalité a été enregistrée quotidiennement sur toute la période d'essai. Les animaux morts ont été pesés.

Les poids vifs moyens et les consommations d'aliments ont été mesurés globalement par parquet aux jours 0, 12, 24 et 28. A 35 jours, une mesure de poids a été réalisée individuellement sur les 820 animaux. Des autopsies ont été également réalisées au jour 35 sur 4 poulets par parquet. Les poids des foies ont été déterminés. L'indice de consommation a été calculé par parquet en tenant compte de la mortalité.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS (v7.1, Inst. Inc. Cary, NC ; procédure GLM). Pour les poids vifs, les gains des poids et les indices de consommation, l'analyse de variance des données collectives (individu statistique étant le parquet de 41 animaux) avec effet fixe du traitement a été réalisée. La mortalité, donnée qualitative, ont été analysées par le test du Khi deux. Un risque de 5% a été choisi pour l'étude statistique.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Aucune différence significative n'a été observée pour la mortalité entre les deux groupes, elle était de 2,4 % et 2,7 % respectivement pour les groupes T1 et T2.

Comme le montre le tableau 2, il n'y a pas de différence significative entre les poids des poulets à 35 jours entre les deux groupes T1 et T2. Il en est de même pour le gain de poids moyen sur la période 0-35 jours qui est semblable entre les deux groupes.

L'indice de consommation, calculé par parquet (Tableau 2), est similaire entre les deux groupes T1 et T2.

Les performances zootechniques sont similaires entre les deux traitements T1 et T2. La substitution du chlorure de choline par le mélange de plantes testé dans nos conditions permet d'obtenir les mêmes niveaux de production.

Tableau 2. Performances¹ selon le lot

		Lot			P- value
		T1	T2	ETR ²	Lot
Nb de parquets		10	10		
PV, kg	35 j	2,35	2,34	0,18	0,92
GMQ, g/j	0-35 j	66,30	65,90	0,24	0,98
IC	0-35 j	1,54	1,54	0,58	0,48

¹ Abréviations : PV, poids vif ; GMQ, gain de poids quotidien ; IC, Indice de Consommation

² Ecart-type résiduel de l'analyse de variance avec le lot en effet fixe

Concernant les paramètres hépatiques, le poids du foie des animaux supplémentés avec le mélange de plantes est significativement plus faible que ceux du traitement avec chlorure de choline (55,4 g vs 51,3 g, $P = 0,042$).

Le foie est un organe très important pour l'organisme, il est le centre de nombreuses activités digestives, métaboliques ou encore d'excrétions, toutes liées à la santé et productivité des animaux (Nie, 2015). L'observation de poids du foie inférieur pour le groupe T2 peut s'expliquer par la capacité des plantes à stimuler les récepteurs PPAR α (Rigano, 2017), récepteurs impliqués notamment dans le contrôle de gènes liés au métabolisme lipidique (Goto, 2010). Ainsi, le fonctionnement hépatique est amélioré et les graisses sont plus facilement transportées et non stockées dans le foie qui est donc plus léger. De plus, les graisses exportées depuis le foie sont utilisées comme source d'énergie par les autres organes. Une amélioration du transport des lipides au niveau hépatique signifie donc une meilleure valorisation des nutriments et par conséquent des performances zootechniques supérieures.

Le mélange de plantes testé dans nos conditions permet le remplacement total du chlorure de choline en apportant des bénéfices additionnels notamment sur le métabolisme hépatique. Cette solution se compose des plantes entières sans extraction, ainsi la totalité des actifs de chaque ingrédient est préservée. Or il a été souvent démontré qu'un extrait qui ne comporte qu'une partie des actifs présents dans une plante peut avoir des effets différents de celui de la plante entière (Ruhlen et al., 2008), et qu'un mélange de plantes peut aussi avoir des effets différents de celui de la plante entière.

CONCLUSION

Cette étude a donc mis en évidence la possibilité de remplacer totalement le chlorure de choline dans l'aliment par une association de différentes plantes que sont : *Azadirachta indica*, *Trachyspermum ammi*, *Achyranthes aspera*, *Andrographis paniculata*, incorporées dans les conditions de l'essai. Cette substitution n'impacte pas les performances de production des poulets de chair et semblent être bénéfique pour le fonctionnement hépatique.

Cette solution présente de nombreux avantages que ce soit en termes de bénéfices sur les performances zootechniques, en termes de facilité d'utilisation en usine et en formulation des aliments mais aussi d'un point de vue économique. Un retour sur investissement positif est donc attendu pour les fabricants d'aliments. le mode d'action de ce produit naturel. Il semble que l'action sur les PPAR α soit une piste à explorer plus en détails.

De plus, à l'heure où le consommateur est de plus en plus soucieux du bien-être des animaux et de la qualité de son alimentation, l'utilisation de substances chimiques est controversée. Même si le chlorure de choline n'est pas une des substances les plus décriées, sa synthèse n'est pas sans risques comme le montre par exemple une importante explosion ayant eu lieu en Chine en 2013. Ainsi l'utilisation substituts naturels diminuerait les risques liés à la synthèse chimique. De plus, le fait d'utiliser des produits basés sur les plantes, peut aussi être mis en avant auprès du consommateur notamment pour les aliments biologiques.

Ainsi, une solution naturelle peut être une alternative très intéressante à l'utilisation des molécules de synthèse. Des essais en nutriginomique ont été réalisés récemment pour en apprendre davantage sur

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Blanquart C, Fruchart J.-C., Staels B., Glineur C., 2004. Med Sci., 19-31.
 Farina G., Kessier A. et al., 2017. Cienc. Anim. Bras., Goiânia, (18), 1-14.
 Goto T., Takahashi N., Hirai S., Kawada T., 2010. Acta Pharmaceutica Sinica B, (4), 427-438.
 Nie C., Zhang W., Wang Y., 2015. J Zhejiang Univ Sci B. (6), 447-455.
 Ruhlen R., Sauter E., 2008. In: Botanical Medicine in Clinical Practice. Ronald. R. Watson, pp 402.
 Saeed M., Alagawany M., Asif Arain M., 2017. Journal of Experimental Biol. and Agri. Sci. (5), 589-598.
 Zeisel S., 2017. Nutrients, (9), 445-455.