

EFFET DE LA SUBSTITUTION TOTALE DU SOJA DANS UN ALIMENT A BAS TAUX PROTEIQUE CHEZ LE POULET DE CHAIR EN FINITION

Méda Bertrand¹, Tesseraud Sophie¹, Lambert William²,
Tormo Elodie³, Juin Hervé⁴, Lessire Michel¹

¹BOA, INRA, Université de Tours, 37380 NOUZILLY, France

²Ajinomoto Animal Nutrition Europe, 32 rue Guersant, 75017, PARIS, France

³Terres Univia, 11 rue de Monceau, 75008 PARIS, France

⁴EASM, INRA, 17700 SAINT-PIERRE D'AMILLY, France

bertrand.meda@inra.fr

RÉSUMÉ

Afin de contribuer à l'amélioration de l'autonomie protéique, l'effet d'une substitution totale du tourteau de soja dans un régime à bas niveau protéique a été étudié. 1104 poulets Ross PM3 mâles âgés de 21j ont été répartis dans 24 parquets de 3 m² et nourris jusqu'à 35j d'âge avec l'un des 3 aliments expérimentaux (8 parquets/régime). Les aliments, contenant 3150 kcal/kg et 10g/kg de lysine digestible, ont été formulés avec le même profil de protéine idéale. Ils différaient par le niveau protéique (R1 : 18,8% vs. R2-R3 : 16,5%) et l'incorporation ou non de tourteau de soja R1-R2 vs. R3). Dans le régime R3, le tourteau de soja a été remplacé par de la féverole dépelliculée et des tourteaux de colza et tournesol HiPro français. A 35j, aucune différence significative de poids vif n'a été observée mais un indice de consommation significativement supérieur a été observé pour les régimes R2 et R3. Aucune différence significative de rendement en filet n'a été observée entre les régimes R1 et R2 alors que ce rendement était significativement inférieur dans le régime R3. La réduction du taux protéique (R2, R3) s'est également accompagnée d'une augmentation significative de l'engraissement de la carcasse. Le pH ultime du filet dans les régimes R2 et R3 était identique mais significativement plus faible que dans le régime R1 ce qui a induit des pertes en eau lors du ressuyage plus élevées dans ces deux régimes. Il est donc possible de remplacer totalement le tourteau de soja importé dans des aliments à bas taux protéique chez le poulet de chair en finition sans effet négatif sur la croissance, malgré un effet sur la consommation.

ABSTRACT

Effect of total substitution of soybean meal in a low-protein diet fed to finishing broilers

In order to further improve protein self-sufficiency of broiler supply chains, the effect of a total substitution of soybean meal in a low-protein diet has been studied. 1104 Ross PM3 male chickens were distributed in 24 pens of 3 m² and fed with one of the 3 experimental diets (8 pens/diet) between 21 and 35d of age. Metabolizable energy and digestible lysine levels in the diets were 3150 kcal/kg and 10g/kg respectively. Diets were formulated with the same ideal protein profile. They differed by the protein level (D1: 18.8% vs. D2-D3: 16.5%) and the incorporation soybean meal (D1-D2) or not (D3). In the D3 diet, soybean meal was replaced by dehulled beans, French sunflower (HiPro) and rapeseed meals. At 35d, no significant difference in body weight was observed but a significantly higher feed conversion ratio was observed for the D2 and D3 diets. No significant difference in breast meat yield was observed between the D1 and D2 diets while it was significantly lower in the D3 diet. The reduction in dietary protein (D2, D3) significantly increased in carcass fattening. Regarding the quality of the meat, the ultimate pH of breast meat in the D2 and D3 diets was the same but significantly lower than in the D1 diet, which led to higher water losses storage and cooking. It is therefore possible to fully replace imported soybean meal in low-protein in diets fed to finishing broilers with no negative effect on growth performance, despite a significant increase in feed intake.

INTRODUCTION

La réduction de la teneur en matières azotées totales (MAT) des aliments pour poulet de chair est un enjeu majeur pour la durabilité de la filière avicole tant aux niveaux économiques, environnementaux que sociaux (Recoules *et al.*, 2016). Alors que de nombreux travaux depuis les années 1990 montraient que la baisse de la teneur en MAT s'accompagne généralement d'une dégradation des performances de croissance (Pesti, 2009), les travaux récents de Belloir *et al.* (2018) ont montré que l'utilisation d'un profil adéquat en acides aminés digestibles (exprimés en % de la lysine digestible) lors de la formulation des aliments, permettait de réduire la teneur en MAT chez le poulet de chair en finition de 2 à 3 points sans effet négatif sur les performances de croissance ou sur différents paramètres de qualité de la viande du filet.

Sur le plan environnemental, ces travaux et ceux de Cirot *et al.* (2018) ont confirmé l'intérêt d'une baisse de la teneur en MAT à l'échelle du bâtiment d'élevage, avec une excrétion azotée réduite et des litières plus sèches et moins riches en azote, conduisant à une réduction de la volatilisation d'ammoniac. Par ailleurs, les résultats d'analyses du cycle de vie (ACV) réalisés par Méda *et al.* (2017) sur la base des résultats de Belloir *et al.* (2018), ont montré que la réduction de la teneur en MAT permettait également de réduire de façon substantielle les impacts ACV Changement climatique, Eutrophisation et Acidification (exprimés par kg de poulet vif en sortie de ferme).

Toutefois, dans ces travaux, le tourteau de soja était encore utilisé dans les aliments à basse teneur en MAT. L'objectif de cette étude était donc d'évaluer l'effet d'une substitution totale du tourteau de soja dans un aliment finition à teneur réduite en MAT sur i) les performances zootechniques et ii) la qualité des carcasses et de la viande.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Animaux et design expérimental

2155 poussins mâles Ross PM3 ont été élevés au sol en groupe de 0 à 21 j d'âge. Tous les poulets ont été nourris *ad libitum* avec les mêmes aliments Démarrage (0-8 j) et Croissance (8-21 j). A 21 j, les animaux ont été pesés individuellement puis 1104 d'entre eux (46 animaux/parquet) ont été sélectionnés pour avoir des lots de poulets de poids homogène (poids moyen : 1039 g). Ils ont ensuite été répartis dans 24 parquets de 3 m² (8 parquets de 38 animaux/parquet) et élevés sur copeaux (10 kg/parquet) jusqu'à 35 j d'âge.

1.2. Aliments expérimentaux

Entre 21 et 35 j d'âge, les animaux ont reçu l'un des trois régimes expérimentaux (granulés) dont les compositions en matières premières et les caractéristiques nutritionnelles sont respectivement

données dans les Tableaux 1 et 2. Ces aliments ont été formulés par programmation linéaire pour être iso-énergie (3150 kcal/kg) et contenir 10 g/kg de lysine digestible (Tableau 2). Pour ces trois régimes, un profil en acides aminés (protéine idéale) avec des ratios minimum d'acides aminés digestibles (en % de la lysine digestible) devant être respectés lors de la formulation. Ce profil est décrit dans le Tableau 2. Pour les matières azotées totales (MAT), deux niveaux de MAT ont été testés (R1 : 18,8% vs. R2 et R3 : 16,5% ; Tableau 2) avec incorporation (R1 et R2) ou non (R3) de tourteau de soja (Tableau 1). Entre les régimes R1 et R2, la quantité de tourteau de soja a été réduite de 41% environ, avec une augmentation de 23% de l'incorporation de maïs. Dans le régime R3, le tourteau de soja restant a été remplacé par de la féverole dépelliculée, et des tourteaux de tournesol HiPro et de colza. Ce remplacement s'est accompagné d'une réduction de l'incorporation de maïs. Enfin, pour satisfaire les contraintes du profil en acides aminés, les quantités d'acides aminés libres incorporées dans les régimes R2 et R3 ont été multipliées par 4 par rapport au régime « témoin » R1 (Tableau 1).

1.3. Performances et critères de qualité de la viande

Pour chaque parquet, le poids vif moyen à 35 j a été mesuré ainsi que la consommation totale et le gain de poids total sur la période expérimentale. L'indice de consommation de la période expérimentale (J21-J35) par parquet ainsi qu'un indice de consommation global J0-J35 considérant la consommation moyenne sur la phase J0-J21 (1177 g/animal) ont également été calculés. Pour chaque régime, 32 animaux (4 par parquet) ont été prélevés et abattus. Les carcasses ont été effilées puis stockées en chambre de ressuyage une nuit à +2°C. Le lendemain, elles ont été pesées puis découpées afin de déterminer le rendement en filets ((*Pectoralis major* + *minor*) x 2, en %) et l'engraissement de la carcasse (% de gras abdominal).

Sur le muscle *Pectoralis major* droit, le pH ultime (pHu) de la viande ainsi que sa luminance (L*) ont été mesurés selon la procédure décrite par Berri *et al.* (2007). Les muscles ont ensuite été placés dans des sacs plastiques zippés puis mis à ressuyer à +2°C pendant 4 jours. Les pertes par exsudation ont été déterminées par différence entre le poids avant et après ressuyage et exprimées en % du poids initial. Les filets ont ensuite été parés à un poids d'environ 200 g, emballés sous vide dans un sac plastique, congelés (stockage à -20°C) puis cuits au bain-marie à 80°C pendant 15 min. Les pertes après cuisson ont ensuite été calculées par différence entre le poids avant et après décongélation-cuisson (et exprimées en % du poids avant décongélation-cuisson). Enfin, la valeur moyenne de la résistance à la force de compression-cisailles de Warner-Bratzler a été déterminée à partir de 3 échantillons (1 x 1 x 3 cm) prélevés sur chaque muscle cuit (Honikel, 1998).

1.4. Analyses statistiques

Les données de performances, de rendements et de qualité de viande ont été analysées par ANOVA au seuil de significativité de 5% à l'aide du logiciel R. Pour les performances de croissance, de consommation et d'indice de consommation, l'unité expérimentale était le parquet (n=8 parquet/régime), tandis que pour les rendements et les critères de qualité de la viande, l'unité expérimentale était l'animal (n=32 animaux/régime).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Performances zootechniques

A 35 j, aucune différence significative de poids vif ou de gain de poids n'a été observée entre les régimes (Tableau 3). Ces résultats confirment les résultats de Belloir *et al.* (2018) qui avaient déjà montré qu'un maintien des performances de croissance était possible avec un aliment à bas taux protéique, en ajustant le profil en acides aminés digestibles de la ration. L'utilisation de ce même ratio a par ailleurs permis ici de substituer totalement le tourteau de soja par d'autres matières premières riches en protéines (Tableau 1), en conservant le même gain de poids. Toutefois, il est important de rappeler que certains des acides aminés libres utilisés ici ne sont pas encore autorisés en alimentation animale, et que cette stratégie nutritionnelle n'est pas, pour le moment, applicable sur le terrain.

Par ailleurs, des différences de consommation d'aliment ont été observées ($P < 0,05$). Ainsi, la consommation moyenne par animal du régime R2 était supérieure à celle du régime R1 (+95 g) mais aucune différence entre les régimes R1 vs. R3 et R2 vs. R3 n'a été observée (Tableau 3). Il est cependant difficile de proposer une hypothèse pour expliquer ces résultats. L'indice de consommation était également significativement plus élevé ($P < 0,01$) dans les régimes à bas taux protéique R2 et R3 par rapport au régime « témoin » R1 sur la période J21-J35 et au global sur la période J0-J35 (+4 et +2% respectivement ; Tableau 3).

2.2. Qualité de la carcasse et de la viande

La suppression du tourteau de soja dans le régime R3 a conduit à une réduction significative du rendement filet ($P < 0,01$; Tableau 3) comparativement aux régimes R1 et R2, tandis qu'un engraissement significativement supérieur dans les régimes à bas niveau de MAT (R2 et R3) a été observé, en accord avec la littérature (Belloir *et al.*, 2018). Concernant le pH ultime de la viande, il était significativement inférieur dans les régimes à bas niveau de MAT ($P < 0,001$; Tableau 3). Ce résultat va à l'inverse de ceux obtenus par Belloir *et al.* (2018) sans que nous ne puissions l'expliquer. Toutefois, il est important de noter que les pH ultimes observés dans cette étude sont dans une plage (5,7 – 6,1) acceptable et adaptée à

la conservation et à la transformation de la viande de filet (Tesseraud *et al.*, 2014).

La baisse du pH ultime de la viande de filet dans les régimes R2 et R3 s'est accompagnée d'une augmentation de différents critères de qualité de la viande tels que la luminance (L^*) et les pertes en eau (Tableau 3). Ces variations sont logiques étant données que ces paramètres sont fortement corrélés négativement au pH ultime (Berri *et al.*, 2008).

CONCLUSIONS

L'objectif de cet essai était de démontrer l'intérêt d'une substitution totale du tourteau de soja dans l'aliment finition à bas taux protéique chez le poulet de chair à croissance rapide. Cette substitution à bas taux protéique par des matières premières métropolitaines a permis de maintenir la croissance des animaux et une bonne qualité de viande de filet. Il a toutefois été observé une augmentation de la consommation ainsi qu'une diminution du rendement filet suite à la substitution totale du tourteau de soja. Cette étude confirme donc la faisabilité technique d'une alimentation sans soja en poulet de chair à croissance rapide, en s'appuyant sur une baisse de protéines. Une telle stratégie représente une alternative supplémentaire pour les filières désirant répondre aux attentes des consommateurs en quête de produits animaux nourris sans OGM et/ou avec des matières premières locales. En effet, il semble par exemple exister un réel consentement à payer pour des produits alimentaires non OGM (Carlsson *et al.*, 2004). Toutefois, le remplacement du tourteau de soja importé pose la question de la disponibilité en volumes des matières premières métropolitaines. Enfin, cette étude devra être complétée par une évaluation économique (coût d'aliment et coût de production du filet) et environnementale (quantité et qualité de la litière, Analyse du Cycle de Vie à l'échelle du système) pour réellement rendre compte de son potentiel dans un contexte d'amélioration de la durabilité des systèmes d'élevage avicole.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée avec le soutien financier d'Ajinomoto Animal Nutrition Europe et de Terres Univia, l'interprofession des huiles et protéines végétales. Les auteurs remercient également les personnels du laboratoire d'analyses d'Ajinomoto Animal Nutrition Europe, de l'Unité Expérimentale EASM et de l'UMR BOA.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Belloir P., Méda B., Lessire M., Juin H., Corrent E., Lambert W., Tesseraud S., 2018. *Animal*, (11), 1881-1889.
- Berri C., Besnard J., Relandeau C., 2008. *Poult. Sci.*, (87), 480-484.
- Carlsson F., Frykblom P., Lagerkvist C-J., 2004. *Working Papers in Economics*, (129), 16 p.
- Cirot O., Lambert W., Létourneau-Montminy M.P., 2018. *Proc. of the 15th Europ. Poult. Conf.*, pp. 45.
- Francesch M., Brufau J. 2004. *World Poultry Sci. J.*, (60), 64-75.
- Honickel K.O., 1998. *Meat Sci.*, (49), 447-457.
- Méda B., Belloir P., Lessire M., Juin H., Corrent E., Lambert W., Tesseraud S., 2017. 12^{èmes} JRA-PFG, 356-360.
- Pesti G.M., 2009. *J. Appl. Poult. Res.*, (18), 477-486.
- Recoules E., Brévault N., Le Cadre P., Peyronnet C., Bouvarel I., Lessire M., 2016. *INRA Prod. Anim.*, (29), 129-140.
- Sauvant D., Perez J.M., Tran G., 2004. *Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. 2^{nde} édition*, INRA ed., Paris, 301 p.
- Tesseraud S., Bouvarel I., Frayssé P., Métayer-Coustard S., Collin A., Lessire M., Berri C., 2014. *INRA Prod. Anim.*, (27), 337-346.

Tableau 1. Composition en matières premières (g/kg) des trois régimes expérimentaux.

	R1	R2	R3
Maïs	501.5	615.1	480.3
Blé	150.0	150.0	150.0
Huile colza	44.4	26.1	46.0
Tourteau de soja	269.7	157.3	
Féverole dépelliculée			150.0
Tourteau de tournesol HiPro			73.1
Tourteau de colza			50.0
Minéraux	22.6	23.7	22.7
Premix+enzymes	6.0	6.0	6.0
Anticoccidien	0.5	0.5	0.5
Total Acides aminés libres dont	5.3	21.3	21.4
DL-Méthionine	2.3	3.2	3.3
L-Lysine-HCL	2.2	5.6	6.1
L-Thréonine	0.7	2.2	2.3
L-Valine	0.2	2.0	2.1
L-Tryptophane		0.3	0.5
L-Arginine		3.8	2.4
Glycine		2.8	3.0
L-Isoleucine		1.4	1.8

Tableau 2. Profil de la protéine idéale utilisé (exprimé en % de la lysine digestible) lors de la formulation et caractéristiques nutritionnelles (g/kg) des régimes expérimentaux (valeurs calculées).

Profil protéine idéale		R1	R2	R3
Energie métabolisable (kcal/kg)		3150	3150	3150
Matières azotées totales		188	165	165
Calcium total		8,5	8,5	8,5
Phosphore disponible		3,5	3,5	3,5
Acides aminés digestibles ^{1,2}				
Lysine	100	10,0	10,0	10,0
Méthionine		4,8	5,2	5,3
Méthionine+Cystéine	75	7,5	7,5	7,5
Thréonine	67	6,7	6,7	6,7
Tryptophane	17	2,0 (20)	1,7	1,7
Leucine	105	14,0 (140)	11,5 (115)	10,6 (106)
Isoleucine	67	7,1 (71)	6,7	6,7
Valine	80	8,0	8,0	8,0
Arginine	105	10,5	10,5	10,5
Glycine+Sérine	140	14,7 (147)	14,0	14,0

¹ Les teneurs en acides aminés (AA) digestibles ont été calculées à partir des teneurs totales en AA dans les matières premières (analyses chimiques) multipliées les coefficients de digestibilité proposées par Sauvante *et al.* (2004).

² Les valeurs entre parenthèses correspondent aux ratios AA digestibles:Lys digestible qui diffèrent du profil de protéine idéale utilisée lors de la formulation.

Tableau 3. Performances zootechniques, qualité de la carcasse et de la viande du filet des animaux des animaux ayant reçu l'un des trois régimes expérimentaux entre 21 et 35 jours d'âge.

	R1	R2	R3	SEM	P-value
Performances ¹					
Poids vif à 35 j (g)	2413	2430	2383	9,2	0,09
Gain de poids 21-35 j (g)	1372	1390	1346	9,0	0,12
Consommation (g)	2114b	2209a	2158ab	14,5	*
Indice de consommation 21-35 j	1,541b	1,600a	1,602a	0,009	**
Indice de consommation 0-35 j	1,391b	1,420a	1,425a	0,005	**
Rendements					
Filet (% du poids vif)	22,3a	22,8a	21,6b	0,150	**
Gras abdominal (% du poids vif)	1,69b	1,98a	1,91a	0,038	**
Qualité de la viande ²					
pH ultime	5,87a	5,80b	5,78b	0,010	***
Luminance (L*)	50,5b	52,8a	52,7a	0,240	***
Exsudat (% du poids de filet)	3,7b	4,8a	4,3ab	0,175	*
Pertes à la décongélation/ cuisson (% du poids de filet ressuyé)	13,0b	14,7a	13,1b	0,209	**
Pertes totales (% du poids de filet) ²	16,8b	19,5a	17,4b	0,340	**
Force de cisaillement (N/cm ²)	14,2b	17,1a	15,0b	0,351	**

SEM = standard error of the mean. * P<0,05 ; ** P<0,01 ; *** P<0,001

¹ Un parquet a été retiré de l'analyse statistique en raison de performances anormalement faibles après un problème au niveau des abreuvoirs.

² Pertes au stockage (exsudat) et à la décongélation/cuisson.