

Composition chimique et teneur en énergie métabolisable des matières premières produites en République centrafricaine et utilisables chez les volailles

J.C. Maliboungou ¹ M. Lessire ² J.M. Hallouis ²

Mots-clés

Volaille - Alimentation - Matière première - Valeur nutritive - Composition chimique - Valeur énergétique - République centrafricaine.

Résumé

L'utilisation adéquate des matières premières produites en Afrique tropicale est limitée par un manque de données précises concernant leurs caractéristiques nutritionnelles et les traitements technologiques subis. La présente étude avait pour objet l'évaluation nutritionnelle de matières premières tropicales disponibles pour les volailles en République centrafricaine. Elles ont été analysées et leur digestibilité a été mesurée chez le coq adulte. Les résultats suivants ont été obtenus respectivement pour les protéines (p. 100 matière sèche) et pour l'énergie métabolisable (kcal/kg matière sèche) : maïs 10,4 et 3 943 ; mil 11,7 et 3 803 ; sorgho blanc 11,6 et 3 793 ; sorgho jaune 10,1 et 3 790 ; sorgho rouge 9,7 et ND ; sorgho (mélange) 10,8 et 3 797 ; manioc 1,2 et 3 341 ; niébé 24,9 et 3 111 ; tourteau de coton décortiqué 41,3 et 3 748 ; tourteau de coton déshuilé 45,3 et 2 522 ; farine de sang 83,7 et 2 355. Mis à part un tourteau de coton très riche en huile résiduelle, les céréales étaient incontestablement les matières premières les plus énergétiques. Les tourteaux ont présenté des teneurs en protéines et en énergie métabolisable voisines de celles rapportées dans la littérature internationale. Les graines crues de niébé avaient une digestibilité élevée alors que le manioc et la farine de sang ont présenté des valeurs inférieures à celles publiées par d'autres auteurs. Ces différences peuvent s'expliquer par des technologies de préparation spécifiques qui sont discutées.

■ INTRODUCTION

Dans les pays à climat tempéré, l'alimentation conditionne fortement la productivité des élevages avicoles. L'énergie est la composante la plus onéreuse des aliments pour volailles (16, 17). En effet, le coût alimentaire représente 55 à 60 p. 100 du coût de production des produits avicoles et la fraction énergétique constitue 70 p. 100 des dépenses alimentaires, soit 40 p. 100 du coût de production de produits avicoles (35). Dans les régions tropicales d'Afrique, le coût alimentaire est estimé à 70-75 p. 100 du coût de production des produits avicoles (poulet et/ou œufs) et la fraction énergétique de l'aliment contribue pour environ de moitié au coût de production en aviculture intensive dans le contexte nigérian

(23). Le niveau énergétique de la ration est le principal facteur de variation de la consommation alimentaire des volailles, et, par conséquent, de leurs performances de production : croissance, intensité de ponte, poids des œufs (15, 42).

Si dans les pays industrialisés la composition chimique et la teneur en énergie métabolisable (EM) de la plupart des matières premières (MP) destinées à l'alimentation des volailles sont connues et continuellement mesurées, dans les pays tropicaux les données concernant la concentration en EM des matières premières tropicales (MPT) utilisées en alimentation avicole sont peu disponibles, et en République centrafricaine (RCA) ces données sont inexistantes. Ainsi, la formulation des régimes pour volailles fait appel à des tables et des normes établies dans un environnement technico-économique différent de celui de la RCA. Ceci pourrait conduire à des rations déséquilibrées ou nécessiter l'importation d'aliments ou de matières premières. Les ressources en produits agricoles (tableau I) et sous-produits agro-industriels (pas de statistiques disponibles) de la RCA sont mal valorisées en production animale, particulièrement en aviculture, et des quantités non négligeables

1. ICRA, Département des Systèmes Agro-Pastoraux, BP 122, Bangui-Lakouanga, République centrafricaine

Tél. : 236 61 62 75

2. INRA, Station de Recherches Avicoles, 37380 Nouzilly, France

de matières premières sont importées. Or, les productions en viande de poulet ont été estimées en 1995 à 620 tonnes et à 4 millions d'œufs pour la zone urbaine et péri-urbaine de Bangui, ce qui nécessite des quantités non négligeables d'aliments (estimation à partir des données recueillies auprès de l'ANDE, de la FNEC et des groupements d'aviculteurs).

La présente étude avait pour objectif l'évaluation de la composition chimique et de la digestibilité des protéines et de l'énergie des matières premières produites en RCA et utilisables en alimentation avicole en remplacement de matières premières importées.

■ MATERIEL ET METHODES

Origine et caractéristiques des matières premières utilisées

Les matières premières étudiées étaient celles qui étaient les plus disponibles en terme de volume (tableau I). Les céréales étudiées étaient toutes des écotypes locaux :

- le maïs était produit par de petits paysans sur presque tout le territoire. Il était récolté, séché à l'air libre puis égrainé. Les grains étaient à nouveau séchés pendant plusieurs jours et stockés dans des sacs en jute ou des paniers. L'échantillon analysé provenait de prélèvements effectués dans les cinq principales régions productrices ;

- les sorghos (*Sorghum vulgare*) étaient de plusieurs types et produits dans le Nord et le Nord-Est : le sorgho blanc appelé « gros mil » et le sorgho jaune étaient produits dans le Nord-Est. Le sorgho mélange était composé de sorghos blanc, jaune et rouge ;

- le mil (*Pennisetum typhoides*) était produit dans le Nord et le Nord-Est. Les échantillons de mil et de sorghos analysés provenaient de ces principales régions de production ;

- les racines et tubercules amyliacés. Le manioc testé était sous forme de cossettes obtenues à partir de tubercules épluchés et rouis pendant 3 à 6 jours en fonction de la température ambiante, suivi d'un défibrage et d'une fermentation dans des paniers ou des sacs en jute pendant 1 à 3 jours, puis séchés au soleil sur des bâches en plastique ou à même le sol. Le tonnage important produit en RCA a justifié son évaluation nutritionnelle pour l'alimentation des volailles. Le lot analysé dans cette étude était le regroupement de 12 prélèvements élémentaires issus de principales régions productrices ;

- les graines de légumineuses : les graines crues de niébé (*Vigna unguiculata*) utilisées provenaient de gousses récoltées à grande maturité et séchées pendant plusieurs semaines, un pilonnage souple dans un mortier et un vannage permettaient de séparer les graines des impuretés. Les graines ont été séchées pendant plusieurs semaines et stockées dans des sacs en jute. On ne dispose pas de statistiques sur la production du niébé et des autres graines de légumineuses (haricot, pois d'angole, pois cajan), mais le niébé était disponible en toute saison sur les marchés de Bangui et dans les régions de production. L'échantillon analysé provenait de prélèvements effectués au Nord, au Centre, au Centre-Sud du pays, ainsi que chez les commerçants de Bangui ;

- les produits agro-industriels : les tourteaux de coton utilisés étaient issus d'amandes décortiquées et déshuilées par pression (expeller) et de graines entières pressées et déshuilées (solvant). Le tourteau de coton expeller a été fourni par HUSACA (Huilerie savonnerie centrafricaine), l'usine de fabrication d'aliments de la Fédération nationale des éleveurs centrafricains (FNEC) a fourni

Tableau I

Production des principales matières premières alimentaires et de coton en RCA (milliers de tonnes)

	1994	1995
Manioc (tubercules)	518	492
Maïs	63	71
Arachide (coques)	79	86
Riz (paddy)	8	9
Sésame	14	16
Coton (graine)	27	32
Sorgho/mil	30	33
Farine de sang de bovin*	-	0,5

Sources : Direction des Statistiques agricoles, Ministère centrafricain de l'agriculture et de l'élevage (1995)

* Estimation à partir du nombre d'animaux abattus par an

le tourteau de coton issu des graines entières déshuilées (extraction par solvant). Le tourteau d'arachide n'a pas été utilisé, cette matière première n'étant pas triturée en RCA ;

- les sous-produits de l'abattoir. Le sang des bovins a été collecté lors des saignées. Il a subi une cuisson sommaire (2 à 3 h), suivie d'un séchage au soleil sur des aires plus ou moins cimentées. La farine de sang a été produite par de petits artisans autour de l'abattoir de Bangui et des tueries municipales. L'échantillon testé de la farine de sang a été constitué par prélèvement chez huit producteurs artisanaux de Bangui à raison de 50 kg par producteur. Les huit échantillons ont été mélangés afin de constituer le lot qui a été analysé.

Analyses chimiques

Les analyses de matières premières ont été pratiquées selon les méthodes décrites par l'Association française de normalisation (1) après un broyage à 0,5 mm (broyeur Retsh type ZM1).

Le taux de matière sèche (MS) a été obtenu après passage à l'étuve d'un échantillon pendant 4 h à 103 °C suivi d'un refroidissement au dessiccateur. La teneur en protéines brutes (N x 6,25) a été mesurée selon la méthode Kjeldahl. La teneur en lipides totaux a été mesurée à l'éther de pétrole en utilisant un extracteur de SOXLET (sans hydrolyse préalable).

Le taux de cendres brutes (matières minérales totales) a été obtenu par calcination à 550 °C pendant plus de 7 h. Tous les résultats ont été exprimés en pourcentage du produit sec.

L'énergie brute des matières premières a été mesurée à la bombe calorimétrique isopéribole (IKA C 700) à partir d'une prise d'essai de 0,5 à 0,9 g. Les résultats ont été exprimés en kcal/kg de produit sec.

Les acides aminés ont été dosés par chromatographie en phase liquide après hydrolyse et oxydation performique pour les acides aminés soufrés (méthode AFNOR V18-113). Les résultats ont été exprimés en grammes pour 16 g d'azote. Ceux de la farine de sang de bovin et du tourteau de coton (expeller) n'ont pas été mesurés.

Le dosage du gossypol a été effectué par spectrométrie d'absorption moléculaire selon la norme AFNOR V18-110 mars 1986.

Le dosage du calcium a été fait par absorption atomique (AFNOR V18-108) et le phosphore par spectrophotométrie (AFNOR V18-106).

Le dosage des tannins a été fait par dosage de l'acide tannique après hydrolyse selon la norme AFNOR V03-751.

Les dosages des acides aminés, du calcium et du phosphore total, de la cellulose brute, des tannins et du gossypol des tourteaux de coton ont été réalisés au laboratoire de Guyomarc'h nutrition animale (Vannes, France).

Bilan digestif

La concentration en énergie métabolisable apparente (EMA) a été mesurée par la technique du bilan digestif en utilisant des coqs adultes de souche ISA Brown âgés de 12 mois et pesant en moyenne 3,5 kg. Ces volailles ont été logés en cages individuelles équipées d'un dispositif de collecte totale des fèces. Ils ont été soumis à un éclairage de 16 h par jour et la température du local a varié de 18 à 20 °C. La technique du bilan digestif utilisée pour cette étude était celle de l'alimentation par gavage humide (19). Les animaux ont été soumis à un jeûne de 24 h puis gavés avec une quantité d'aliment additionnée d'eau correspondant à l'ingéré quotidien d'animaux nourris *ad libitum*. Sept coqs ont été utilisés pour chaque matière première. Les fèces de chaque coq ont été récoltées en totalité 24 et 48 h après le gavage, en prenant garde d'éliminer soigneusement desquamations et plumes tombées sur les plateaux, puis regroupées par animal. Pendant la période de récolte des excréta les animaux étaient à jeun. Les fèces récoltées ont été immédiatement congelées, lyophilisées et, après équilibrage à la température ambiante, broyées puis placées dans un pot en plastique étanche. Les fèces ont été analysées pour leurs teneurs en énergie brute (EB), en azote après élimination de l'azote urique (36) et en lipides par la méthode de Folch avec hydrolyse préalable dans de l'acide chlorhydrique 6N.

Les céréales et le manioc ont été gavés purs. Les valeurs d'énergie métabolisable apparente étaient donc calculées directement ainsi que le CUDaN pour les céréales. Le niébé, les tourteaux de coton et la farine de sang ont été incorporés dans un aliment de base composé de maïs français (96,5 p. 100) et de complément vitaminé et minéral (3,5 p. 100). Le pourcentage d'incorporation du niébé était de 50 p. 100, celui des tourteaux de coton de 25 p. 100 et la farine de sang était incorporée à 20 p. 100. Leurs valeurs d'énergie métabolisable apparente et de coefficients d'utilisation digestive apparente de l'azote ont été calculées par différence avec celle du maïs gavé seul. L'erreur standard pour les valeurs de l'EMA a été calculée selon la formule proposée par Lessire (19).

■ RESULTATS

Les tableaux II et III font état de la composition chimique et de la teneur en acides aminés des matières premières étudiées. Le tableau IV présente les valeurs d'EM et de digestibilité des protéines.

Les céréales et le manioc

Les céréales centrafricaines avaient des caractéristiques nutritionnelles similaires à celles publiées par d'autres auteurs (13). Leur teneur en protéines était comprise entre 9,7 et 11,6 p. 100 MS. Elles étaient pauvres en cendres, en cellulose brute (WEENDE) et en lipides, à l'exception du maïs qui en renfermait 4,5 p. 100. Les sorghos étaient issus de variétés pauvres en tannins. La variété rouge était cependant la plus concentrée en tannins (0,25 p. 100). Leur profil en acides aminés (g pour 16 g d'N) a fait ressortir des carences en acides aminés indispensables, tels que la lysine et la méthionine, ce qui est classique.

Le maïs testé a présenté une valeur élevée d'énergie métabolisable ($3\,943 \pm 44$ kcal/kg MS). Les autres céréales, mil, sorgho blanc, jaune et mélange, se situaient à un niveau d'EM identique : 3 800 kcal/kg MS en moyenne. Les digestibilités des protéines étaient également voisines et variaient de 84 à 86 p. 100.

Le manioc testé a présenté une teneur en protéines brutes de l'ordre de 1,2 p. 100 MS, avec une faible concentration en fibres (2,2 p. 100 MS) et en cendres (1,31 p. 100 MS). Son EM s'est élevé à $3\,341 \pm 3\,34$ kcal/kg MS. Cette variabilité élevée pouvait être due à l'hétérogénéité de l'échantillon ou au rouissage. Par ailleurs, son taux en acide cyanhydrique n'a pu être déterminé.

Graines de légumineuses

Le niébé (*Vigna unguiculata*) a présenté une teneur moyenne en protéines brutes de 24,8 p. 100 MS avec une concentration en tannins de 0,13 p. 100 MS et très peu de matières grasses (environ 1,7 p. 100 MS). Sa composition en acides aminés est indiquée au tableau III. Les protéines du niébé RCA étaient riches en lysine (6,6 g/16 g N), mais pauvres en acides aminés soufrés (méthionine 1,1 g/16 g N ; cystine 1,5 g/16 g N).

Tableau II

Composition chimique des matières premières

	MS % produit brut	MAT % MS	MG % MS	Cendres % MS	Cellulose % MS	Calcium mg/kg MS	Phosphore % MS	Tannins % MS	Gossypol % MS
Maïs	87,3	10,4	4,5	1,5	2,3	62	0,32	0,00	
Mil	87,6	11,7	2,2	1,5	1,8	110	0,19	0,07	
Sorgho blanc	90,5	11,6	2,2	1,8	2,3	128	0,44	0,11	
Sorgho jaune	90,7	10,1	3,0	1,3	2,5	142	0,34	0,07	
Sorgho rouge	89,2	9,7	2,9	2,0	3,2	103	0,38	0,25	
Sorgho (mélange)	89,9	10,8	2,7	1,9	2,5	97	0,37	0,18	
Manioc	88,7	1,2	0,3	1,3	2,2	247	0,05	ND	
Farine de sang	89,3	83,7	0,5	12,2	ND	ND	ND	ND	
Niébé	89,2	24,9	1,8	4,0	3,3	458	0,42	0,13	
Tourteau de coton décortiqué	91,9	41,3	23,5	6,3	ND	ND	ND	ND	
Tourteau de coton désuillé	92,2	45,3	0,6	7,8	12,3	2 175	1,55	ND	0,05

ND = non déterminé

Tableau III

Teneur en acides aminés des matières premières (g pour 16 g d'azote)

Acides aminés % MS	Maïs	Mil	Sorgho blanc	Sorgho jaune	Sorgho rouge	Sorgho (mé- lange)	Manioc	Niébé	Tourteau de coton désuillé
Lysine	2,86	2,35	2,08	2,50	2,48	2,11	4,69	6,63	4,57
Histidine	3,74	3,34	3,17	3,30	3,42	3,28	6,57	4,14	3,56
Arginine	4,72	3,73	4,06	4,55	4,24	4,55	3,75	8,38	11,72
Acide aspartique	6,37	7,46	6,74	7,28	6,72	6,87	6,57	11,04	9,19
Thréonine	3,63	3,83	3,37	3,52	3,54	3,38	3,75	3,87	3,51
Sérine	5,27	5,00	4,95	5,00	4,95	4,97	3,75	4,97	4,70
Acide glutamique	18,68	19,62	19,61	20,58	19,81	20,51	13,14	16,80	19,70
Proline	9,45	6,48	8,62	8,64	8,49	8,67	2,82	4,05	4,04
Glycine	3,63	2,85	3,17	3,30	3,30	3,28	3,75	3,77	4,24
Alanine	7,69	7,95	9,01	9,32	9,20	9,73	4,69	4,28	4,19
Valine	5,05	5,40	5,05	4,55	5,31	5,50	3,75	4,60	4,82
Isoleucine	3,52	4,41	4,06	4,09	4,24	4,44	2,82	4,05	3,59
Leucine	12,75	10,11	13,07	13,42	12,85	13,74	4,69	7,27	6,01
Tyrosine	4,40	3,24	4,16	4,21	4,24	4,33	1,88	3,27	3,13
Phénylalanine	4,94	4,71	5,25	5,23	5,19	5,29	2,82	5,52	5,40
Cystine*	2,42	2,26	2,28	2,39	2,48	2,33	1,88	1,10	1,89
Méthionine*	2,42	2,45	1,88	2,05	2,00	2,01	1,88	1,52	1,62

* après oxydation performique

Tableau IV

Valeurs moyennes (\pm erreur standard) d'EMA et du CUDaN des matières premières obtenues sur sept coqs

Matières premières	EB kcal/kg MS	EMA kcal/kg MS	EMA % EB	CUDaN %
Maïs	4 510	3 943 \pm 44	87,4	85,4 \pm 3,7
Mil	4 426	3 803 \pm 112	85,9	84,4 \pm 3,5
Sorgho blanc	4 379	3 793 \pm 26	86,6	86 \pm 2,5
Sorgho jaune	4 398	3 790 \pm 43	86,2	84,6 \pm 2,3
Sorgho rouge	4 390	ND	ND	ND
Sorgho (mélange)	4 395	3 797 \pm 84	86,4	84 \pm 2,8
Manioc	4 099	3 341 \pm 334	81,5	ND
Farine de sang	5 163	2 355 \pm 226	45,6	78,6 \pm 4,4
Niébé	4 423	3 111 \pm 196	70,3	82,4 \pm 4,1
Tourteau de coton décortiqué	5 789	3 748 \pm 153	64,7	82,2 \pm 2,10
Tourteau de coton désuillé	4 571	2 522 \pm 257	55,2	83,9 \pm 3,61

ND = non déterminé

La digestibilité des protéines du niébé était de 82,4 p. 100 et sa valeur d'énergie métabolisable apparente (EMA) s'est élevée à 3 111 \pm 196 kcal/kg MS.

Tourteaux d'oléoprotéagineux

Les échantillons de tourteaux de coton (TC) de cette étude avaient une faible teneur en gossypol, environ 0,05 p. 100 MS. Ils différaient par leurs teneurs en lipides résiduels (tableau II) et donc en énergie brute (tableau IV). Le premier tourteau utilisé, issu de graines décortiquées, renfermait encore 23,5 p. 100 de lipides. Ce taux élevé de lipides était dû au mauvais fonctionnement de la presse de l'huilerie qui avait fourni les échantillons. Le second était presque totalement dépourvu de lipides (0,6 p. 100 MS) et

contenait 12,25 p. 100 de cellulose (tableau II). Les teneurs en protéines de ces deux tourteaux étaient supérieures à 40 p. 100 avec un CUDaN supérieur à 80 p. 100 (tableau IV). Leurs valeurs d'EM se sont élevées à 3 748 kcal/kg MS pour le TC décortiqué et à 2 522 kcal/kg MS pour le TC désuillé.

Les protéines d'origine animale

La farine de sang de bovin produite en RCA a présenté une teneur en protéines d'environ 83,7 p. 100 MS et une forte proportion de cendres brutes 12,25 p. 100 MS. La digestibilité des protéines s'est élevée à 78,6 p. 100. Il en était de même pour sa valeur d'EMA qui a atteint 2 355 kcal/kg MS. Son profil en acides aminés n'a pas été déterminé.

■ DISCUSSION

La composition chimique des céréales produites en RCA est comparable à celles produites en France (3), en Asie (29) et au Nigeria (9). Le mil a présenté une teneur un peu plus élevée en protéines brutes et sa valeur d'EM était supérieure (11,7 contre 10 kcal/kg MS). Cette bonne valeur alimentaire justifierait son emploi en remplacement du maïs dans les rations des volailles (29, 41). L'échantillon de maïs étudié était le plus riche en matières grasses et donc en énergie brute et son EMA était également la plus élevée ($3\,943 \pm 44$ /kg MS) de toutes les autres céréales étudiées. Ces résultats sont proches de ceux publiés dans les tables américaines (21) mais ils sont supérieurs aux données concernant les maïs français (3). L'excellente digestibilité des protéines du maïs RCA et de son énergie peut s'expliquer, d'une part, par les variétés cultivées et, d'autre part, par les pratiques culturales. En effet, en RCA, le maïs est toujours récolté à très grande maturité, ce qui permet une bonne concentration des éléments nutritifs (lipides et amidon). Les maïs peu mûrs ont en effet une valeur alimentaire plus faible chez les volailles (18).

La valeur énergétique des sorghos est inversement proportionnelle à leur teneur en tannins (14, 32, 33). Les sorghos jaunes, blancs et le mélange, peu concentrés en tannins, ont une digestibilité comparable à celle publiée par l'INRA (13) pour des variétés pauvres en tannins produites en France. Ces résultats suggèrent que ces types de sorghos pauvres en tannins cultivés en RCA pourraient se substituer partiellement ou totalement au maïs dans les aliments de volailles (10, 14, 29) dans le Nord de la RCA, le Sud du Tchad et le Nord du Cameroun, où ces écotypes locaux sont largement cultivés. Il conviendrait de vérifier qu'il n'existe pas en RCA de variétés riches en tannins. Les teneurs en acides aminés mesurées dans cette étude sont cohérentes avec la littérature (15). Cependant, on observe une teneur sensiblement supérieure en méthionine (moyenne 1,98 contre 1,58 g/16 g N).

La RCA produit des quantités importantes de manioc. C'est l'aliment énergétique de base des populations centrafricaines. L'échantillon de manioc testé a pour caractéristiques une teneur en cendres très faible (1,3 p. 100 MS) qui devrait lui conférer une valeur énergétique élevée. Or celle-ci est, au mieux, égale à celle mentionnée par l'INRA (13) pour un produit à 6 p. 100 de cendres et, au pire, inférieure aux données mentionnées par certains auteurs et rapportées par l'OKE (24). En effet, dans cette synthèse l'EMA du manioc variait de 3 440 à 4 310 kcal/kg MS, ceci en fonction de la variété, de la région de production, du stade de récolte et du traitement technologique utilisé. Pour le manioc RCA, la phase de fermentation lors du traitement technologique semble réduire la digestibilité de l'énergie (25). Cette fermentation, indispensable à la détoxification du manioc pour l'alimentation humaine, est-elle obligatoire pour le poulet ?

L'incorporation du manioc dans les régimes de poulets de chair en milieu tropical peut réduire considérablement le coût alimentaire et par conséquent les coûts de production (24, 25, 39). Le processus de transformation du manioc en RCA donne un produit de faible valeur énergétique, même si ce traitement est réputé réduire le taux de fibres et, très fortement, le taux d'acide cyanhydrique (38). Cela suggère de poursuivre les travaux en utilisant du manioc récolté à différents stades de maturité, épluché, roui et séché sans être fermenté, que l'on comparera à du manioc non traité.

Le niébé produit en RCA présente des caractéristiques chimiques similaires à celles des protéagineux français, le pois en particulier (13) et aussi à celles des graines crues de niébé produites en Asie

(30). Les résultats d'EB et d'EMA de cette étude sont inférieurs à ceux publiés par Nwokolo et coll. (23) qui ont obtenu des valeurs moyennes d'EB et d'EMA pour des graines crues de niébé nigérian respectivement de 4 856 kcal/kg MS et 3 356 kcal/kg MS. Ces différences de résultats pourraient être dues en partie à la méthode de mesure de l'EMA utilisée par ces auteurs (*ad libitum* contre gavage humide). En effet, celle-ci utilise un aliment de base et un temps de collecte des excréta différents et un ingéré supérieur. Par ailleurs, les graines de niébé utilisées seraient issues de variétés sélectionnées, donc de valeur alimentaire supérieure aux graines issues d'écotypes locaux en RCA. On observe, par contre, une nette supériorité de la valeur d'EMA du niébé de RCA, comparée à celle des graines produites en Asie (30), mais elle reste comparable aux données publiées par Carré (2) pour le pois français qui variaient de 2 713 à 3 102 kcal/kg MS. Ainsi, les bonnes caractéristiques nutritionnelles des graines crues (4) du niébé RCA lui permettraient d'être un complément protéique intéressant pour les tourteaux de coton et les céréales qui sont déficitaires en acides aminés essentiels, comme la lysine.

En France, l'utilisation judicieuse de protéagineux (pois, féverole) a permis de réduire l'importation de soja, et les protéagineux tropicaux pourraient bien jouer ce rôle, à condition qu'ils soient disponibles et que l'on mette au point des processus de transformation économiques pour optimiser leur emploi en alimentation avicole.

Les deux types de tourteaux de coton étudiés ont présenté des caractéristiques nutritionnelles comparables à celles publiées par plusieurs auteurs (6, 12, 22, 27). Cependant, on note que le TC déshuilé était plus concentré en protéines que le TC décortiqué, ce qui était lié à sa faible concentration en huile résiduelle. Le taux de cellulose brute, de l'ordre de 12,25 p. 100 MS, est comparable à celui publié par l'INRA (13) pour des tourteaux issus de graines partiellement décortiquées. Sa faible teneur en gossypol (0,05 p. 100 MS) a pour origine la variété F135 cultivée en RCA.

La valeur élevée d'EMA du TC décortiqué provenait de sa forte concentration en matières grasses résiduelles (23,5 p. 100 MS), celle du TC déshuilé reste comparable aux données publiées par de nombreux auteurs (6, 12, 27). On peut donc considérer que le coq valorise assez bien ces lipides et, dans des conditions économiques particulières, la graine entière pourrait être utilisée (40).

L'utilisation des TC à taux croissant dans les régimes pour volailles conduit à une efficacité alimentaire et des performances de croissance très variables d'un auteur à l'autre (8, 12, 28, 37). Les auteurs s'accordent cependant sur le fait que la technique d'obtention des tourteaux et ses conséquences sur la teneur en gossypol et en cellulose brute, ainsi que la faible digestibilité des protéines (25, 28, 34), associée à une indisponibilité de plusieurs acides aminés essentiels (lysine, et méthionine) (25, 28, 30), sont les principaux facteurs de retard de croissance des jeunes volailles (7, 8, 26) et de réduction de l'intensité de ponte (6).

De nouvelles études devraient permettre d'expliquer, pour chaque facteur, les effets négatifs du tourteau de coton lorsque les animaux sont nourris avec des aliments en contenant de grandes quantités. Il faut noter en outre que la plupart de ces études ont été réalisées avec des aliments présentés en farine, ce qui réduit d'autant l'ingéré alimentaire et peut pénaliser le coton dont la densité énergétique est faible (37).

La farine de sang de bovin était la seule source de protéines animales testée. Elle a présenté une teneur en protéines comparable à celle publiée par Fetuga et coll. (9), mais elle est restée faible comparée aux données de l'INRA (13), à cause de sa forte proportion de cendres qui provient du mode de séchage au sol. Elle reste

incontestablement une source de protéines utilisables en alimentation avicole (9, 31). Les tables de composition montrent qu'elle est riche en lysine (21) mais extrêmement déficiente en isoleucine. Cette carence est aggravée par la forte proportion de leucine (5, 20). Ce profil déséquilibré en acides aminés justifie les faibles pourcentages (5-6 p. 100) d'incorporation dans les régimes des volailles (11). Si la farine de sang de bovin étudiée est assez pauvre en protéines, on observe cependant que sa digestibilité est élevée, comparée à celle mentionnée par Ravindran and Blair (31) (78,6 p. 100 contre 60 p. 100). Cette caractéristique pourrait être due à la température modérée de cuisson pratiquée en RCA.

Sa valeur d'EMA est relativement faible comparée aux données de l'INRA (13) (2 355 contre 2 820 kcal/kg MS). Cette faible valeur d'EMA est aussi attribuée à sa forte teneur en cendres brutes (12,25 p. 100 MS) associée vraisemblablement à des contaminants de type sable ou terre, même si cette teneur en cendres brutes ne peut expliquer totalement la faiblesse de la valeur observée. Si des précautions sont prises lors de collectes et du séchage afin d'éviter les contaminations, la farine de sang de bovin produite en RCA pourrait être une bonne source de protéines et de lysine, en complément du manioc et des tourteaux de coton, pour nourrir les volailles. Il faut cependant noter que les pratiques peu industrialisées ne sont pas compatibles avec une qualité sanitaire optimale du produit.

■ CONCLUSION

Les matières premières produites localement existent souvent en quantités importantes, mais sont peu valorisées en alimentation avicole. Cette étude, qui associe des analyses chimiques classiques et des mesures de bilan digestif, a concerné les principales matières premières disponibles en RCA et utilisables en alimentation avicole. L'ensemble des résultats montrent que la plupart de ces produits locaux présentent des compositions comparables aux données bibliographiques, même si des caractéristiques spécifiques ont été observées. Ainsi, on note que le maïs de la République centrafricaine est la céréale la plus énergétique, grâce à un stade de récolte tardif, et que le mil et les sorghos sont pauvres en tannins et présentent une assez bonne valeur alimentaire. Pour d'autres matières premières, il ressort de cette étude des différences avec la littérature internationale. Ainsi, la concentration énergétique des graines crues du niébé RCA est supérieure à certaines données publiées par ailleurs sous les tropiques, sans que l'on puisse attribuer cette différence à des méthodologies de bilan digestif différentes ou à des cultivars et des processus technologiques également différents.

Il en est de même pour le manioc et la farine de sang dont les caractéristiques nutritionnelles sont dépréciées en RCA par des traitements technologiques mal adaptés à l'alimentation des volailles : rouissage et fermentation pour le manioc, contaminations minérales pour la farine de sang.

Il est donc nécessaire de préciser les incidences des traitements technologiques pratiqués en Afrique tropicale sur la valeur alimentaire des matières premières telles que le manioc, la farine de sang, le tourteau de coton et le niébé.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs remerciements à la société Guyomarc'h nutrition (Vannes) pour sa collaboration aux travaux d'analyse.

BIBLIOGRAPHIE

- ASSOCIATION FRANCAISE DE NORMALISATION, 1985. Aliments des animaux, méthodes d'analyse françaises et communautaires, 2^e ed. Paris, France, AFNOR, 339 p.
- CARRE B., 1997. Les qualités des graines de légumineuses en nutrition aviaire. In : 2^e Journées de la recherche avicole, Tours, France, 8-10 avril 1997, tome I. Nouzilly, France, INRA, p. 27-32.
- CONAN L., METAYER M., LESSIRE M., WIDIEZ M.J.L., 1992. Teneur en énergie métabolisable des céréales françaises pour les volailles : synthèse d'enquêtes annuelles. *INRA, Prod. Anim.*, **5** : 329-338.
- CRESWELL D.C., 1981. Nutritional evaluation of mung beans (*Phaseolus aureus*) for young broiler chickens. *Poult. Sci.*, **60**: 1905-1909.
- D'MELLO J.F., 1988. Dietary interactions influencing amino-acid utilisation by poultry. *World Poult. Sci. J.*, **44**: 92-102.
- DONGMO TH., 1993. Effets des régimes alimentaires contenant du tourteau de coton ou du gossypol libre sur la reproduction des coqs ou des poules (*Gallus domesticus*) Thèse doct., ENSA, Rennes, France, 152 p.
- DONGMO TH., PONE D.K., NGOUPAYOU J.D.N., 1989. Cottonseed cake in breeder hens diets: effects of supplementation with lysine and methionine. *Arch. Gerflügelk.*, **53**: 231-234.
- DONGMO TH., POUILLES-DUPLAIX M., NGOU NGOUPAYOU J.D., BLESBLOIS E., DE REVIERS M., 1993. Utilisation du tourteau de coton dans l'alimentation des volailles. 1. Etude zootechnique chez les reproducteurs de l'espèce *Gallus domesticus*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **46** : 609-619.
- FETUGA B.L., BABATUNDE G.M., OYENUGA V.A., 1973. Protein quality of some nigerian feedstuffs: chemical assay of nutrients and amino-acid composition. *J. Sci. Food. Agric.*, **24**: 1505-1514.
- GUALTIERI M., RAPACCINI S., 1990. Sorghum grain in poultry feeding. *World Poult. Sci. J.*, **46**: 246-254.
- HASSAN O.E.M., MUKHTAR A.M.S., NASIR M.E.A., 1974. The use of blood meal in tropical broiler diets. *Trop. Anim. Health Prod.*, **6**: 179-182.
- HONORAT-ZOURE G.M., 1991. Les tourteaux de coton : composition, valeur alimentaire, dégradabilité des matières azotées. Mémoire DAA, ENSA, Rennes, France, 197 p.
- INRA, 1988. L'alimentation des animaux monogastriques : porcs, lapins, volailles, 2^e ed. Versailles, France, INRA, 281 p.
- JACQUIN C., 1985. Etude de la valeur alimentaire du sorgho. Liaison entre la teneur en tannin et l'énergie métabolisable. Paris, France, ITCF, p. 37-41.
- LARBIER M., LECLERCQ B., 1992. Nutrition et alimentation des volailles. Paris, France, INRA, 355 p.
- LECLERCQ B., 1985. Valeur énergétique et qualité des aliments. In : CR Conférence avicole, Paris, France, 18 octobre 1985. Tours, France, Groupe français de la WPSA, p. 4-12. (Cahier n°1)
- LECLERCQ B., 1987. Vers une standardisation de la méthode de mesure de l'énergie métabolisable chez les volailles. *Aliscope*, n° 3-4 : 35-36.
- LESSIRE M., 1985. Faut-il remettre en cause la valeur énergétique du maïs ? In : CR Conférence avicole, Paris, France, 18 octobre 1985. Tours, France, Groupe français de la WPSA, p. 26-36. (Cahier n°1)
- LESSIRE M., 1990. Effect of feeding technique, *ad libitum* dry, or wet force feeding, on the metabolisable energy values of raw materials for poultry. *Br. Poult. Sci.*, **31**: 785-793.
- MILLER B.F., 1977. Formulating swine, poultry rations using, flash-dried blood meal. *Feedstuffs*, **49**: 22-23.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1994. Nutrient requirements of poultry, 9th ed. Washington DC, USA, National Academy Press, 155 p.
- NWOKOLO E.D., BRAGG B.W.D., KITTS W.D., 1976. The availability of amino acids from palm kernel, soybean, cottonseed and rapeseed meal for the growing chick. *Poult. Sci.*, **55**: 2300-2304.
- NWOKOLO E.D., UCHE I.O., 1985. Variation in metabolisable energy of raw or autoclaved white and brown varieties of three tropical legumes. *Anim. Feed Sci. Tech.*, **13**: 141-146.
- OKE O.L., 1978. Problems in the use of cassava as animal feed. *Anim. Feed Sci. Tech.*, **3**: 345-380.

25. OSEI S.A., DUODU S., 1988. Effect of fermented cassava peel meal on performance of broiler. *Br. Poult. Sci.*, **29**: 671- 675.
26. PACKHAM R.G., PAYNE C.G., 1973. Cotton seed in broiler diets. Considerations of some aspects of amino-acid balance and gossypol level in cottonseed meal and cottonseed-meal meal starter diets. *Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb.*, **13**: 656-661.
27. PAPADOPOULOS G., ZIRAS E., 1987. Nutrient composition of Greek cottonseed meal. *Anim. Feed Sci. Tech. Trop.*, **23**: 323-331.
28. PHELPS R.A., 1966. Cotton seed meal for poultry: from research to practical application. *World Poult. Sci. J.*, **22**: 86-112.
29. RAVINDRAN V., BLAIR R., 1991. Feed resources for poultry production in Asia and Pacific region. 1. Energy sources. *World Poult. Sci. J.*, **47**: 213-231.
30. RAVINDRAN V., BLAIR R., 1992. Feed resources for poultry production in Asia and Pacific region. 2. Plant protein sources. *World Poult. Sci. J.*, **48**: 205-231.
31. RAVINDRAN V., BLAIR R., 1993. Feed resources for poultry production in Asia and Pacific region. 3. Animal protein sources. *World Poult. Sci. J.*, **49**: 219-235.
32. ROSTAGNO H.S., FEATHERSTON W.R., ROGLER J.C., 1973. Studies of the nutritional value of sorghum grain with varying tannin contents for chicks. 1. Growth studies. *Poult. Sci.*, **52**: 765- 772.
33. ROSTAGNO H.S., ROGLER J.C., FEATHERSTON W.R., 1973. Studies of the nutritional value of sorghum grain with varying tannin contents for chicks. 2. Amino acid digestibility studies. *Poult. Sci.*, **52**: 772-778.
34. SHARMA N.K., LODHI G.N., ICHHPONANI J.S., 1978. Cottonseed-cake, a potential source of vegetable protein for poultry: a review. *Indian J. Anim. Sci.*, **48**: 132-140.
35. SIBBALD I.R., 1982. Measurement of available feed energy. *Can. J. Anim. Sci.*, **62**: 984-1048.
36. TERPSTRA K., DE HART H., 1974. The estimation of urinary nitrogen in poultry excreta. *Z. Tierphysiol. Futt.*, **32**: 306-320.
37. WALDROUP P.W., 1981. Cottonseed meal in poultry diets. *Feedstuffs*, **53**: 21- 24.
38. WYLLIE D., MTUI M., OLOYA J.D., KATEGILE J.A., 1984. Processing of cassava meal for chicks. *Nutr. Rep. Intern.*, **30**: 1127-1136.
39. YO T., 1988. The use of cassava in broiler diets in Côte d'Ivoire: Effects on growth performance and feed costs. In: Proc. IITA/ILCA Meeting on cassava as livestock feed in Africa, University of Ibadan, Nigeria, November 14-18, 1988, p. 121-126.
40. YO T., 1991. Utilisation directe des graines de coton décortiquées de variétés sans gossypol dans l'alimentation des poulets de chair en Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44** : 355-360.
41. YO T., PICARD M., GUERIN H., DAUVILLIERS P., 1994. Alimentation séparée (céréales graines entières + aliment complémentaire granulé) chez les poulets de chair en climat chaud. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47** : 319- 327.
42. YO T., TAWFICK E.S., 1989. Influence of dietary energy density on feed intake, feed efficiency and weigh gain of broilers. *Der Tropenland-wirt.*, **90**: 105-110.

Reçu le 11.11.97, accepté le 5.5.98

Summary

Maliboungou J.C., Lessire M., Hallouis J.M. Chemical composition and metabolizable energy value of some feed resources for poultry in the Central African Republic

The adequate use of raw materials produced in African tropical countries is limited due to a shortage of accurate data on their nutritive value and technological processing. The present study was conducted to evaluate the nutritive value of tropical raw materials available for poultry in the Central African Republic. These were analyzed and their digestibility measured in adult cockerels. The following results were obtained for crude protein (% dry matter) and metabolizable energy (kcal/kg dry matter), respectively: maize 10.4 and 3943; millet 11.7 and 3803; white sorghum 11.6 and 3793; yellow sorghum 10.1 and 3790; red sorghum 9.7 and ND; sorghum (blend) 10.8 and 3797; fermented dried cassava 1.2 and 3341; cowpeas 24.9 and 3111; cottonseed meal (expeller) 41.3 and 3748; cottonseed meal (solvent) 45.3 and 2522; dried blood meal 83.7 and 2355. Aside from a cottonseed meal with high residual fat content, cereals were undeniably the most energetic raw materials. Cottonseed meals showed protein and metabolizable energy contents similar to those reported by the international literature. High digestibility was observed for raw cowpea seeds, whereas dried fermented cassava and dried blood meal exhibited lower values than those published elsewhere. This can be explained by the use of different specific processing techniques, which are discussed.

Key words: Poultry - Feeding - Raw material - Nutritive value - Chemical composition - Energy value - Central African Republic.

Resumen

Maliboungou J.C., Lessire M., Hallouis J.M. Composición química y contenido en energía metabolizable de las materias primas producidas en la República centroafricana y utilizables en avicultura

El uso adecuado de las materias primas producidas en África tropical se encuentra limitado por la falta de datos precisos en lo que respecta las características nutricionales y los tratamientos técnicos realizados. El objetivo del presente estudio es la evaluación nutricional de las materias primas tropicales disponibles para las aves en la República centroafricana, las cuales fueron analizadas y su digestibilidad fue medida en el gallo adulto. Los resultados siguientes fueron obtenidos respectivamente para las proteínas (% de materia seca) y para la energía metabolizable (kcal/kg de materia seca): maíz 10,4 y 3943; millo 11,7 y 3803; sorgo blanco 11,6 y 3793; sorgo amarillo 10,1 y 3790; sorgo rojo 9,7 y ND; sorgo (mixto) 10,8 y 3797; yuca (o mandioca) 1,2 y 3 341; "niebe" 24,9 y 3 111; torta de algodón descascarado 41,3 y 3748; torta de algodón sin aceite 45,3 y 2522; harina de sangre 83,7 y 2355. Con la excepción de una torta de maíz rica en aceite residual, los cereales representaron las materias primas más energéticas. Las tortas presentaron tenencias en proteínas y en energía metabolizable cercanas a las reportadas por la literatura internacional. Los granos crudos de niebe presentaron una digestibilidad alta, mientras que la yuca y la harina de sangre presentaron valores inferiores a los publicados por otros autores. Estas diferencias pueden explicarse por las técnicas de preparación específicas, las cuales se discuten.

Palabras clave: Ave de corral - Alimentación - Materia prima - Valor nutritivo - Composición química - Valor energético - República centroafricana.