

Détermination du taux optimal de farine d'asticots séchés dans le régime du rat en croissance

Bouafou Kouamé Guy Marcel^{*1}, Konan Brou André², Meite Alassane², Kouame Koffi Gabouet², Katy-Coulibally Séraphin²

¹Section des Sciences de la Vie et de la Terre, Département des Sciences et Technologie, Ecole Normale Supérieure d'Abidjan (Côte d'Ivoire), 25 BP 663 Abidjan 25. E-mail: publicationbouafou@yahoo.fr Tel : +22566529238/+22540309965

²Laboratoire de Nutrition et Pharmacologie, UFR-Biosciences, Université de Cocody (Côte d'Ivoire), 22 B.P. 582 Abidjan 22.

Mots-clés : Valeurs nutritionnelles, Farine d'asticots séchés, Etude comparative- Rats en croissance

Key-words: Feed value- Dried maggots' meal –Growing rats

1 RESUME

Il est à déterminer parmi trois régimes alimentaires pour rats en croissance, contenant 2,5%, 5,0% et 7,5% de farine d'asticots séchés, le régime pouvant favoriser chez ceux-ci et les meilleures performances zootechniques. Trois groupes de dix rats en croissance chacun, ont été nourris pendant 15 jours, par trois régimes alimentaires ne différant que par leur teneur en farine d'asticots séchés (FAS). Ce sont les régimes FAS^{2,5}, FAS⁵ et FAS^{7,5} contenant respectivement 2,5%, 5% et 7,5% de farine d'asticots séchés. Les valeurs nutritionnelles de ces régimes sont déterminées puis comparées. Au regard de la consommation alimentaire et le gain de poids des sujets, des coefficients d'efficacité alimentaire et protéique, des digestibilités apparentes et réelles, des protéines nettes utilisées et des valeurs biologiques des régimes, ils peuvent se classer dans l'ordre décroissant de qualité suivant : FAS⁵, FAS^{2,5} et FAS^{7,5}. Ainsi, le régime incorporant 5% de farine d'asticots séchés est le plus approprié pour une croissance optimale des jeunes rats.

Determination of the nutritional value of dried maggots' meal in growing rats' diet.

Summary:

The feed values of dried maggot meal were compared in a nutrition study in growing rats. The feed value based on chemical composition, feed intake and weight gain of subjects, feed and protein efficiency ratios, digestibility, net protein utilization and biological value were globally equal. Dried maggot meal would be able so substitute to fish meal as source of protein in animal alimentation.

2 INTRODUCTION

Depuis 2006, des travaux ont été entrepris pour produire des asticots à partir d'ordures ménagères pour l'alimentation animale (Bouafou et al., 2006 ; Bouafou, 2007 ; Bouafou et al., 2007 ; Bouafou et al., 2008). L'introduction de la farine d'asticots séchés (FAS) à 10% dans l'alimentation des rats en croissance a permis à ceux-ci de réaliser des

performances zootechniques comparables à celles de leurs congénères ingérant la farine de poisson (Bouafou, 2007). S'il est apparu que la FAS peut remplacer la farine de poisson, des études exploratrices menées dans les foies et les reins des jeunes rats ingérant la FAS ont révélé des modifications histologiques et histopathologiques de ces organes (Bouafou,

2007 ; Bouafou et al., 2011). Ces révélations commandent de baisser la teneur en FAS du régime afin de prescrire son emploi sans risque éventuel pour l'alimentation animale. Dans ce

complément de travaux, il s'agira de déterminer le taux de FAS à incorporer dans le régime, en dessous de 10%, pouvant favoriser la croissance optimale des jeunes rats.

3 MATERIEL ET METHODES

Le matériel et les méthodes exposés dans cette étude sont les mêmes que ceux utilisés par Bouafou et al. (2007, 2008, 2011).

3.1 Production des asticots, de la farine d'asticots séchés (FAS), de la farine de poisson (témoin) et de la farine de maïs : Des épeluchures d'ignames et des restes de poissons frais disposés en couches dans une demi-barrique, ont été exposés aux mouches. Après 24 heures d'ensemencement des substrats, la demi-barrique a été couverte. Quatre jours plus tard, les asticots ont été récoltés dans de l'eau bouillante. Les asticots récoltés ont été séchés à l'étuve à 70 °C pendant 24 heures. Ils ont été ensuite moulus

dans un mixer Moulinex pour obtenir la farine d'asticots séchés. La farine de poisson a été produite de la même manière que la FAS, à partir de poissons (hareng) frais, achetés dans une poissonnerie. La farine de maïs utilisée dans cette expérience est celle du commerce. Elle est blanche. Le maïs est couramment utilisé pour l'alimentation animale. C'est le principal pourvoyeur d'énergie du régime du fait de ses teneurs élevées en amidon et en acides gras (Bouafou, 2007).

3.2 Formulation des régimes alimentaires : Les compositions chimiques de la FAS, de la farine de poisson et de la farine de maïs figurent dans le Tableau 1.

Tableau 1: Compositions chimiques en % de matière sèche (MS) de la farine d'asticots séchés, de la farine de poisson et de la farine de maïs

	Farine d'asticots séchés	Farine de poisson (hareng) commerce	Farine de maïs blanc du commerce
Matière sèche	92,51 ± 5,23	89,70 ± 6,33	88,00 ± 7,40
Protéine	52,23 ± 2,80	61,29 ± 3,14	9,46 ± 2,88
Matière grasse	24,43 ± 3,11	9,3 ± 0,81	2,52 ± 0,06
Extractifs non azoté	16,01 ± 0,92	18,21 ± 2,01	69,00 ± 1,55
Cendre	7,33 ± 0,64	11,00 ± 0,90	1,45 ± 0,08
Sodium (Na ⁺)	0,51 ± 0,07		
Potassium (K ⁺)	0,10 ± 0,03		
Calcium (Ca ⁺⁺)	0,60 ± 0,05		

N = 3

Les régimes alimentaires ont été préparés selon la méthode de Pawlak et Pion (1968) reprise par Bouafou et al. (2007). Trois régimes isocaloriques et isoprotéiques, ne différant que par leur teneur en FAS sont préparés. Ce sont les régimes FAS^{2,5}, FAS⁵, et FAS^{7,5} contenant respectivement 2,5, 5 et 7,5 de FAS. En plus de ces régimes, un régime sans protéine, protéiprive (PP) de même valeur énergétique est également confectionné (Tableau 2).

3.3 Animaux et logements : Des rats mâles de race Wistar en croissance (poids moyen : 56-66 g) sont logés dans des cages à métabolisme individuelles. Ces cages sont munies de râteliers et de biberons pour alimenter et abreuver les animaux.

3.4 Constitution des lots d'animaux et expérimentation animale

3.4.1 Constitution des lots de rats : Quatre lots de dix rats en croissance sont soumis à chacun à un régime alimentaire.

Tableau 2: Formulation des régimes expérimentaux (g/kg de matières sèches)

Intrants alimentaires	% de matière sèche	Régimes alimentaires			
		PP	FAS ^{2,5}	FAS ⁵	FAS ^{7,5}
Protéines	Farine de maïs	6%	633,91	633,91	633,91
	Farine de poisson	10%	122,36	81,57	40,78
	FAS		47,86	95,73	143,60
Complément minéral complet UAR-205		7%	70	70	70
Complément vitaminé UAR-200		1%	10	10	10
Cellulose et agar-agar		3%	30	9,47	9,47
Amidon « Merck »			762	0	0
Huile de maïs			128	107	100
Total MS			1000	1000	1000
Energie brute en kcal/kg de MS			4 200	4 200	4 200

FAS^x : x représente le taux de FAS du régime.

N.B. : L'énergie brute des régimes alimentaires a été calculée en se référant aux valeurs de combustion des différents nutriments sur la base de 4 kcal pour 1 g de protéine, 4 kcal pour 1 g de glucide et 9 kcal pour 1 g de lipide.

3.4.2 Conditions expérimentales : La salle d'expérience avait une température de 26 °C, avec une hygrométrie comprise entre 70 et 80%.

3.4.3 Conduite de l'expérience et mesures effectuées : Pendant 15 jours, les régimes sont distribués *ad libitum* une fois par jour (entre 6 h et demi et 7 h et demi) sous forme de purée. L'eau est servie à volonté et renouvelée tous les trois jours. Les rats sont pesés au début de l'expérience à intervalle de deux jours. La dernière pesée a eu lieu à la fin de l'expérience. Au cours des cinq derniers jours de l'expérience, les urines et les fèces des rats ont été collectés chaque jour, pesés puis conservés à -10 °C pour dosage de l'azote (Bouafou et al., 2008).

3.4.4 Analyses chimiques : Les analyses chimiques effectuées dans cette étude sont conformes à celles utilisées par Bouafou et al. (2007 ; 2011a) comme définies par l'Aoac (1975).

3.4.5 Expression des paramètres d'étude de la valeur nutritionnelle : Ces paramètres (Adrian et al., 1991) sont consignés dans le tableau 3

3.4.6 Contrôle statistique : L'analyse statistique des données recueillies s'est faite à l'aide du logiciel STATISTICA 6.0. La comparaison des moyennes a été faite grâce au test de Newmann-Keuls avec un seuil de signification de 1%.

Tableau 3 : Expression des paramètres d'étude de la valeur nutritionnelle

Paramètres	Expressions mathématiques
Matière sèche ingérée (MSI)	Quantité totale de matière sèche (de l'aliment) ingérée durant la période d'expérimentation
Protéine totale ingérée (PTI) Gain de poids (GP) Coefficient d'efficacité alimentaire (CEA)	PTI (g) = MSI x %Protéine du régime GP (g) = Poids final – poids initial $\text{CEA} = \frac{\text{GP (g)}}{\text{MSI (g)}}$

Coefficient d'efficacité protéique (CEP)	$\text{CEP} = \frac{\text{GP}(\text{g})}{\text{PTI}(\text{g})}$
Digestibilité apparente (Da)	$\text{Da} = \frac{I - F}{I}$
Digestibilité réelle (Dr)	$\text{Dr} = \frac{\text{Protéine absorbée (A)}}{\text{Protéine ingérée (I)}} = \frac{I - (F - Fpp)}{I}$
Protéine nette utilisée (PNU)	$\text{PNU} = \frac{I - (F - Fpp) - (U - Upp)}{I}$
Valeur biologique (VB)	$\text{VB} = \frac{I - (F - Fpp) - (U - Upp)}{I - (F - Fpp)}$

F: Azote excréte dans les fèces d'un jeune rat en croissance , Fpp: Azote excréte dans les fèces d'un jeune rat en croissance nourri au régime sans protéine , I: protéine ingérée

U: Azote excréte dans l'urine d'un jeune rat en croissance , Upp: Azote excréte dans l'urine d'un jeune rat en croissance nourri au régime sans protéine

4 RESULTATS

Au cours de l'expérimentation animale, aucun signe de maladies (diarrhée, constipation ou poils piqués) ni d'inappétence n'a été détecté. Les jeunes animaux témoins et traités étaient vivants et semblaient tous en bonne santé.

4.1 Gain de poids, matière sèche ingérée et coefficient d'efficacité alimentaire : Les gains de poids des rats en croissance, la matière sèche ingérée et coefficient d'efficacité alimentaire sont consignés dans le tableau 4.

Tableau4 : Gain de poids, matière sèche ingérée et coefficient d'efficacité alimentaire

Paramètres étudiés	Lot Protéiprime (PP)	Lot FAS ^{2,5}	Lot FAS ⁵	Lot FAS ^{7,5}
Gain de poids (g/j)	-1,10 ± 0,21 ^a	4,06 ± 0,70 ^b	3,82 ± 0,61 ^c	3,44 ± 0,04 ^d
Matière sèche ingérée (g/j)	3,06 ± 0,45 ^c	8,56 ± 0,98 ^d	6,95 ± 0,88 ^d	7,92 ± 0,41 ^d
coefficient d'efficacité alimentaire	-0,35 ± 0,07 ^a	0,47 ± 0,03 ^b	0,54 ± 0,05 ^c	0,46 ± 0,06 ^b

Les moyennes ± écart-type avec la même lettre sur la même ligne ne sont pas significativement différentes (p<0,01).

4.2 Protéines totales ingérées et coefficient d'efficacité protéique : Les ingestions protéiques des rats et les coefficients d'efficacité protéiques qui en dérivent sont rapportés dans le tableau 5

4.3 Coefficients de digestibilité des protéines : Les digestibilités apparentes et réelles des régimes sont mentionnées dans le tableau 6.

Tableau 5: Protéines ingérées et coefficient d'efficacité protéique

Paramètres étudiés	Lot FAS ^{2,5}	Lot FAS ⁵	Lot FAS ^{7,5}
Protéine ingérée (g)	1,36 ± 0,16 ^a	1,10 ± 0,13 ^a	1,26 ± 0,06 ^a
Coefficient d'efficacité protéique	2,96 ± 0,38 ^b	3,43 ± 0,32 ^b	2,95 ± 0,38 ^b

Les moyennes ± écart-type avec la même lettre sur la même ligne ne sont pas significativement différentes (p<0,01).

Tableau 6: Coefficient de digestibilité des protéines

Paramètres étudiés	Lot FAS ^{2,5}	Lot FAS ⁵	Lot FAS ^{7,5}
Digestibilité apparente	0,90 ± 0,00 ^a	0,89 ± 0,01 ^b	0,87 ± 0,01 ^c
Digestibilité réelle	0,91 ± 0,00 ^d	0,91 ± 0,00 ^d	0,89 ± 0,00 ^e

Les moyennes ± écart-type avec la même lettre sur la même ligne ne sont pas significativement différentes ($p<0,01$).

4.4 Protéine nette utilisée et valeur biologique :

Les valeurs de la protéine nette

utilisée par les rats et de la valeur biologiques des régimes sont contenues dans le tableau 7.

Tableau 7: Protéine nette utilisée et valeur biologique

Paramètres étudiés	Lot FAS ^{2,5}	Lot FAS ⁵	Lot FAS ^{7,5}
Protéine nette utilisée	0,74 ± 0,00 ^f	0,81 ± 0,02 ^g	0,72 ± 0,02 ^f
Valeur biologique	81,32 ± 0,88 ^a	89,00 ± 1,43 ^b	80,40 ± 2,36 ^c

Les moyennes ± écart-type avec la même lettre sur la même ligne ne sont pas significativement différentes ($p<0,01$).

5 DISCUSSION

Le lot de rats du régime protéiprime n'a d'intérêt que pour la détermination des quantités endogènes d'azote excrétées dans les fèces et les urines. L'appétibilité de la FAS pour les animaux est bonne. Les niveaux de consommation des régimes contenant de la FAS (6,95 ± 0,88- 8,56 ± 0,98 g/j) sont comparables à celui d'un régime à 10% de farine de poisson (7,87 g/j) (Bouafou et al., 2008 ; 2007, Bouafou et al., 2011a). Les régimes se rangent selon l'ordre décroissant de consommation suivant : FAS^{2,5} > FAS^{7,5} > FAS⁵. Les consommations élevées des aliments ont eu pour corollaire des prises de poids importantes. Les rats ayant subi les plus fortes croissances sont sous le régime FAS^{2,5} suivis par ceux du régime FAS⁵, puis les sujets du régime FAS^{7,5}. L'aliment le plus consommé est le régime FAS^{2,5}. Les plus forts gains de poids sont réalisés par les jeunes animaux de ce lot. Cette performance de croissance est suivie de celle des sujets du régime FAS⁵, avec à l'inverse, la plus faible ingestion d'aliment.

Les coefficients d'efficacité alimentaire permettent d'apprécier au mieux le rendement de l'utilisation de l'ingéré alimentaire. Les coefficients d'efficacité alimentaire (CEA) rangés par ordre décroissant sont issus des régimes FAS⁵ (0,54 ± 0,05) > FAS^{2,5} (0,47±

0,05) > FAS^{7,5} (0,46 ± 0,06). L'aliment le plus efficace est le régime FAS⁵. Les quantités de protéines ingérées sont statistiquement égales ($p<0,01$) tout comme les coefficients d'efficacité protéique. Toutefois au regard des données, les CEP peuvent se classer dans l'ordre ci-après : CEP de FAS⁵ > CEP de FAS^{2,5} > CEP de FAS^{7,5}.

Les trois régimes incorporant la FAS ont des très bonnes digestibilités (apparente et réelle) comparables à celles d'un régime à 10% de farine de poisson (Bouafou, 2007). Le moins digeste est le régime FAS^{7,5}. Cette information suggère qu'à fort taux dans le régime, les protéines d'asticots sont difficilement dégradables par les différentes enzymes digestives dans l'organisme. Par ailleurs, la digestibilité réelle de chaque régime est supérieure à sa digestibilité apparente. La valeur nutritionnelle au sens strict d'une protéine est estimée par le pourcentage d'azote ingéré utilisé pour la synthèse protéique.

Les protéines nettes utilisées dans le régime FAS⁵ (0,81 ± 0,02) sont supérieures à celles des régimes FAS^{2,5} (0,74 ± 0,00) et FAS^{7,5} (0,72 ± 0,02), toutes deux statistiquement égales. Ainsi incorporée à 5% dans le régime, la FAS est mieux utilisée pour les besoins quantitatifs et qualitatifs des rats en croissance. Le régime

FAS⁵ a la meilleure valeur biologique ($89,00 \pm 1,43$) devant celle du régime FAS^{2,5} ($81,32 \pm 0,88$) et du régime FAS^{7,5} ($80,40 \pm 2,36$). En d'autres termes, à apport azoté équivalent, les protéines de la farine d'asticots sont plus biodisponibles qu'à 5% dans un régime pour des jeunes rats. Tous ces résultats sont du

même ordre de grandeur que ceux obtenus avec la farine de poisson, protéine habituellement utilisée dans l'alimentation animale (Bouafou, 2007) et de ceux obtenus avec la caseïne, protéine de référence (Dally et al., 2010) (Tableau 8).

Tableau 8: Comparaison de quelques paramètres d'évaluation de la valeur nutritionnelle de la caseïne, de la farine de poisson et de la FAS

Paramètres étudiés	Lot caseïne	Lot farine de poisson	Lot FAS ^{2,5}	Lot FAS ⁵
Gain de poids (g/j)	$3,27 \pm 1,44^*$	$3,75 \pm 0,03^{**}$	$4,06 \pm 0,70$	$3,82 \pm 0,61$
Matière sèche ingérée (g/j)	$8,59 \pm 2,16^*$	$7,87 \pm 0,66^{**}$	$8,56 \pm 0,98$	$6,95 \pm 0,88$
coefficient d'efficacité alimentaire	$0,36 \pm 0,11^*$	$0,47 \pm 0,03^{**}$	$0,47 \pm 0,03$	$0,54 \pm 0,05$
Digestibilité réelle		$0,89 \pm 0,00^{**}$	$0,91 \pm 0,00$	$0,91 \pm 0,00$
Valeur biologique		$87,40 \pm 0,56^{**}$	$81,32 \pm 0,88$	$89,00 \pm 1,43$

(**) Bouafou (2007) ; (*) Dally et al. (2010)

Les moyennes \pm écart-type avec la même lettre sur la même ligne ne sont pas significativement différentes ($p<0,01$).

6 CONCLUSION

Les trois régimes alimentaires FAS^{2,5}, FAS⁵, et FAS^{7,5} contenant respectivement 2,5%, 5% et 7,5% de farines d'asticots séchés (FAS) ont permis aux rats en croissance de réaliser de bonnes performances zootechniques, comparables à celles obtenues avec la farine de poisson. La consommation alimentaire et le gain de poids des jeunes rats, les coefficients d'efficacité alimentaire et protéique, les digestibilités apparentes et réelles, des protéines nettes utilisées et les valeurs biologiques de ces régimes leur confèrent des

valeurs nutritionnelles élevées et statistiquement voisines ($p<0,01$). Néanmoins, ces paramètres permettent de les classer dans l'ordre décroissant de qualité suivant : FAS⁵, FAS^{2,5} et FAS^{7,5}. Le régime FAS⁵ a la meilleure valeur nutritionnelle. Ainsi au plan strictement nutritionnel, le taux optimal de FAS à incorporer dans un régime pour animaux en croissance est de 5%. En perspective, il est à envisager d'autres études complémentaires visant à prouver l'innocuité de l'ingestion de la FAS.

7 REFERENCES

- Adrian J, Rabache M and Fragne R: 1991. Technique d'analyse nutritionnelle In Lavoisier Tec et Doc (Eds). Principes de techniques d'analyse. Paris, 451-478.
- Aoac: 1975. Official methods of analysis, 12th ed. Wash., DC.
- Bouafou KGM, Kouamé KG, Amoikon EK and Offoumou AM: 2006. Potentiels pour la production d'asticots sur des sous- produits en Côte d'Ivoire. Tropicultura, 24, 157-161.
- Bouafou KGM : 2007. Etude de la production d'asticots à partir d'ordures ménagères et de la valeur nutritionnelle de la farine d'asticots séchés (FAS) chez le rat en croissance [thèse]. Abidjan Université de Cocody. pp145.
- Bouafou KGM, Kouamé KG and Offoumou AM : 2007. Bilan azoté chez le rat en

- croissance de la farine d'asticots séchés. *Tropicultura* 25: 70-74.
- Bouafou KGM, Zannou-Tchoko V, Konan BA and Kouamé KG: 2008. Etude de la valeur nutritionnelle de la farine d'asticots séchés chez le rat en croissance. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie* 12 : 215-225.
- Bouafou KGM, Konan BA, Méité A, Kouamé KG and Kati-Coulibaly S: 2011. Substitution de la farine de poisson à la farine d'asticots séchés dans le régime du rat en croissance : risques pathologiques ? *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 5 : 1298-1303.
- Dally T, Méité A, Kouamé KG, Bouafou KGM, Kati-Coulibaly S, 2010. Efficacité nutritionnelle de trois mets Ivoiriens: cabatoh à la sauce dah au nord; foutou igname à la sauce gouagouassou au centre; riz cuit à la sauce graine à l'ouest. *Journal of Applied Biosciences*, 33 : 2084- 2090.
- Pawlak M and Pion R: 1968. Influence de la supplémentation des protéines de blé par les doses croissantes de lysine sur la teneur en acides aminés libres du sang et du muscle du rat en croissance. *Annale de Biologie de Biochimie et de Biophysique* 7: 517-530.