



TOURTEAU D'ARACHIDE

COPRODUIT D'EXTRACTION DE L'HUILE À PARTIR DE GRAINES DE CACAHUÈTE, LE TOURTEAU D'ARACHIDE PRÉSENTE UNE BONNE TENEUR EN PROTÉINES ET PEU DE FIBRES.

AUTRES NOMS COMMUNS

Tourteau déshuilé, tourteau gras, tourteau expeller, arachide, cacahuète, cacahouète



Description

Le tourteau d'arachide est le coproduit obtenu après extraction de l'huile des graines d'arachide, également appelées cacahuètes (*Arachis hypogaea* L.). C'est un aliment riche en protéines qui est largement utilisé pour nourrir toutes sortes d'animaux d'élevage. Le tourteau d'arachide est le sixième tourteau le plus consommé dans le monde après le tourteau de soja, le tourteau de colza, le tourteau de tournesol, le tourteau de coton et le tourteau de palmiste (USDA, 2016). Le tourteau d'arachide est généralement considéré comme un excellent aliment en raison de sa teneur élevée en protéines, de sa faible teneur en fibres, de sa teneur élevée en huile (pour le tourteau expeller) et de l'absence relative de facteurs antinutritionnels. C'est souvent la source de protéines de prédilection dans les régions où le tourteau de soja est trop cher ou non disponible. Cependant, la contamination par des aflatoxines reste un problème

sérieux, en particulier pour le tourteau d'arachide produit à partir de graines cultivées dans des petites exploitations (voir **Contraintes potentielles** ci-dessous). Après les crises liées aux aflatoxines dans les années 1960-1970, les exportations vers les pays développés ont presque cessé, et le tourteau est maintenant principalement utilisé dans les pays producteurs d'arachide (FAO, 1979).

Le tourteau d'arachide peut être produit par extraction mécanique simple (expeller) ou par extraction mécanique suivie d'une extraction au solvant. Il peut être vendu sous forme de granulés. Le tourteau expeller se compose de morceaux gris clair à brunâtre (flocons) de taille variable avec une surface lisse et légèrement courbée. Le tourteau d'arachide extrait au solvant se compose de flocons gris pâle à brunâtre de différentes tailles. Les granulés de tourteau d'arachide varient entre 1,5 et 40 mm de diamètre et sont de couleur gris clair à foncé (TIS, 2016).

Distribution

L'arachide est originaire d'Amérique du Sud. Elle a été cultivée au Pérou dès 1500 avant JC, et même probablement plus tôt. Les Incas l'ont utilisée pour ses graines, qu'ils mangeaient grillées, et pour son huile. Après l'arrivée des Européens en Amérique, l'arachide s'est répandue dans le monde entier. Une huilerie a été créée en Espagne en 1800, et l'Afrique de l'Ouest est devenue la principale source d'exportation de l'arachide au XIX^e siècle (Pattee, 2005). L'arachide est maintenant une culture majeure largement répandue dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes d'Asie, d'Afrique, d'Océanie, d'Amérique du Nord et du Sud, et d'Europe

(Freeman et al., 1999). En 2014, la culture de l'arachide couvrait 25,7 millions d'hectares dans le monde, dont 13,1 millions en Afrique (51 %), 11,2 millions en Asie (44 %) et 1,3 million dans les Amériques (5 %) (FAO, 2016).

- L'arachide est cultivée dans toute l'**Afrique**, le Soudan, le Nigeria et le Sénégal en étant les principaux producteurs. En Afrique de l'Ouest et centrale, l'arachide est cultivée dans des zones semi-arides, avec une période de croissance de 75 à 150 jours et une pluviométrie annuelle comprise entre 300 et 1200 mm. En Afrique de l'Est et australe, l'arachide est également cultivée à des altitudes supérieures à 1500 m avec des précipitations de 300-1000 mm.

- En **Asie**, la plus grande partie de la production se fait en Inde et en Chine, bien que l'arachide soit également cultivée en Indonésie, au Myanmar, au Bangladesh et au Vietnam. En Inde, environ 80 % de la superficie de l'arachide produite est pluviale et se trouve dans le sud, l'ouest et certaines parties de l'Inde centrale pendant la mousson du sud-ouest. Les 20 % restants sont irrigués, cultivés après la saison des pluies et en été dans le sud, l'est et le centre de l'Inde. En Chine, l'arachide est cultivée en rotation avec du blé et du maïs. 25 % de la production provient de la province du Shandong dans le nord de la Chine. Les conditions de croissance sont diverses, avec des précipitations allant de 400 à 2000 mm, et 150 à 300 jours sans gel par an.
- **L'Argentine et le Brésil** représentent ensemble 66 % de l'arachide produite en Amérique latine et dans les Caraïbes. La plante est principalement cultivée dans les régions semi-arides.
- **Aux États-Unis**, la production est concentrée dans le Sud-Est, en Virginie et en Caroline, et dans le Sud-Ouest.
- **En Europe**, l'arachide est cultivée principalement en Bulgarie et, dans une moindre mesure, en Grèce, en Espagne et en ex-Yougoslavie (Freeman et al., 1999).

Le broyage des arachides pour la production d'huile et de tourteau reste l'utilisation principale de la culture de l'arachide, même si la consommation des graines d'arachide pour la cuisine et le snacking n'a cessé d'augmenter depuis les années 1970. Environ 41 % de la production mondiale d'arachide a été broyée en 2010-2013, mais les variations entre régions sont importantes : seulement 11 % de la production est broyée en Amérique du Nord, contre 50 % en Asie de l'Est et 64 % en Asie du Sud-Ouest (Fletcher et al., 2016). La production mondiale de tourteau d'arachide a été de 6,6 millions de tonnes en 2015-2016 et n'a augmenté que de 1 million de tonnes depuis 1995. La proportion d'huile et de tourteau d'arachide a même diminué au cours de cette période par rapport aux autres cultures oléagineuses (USDA, 2016). Les pays en développement contribuent à environ 94 % de la production mondiale d'arachide, cultivée principalement en conditions pluviales, principalement en Asie et en Afrique (Dwivedi et al., 2006). En 2015, 70 % de la production provenait de Chine (3,5 millions de tonnes) et d'Inde (1,1 million de tonnes), et 19 % d'Afrique (en particulier du Nigeria, du Soudan et de Tanzanie) (USDA, 2016). Plus de 90 % du tourteau d'arachide est consommé localement et le commerce international est plutôt limité. En 2015, environ 100 000 tonnes ont été exportées, dont 70 % par l'Argentine, le Sénégal, le Nicaragua et le Soudan (Oil World, 2015).

C onduite de culture, gestion des pâturages et fourrages

La culture de l'arachide relève de deux grandes catégories (Freeman et al., 1999) :

- **Systèmes à faible niveau d'intrants.** Dans la plupart des pays d'Afrique et d'Asie, l'arachide est cultivée principalement pour la consommation directe par les petits agriculteurs en tant que culture de semi-subsistance. Elle est cultivée en conditions pluviales, sans intrants autres que la terre et le travail. Elle est soumise à un stress hydrique et à des niveaux élevés d'infestations de ravageurs et de maladies. Les rendements moyens sont d'environ 700 kg/ha et peuvent varier considérablement d'une année à l'autre.

- **Systèmes à niveau élevé d'intrants.** Aux États-Unis, en Australie, en Argentine, au Brésil, en Chine et en Afrique du Sud, l'arachide est cultivée pour l'alimentation et la production d'huile à échelle commerciale en utilisant des variétés améliorées, des pratiques modernes de gestion des cultures, l'irrigation et des apports élevés en engrais, herbicides et pesticides. Les exploitations agricoles sont généralement mécanisées. Les rendements de ces systèmes sont considérablement plus élevés (2-4 t/ha) et plus stables que ceux des systèmes à faibles intrants.

P rocédés de transformation

E xtraction de l'huile

Le fruit de l'arachide est constitué d'une coque externe (21-29 %) et de la graine (79-71 %), elle-même composée d'un tégument fin («peau») (2-3 %), de la graine elle-même (69-73 %) et du germe (2,0-3,5 %) (van Doosselaere, 2013). Au cours du procédé d'extraction industrielle, les graines sont d'abord nettoyées puis 90 à 95 % des coques sont enlevées par des rouleaux ondulés, par écrasement ou par centrifugation (un résidu de 5 à 10 % de coques est nécessaire pour

une extraction correcte). Les graines sont brisées à l'aide d'un broyeur à marteaux ou d'une machine de craquage, puis cuites. Une teneur en humidité de 3-4 % d'humidité à 95-105 °C est typique pour un procédé expeller direct qui donne un premier tourteau d'extraction à 17-18 % d'huile résiduelle. Le pressage complet nécessite une humidité de 10-12 % pour la cuisson avec de la vapeur vive, suivie par un séchage à 100-115 °C, ce qui donne 8-10 % d'huile rési-

duelle. Le tourteau expeller est conditionné à 10 % d'humidité, mis en flocons et extrait à l'hexane dans des extracteurs à percolation ou à immersion (List, 2016). Il existe plusieurs variantes de ce procédé. Parfois, les coques ne sont pas enlevées, et certains procédés enlèvent les peaux, ce qui donne un tourteau blanc (van Doosselaere, 2013). Au Sénégal, 100 kg d'arachide décortiquées donnent 25 à 35 kg de coques. Les peaux sont ensuite retirées et les amandes sont broyées en une pâte qui est cuite puis pressée, qui donne

25-40 kg de tourteau (Lambaré, 2015).

L'extraction au solvant est moins fréquente que pour les autres principaux tourteaux d'oléagineux. Aux États-Unis, en 2014, une seule usine de traitement (sur 4) utilisait l'extraction au solvant (List, 2016). Les tourteaux d'arachide extraits au solvant contiennent généralement moins de 1 % d'huile résiduelle, tandis que les tourteaux non extraits au solvant (expeller) contiennent environ 5 à 20 % d'huile.

Détoxification de l'aflatoxine

Divers procédés ont été proposés pour éliminer les aflatoxines du tourteau d'arachide (Piva et al., 1995). Un procédé basé sur l'application d'ammoniac a été développé en France dans les années 1980 et s'est avéré très efficace (Viroben et al., 1983). Ce procédé a été utilisé en France jusqu'en 2005 et était toujours utilisé au Sénégal en 2016 (Tran, communication personnelle). En 1992, l'explosion d'un réservoir d'ammoniac et le nuage toxique qui a suivi ont causé la mort de plus de 100 personnes à Dakar. Après cet accident, la sécurité de l'usine de détoxification a été renforcée (ARIA, 2006). D'autres procédés de détoxification à base d'hydrogène ont été mis au point en Inde (Sreedhara

et al., 1981), ou à base de formaldéhyde et d'hydroxyde de calcium, aux États-Unis (Codifer et al., 1976) et en Italie (Piva et al., 1985), mais on ne sait pas s'ils ont été mis en œuvre industriellement. Les procédés français et indiens réduisent tous deux la solubilité des protéines, mais cet effet, bien que néfaste pour les monogastriques, peut être bénéfique pour les ruminants car il augmente la proportion de protéines non dégradables dans le rumen. Le traitement au formaldéhyde est en effet utilisé pour diminuer la dégradabilité des protéines du tourteau d'arachide chez les ruminants (Gupta et al., 1984 ; Gupta et al., 1985).

Impact environnemental

Comme les autres légumineuses, l'arachide contribue à améliorer la fertilité du sol grâce à la fixation biologique de l'azote,

et peut donc contribuer à des améliorations significatives de la durabilité des systèmes de culture (Freeman et al., 1999).

Caractéristiques nutritionnelles

Le tourteau d'arachide est un aliment riche en protéines. Sa teneur en protéines est habituellement d'environ 50-55 % de la MS, variant de 42 % à plus de 60 % selon la quantité d'huile, de peaux et de coques. Les tourteaux d'arachides transformés à la ferme, contenant des coques et plus d'huile résiduelle, peuvent avoir une teneur en protéines inférieure à 40 %. Le tourteau d'arachide est pauvre en lysine, en méthionine et en tryptophane. Un tourteau expeller peut contenir plus de 5 à 7 % de matières grasses et a donc tendance à rancir s'il est conservé plus de 5 à 6 semaines en été, et 8 à 12 semaines en hiver (Cunha, 1977 ; Seerley, 1991). Le tourteau d'arachide est généralement plus fibreux que le tourteau de soja, avec une cellulose brute à 10 % de MS pour un tourteau contenant une quantité moyenne de

pelures et de fragments de coques. En raison de la diversité des procédés d'extraction, la teneur en huile résiduelle est très variable, de moins de 3 % pour les tourteaux extraits au solvant à 10 % ou plus pour les tourteaux expeller. L'acide oléique (C18:1), l'acide linoléique (C18:2) et l'acide palmitique (C16:0) représentent plus de 90 % des acides gras de l'huile d'arachide (Davis et al., 2016). L'huile d'arachide contient environ 50 % d'acide oléique et 30 % d'acide linoléique. Cependant, leurs proportions respectives varient fortement. Les valeurs indiquées pour l'acide oléique varient de 35 à 82 % et celles de l'acide linoléique de 3 à 43 %, en raison des variations naturelles mais aussi de l'existence de variétés riches en acide oléique et pauvres en acide linoléique (Davis et al., 2016 ; Pattee, 2005).

Tableau 1 : Principaux
constituants le tourteau
d'arachide

		H<5% CB<9%	H<5% CB>9%	H5-20%
Constituants organiques	Matière sèche (% sur brut)	89,2	89,4	92,0
	Protéines brutes (% MS)	55,2	53,9	48,6
	Cellulose brute (% MS)	7,7	13,5	7,2
	Matières grasses brutes (% MS)	2,7	1,1	10,1
	Matières minérales (% MS)	7,1	6,4	5,9
	NDF (% MS)	18,7	25,3	18,1
	ADF (% MS)	10,6	16,6	10,1
	Lignine (% MS)	3,3	5,9	3,1
	Amidon (% MS)	7,7	8,7	8,8
	Sucres totaux (% MS)	10,7	9,1	10,4
	Energie brute (kcal/kg MS)	4 840	4 830	5 190
Minéraux	Calcium (g/kg MS)	1,9	1,7	1,3
	Phosphore (g/kg MS)	6,3	6,3	6,5
	Magnésium (g/kg MS)	3,4	3,4	3,4
	Potassium (g/kg MS)	14,2	15,1	13,4
	Sodium (g/kg MS)	0,20	0,23	0,15
	Manganèse (mg/kg MS)	50	42	44
	Zinc (mg/kg MS)	63	62	62
	Cuivre (mg/kg MS)	18	16	15
Acides aminés	Alanine (g/kg MS)	22,1	21,7	20,0
	Arginine (g/kg MS)	63,8	62,2	55,8
	Acide aspartique (g/kg MS)	63,4	62,2	57,3
	Cystine (g/kg MS)	4,4	6,0	5,8
	Acide glutamique (g/kg MS)	105,0	102,0	93,6
	Glycine (g/kg MS)	31,4	30,7	28,0
	Histidine (g/kg MS)	12,4	12,2	11,2
	Isoleucine (g/kg MS)	17,7	17,4	15,9
	Leucine (g/kg MS)	34,4	33,7	31,0
	Lysine (g/kg MS)	18,1	17,8	16,5
	Méthionine (g/kg MS)	5,5	5,4	5,1
	Phénylalanine (g/kg MS)	26,5	26,0	23,7
	Proline (g/kg MS)	19,7	19,5	18,5
	Sérine (g/kg MS)	26,3	25,8	23,7
	Thréonine (g/kg MS)	14,8	14,5	13,4
	Tryptophane (g/kg MS)	6,4	6,1	5,0
	Tyrosine (g/kg MS)	20,0	19,5	17,5
	Valine (g/kg MS)	21,4	21,0	19,4

A flatoxines

Les arachides sont particulièrement sensibles aux attaques fongiques d'*Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus*. Ces champignons produisent des aflatoxines qui, chez l'homme, sont connues pour provoquer des cancers, augmenter la prévalence de l'hépatite B et C, abaisser la réponse immunitaire, nuire à la croissance des enfants et provoquer des cirrhoses infantiles. Chez les volailles et le bétail, les aflatoxines peuvent causer un rejet des aliments, une perte de poids, une réduction de la production d'œufs et la contamination du lait (ICRISAT, 2016). La contamination par les aflatoxines peut se produire au champ, entre le déterrage des arachides et leur récolte, puis pendant le transport et pendant le stockage. La hausse des températures d'une part, ou le stress dû à la sécheresse d'autre part, augmentent la production d'aflatoxines, mais les températures élevées semblent avoir un impact plus important. Les principales exigences de la gestion post-récolte des aflatoxines sont le contrôle de l'humidité des graines et des insectes. Autant *A. flavus* qu'*A. parasiticus* sont xérophiles, et ils peuvent se développer et produire des aflatoxines lorsque l'humidité relative est d'environ 85 %. Un stockage à des niveaux d'humidité inférieurs à 15 %, ou à une température 10 °C, empêchera la production d'aflatoxines (Payne, 2016).

En 1960, des tourteaux d'arachides en provenance du Brésil et contaminés par des aflatoxines ont tué des milliers de dindonneaux au Royaume-Uni, attirant l'attention sur ces contaminants (FAO, 1979). De nouvelles mesures réglementaires dans les pays importateurs, tels que les États membres de l'UE, ont entraîné une restriction significative du commerce d'arachides et de produits d'arachides, en particulier lorsqu'ils proviennent d'Afrique subsaharienne (Waliyar et al., 2007 ; ICRISAT, 2016). La demande de tourteaux d'arachide dans les pays industrialisés s'est dissoute dans les années 1970-1980. La France, qui importait 400 000 tonnes de tourteau d'arachide en 1973 (FAO, 1979), n'en importait plus que 4 000 tonnes en 2014 (Oil World, 2015). L'ancien Secrétaire général des Nations Unies, Kofi Annan, a déclaré que « les réglementations de l'UE sur les aflatoxines coûtent chaque année à l'Afrique 670 millions de dollars en recettes d'exportation » (Wu et al., 2012). Depuis 2016, la teneur maximale autorisée dans l'UE pour l'aflatoxine B1 dans les aliments pour animaux est de 0,02 mg/kg (20 ppb ou µg/kg) (Commission européenne, 2003).

F acteurs antinutritionnels

Comme les autres graines de légumineuses, les arachides contiennent des substances ayant des effets potentiellement antinutritionnels, comme les tannins présents dans les téguments (Sanders, 1979), les lectines et les inhibiteurs de la trypsine (Ahmed, 1986 ; Ahmed et al., 1988a ; Ahmed et al. 1988a). Ces substances ont reçu peu d'attention, poten-

tiellement parce que les facteurs antinutritionnels de l'arachide semblent moins problématiques que ceux des autres légumineuses. Une comparaison entre le tourteau de soja et le tourteau d'arachide chez les rats a montré que le tourteau d'arachide cru était bien mieux toléré que le tourteau de soja cru, même si la concentration en lectines et l'activité

- Sensibilisation des populations locales aux problèmes d'aflatoxines ;
- Mise en œuvre de pratiques améliorées de pré-récolte, de post-récolte et d'entreposage, et de technologies pour diminuer la contamination ;
- Identification/développement et utilisation de cultivars d'arachide résistants ;
- Agents de contrôle biologique ;
- Méthodes de détoxification des produits d'arachide.

L'objectif de la gestion des aflatoxines dans les pays producteurs est à la fois de réduire l'exposition de la population locale aux aflatoxines, ainsi que d'augmenter les exportations de produits d'arachide qui sont sévèrement affectées par la réglementation sur les aflatoxines (Waliyar et al., 2007 ; ICRISAT, 2016). En 2016, la contamination par les aflatoxines des arachides produites dans les pays tropicaux, et en particulier dans les systèmes à faibles intrants, restait un problème majeur, comme le montrent de nombreuses enquêtes menées en Chine (Wu et al., 2016), en Zambie (Bumbangi et al., 2016), en Éthiopie (Chala et al., 2016), au Nigéria (Ezekiel et al., 2013), au Cameroun (Kana et al., 2013), en Inde (Kolhe, 2016a) et au Brésil (Oliveira et al., 2009). Dans ces enquêtes, la contamination du tourteau d'arachide par les aflatoxines a atteint des niveaux allant jusqu'à 100 %, avec des valeurs bien supérieures aux normes internationales.

Les progrès dans la sélection pour la résistance aux aflatoxines ont été limités (Holbrook et al., 2016). Le contrôle biologique en utilisant des souches non-aflatoxigéniques d'*Aspergillus* s'est avéré efficace en Argentine, en Australie, aux Philippines et aux États-Unis, avec des réductions allant de 85 % à 98 % (Payne, 2016). Au Mali, une approche combinée utilisant des cultivars résistants/tolérants, l'application de chaux et de fumier et de meilleures techniques de récolte et de séchage ont aidé à réduire les niveaux d'aflatoxines de 80 à 94 % (ICRISAT, 2016).

antitrypsique étaient similaires dans les deux graines (Sitren et al., 1985). Les lectines d'arachide peuvent être complètement inactivées par la chaleur, la chaleur humide étant plus efficace que la chaleur sèche (Ahmed, 1986), il est donc pos-

sible que des conditions classiques de traitement suffisent à rendre les produits d'arachide sûrs pour l'alimentation animale. Les tannins peuvent cependant être responsables de la faible digestibilité des tourteaux d'arachide (Chiba, 2001).

Ruminants

Le tourteau d'arachide est une bonne source de protéines pour les ruminants et il n'y a aucune restriction à son utilisation, à condition qu'il ne soit pas contaminé par les aflatoxines. Il peut être une alternative au tourteau de soja ou au tourteau de coton. Le tourteau d'arachide non décortiqué a une teneur élevée en fibres, ce qui en fait un correctif utile pour l'alimentation du bétail paissant une herbe à faible teneur en fibres (Göhl, 1982). Cependant, il a été observé qu'il était préférable de mélanger le tourteau d'arachide avec d'autres sources de protéines pour une meilleure croissance et une meilleure production de lait (Martin, 1991 ; Sheely et al., 1942). Il est possible que les résultats parfois contradictoires obtenus avec le tourteau d'arachide soient causés par des contaminations par des aflatoxines non détectées.

Le tourteau d'arachide n'est pas largement exporté et son utilisation pour les ruminants dans les pays développés a diminué, mais il est encore largement utilisé comme source de protéines dans les pays tropicaux où l'arachide est une culture locale (Blair, 2011). En Inde, par exemple, le tourteau d'arachide est donné aux bovins, aux buffles, aux moutons et aux chèvres (NDDDB, 2012). Dans les études menées dans ces pays, le tourteau d'arachide est parfois considéré comme la source de protéine standard (contrôle) dans les études comparatives. Récemment, les études portant sur le tourteau d'arachide dans l'alimentation des ruminants se sont raréfiées car les pays développés ont cessé de l'utiliser, bien qu'au Brésil les chercheurs montrent un regain d'intérêt pour cette ressource.

Tableau 2 : Valeurs alimentaires du tourteau d'arachide destinées aux ruminants

	H<5% CB<9%	H<5% CB>9%	H5-20%
UFL Systali (/kg MS)	1,19	1,05	1,34
UFV Systali (/kg MS)	1,17	1,01	1,34
PDIA Systali (g/kg MS)	161	153	136
PDI Systali (g/kg MS)	214	203	189
Balance protéique du rumen (g/kg MS)	284	278	238
UFL (/kg MS)	1,11	1,00	1,25
UFV (/kg MS)	1,07	0,94	1,22
PDIA (g/kg MS)	190	180	160
PDIN (g/kg MS)	391	376	338
PDIE (g/kg MS)	244	230	210
Digestibilité de la matière organique (%)	83	77	84
Digestibilité de l'azote (%)	80	79	79
Digestibilité intestinale de l'azote (%)	94	91	90
Dégradabilité théorique de l'azote (k=6%) (%)	69	69	69

Toxicité des aflatoxines

La contamination par les aflatoxines s'est révélée létale, ou du moins très préjudiciable pour le bétail, en particulier pour les jeunes animaux. L'administration de 1 mg/kg d'aflatoxine B1 dans l'alimentation des bouvillons âgés de 6 mois pendant 133 jours a entraîné la mort ou une diminution du gain de poids vif. L'administration de 0,2 mg/kg d'aflatoxine B1

dans l'alimentation des veaux a également réduit les gains de poids vif. Les vaches laitières nourries avec des aliments contenant de 13 à 20 % de tourteau d'arachide contaminée par des aflatoxines ont montré des réductions significatives du rendement laitier (McDonald et al., 2002).

Digestibilité et dégradabilité

Le tourteau d'arachide est très digestible chez les ruminants, avec des valeurs de digestibilité de la MO supérieures à 80 % (Sauvant et al., 2004). Sa valeur énergétique représente environ 89-92 % de celle du tourteau de soja (Sauvant et al.,

2004 ; NRC, 2001). La protéine du tourteau d'arachide est fortement dégradable, avec une dégradabilité effective de l'azote comprise entre 72 et 90 %.

Vaches laitières

Le tourteau d'arachide a été recommandé aux États-Unis dans les années 1940 pour son appétence et sa valeur nutritive, qui a été décrite comme comparable à celle d'autres tourteaux d'oléagineux ayant des teneurs en protéines similaires (Sheely et al., 1942). Plus récemment, un essai a révélé qu'une ration contenant 21 % de tourteau d'arachide offert à des vaches laitières pendant des périodes de stress thermique, entraînait un meilleur rendement laitier et un meilleur apport en MS que ceux obtenus avec une ration contenant 16 % de tourteau d'arachide, ou avec une ration de contrôle à base de tourteau de soja (Hamid et al., 1989). Au Royaume-Uni, plusieurs essais dans les années 1970 ont conclu que le tourteau d'arachide était un complément protéique approprié à l'ensilage d'herbe pour les vaches laitières. Les vaches laitières nourries avec de l'ensilage de ray-grass vivace à haute digestibilité ont consommé plus d'ensilage et ont donné plus de lait lorsqu'elles étaient supplémentées en tourteau d'arachide plutôt qu'en orge

(supplément de 1 kg par 10 kg de lait) (Castle et al., 1976). Au Brésil, des vaches laitières issues de croisements nourries avec du tourteau d'arachide issu de la production de biodiesel, en remplacement total du tourteau de soja, ont eu une ingestion de MS, une digestion, des paramètres sanguins et des comportements alimentaires similaires à ceux des vaches nourries au tourteau de soja (Neto et al., 2015). Le tourteau d'arachide a remplacé jusqu'à 100 % du tourteau de soja dans un supplément donné à des vaches issues de croisements en lactation placées au pâturage, sans modifier leur comportement alimentaire ou leurs paramètres physiologiques (Costa et al., 2015). En Gambie, des vaches en lactation placées sur des pâturages locaux et supplémentées avec du tourteau d'arachide, à 425 ou 850 g/jour pendant les 3 ou 5 derniers mois de la saison sèche, ont montré une augmentation du rendement laitier et du taux de croissance des veaux, et une diminution des pertes de poids vif des vaches (Little et al., 1991).

Veaux pré-ruminants

En Inde, des veaux pré-ruminants ont été élevés avec succès avec un aliment de démarrage pour veaux dans lequel le tourteau d'arachide remplaçait la farine de poisson, avec

seulement une légère diminution du gain quotidien moyen et de l'efficacité alimentaire (Sahoo et al., 1998).

Bovins en croissance

Il n'existe pas d'étude française ou européenne concernant l'utilisation du tourteau d'arachide chez les bovins en croissance. Les premières expériences aux États-Unis ont démontré que le tourteau d'arachide était un excellent complément protéiné très appétible et utile pour les animaux en croissance, les bouvillons à l'engraissement et les animaux reproducteurs (Sheely et al., 1942). Au Brésil, un essai récent a montré que le remplacement du tourteau de soja (jusqu'à 100 %) par du tourteau d'arachide issu de la production de biodiesel dans l'alimentation des jeunes taureaux engraisés modifiait favorablement les caractéristiques de la carcasse et le profil en acides gras du muscle longissimus thoracique, avec une augmentation du taux d'acides gras polyinsaturés (Correia et al., 2016). Au Chili, des génisses de boucherie consommant 21 % de tourteau d'arachide ont présenté des gains de poids vifs quotidiens et des résultats similaires à ceux obtenus avec une ration à 17 % de tourteau de soja (Rojas et al., 2011). À l'île Maurice, des taureaux issus de croisements recevant des blocs urée-mélasse, ainsi que,

soit du tourteau de leucaena, soit du tourteau d'arachide (à 2 % du poids vif ou ad libitum) n'ont pas bien consommé le tourteau d'arachide, et les performances avec le leucaena ont été meilleures qu'avec le tourteau d'arachide (Hulman et al., 1978). En Australie, cependant, la supplémentation de bouvillons sevrés au pâturage (prairies naturelles) avec du leucaena, du tourteau d'arachide (680 g/j) ou une combinaison des deux a amélioré le poids corporel des bouvillons pendant l'hiver de post-sevrage, et l'automne suivant. Les meilleures performances étant obtenues avec l'association leucaena/tourteau d'arachide (Addison et al., 1984).

En Inde, on a tenté très tôt de traiter le tourteau d'arachide avec du formaldéhyde pour protéger les protéines dans le rumen. Chez les veaux nourris avec 48,5 % de tourteau d'arachide, le remplacement de la moitié du tourteau d'arachide non traité par du tourteau d'arachide traité au formaldéhyde (1,5 g/100 g de protéines) a entraîné une meilleure rétention d'azote (Gupta et al., 1984).

O vins

Il n'existe pas d'étude française ou européenne concernant l'utilisation du tourteau d'arachide chez les ovins. Les résultats obtenus dans le reste du monde sont donc proposés à titre indicatif. En Inde, des ovins recevant une ration à base de paille de blé additionnée de tourteau de tournesol ou de tourteau d'arachide (à hauteur des besoins en protéines) ont eu des consommations similaires de différents nutriments (Dutta et al., 2002). Au Brésil, du tourteau d'arachide ajouté à la ration des agneaux, remplaçant partiellement ou totalement du tourteau de soja, n'a pas affecté les caractéristiques physiques et chimiques de la viande. Cependant, le remplacement total du tourteau de soja a modifié la composition chimique de la viande et son profil en acides gras

(Bezerra et al., 2016), comme observé chez les bovins (Correia et al., 2016). Un autre essai brésilien a rapporté que le tourteau d'arachide pouvait complètement remplacer le tourteau de soja dans l'alimentation des agneaux issus de croisements sans conséquence sur les paramètres d'ingestion et de santé (Duarte et al., 2015). Au Nigeria, une comparaison entre le tourteau d'arachide et le tourteau de palmiste offerts ad libitum comme suppléments à des moutons de race «mouton nain d'Afrique de l'Ouest», a montré que les tourteaux d'arachide entraînaient des gains quotidiens et une efficacité alimentaire beaucoup plus faibles que le tourteau de palmiste (Martin, 1991).

C chèvres

Comme pour les ovins, il n'existe pas d'étude française ou européenne concernant l'usage du tourteau d'arachide pour les chèvres. Les résultats obtenus ailleurs dans le monde sont donnés à titre indicatif. En Inde, des chèvres recevant une ration à base de paille de blé additionnée de tourteau de tournesol ou de tourteaux d'arachide (à hauteur des besoins d'entretien en protéines) ont eu des consommations similaires des différents nutriments (Dutta et al., 2002). Au Cameroun, des chèvres naines d'Afrique de l'Ouest, nourries avec de l'herbe du Guatemala (*Tripsacum andersonii*) fraîche et diverses combinaisons de farine de manioc et de tourteaux d'arachide, ont obtenu un gain de poids maximum avec 200 g/j de manioc + 100 g/j de tourteau d'arachide, ou avec 200 g/j de manioc

+ 150 g/jour de tourteau d'arachide (Njwe et al., 1989). En Ethiopie, avec des chèvres somaliennes nourries au foin de Jaragua (*Hyparrhenia rufa*), la supplémentation avec un mélange de tourteau d'arachide et de son de blé a amélioré la prise alimentaire, la digestibilité des protéines et de la MS, et la rétention de l'azote (Betsha et al., 2009). Deux études menées au Brésil ont abouti à des conclusions mitigées. La substitution partielle du tourteau de soja par du tourteau d'arachide dans l'alimentation de chevreaux issus de croisements a diminué l'ingestion et le gain quotidien (Silva et al., 2015), mais n'a eu aucun effet sur les caractéristiques et la qualité des carcasses, ou encore sur le profil en acides gras de la viande (Silva et al., 2016).

P porcs

Le tourteau d'arachide est une source de protéines et d'énergie pour les porcs. Cependant, en raison de sa faible teneur en lysine, il ne peut pas être utilisé comme seul complément protéique chez les porcelets sevrés ou en croissance. Il est nécessaire de l'utiliser en combinaison avec des ingrédients riches en lysine ou avec une supplémentation en lysine, bien que les performances aient tendance à être moins bonnes qu'avec du tourteau de soja (Chiba, 2001). L'huile résiduelle du tourteau d'arachide expeller peut aboutir à la production de graisse molle chez les porcs charcutiers et, par conséquent, le tourteau extrait au solvant peut être préférable (Göhl, 1982). Sa valeur énergétique chez les porcs est à peu près similaire à celle du tourteau de soja, du moins pour le tourteau d'arachide bien décortiqué (Sauvant et al., 2004).

Jadis, de nombreuses études ont montré que les tourteaux d'arachide servis seuls entraînaient une baisse des performances. Le fait de remplacer complètement le tourteau de soja par du tourteau d'arachide a entraîné une diminution de l'ingestion, un taux de croissance plus lent et une efficacité alimentaire plus faible chez les porcs sevrés à l'âge de 15 jours. Les coefficients de digestion, mesurés à l'âge de 7 à 8 semaines, étaient également plus faibles (Combs et al., 1963). Le remplacement de 50 % ou 100 % du tourteau de soja par du tourteau d'arachide dans le régime de porcelets au démarrage âgés de 5 semaines a entraîné une réduction des taux de croissance. La supplémentation en lysine du régime à base de tourteau d'arachide n'a pas atténué la chute de croissance des jeunes porcs (Orok et

al., 1975). Des porcs en croissance-finition nourris avec des aliments à base de tourteau d'arachide sans supplémentation en acides aminés ont eu une croissance plus lente que ceux nourris avec des aliments à base de tourteau de soja. La supplémentation avec seulement de la lysine était partiellement efficace, mais une supplémentation en lysine ainsi qu'en méthionine atténuait la diminution de la croissance (Brooks et al., 1959). Le gain de poids et l'efficacité alimentaire ont diminué linéairement, quand la substitution du tourteau de soja par le tourteau d'arachide est passée de 0 à 15 %. La performance a été augmentée avec la supplémentation en lysine et en méthionine, mais elle était considérablement plus faible que chez les porcs recevant du tourteau de soja (Aherne et al., 1985). Dans un régime pour porcs en croissance formulé pour contenir environ 16 %

de protéines, constitué de maïs riche en lysine et de tourteau d'arachide, la teneur en lysine du maïs utilisé, bien que supérieure à celle du maïs normal, était insuffisante pour compenser le manque de lysine du tourteau (Thomas et al., 1972). Des porcelets recevant un aliment de démarrage à base de sorgho et de tourteau d'arachide ont eu les meilleurs gains et la meilleure efficacité alimentaire lorsque le régime a été formulé pour inclure 8 % de farine de poisson. Cependant, la performance était encore inférieure à celle d'une ration de démarrage à base de maïs et de tourteau de soja (Ranjhan et al., 1964). Il n'y avait pas de différence de performance entre les porcs nourris avec 15 à 20 % de tourteau d'arachide plus 3 à 4 % de farine de sang, par rapport aux porcs nourris avec du tourteau de soja (Ilori et al., 1984).

Tableau 3 : Valeurs alimentaires du tourteau d'arachide destinées aux porcs

	H<5% CB<9%	H<5% CB>9%	H5-20%
Energie digestible (porc croissance) (kcal/kg MS)	3 960	3 710	4 210
Energie métabolisable (porc croissance) (kcal/kg MS)	3 620	3 390	3 910
Energie nette (porc croissance) (kcal/kg MS)	2 250	2 040	2 610
Energie digestible (porc adulte) (kcal/kg MS)	4 080	3 860	4 330
Energie métabolisable (porc adulte) (kcal/kg MS)	3 710	3 500	4 000
Energie nette (porc adulte) (kcal/kg MS)	2 320	2 120	2 680
Digestibilité de l'énergie (porc croissance) (%)	82	77	81
Digestibilité fécale de l'azote (porc croissance) (%)	90	82	85
Digestibilité de l'énergie (porc adulte) (%)	84	80	83
Digestibilité fécale de l'azote (porc adulte) (%)	91	84	87



Le tourteau d'arachide est un aliment intéressant et largement utilisé pour la volaille. Sa valeur nutritionnelle peut varier en fonction de sa teneur en fibres et en matières grasses (Batal et al., 2005). Les principales limites de son utilisation sont :

- Son profil en acides aminés qui est déficient en lysine, thréonine et méthionine. Ceci peut être pris en compte dans la formulation des aliments, mais la plupart des publications montrent qu'une partie des résultats sous-optimaux obtenus avec le tourteau d'arachide sont dus à des régimes déséquilibrés.
- Le risque lié à la contamination par les aflatoxines, en particulier dans les régions où la contamination par les myco-

toxines est fréquente (Kana et al., 2013). Les aflatoxines sont une préoccupation majeure pour les volailles, et le tourteau d'arachide devrait être rejeté en cas de suspicion de contamination (moisissure, mauvais stockage, etc.). Le tourteau d'arachide peut être détoxifié, mais ce procédé réduit à la fois la teneur en acides aminés, en particulier en lysine, et la digestibilité (Piva et al., 1995, Zhang et al., 1996).

L'ajout de phytase semble augmenter la valeur nutritive du tourteau d'arachide, non seulement par la disponibilité de minéraux, mais aussi par une augmentation de l'énergie métabolisable (Driver et al., 2006).

Tableau 4 : Valeurs alimentaires du tourteau d'arachide destinées aux volailles

	H<5% CB<9%	H<5% CB>9%	H5-20%
Energie métabolisable (coq) (kcal/kg MS)	2 940	2 760	3 350
Energie métabolisable (poulet) (kcal/kg MS)	2 910	2 740	3 240

Poulets de chair

La plupart des études montrent que le tourteau d'arachide peut être utilisé efficacement à des niveaux allant de 5 à 15 % dans l'aliment de poulets de chair (El-Boushy et al., 1989). Cependant, certaines expériences ont suggéré que la performance des régimes formulés avec du tourteau d'arachide comme source principale de protéines conduisent souvent à des taux de croissance plus faibles que les régimes contenant du tourteau de soja (Costa et al., 2001 ; Ghadge et al., 2009 ; Khalil et al., 1997). Le problème était lié à la teneur en acides aminés et n'a pas été résolu avec un supplément de thréonine (Costa et al., 2001). Les résultats sont meilleurs lorsque le tourteau d'arachide est utilisé dans des mélanges avec d'autres sources de protéines. Le tourteau

d'arachide donne également des résultats inférieurs à ceux obtenus avec d'autres sources de protéines telles que le tourteau de coton ou le tourteau de tournesol (Diaw et al., 2010 ; Singh et al., 1979). Les régimes à faible teneur en protéines contenant du tourteau d'arachide devraient être évités (Olomu et al., 1980).

Il est donc recommandé d'utiliser le tourteau d'arachide en combinaison avec d'autres sources de protéines dans les aliments pour poulets de chair, et de s'assurer que l'équilibre des acides aminés est correct. La formulation doit tenir compte de la digestibilité, en particulier lorsque de la farine d'arachide transformée/détoxifiée est incluse.

Poules pondeuses

Le tourteau d'arachide peut être utilisé dans les aliments pour pondeuses avec peu d'effet sur le taux de ponte, le poids des œufs et le poids corporel (Lu et al., 2013 ; Pesti et al., 2003). Cependant, comparé à d'autres sources de protéines, comme le tourteau de soja ou de tournesol, le tourteau d'arachide peut entraîner des performances significativement plus faibles (Naulia et al., 2002b ; Singh et al., 1981). Cet effet négatif du tourteau d'arachide a été observé lorsqu'il était utilisé comme principale source de protéines, mais pas quand il était en mélange avec du soja ou du tournesol (Naulia et al., 2002a

; Sayda et al., 2011). Dans les régimes formulés à faible teneur en protéine, le tourteau d'arachide a tendance à induire des performances plus faibles (Naulia et al., 2002b ; Pesti et al., 2003). Aucun effet négatif sur la fertilité ou l'éclosion n'a été observé (Singh et al., 1981).

Il est donc recommandé de veiller à ce que l'équilibre en acides aminés soit correct dans les formules contenant du tourteau d'arachide dans les régimes pour pondeuses. Ceux-ci devraient inclure un mélange de diverses sources de protéines afin d'éviter des risques de diminution de performance.

Cailles

En cailles pondeuses, l'inclusion de 10 % de tourteau d'arachide n'a eu aucun effet sur les performances, mais des niveaux d'incorporation plus élevés ont réduit le taux de ponte.

La fécondité et l'éclosabilité ont été affectées par le tourteau d'arachide (Bayram et al., 2001).



Heuzé V., Thiollet H., Tran G., Bastianelli D., Lebas F., 2018. Peanut meal. Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ

and FAO. <https://www.feedipedia.org/node/699> Last updated on July 4, 2018, 14:43

- Addison, K. B. ; Cameron, D. G. ; Blight, G. W., 1984. Effect of leucaena and peanut meal supplements fed to steers grazing native pasture in sub coastal south east Queensland. *Trop. Grassl.*, 18 (3): 121-130
- Aherne, F. X.; Kenelly, J. J., 1985. Oilseed meals for livestock feeding. In: Cole, D.J.A.; Haresign, W. (Eds), *Recent Dev. in Pig Nutrition*. Butterworths, Whitstable, UK, pp. 278-309
- Ahmed, E. M. ; Ali, T. ; Sitren, H. S., 1988. Extraction and purification of lectin from florunner peanut seeds. *Peanut Sci.*, 15 (2): 44-47
- Ahmed, E. M. ; Applewhite, J. A., 1988. Characterization of trypsin inhibitor in Florunner peanut seeds (*Arachis hypogaea* L.). *Peanut Sci.*, 15 (2): 81-84
- Ahmed, E. M., 1986. Lectin quantitation in peanut and soybean seeds. *Peanut Sci.*, 13 (1): 4-7
- Ajayi, A. F. ; Farinu, G. O. ; Ojebiyi, O. O. ; Olayeni, T. B., 2007. Performance evaluation of male weaner rabbits fed diets containing graded levels of blood-wild sunflower leaf meal mixture. *World J. Agric. Sci.*, 3 (2): 250-255
- Amubode, F. O. ; Ogogo, A. U., 1995. Performance of snails (*Archachatina marginata*) fed varying levels of calorie-protein supplementary diets. *Nigerian J. Forestry*, 24/25: 36-43
- ARIA, 2006. Explosion d'une citerne d'ammoniac le 24 mars 1992, Dakar, Sénégal. Ministère de l'environnement, ARIA, Fiche N°3485
- Babiker, M. S., 2012. Chemical composition of some non-conventional and local feed resources for poultry in Sudan. *Int. J. Poult. Sci.*, 11 (4): 283-287
- Batal, A. ; Dale, N. ; Café, M., 2005. Nutrient composition of peanut meal. *J. Appl. Poult. Res.*, 14 (2): 254-257
- Baughman, T. ; Grichar, J. ; Black, M. ; Woodward, J. ; Porter, P. ; New, L. ; Baumann, P. ; McFarland, M., 2012. *Texas Peanut Production Guide*. Texas A&M University
- Bayram, I.; Akinci, Z., 2001. The effect of the rations containing different amounts of groundnut meal on egg production and hatching results in laying quails. *Ankara Univ. Vet. Fac. Derg.*, 48: 35-41
- Bayram, I. ; Akinci, Z.; Basalan, M., 2004. Influence of inclusion of groundnut meal on performance of growing quails. *Indian Vet. J.*, 81 (4): 463-464
- Bedingar, T. ; Degefa, G., 1990. Feed values and feeding potential of major agro-byproducts. In: *Trends in agro-byproducts and their feeding potential in sub-Saharan Africa*. Working document No. 14, LED, ILRI
- Betsha, S. ; Melaku, S., 2009. Supplementations of *Hyparrhenia rufa*-dominated hay with groundnut cake-wheat bran mix: effects on feed intake, digestibility and nitrogen balance of Somali goats. *Trop. Anim. Health Prod.*, 41 (6): 927-933
- Bezerra, L. S.; Barbosa, A. M.; Carvalho, G. G. P.; Simionato, J. I.; Freitas, J. E., Jr.; Araújo, M. L. G. M. L.; Pereira, L.; Silva, R. R.; Lacerda, E. C. Q.; Carvalho, B. M. A., 2016. Meat quality of lambs fed diets with peanut cake. *Meat Sci.*, 121: 88-95
- Bhatia, S. K. ; Virk, A. S. ; Sharda, D. P. ; Pradhan, K., 1982. Effect of groundnut cake vis a vis cotton seed cake on rumen metabolic profile in cattle and buffalo. *Indian J. Dairy Sci.*, 35 (4): 607-609
- Bhatt, R. S. ; Sawal, R. K., 1999. Effect of replacement of groundnut cake with sunflower cake on the biological performance of broiler rabbits. *Egyptian J. Rabbit Sci.*, 9 (1) : 43-52
- Blaha, J. ; Salah Eldin, H. M. ; Jakl, A., 1985. Use of groundnut and cottonseed oil meals in sorghum based broiler feed mixtures. *Agricultura Tropica et Subtropica*, 18: 59-67
- Blaha, J. ; Lohnisky, J., 1990. Aflatoxin production by *Aspergillus flavus* strains isolated from Vietnamese feeds. *Tropical Science*, 30 (1): 33-40
- Blair, R., 2011. *Nutrition and feeding of organic cattle*. CAB Books, CABI
- Brooks, C. C. ; Thomas, H. R., 1959. Supplements to peanut oil meal protein for growing fattening swine. *J. Anim. Sci.*, 18 (3): 1119-1127
- Bumbangi, N. F. ; Muma, J. B. ; Choongo, K. ; Mukanga, M. ; Velu, M. R. ; Veldman, F. ; Hatloy, A. ; Mapatano, M. A., 2016. Occurrence and factors associated with aflatoxin contamination of raw peanuts from Lusaka district's markets, Zambia. *Food Control*, 68: 291-296
- Cai ChunFang; Song Lin; Wang YongLing; Wu Ping; Ye Yuan-Tu; Zhang ZhenLong; Yang CaiGen, 2013. Assessment of the feasibility of including high levels of rapeseed meal and peanut meal in diets of juvenile crucian carp (*Carassius auratus gibelio* * *Cyprinus carpio*): growth, immunity, intestinal morphology, and microflora. *Aquaculture*, 410/411: 203-215
- Carew, S. N. ; Olomu, J. M. ; Offiong, S. A., 1988. Amino acid supplementation of groundnut meal protein in broiler diets. *Trop. Agric. (Trinidad)*, 65 (4): 329-332
- Castle, M. E. ; Watson, J. N., 1976. Silage and milk production. A comparison between barley and groundnut cake as supplements to silage of high digestibility. *Grass Forage Sci.*, 31 (4): 191-195
- Ezekiel, C. N. ; Sulyok, M. ; Babalola, D. A. ; Warth, B. ; Ezekiel, V. C. ; Krska, R., 2013. Incidence and consumer awareness of toxigenic *Aspergillus* section *Flavi* and aflatoxin B 1 in peanut cake from Nigeria. *Food Control*, 30: 596-601
- Chala, A. ; Mohammed, A. ; Ayalew, A. ; Skinnies, H., 2016. Natural occurrence of aflatoxins in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) from eastern Ethiopia. *Food control*, 30: 602-605

- Chapoutot, P., 1998. Étude de la dégradation in situ des constituants pariétaux des aliments pour ruminants. Thèse Docteur en Sciences Agronomiques, Institut National Agronomique Paris-Grignon, Paris (FRA), 1998/11/17.
- Chen Dongdong ; Liu Ling ; Zang Jianjun ; Wang Fenglai, 2014. Nutritional value of ten peanut meals for finishing pigs: chemical composition and amino acid digestibility. *J. Anim. Vet. Adv.*, 13 (17): 1031-1038
- Chiba, L. I., 2001. Proteins supplements. In: A. J. Lewis and L. L. Southern (eds.) *Swine nutrition* (second edition). p 35. CRC Press LLC, Boca Raton London New York Washington, D.C.
- Codifer Jr, L. P. ; Mann, G. E. ; Dollear, F. G., 1976. Aflatoxin inactivation: Treatment of peanut meal with formaldehyde and calcium hydroxide. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 53 (5): 204-206
- Combs, G. E. ; Osegueda, F. L. ; Wallace, H. D. ; Ammerman, C. B., 1963. Digestibility of rations containing different sources of supplementary protein by young pigs. *J. Anim. Sci.*, 22 (2): 396-398
- Correia, B. R. ; Carvalho, G. G. P. ; Oliveira, R. L. ; Pires, A. J. V. ; Ribeiro, O. L. ; Silva, R. R. ; Leão, A. G. ; Simionato, J. I. ; Carvalho, B. M. A., 2016. Production and quality of beef from young bulls fed diets supplemented with peanut cake. *Meat Sci.*, 118: 157-163
- Costa, E. F. ; Miller, B. R. ; Pesti G. M. ; Bakalli, R. I. ; Ewing, H. P., 2001. Studies on feeding peanut meal as a protein source for broiler chickens. *Poult. Sci.*, 80 (3): 306-313
- Costa, E. I. de S. ; Carvalho, G. G. P. de ; Pires, A. J. V. ; Dias, C. A. dos S. ; Cerutti, W. G. ; Oliveira, R. L. ; Barbosa, A. M. ; Maranhão, C. M. de A., 2015. Feeding behavior and responses in grazing lactating cows supplemented with peanut cake. *Rev. Bras. Zoot.*, 44 (4): 138-145
- Cowart, D. ; Powell, S. ; Locke, M. ; Starling, R. ; Takash, J., 2016. Raw peanut processing. In: Stalker, H. T., Wilson R. F. (Eds), 2016, *Peanuts Genetics, Processing, and Utilization*. AOCS Press: 381-403
- Cunha, T. J., 1977. *Swine Feeding and Nutrition*. Academic Press, New York
- Dass, R. S. ; Sengar, S. S. ; Singh, U. B., 1984. Effect of feeding formaldehyde treated groundnut cake on rumen metabolism in crossbred calves. *Indian J. Nutr. Diet.*, 21 (1): 27-33
- Davis, J. P. ; Dean, L. L., 2016. Peanut composition, flavor and nutrition. In: Stalker, H. T., Wilson R. F. (Eds), 2016, *Peanuts Genetics, Processing, and Utilization*. AOCS Press: 289-345
- Diaw, M. T. ; Dieng, A. ; Mergeai, G. ; Dotreppe, O. ; Youssouf, I. ; Hornick, J.-L., 2010. Effect of groundnut cake substitution by glandless cottonseed kernels on broilers production: animal performance, nutrient digestibility, carcass characteristics and fatty acid composition of muscle and fat. *Int. J. Poult. Sci.*, 9 (5): 473-481
- Driver, J. P. ; Atencio, A. ; Edwards Jr, H. M. ; Pesti, G. M., 2006. Improvements in nitrogen-corrected apparent metabolizable energy of peanut meal in response to phytase supplementation. *Poult. Sci.*, 85 (1): 96-99
- Duarte, R. A. B. ; Bagaldo, A. R. ; Silva, R. V. M. M. ; Oliveira, R. L. ; Silva, T. M. ; Ribeiro, R. ; Araújo, F. L., 2015. Groundnut cake in soybean meal replacement to the feeding of 1/2 Dorper lambs. *Arch. Zootec.*, 64 (248): 317-322
- Dutta, N. ; Sharma, K. ; Naulia, U., 2002. Use of undecorticated sunflower cake as a critical protein supplement in sheep and goats fed wheat straw. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 15 (6): 834-837
- Dwivedi, S. L. ; Bertoli, D. J. ; Crouch, J. H. ; Valls, J. F. ; Upadhyaya, H. D. ; Fávero, A. ; Moretzsohn, M. ; Paterson, A. H., 2006. Peanut. In: Chittaranjan Kole (Ed.), *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants*, Vol. 2 Oilseeds, 115-151
- El-Boushy, A. R. ; Ratherink, R., 1989. Replacement of soybean meal by cottonseed meal and peanut meal or both in low energy diets for broilers. *Poult. Sci.*, 68 (6): 799-804
- European Commission, 2003. Commission directive 2003/100/EC of 31 October 2003 amending Annex 1 to Directive 2002/32/EC of the European Parliament and of the Council on undesirable substances in animal feed. *Official J. European Union*, L 285/33, 1.11.2003
- Ezekiel, C. N. ; Sulyok, M. ; Babalola, D. A. ; Warth, B. ; Ezekiel, V. C. ; Krska, R., 2013. Incidence and consumer awareness of toxigenic *Aspergillus* section *Flavi* and aflatoxin B 1 in peanut cake from Nigeria. *Food Control*, 30: 596-601
- FAO, 1979. Perspective on mycotoxins: Selected documents of the joint FAO/WHO/UNEP conference on mycotoxins held in Nairobi, 19-27 September 1977. FAO, Rome
- FAO, 2016. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy
- Fletcher, S. M. ; Shi Zhaolin, 2016. An overview of world peanut markets. In: Stalker, H. T., Wilson R. F. (Eds), 2016, *Peanuts Genetics, Processing, and Utilization*. AOCS Press: 267-387
- Freeman, H.A. ; Nigam, S. N. ; Kelly, T. G. ; Ntare, B. R. ; Subrahmaniam, P. ; Boughton, D., 1999. The World groundnut economy: facts, trends, and outlook. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: ICRISAT, 52 pp.
- Ghadge, V. N. ; Upase, B. T. ; Patil, P. V., 2009. Effect of replacing groundnut cake by soybean meal on performance of broilers. *Vet. World.*, 2(5): 183-184
- Ghoneimy, W. A. ; Hassan, H. A. ; Soliman, S. A. A. ; Gergis, S. M., 2000. Study on the effect of aflatoxicosis on the immune response of rabbit to *Pasteurella multocida* vaccine. *Assiut Vet. Med. J.*, 43 (85): 287-303
- Gowda, S. K. ; Sastry, V. R. B. ; Katiyar, R. C., 1998. Study on the utilization of neem kernel meal as a protein supplement for growing rabbits. *Indian Vet. J.*, 75 (3): 281-282
- Göhl, B., 1982. Les aliments du bétail sous les tropiques. FAO, Division de Production et Santé Animale, Roma, Italy
- Green, S. ; Bertrand, S. L. ; Duron, M. J. C. ; Maillard, R., 1987. Digestibilities of amino acids in soyabean, sunflower and groundnut meals, determined with intact and caecectomised cockerels. *Br. Poult. Sci.*, 28 (4): 643-652
- Gupta, N. K. ; Gupta, B. N., 1984. Effect of feeding for-

- maldehyde treated groundnut cake on the growth and nutrient utilization in Karan Swiss calves. *Indian J. Anim. Sci.*, 54 (11): 1065-1068
- Gupta, N. K. ; Gupta, B. N., 1985. Effect of formaldehyde treatment of various protein meals on the solubility, in vitro ammonia release and degradability in the rumen. *Indian J. Anim. Sci.*, 55 (7): 579-585
 - Hamid, H. I.; Steevens, B. J.; Belyea, R. L.; Johnson, H. D., 1989. Lactational responses of diets containing peanut meal during periods of heat stress. *J. Dairy Sci.*, 72 (Suppl. 1): 528-529
 - Hertrampf, J. W.; Piedad-Pascual, F., 2000. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Kluwer Academic Publishers, 624 pp.
 - Hill, G. M., 2002. Peanut by-products fed to cattle. *Vet. Clin. Food Anim.*, 18 (2): 295-315
 - Holbrook, C. C. ; Burow, M. D. ; Chen, C. Y. ; Pandey, M. K. ; Liu Linfeng ; Chagoya, J. C. ; Chu Ye ; Ozias-Akins, P., 2016. Recent advances in peanut breeding and genetics. In: Stalker, H. T., Wilson R. F. (Eds), 2016, *Peanuts Genetics, Processing, and Utilization*. AOCS Press: 111-145
 - Hulman, B. ; Owen Emyr; Preston, T. R., 1978. Comparison of *Leucaena leucocephala* and groundnut cake as protein sources for beef cattle fed ad libitum molasses/urea in Mauritius. *Trop. Anim. Prod.*, 3 (1): 1-8
 - ICRISAT, 2016. Aflatoxin timeline. ICRISAT
 - Illori, J. O. ; Miller, E. R. ; Ullrey, D. E. ; Ku, P. K. ; Hogberg, M. G., 1984. Combinations of peanut meal and blood meal as substitutes for soybean meal in corn-based growing finishing pig diets. *J. Anim. Sci.*, 59 (2): 394-399
 - Iyayi, E. A. ; Adeola, O., 2014. Standardized ileal amino acid digestibility of feedstuffs in broiler chickens. *Europ. Poult. Sci.*, 78
 - Jackson, A. J., Capper, B. S.; Matty, A. J., 1982. Evaluation of some plant proteins in complete diets for the tilapia *Sarotherodon mossambicus*. *Aquaculture*, 27: 97-109
 - Johri, T. S. ; Agrawal, R. ; Sadagopan, V. R., 1988. Available lysine and methionine contents of some proteinous feedstuffs. *Indian J. Anim. Nutr.*, 5 (3): 228-229
 - Jugraj Singh; Zombade, S. S., 1986. Protein quality of groundnut cake as influenced by combining it with other vegetable protein sources. *Indian J. Poult. Sci.*, 21 (1): 42-48
 - Kana, J. R. ; Gnonlonfin, B. J. J. ; Harvey, J. ; Wainaina, J. ; Wanjuki, I. ; Skilton, R. A. ; Tegui, A., 2013. Assessment of aflatoxin contamination of maize, peanut meal and poultry feed mixtures from different agroecological zones in Cameroon. *Toxins (Basel)*, 5 (5): 884-894
 - Khalil; Höhler, D.; Henkel, H., 1997. Utilization of rice bran and peanut meal in broilers. 1. Characterization of the feed efficiency of a rice bran/peanut meal diet. *Arch. Geflügelk.*, 61: 88-94
 - Kolhe, A. S., 2016. Natural occurrence of aflatoxins in groundnut seeds, cakes and oil of Jalagon District of Maharashtra. In: Kolhe A. S., Mycoflora and biochemical alterations during chronic aflatoxicosis in domestic rabbits, Laxmi book publication, Solapur India., 38-44
 - Kolhe, A. S., 2016. Effect of feeding an aflatoxin-contaminated diet on the concentration of free amino acid and protein in rabbits. In: Kolhe A. S., Mycoflora and biochemical alterations during chronic aflatoxicosis in domestic rabbits. Laxmi book publication, Solapur, India, 108-122
 - Konwar, B. K. ; Banerjee, G. C. ; Mandal, L., 1987. Effect of feeding deoiled Karanja (*Pongamia glabra*. vent.) cake on growing calves. *Indian Vet. J.*, 64 (5): 399-402
 - Laird, R. ; Leaver, J. D. ; Moisey, F. R. ; Castle, M. E., 1981. The effects of concentrate supplements on the performance of dairy cows offered grass silage ad libitum. *Anim. Sci.*, 33 (2): 199-209
 - Lakkawar, A. W. ; Chattopadhyay, S. K. ; Johri, T. S., 2004. Experimental aflatoxin B1 toxicosis in young rabbits - A clinical and patho-anatomical study. *Slov. Vet. Res.*, 41 (2): 73-81
 - Lambaré, P., 2015. Potentiel de sous-produits agroindustriels en Afrique de l'Ouest : cas du Sénégal, du Mali et du Niger. Rapport de stage de CEI, AgroParisTech, PPZS, CIRAD
 - Lau, A. ; Ako, H., Werner-Washburne, W., 1980. Survey of plants for enterokinase activity. *Biochem. Biophys. Res. Comm.*, 92 (4): 1243-1249
 - Lebas F. ; Perez J. M., 1998. Mycotoxins and rabbit feeding. *Cuniculture*, 25: 17-22
 - Lebas, F.; Duperray, J., 2013. Utilisation des matières premières et techniques d'alimentation. Journée d'étude ASFC. Les apports du 10ème congrès mondial de cuniculture : «Sharm El-Sheikh - Ombres & Lumières» 19 Février 2013, Nantes
 - Lebas, F., 2013. Feeding strategies for small and medium scale rabbit units. 3rd Conf. Asian Rabbit Prod. Association - Bali Indonesia - 27-29 August 2013
 - Lim, C., 1997. Replacement of marine animal protein with peanut meal in diets for juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*. *J. Appl. Aquac.*, 7 (3): 67-78
 - List, G. R., 2016. Processing and food uses of peanut oil and protein. In: Stalker, H. T., Wilson R. F. (Eds), 2016, *Peanuts Genetics, Processing, and Utilization*. AOCS Press: 405-428
 - Little, D. A. ; Riley, J. A. ; Agyemang, K. ; Jeannin, P. ; Grieve, A. S. ; Badji, B. ; Dwinger, R. H., 1991. Effect of groundnut cake supplementation during the dry season on productivity characteristics of N'Dama cows under village husbandry conditions in The Gambia. *Trop. Agric.*, 68 (3): 259-262
 - Liu XiangHe; Ye JiDan; Wang Kun; Kong JiangHong; Yang Wei; Zhou Lei, 2012. Partial replacement of fish meal with peanut meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquac. Res.*, 43 (5): 745-755
 - Lohan, I. S. ; Kaker, M. L. ; Singal, S. P. ; Mandal, A. B., 1989. Sperm motility and changes in certain plasma sex hormones in growing male buffaloes fed on guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) meal. *Indian J. Anim. Nutr.*, 6 (3): 249-251
 - Longe, O. G. ; Tona, G. O., 1988. Metabolizable energy values of some tropical feedstuffs for poultry. *Trop. Agric. (Trinidad)*, 65 (4): 358-360
 - Lu, J.; Wang, K. H. ; Tong, H. B.; Shi, S. R.; Wang, Q., 2013.

- Effects of graded replacement of soybean meal by peanut meal on performance, egg quality, egg fatty acid composition and cholesterol content in laying hens. *Arch. Geflügelkde.*, 77 (1): 43-50
- Malik, N. S. ; Ahuja, A. K. ; Makkar, G. S., 1985. A comparative study of the dried poultry excreta, urea and groundnut cake as sources of protein for buffaloes. *Indian J. Anim. Nutr.*, 2 (2): 91-93
 - Manwatkar, S. G.; Netke, S. P.; Sathe, B. S., 1975. Comparison of nutritive values of groundnut oil cake and Niger oil cake for laying pullets. *Br. Poult. Sci.*, 16 (6): 571-576
 - Mapor, A.; Pimthong, G.; Tongsir, S., 2010. Effect of partial replacement of fish meal by peanut meal in *Pangasianodon hypophthalmus* diets. *J. Agric. Res. Ext.*, 27 (1): 28-35
 - Martin, A. E., 1991. Urea, groundnut cake and palm kernel meal as protein sources in the diets of the West African dwarf sheep. *E. Afr. Agric. For. J.*, 57 (2): 131-136
 - McDonald, P.; Edwards, R. A.; Greenhalgh, J. F. D., 2002. *Animal Nutrition*. 6th Edition. Longman, London and New York. 543 p.
 - Mézes, M., 2008. Mycotoxins and other contaminants in rabbit feeds. *Proc. 9th World Rabbit Congress*, 10-13 June 2008, Verona, Italy, 491-505
 - Mohan, L. ; Reddy, C. V. ; Rao, P. V. ; Siddiqui, S. M., 1983. Comparative evaluation of the nutritive value of cakes of groundnut, niger and safflower for poultry. *Indian J. Anim. Sci.*, 53 (7): 746-749
 - Nagaraj, C. G. ; Thimmaiah, S. K. ; Basarkar, P. W., 1990. Safflower and groundnut oilcake based pelleted feed for common carp rearing. *Karnataka J. Agric. Sci.*, 3 (3-4): 241-245
 - Naulia, U.; Singh, K. S. , 2002. Effect of substitution of groundnut with soybean meal at varying fish meal and protein levels on performance and egg quality of layer chickens. *Asian Australas. J. Anim. Sci.*, 15(11): 1617-1621
 - Naulia, U; Singh, K. S., 2002. Replacement of dietary groundnut-cake by soybean-meal supplemented with dl-methionine on the performance of layer chickens. *Indian J. Anim. Sci.*, 72 (12): 1173-1176
 - NDDDB, 2012. Nutritive value of commonly available feeds and fodders in India. National Dairy Development Board, Animal Nutrition Group, Anand, India
 - Neto, S. G.; Oliveira, R. L. ; Lima, F. H. ; Medeiros, A. N. ; Bezerra, L. R. ; Viégas, J. ; Nascimento, N. G. Jr ; Neto, M. D. F., 2015. Milk production, intake, digestion, blood parameters, and ingestive behavior of cows supplemented with by-products from the biodiesel industry. *Trop. Anim. Health Prod.*, 47 (1): 191-200
 - Newton, G. L. ; Hale, O. M. ; Haydon, K. D., 1990. Peanut kernels. In: *Nontraditional Feed Sources for Use in Swine Production*, Thacker, P. A. and R. N. Kirkwood, Eds., Butterworths, Stoneham, MA, 285
 - Nguyen Duy Quynh Tram ; Le Duc Ngoan ; Le Thanh Hung ; Lindberg, J. E., 2011. A comparative study on the apparent digestibility of selected feedstuffs in hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* * *Clarias gariepinus*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquacult. Nutr.*, 17 (2): e636-e643
 - Njike, M. C., 1977. The effect of cottonseed meal (CSM) groundnut meal (GNM) mixture and protein levels in practical broiler diets. *Nigerian J. Anim. Prod.*, 4 (2): 81-84
 - Njwe, R. M. ; Olubajo, F. O., 1989. Evaluation of cassava flour and groundnut cake as concentrate supplements for west African Dwarf goats. In: *Overcoming constraints to the efficient utilization of agricultural by-products as animal feed*. Proc. 4th annual workshop, Bamenda, Cameroon, 20-27 October 1987
 - Nowar, M. S. ; El-Attar, S. R. ; Saad, M. M. ; Hassona, E. M. ; Soliman, M. M., 1994. Aflatoxicosis in rabbits. 1. Outbreaks of acute aflatoxicosis in rabbits in Egypt. *Proc. 1st International Conference on rabbit production in hot climates*, Cairo, Egypt, 571-587
 - NRC, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th Revised Edition, Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture and Natural Resources, National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C.
 - Offiong, S. A. ; Flegal, C. J. ; Sheppard, C. C., 1974. The use of raw peanuts and peanut meal in practical chick diets. *E. Afr. Agric. For. J.*, 39 (4): 344-348
 - Oil World, 2015. *Oil World Annual 2015*. ISTA Mielke GmbH, Hamburg
 - Okon, S., 1985. Economic analysis of broiler production with groundnut meal as the source of protein in the broiler finisher ration. *World Rev. Anim. Prod.*, 21 (4): 19-23
 - Oliveira, C. A. ; Gonçalves, N. B. ; Rosim, R. E. ; Fernandes, A. M., 2009. Determination of aflatoxins in peanut products in the northeast region of São Paulo, Brazil. *Int. J. Mol. Sci.*, 10 (1): 174-183
 - Olomu, J. M.; Offiong, S. A., 1980. Effect of groundnut meal as the sole supplementary dietary-protein on the performance of broiler-chickens. *Trop. Agric.*, 57 (2) : 173-181
 - Olomu, J. M. ; Offiong, S. A., 1985. Performance of brown egg type pullets fed diets based on groundnut meal, with and without supplementation with fishmeal or bloodmeal. *Trop. Agric. (Trinidad)*, 62 (4): 289-293
 - Olude, O. O. ; Alegbeleye, W. O. A. ; Obasa, S. O., 2008. The use of soaked copra meal as a partial substitute for soybean meal in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *Livest. Res. Rural Dev.*, 20 (10): 169
 - Oluokun, J. A., 2005. Intake, digestion and nitrogen balance of diets blended with urea treated and untreated cowpea husk by growing rabbit. *Afr. J. Biotech.*, 4 (10): 1203-1208
 - Omole, T. A., 1982. The effect of level of dietary protein on growth and reproductive performance in rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 5 (3): 83-88
 - Orok, E. J. ; Bowland, J. P. ; Briggs, C. W., 1975. Rapeseed, peanut and soybean meals as protein supplements with or without added lysine: biological performance and carcass characteristics of pigs and rats. *Can. J. Anim. Sci.*, 55 (1): 135-146
 - Pattee, H. E., 2005. Peanut oil. In: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc
 - Payne, G. A., 2016. Mycotoxins and product safety. In: *Stalker, H. T., Wilson R. F. (Eds), 2016, Peanuts Genetics*, Pro-

- cessing, and Utilization. AOCS Press: 347-361
- Pesti, G. M.; Bakalli, R. I.; Driver, J. P.; Sterling, K. G.; Hall, L. E.; Bell, E. M., 2003. Comparison of peanut meal and soybean meal as protein supplements for laying hens. *Poult. Sci.*, 82 (8): 1274-1280
 - Piva, G. ; Pietri, A. ; Carini, E, 1985. Use of calcium hydroxide and paraformaldehyde for detoxification of groundnut meal contaminated with aflatoxin B1, and some observations on aflatoxin M1 in milk. *Zootecnica e Nutrizione Animale*, 11 (4): 303-310
 - Piva, G. ; Galvano, F. ; Pietri, A. ; Piva, A., 1995. Detoxification methods of aflatoxins. A review. *Nutr. Res.*, 15 (5): 767-776
 - Putnam, D. H. ; Oplinger, E. S. ; Teynor, T. M. ; Oelke, E. A. ; Kelling, K. A. ; Doll, J. D., 1991. Peanut. In: *Alternative Field Crop Manual*, University of Wisconsin-Extension, Cooperative Extension
 - Ramana-Rao, N. V. ; Reddy, C. V. ; Sidiqui, S. M. ; Mathur, C. R., 1971. Comparative feeding value of groundnut oil meal and safflower oil meal in chick rations. *Indian Vet. J.*, 48 (3): 288-295
 - Rane, A. S. ; Mehta, M. K. ; Jain, R. K. ; Bhaid, M. U., 1987. To study the variation in chemical composition of different samples of groundnut cake. *Livestock Adviser*, 12 (10): 19-21
 - Ranjhan, S. K. ; Jensen, A. H. ; Cox, J. L. ; Harmon, B. G. ; Becker, D. E., 1964. Amino acid supplements to milo-peanut meal rations for growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 23 (2): 461-464
 - Reddy, P. S. ; Reddy, C. V. ; Reddy, V. R. ; Rao, P. V., 1984. Occurrence of aflatoxin in some feed ingredients in three geographical regions of Andhra Pradesh. *Indian J. Anim. Sci.*, 54 (3): 235-238
 - Rojas, G. C.; Catrileo, S. A.; Hormazábal, G. W., 2011. Productive and economical evaluation of urea, lupin grain, peanut expeller and soybean meal in fattening rations for beef heifers. *Agro Sur*, 39 (1): 57-67
 - Sahoo, P. K. ; Chattopadhyay, S. K. ; Sikdar, A., 1996. Immunosuppressive effects of induced aflatoxicosis in rabbits. *J. Appl. Anim. Res.* 9 (1): 17-26
 - Sahoo, A. ; Pathak, N. N., 1998. Comparative growth performance of pre-ruminant crossbred calves after replacement of fishmeal with groundnut cake in the calf starter. *Indian J. Dairy Sci.*, 51: 73-77
 - Samanta, G. ; Chatterjee, D. P. ; Banerjee, G. C., 1986. Effect of feeding karanja (*Pongamia glabra* Vent.) cake on feed efficiency and growth in pigs. *Indian J. Anim. Nutr.*, 3 (4): 270-273
 - Sampath, K. T. ; Sivaraman, E., 1985. In situ dry matter disappearance and protein degradability of certain cakes in the rumen of cattle. *Indian J. Anim. Nutr.*, 2 (4): 141-148
 - Sampath, K. T. ; Sivaraman, E., 1987. Ruminant degradability of heat treated and formaldehyde treated groundnut cake, gingelly cake and rubberseed cake. *Indian J. Dairy Sci.*, 40 (2): 163-168
 - Sanders, T. H., 1979. Effect of variety, location and year on tannin content of peanut seed coats. *Peanut Sci.*, 6 (1): 62-64
 - Sathyanarayanappa, S. N.; Rao, G. P. S., 2000. Study on fish growth using supplementary feeds-groundnut oil cake + rice bran and agro-cattle feed in the cement ponds of hilly region. *Current Research - University of Agricultural Sciences (Bangalore)* 29 (1/2): 14-15
 - Sauvant, D.; Perez, J. M.; Tran, G., 2004. *Tables INRA-AFZ de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage: 2^{ème} édition*. ISBN 2738011586, 306 p. INRA Editions Versailles
 - Sayda, A. M. A.; Hyder, O. A.; Abasaid, M. A., 2011. Sunflower meal as an alternative protein source to groundnut meal in laying hens' ration. *Egypt. Poult. Sci.*, 31 (4): 745-753
 - Seerley, R. W., 1991. Major feedstuffs used in swine diets. In: *Swine Nutrition*, Miller, E. R., D. E. Ullrey, and A. J. Lewis, Eds., Butterworth-Heinemann, Boston, 451
 - Sharma, S. K. ; Gupta, B. N., 1984. Effect of formaldehyde treatment of groundnut cake on the solubility, in vitro ammonia release and degradability of its protein in the rumen. *Indian J. Nutr. Diet.*, 21 (2): 58-68
 - Sheely, W. J. ; Becker, R. B. ; Mehrhof, N. R. ; Brown, H. L., 1942. Feeding peanut meal and hay to beef cattle, dairy cows, swine and poultry. *Bulletin 115*, August 1942, Agricultural Extension Service, Gainesville Florida
 - Silva, T. M.; Medeiros, A. N. de; Oliveira, R. L.; Gonzaga Neto, S.; Ribeiro, M. D.; Bagaldo, A. R.; Ribeiro, O. L., 2015. Peanut cake as a substitute for soybean meal in the diet of goats. *J. Anim. Sci.*, 93 (6): 2998-3005
 - Silva, T. M.; Medeiros, A. N. de; Oliveira, R. L.; Gonzaga Neto, S.; Queiroga, R. de C. R. do E.; Ribeiro, R. D. X.; Leão, A. G.; Bezerra, L. R., 2016. Carcass traits and meat quality of crossbred Boer goats fed peanut cake as a substitute for soybean meal. *J. Anim. Sci.*, 94 (7): 2992-300
 - Singh, K.S.; Prasad, C.M., 1979. Feeding value of sunflower and groundnut cakes for broilers. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 4 (2): 143-159
 - Singh K. S.; Prasad, C. M.; Brahmakshatriva, R. D., 1981. Feeding value of sunflower- and groundnut-cakes for laying hens. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 6 (1): 63-71
 - Singh, B. ; Negi, S. S., 1987. Evaluation of peanut, mustard, linseed and cottonseed meals for wool production in Angora rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 10 (1): 30-34
 - Singh, F. ; Diwakar, B., 1993. Nutritive value and uses of pigeonpea and groundnut. *Skill Development Series no. 14*, ICRISAT
 - Sinha, B. B. ; Sampath, K. T. ; Khan, M. Y., 1986. Effect of feeding heat treated groundnut cake on growth and certain blood constituents in crossbred calves. *Indian J. Nutr. Diet.*, 23 (2): 45-50
 - Sitren, H. S. ; Ahmed, E. M. ; George, D. E., 1985. In vivo and in vitro assessment of antinutritional factors in peanut and soy. *J. Food Sci.*, 50 (2): 418-423
 - Sreedhara, N. ; Subramanian, N., 1981. Physicochemical properties of hydrogen peroxide treated groundnut protein. *J. Food Sci.*, 46 (4): 1260-1268
 - Sudhamayee, K. G. ; Swathi, B. ; Reddy, J. M. ; Reddy, K. J., 2004. Effect of different protein supplements on nutrient utilization in sheep. *Indian J. Anim. Nutr.*, 21 (1): 34-35

- Sudhamayee, K. G. ; Swathi, B., 2005. Effect of different protein supplements on microbial nitrogen synthesis in sheep. *Indian Vet. J.*, 82 (10): 1066-1068
- Thomas, H. R. ; Kornegay, E. T., 1972. Lysine supplementation of high lysine corn and normal corn-peanut meal diets for growing swine. *J. Anim. Sci.*, 34 (4): 587-591
- Thomas, K. ; Singh, R. A., 1985. Feeding pigs in tropics. 1. Effect of plane of feeding and feed particle size on growth. *Kerala J. Vet. Sci.*, 15 (2): 51-60
- Tiamiyu, L. O.; Okomoda, V. T.; Iber, B., 2013. Growth response of *Clarias gariepinus* fingerlings fed diet substituted groundnut cake meal and cotton seed meal. *Livest. Res. Rural Devel.*, 25 (5): Article 76
- TIS, 2016. Cargo loss prevention information. Transport Information Service from German Marine Insurers
- Tripathi, M. K.; Tyagi, A. K.; Karim, S. A., 1999. Performance of weaner lambs maintained on mustard and groundnut-meal based diets. *Indian J. Anim. Sci.*, 69 (11): 991-992
- USDA, 2016. Production, Supply and Distribution Online. Foreign Agricultural Service
- van Doosselaere, P., 2013. Production of oils. In: Hamm, W., Hamilton, R.J., Calliauw, G. (Eds.), *Edible Oil Processing*. Wiley Blackwell, Oxford, UK, pp. 55-96
- Venturini, M. C. ; Perfumo, C. J. ; Risso, M. A. ; Gomez, C. M. ; Piscopo, M. V. ; de Miguel, M. S. ; Godoy, H., 1990. Effect of aflatoxin B1 on resistance induced by *Bordetella bronchiseptica* vaccine in rabbits. *Vet. Microbiol.*, 25 (2-3): 209-216
- Viroben, G. ; Fremy, J. M. ; Delort-Laval, J., 1983. Treatment of peanut meal with aqueous ammonia at ambient temperature: effect on reduction of aflatoxin M1 content in milk. *Le Lait*, 63 (625-626): 171-179
- Waliyar, F. ; Ntare, B. R. ; Diallo, A. T. ; Kodio, O. ; Diarra, B., 2007. On-farm management of aflatoxin contamination of groundnut in West Africa: A synthesis report. Project Report, ICRISAT
- Wangikar, P. B. ; Dwivedi, P. ; Sinha, N. ; Sharma, A. K. ; Telang, A. G., 2005. Effects of aflatoxin B1 on embryo fetal development in rabbits. *Food Chem. Toxic.*, 43 (4): 607-615
- Wu, F., Guclu, H., 2012. Aflatoxin regulations in a network of global maize trade. *PLoS One* 7, e45151
- Wu, L. X. ; Ding, X. X. ; Li, P. W. ; Du, X. H. ; Zhou, H. Y. ; Bai, Y. Z. ; Zhang, L. X., 2016. Aflatoxin contamination of peanuts at harvest in China from 2010 to 2013 and its relationship with climatic conditions. *Food Control*, 60: 117-123
- Wu JenLei ; Jan Lu, 1977. Comparison of the nutritive value of dietary proteins in *Tilapia aurea*. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 5 (2): 56-60
- Yang QiHui; Tan BeiPing; Dong XiaoHui; Chi ShuYan; Liu HongYu, 2011. Replacement of fish meal with peanut meal in diets for white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone). *Chinese J. Anim. Nutr.*, 23 (10): 1733-1744
- Yildirim, Ö.; Acar, Ü.; Türker, A.; Sunar, M. C.; Kesbic, O. S., 2014. Effects of replacing fish meal with peanut meal (*Arachis hypogaea*) on growth, feed utilization and body composition of Mozambique tilapia fries (*Oreochromis mossambicus*). *Pakistan J. Zool.*, 46 (2): 497-502
- Yildirim, Ö.; Acar, Ü., 2016. Defatted peanut meal (*Arachis hypogaea*) as a complementary protein source in diets for Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*) fry and effect on fatty acid composition. *Pakistan J. Zool.*, 48 (2): 377-382
- Yue YiRong; Liu YongJian; Tian LiXia; Gan Lian; Yang HuiJun; Liang GuiYing, 2012. Effects of replacing fish meal with soybean meal and peanut meal on growth, feed utilization and haemolymph indexes for juvenile white shrimp *Litopenaeus vannamei*, Boone. *Aquac. Res.*, 43 (11): 1687-1696
- Zhang, Y.; Parsons, C. M., 1996. Effects of overprocessing on the nutritional quality of peanut meal. *Poult. Sci.*, 75 (4): 514-518

Rédaction : Valérie Heuzé et Gilles Tran (AFZ : Association Française de Zootechnie) - Benoît Rouillé (Institut de l'Élevage)
Conception : Marie-Catherine Leclerc (Institut de l'Élevage) - **Mise en page** : Corinne Maignet (Institut de l'Élevage)
Sources : AFZ et Feedipedia (www.feedipedia.org) - **Crédit photo** : Gilles Tran AFZ - **Réf IE** : 0023 302 025 - Avril 2023