

COMPOSITION, VALEUR ENERGETIQUE ET DIGESTIBILITE DES FARINES D'INSECTES CHEZ LE POULET DE CHAIR

Lessire Michel¹, Jean Marc Hallouis¹, Rousseau Philippe², Sabourin David², Juin Hervé²

¹UMR BOA -INRA-Université de Tours - 37380 NOUZILLY,

²INRA EASM - 17700 SURGERES

michel.lessire@inra.fr

RESUME

Neuf farines d'insectes ont été analysées et leur digestibilité fécale (énergie, azote, acides aminés) a été mesurée sur des poulets âgés de trois semaines. Les teneurs (sur produit sec) en lipides varient de 10 à 28%, avec pour certaines farines un profil en acides gras très spécifique car présentant une concentration en acide laurique supérieure à 40% des acides gras totaux. Les teneurs en protéines varient de 60 à 76%, avec un profil en acides aminés assez similaire à celui du soja.

Les valeurs énergétiques AMEn varient dans de grandes proportions (3069-4877 Kcal/Kg MS) en fonction de la concentration en lipides. Les digestibilités fécales de l'N sont supérieures comprises entre 75 et 85% sauf pour une farine dont la valeur est très faible (60%). Il en est de même pour les acides aminés dont les digestibilités sont élevées mais variables, par exemple de 84 à 90% pour la lysine. L'échantillon présentant une faible digestibilité de l'N est également caractérisé par une très faible digestibilité des acides aminés (54% pour la lysine).

En conclusion, les farines d'insectes présentent un énorme potentiel pour se substituer au tourteau de soja importé. La variabilité de leur composition et de leur valeur nutritionnelle, liée sans doute à l'insecte d'origine, mais aussi aux procédés de préparation, devra être réduite pour une utilisation optimisée. Les interdictions administratives devront aussi être levées pour une utilisation en aviculture.

ABSTRACT

Composition, metabolisable energy and digestibility value of insect meals in poultry

Nine insect meals were analyzed and their fecal digestibility (energy, nitrogen, amino acids, fatty acids) was measured in three-week-old chickens. The lipid contents (on dry matter) varied from 10 to 28%, with for some meals a very specific fatty acid profile because having a concentration of lauric acid greater than 40% of the total fatty acids. Protein levels ranged from 60 to 76%, with an amino acid profile quite similar to that of soybean meal.

The energy values (AMEn) varied in large proportions (3069-4877Kcal / Kg MS) depending on the lipid concentration. The fecal digestibilities of N ranged from 75-85% except for a sample whose value was very low (60%). It was the same for amino acids whose digestibilities were high but variable, for example from 84 to 90% for lysine. The sample with low digestibility of N was also characterized by a very low digestibility of amino acids (for example 54% for lysine). In conclusion insect meals has great potential to substitute for imported soybean meal. The variability of their composition and nutritional value, probably related to the original insect, but mainly to the process, should be reduced for optimized use. Administrative bans will also have to be suppressed to allow use in poultry feeding.

INTRODUCTION

Les farines d'insectes sont considérées comme une alternative potentielle au tourteau de soja pour les animaux d'élevage, en particulier pour les volailles. Elles sont en effet riches en protéines et en acides aminés indispensables (Makkar et al., 2014). Souvent déshuilées, elles peuvent malgré tout présenter une forte teneur en lipides résiduels et donc être une source d'énergie métabolisable intéressante. Leur intérêt serait donc double : une forte concentration en protéines et acides aminés et une valeur énergétique élevée. Différentes études ont été réalisées pour estimer leur potentiel pour remplacer le tourteau de soja en Europe, et la farine de poisson ou les farines de viande dans les pays où ces matières premières sont autorisées (Makkar et al., 2014). Dans la plupart des cas, les performances zootechniques des poulets recevant les aliments renfermant des farines d'insectes sont similaires à celles des poulets recevant l'aliment témoin. Il faut cependant noter que les farines d'insectes utilisées provenaient plus d'animaux capturés (criquet, sauterelle, ...) que d'élevages contrôlés. Plus récemment, des études ont montré que l'incorporation de farine d'insecte (*Hermetia*) n'avait pas d'incidence négative sur la qualité sensorielle du filet de poulet (Altmann et al., 2018). Il en est de même lorsque de l'huile d'*Hermetia* remplace l'huile de soja. Mais il faut noter que cette huile augmente le ratio n-6/n-3 des tissus adipeux car elle renferme une quantité importante d'acide laurique (Schiafone et al., 2018).

L'objectif de notre étude était de caractériser la valeur nutritionnelle de farines issues de différents insectes produits de façon industrielle. Ce travail s'inscrivait dans le cadre du programme ANR Desirable.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Farines d'insectes

Neuf farines ont été collectées : 4 *Ténébrio* (*Tenebrio molitor*), 3 *Hermetia* (*Hermetia illucens*), 1 grillon (*Acheta domesticus*), 1 buffalo ou petit ténébrio (*Alphitobius diaperinus*). Pour *Ténébrio* et *Hermetia*, il s'agit de batches et/ou de fournisseurs différents. Elles sont donc issues d'insectes autorisés par le règlement CE n° 1069/2009. Un seul lot a été produit de façon expérimentale, les autres farines sont des produits commerciaux. Les processus précis ne nous ont pas été fournis par les producteurs, mais il y a systématiquement des étapes de chauffage et de pression. L'extraction des lipides par un solvant n'est pas utilisée. Une standardisation des caractéristiques analytiques du produit commercial par mélange de plusieurs batches n'est sans doute pas non plus pratiquée. Toutes les farines ont été analysées pour leur teneur en eau, protéines, cendres, lipides et acides

aminés. Les teneurs en calcium, phosphore et acides gras ont été mesurées pour certaines d'entre elles.

1.2. Mesure de la digestibilité

La digestibilité fécale des farines a été mesurée sur des poulets âgés de 3 semaines placés en cages individuelles, avec collecte totale des excréta et alimentation *ad libitum* (Bourdillon et al., 1990). Pour cela, elles ont été incorporées à 25% dans un aliment de base composé de blé, maïs, tourteau et huile de soja et CMV et dont la digestibilité était mesurée en parallèle. Ces aliments étaient granulés. Chacun a été distribué à 10 poulets mâles Ross PM3. Les farines, les aliments et les fientes lyophilisées ont été analysés pour leurs teneurs en eau, énergie brute, azote, acides aminés, acide urique, lipides totaux et acides gras. Les digestibilités apparentes des acides aminés et des acides gras ont ensuite été calculées, de même que l'énergie métabolisable (AMEn). Les valeurs de chaque farine ont été obtenues par différence entre la valeur du régime de base et celle du régime expérimental renfermant 25% de farine.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

La composition centésimale et la digestibilité des farines sont présentées au tableau 1. La valeur d'un tourteau de soja est donnée en référence (Tables INRA-AFZ, Sauvant et al., 2002). Tous les résultats sont exprimés sur produit sec. La teneur en protéines est élevée, supérieure au soja et varie de 59 à 71%. Elle est corrélée négativement à la teneur en lipides ($r = -0.49$) qui varie de 9 à 28%. Même si le nombre d'échantillons analysés issus du même type d'insecte est faible : 4 *Ténébrio* et 3 *Hermetia*, on constate que la variabilité de composition intra insecte est au moins aussi forte qu'inter insectes. Cette variabilité est donc plus à rapprocher du processus d'élaboration de la farine (extraction des lipides) que de la nature même de l'insecte d'origine. Mis à part l'échantillon (*Ténébrio* 1) obtenu expérimentalement et non représentatif, les teneurs en cendres sont homogènes et faibles. Le phosphore représente à peine 1% du produit sec. La valeur énergétique brute est en moyenne très élevée et elle est corrélée avec la teneur en lipides des produits ($r = 0.83$). Le profil en acides aminés est relativement constant avec des concentrations en lysine et tryptophane plus faibles que dans les protéines de soja, alors que les concentrations en thréonine et méthionine sont similaires à celles du soja. Ces valeurs sont un peu inférieures à celles présentées par Makkar et al., (2014 pour *Hermetia* mais similaires à celles de *Ténébrio*). Les lipides d'*Hermetia* sont particulièrement riches en acide laurique (C12 :0) qui peut représenter plus de la moitié des acides gras totaux, au détriment des acides insaturés et polyinsaturés. Ce profil particulier, déjà mentionné par ailleurs (Cullere et al., 2018) a un impact fort sur

la composition des dépôts lipidiques de volailles qui sont enrichis en cet acide (Schiavone et al., 2017). Les valeurs énergétiques métabolisables des farines sont élevées et varient de 3069 à plus de 4800Kcal/kg MS. Elles dépendent largement de la teneur en lipides ($r=0.91$). Ainsi les deux farines les plus riches en lipides : 28,25 et 25,65% présentent des EMAN voisines de 4800Kcal/kg, celles renfermant environ 10% de lipides titrent de l'ordre de 3600-3700Kcal d'énergie métabolisable. Ces valeurs d'EMAN sont à mettre en relation avec les digestibilités élevées des différents acides gras, toutes proches voire supérieures à 90%, même si une légère différence en faveur des farines de Ténébrio semble apparaître. Une différence similaire a été observée antérieurement (De Marco et al., 2015). Une farine (Ténébrio 4) présente une valeur énergétique faible. Nous n'avons pas mesuré la digestibilité de ses acides gras constitutifs, ce qui aurait pu donner une explication. On remarque cependant que ses acides aminés sont peu digestibles (50%), contrairement aux autres farines. Cette farine aurait subi un traitement thermique drastique qui expliquerait ces faibles digestibilités ainsi qu'une proportion de lysine (4.54%) également faible par rapport aux autres produits (>5.2%). Des résultats similaires ont été observés sur différentes matières premières traitées thermiquement (Cozannet et al., 2011) dans lesquelles la teneur en lysine et la digestibilité sont faibles. Exception faite de cette farine, les digestibilités de l'N et des acides aminés sont élevées, et proches de celles du tourteau de soja. Des valeurs tout aussi élevées ont été rapportées dans la littérature pour une farine de larves de mouches (Hall et al, 2018), farine non testée dans notre étude. La digestibilité de la lysine varie de 84 à 90% et il n'y a pas de relation forte entre cette digestibilité et les analyses que nous avons réalisées. Pour ces farines, les méthodes d'extraction de l'huile ne semblent donc pas altérer la digestibilité de la fraction azotée. L'altération doit se produire à une autre étape du

procédé d'obtention, par exemple le chauffage pour la mise à mort ou le séchage.

CONCLUSION

En dehors de toute considération économique et administrative, les farines d'insectes présentent un intérêt évident pour l'alimentation des volailles. Elles sont riches en protéines, bien pourvues en acides aminés indispensables et leur valeur énergétique et leur digestibilité sont élevées. Elles sont assez similaires aux farines de viande utilisées avant leur interdiction, mise à part leur teneur en minéraux plus faible. Il conviendrait de rationaliser leur nomenclature, avec pourquoi pas des farines 60 grasses et 75 maigres, car il semblerait sur la base de notre étude que la nature de l'insecte d'origine ait moins d'incidence que le procédé d'élaboration, sauf le profil en acides gras.

En dehors des contraintes administratives qui interdisent encore leur utilisation chez les monogastriques, il faudra à terme pouvoir élever ces insectes sur une biomasse non valorisable par ailleurs (litières, déchets de cantines...), permettant ainsi de réduire l'empreinte environnementale de leur production et celle de nos élevages et surtout les rendre plus compétitives économiquement.

REMERCIEMENTS Les auteurs remercient l'ANR pour son soutien à la réalisation du programme DESIRABLE et tous les partenaires du programme, ainsi que les fournisseurs de farines d'insectes : Ynsect, Jimini's, Entomo farm, APPI. Un remerciement particulier est adressé à Ajinomoto-Eurolysine SAS pour l'analyse des acides aminés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bourdillon A., Carré B., Conan L., Francesch M., Fuentes M., Huyghebaert G., Janssen W.M.M.A., Leclercq B., Lessire M., McNab J., Rigoni M., Wiseman J., 1990. Brit. Poult. Sci., (31), 567-576.
- Cozannet P., Primot Y., Gady C., Metayer J.P., Lessire M., Noblet J., 2011. Brit. Poult. Sci., 52 (1), 72-81.
- Cullere M., Tasoniero G., Giaccone V., Acuti G., Marangon A., Zotte A.D., 2018. Animal 12 (3), 640-647.
- De Marco M., Martinez S., Hernandez F., Madrid J., Gai F., Rotolo L., Belforti M., Bergero D., Katz, H., Dabbou S., Kovitvadhi A., Zoccarato I., Gasco L., Schiavone A., 2015. Anim. Feed Sci. Tech., 209, 211-218.
- Hall H.N., O'Neill H.V.M., Scholey D., Burton E., Dickinson M., Fitches E.C., 2018. Poult. Sci., 97, 1290-1297.
- Makkar H. P.S., Tran G., Heuzé V., Ankers P., 2014. Anim. Feed Sci. Tech., 197, 1-33.
- Sauvant, J.M.; Perez, J.M.; Tran, G. (Coord.) , 2002. 37-42. Inra Editions, Paris (FRA).
- Schiavone A., Cullere M., De Marco M., Meneguz M., Biasato I., Bergagna S., Dezzutto D., Gai F., Dabbou S., Gasco L., Dalle Zotte A., 2017. Ital J. Anim. Sci., 16 (1), 93-100.

Tableau 1. Composition et digestibilité des farines d'insectes testées (par rapport au produit sec)

	TENEBRIO 1	TENEBRIO 2	TENEBRIO 3	TENEBRIO 4	HERMETIA 1	HERMETIA 2	HERMETIA 3	GRILLON	BUFFALO	T. SOJA
MAT %	59.32	61.48	56.33	70.88	75.77	68.16	61.60	70.95	64.32	53.9
Lipides %	9.01	16.49	28.25	10.04	9.88	11.13	13.68	16.96	25.65	1.71
Cendres %	19.07	5.09	4.52	4.79	3.64	5.20	5.36	7.47	5.04	7.19
E. Brute Kcal/Kg	4922	5874	6380	5671	5859	5614	5761	6021	6378	4703
P %	0.70	0.63	0.75	1.04	0.85	1.10	0.90	0.82	0.79	0.71
LYS*	5.75	5.38	5.36	4.54	5.32	5.21	5.71	5.33	6.11	6.1
THR*	3.64	3.53	3.71	3.63	3.92	3.68	3.72	3.40	3.75	3.9
MET*	1.67	1.51	1.30	1.08	1.31	1.17	1.62	1.50	1.34	1.4
MET+CYS*	2.43	2.33	2.21	1.75	2.27	2.04	2.45	2.27	2.25	2.9
TRP*	1.38	1.33	1.08	0.99	1.14	1.07	1.40	0.87	1.04	1.3
C12 :0**	0.5	1.2		1.09	47.2		63.37			
C14 :0**	3.9	3.8		4.12	8.6		10.55			
C16 :0**	19.4	20.4		19.06	13.6		10.05			
C18 :0**	4.9	4.3		3.46	2.2		1.02			
C18 :1**	47.9	45.7		30.17	9.6		5.15			
C18 :2**	20.6	21.7		34.47	14.8		3.41			
AMEn Kcal/Kg	3653	3956	4877	3069	3846	3630	3783	3790	4791	2650
DIG N %	85.5	81.8	78.6	60.5	80.8	75.3	75.2	70.4	79.9	
DIG LYS %	87.1	85.9	83.7	54.5	86.6	86.5	86.3	85.5	90.0	91
DIG THR %	88.8	85.1	81.2	55.8	86.5	81.8	84.2	76.6	87.3	89
DIG MET %	87.4	85.0	83.0	53.3	84.3	84.1	85.8	87.8	84.7	91
DIG AAS %	84.1	80.9	77.1	41.4	80.5	76.4	81.9	81.5	84.6	88
DIG TRP %	86.8	82.9	82.8	58.1	83.2	82.9	82.9	82.1	90.0	
DIG C12 :0 %	98.6	97.1			83.4					
DIG C14 :0 %	96.6	94.1			90.0					
DIG C16 :0 %	93.3	89.5			89.4					
DIG C18 :0 %	88.4	83.1			85.2					
DIG C18 :1 %	96.3	95.6			95.7					
DIG C18 :2 %	98.2	97.6			96.5					

*en % de la protéine, ** en % des acides gras totaux