Journal of Animal &Plant Sciences, 2016. Vol.28, Issue 3: 4479-4487
Publication date 1/05/2016, **http://www.m.elewa.org/JAPS**; *ISSN 2071-7024*

Effet de la supplémentation de l'aliment croissance des coquelets (Warren) par du tourteau de *Jatropha curcas* détoxifié

Kouamé Bertin KOUADIO, Manguy Gouébrini DOUGNON, N'Goran David Vincent KOUAKOU*
Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny, B.P. 1313 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire,
***Auteur correspondant :** Tél : +225 08 39 33 63 ; Fax : +225 30 64 04 06, kwayki@yahoo.fr*

Mots clés : Détoxification, *Jatropha curcas*, coquelets, alimentation
Keywords : Detoxification, *Jatropha curcas*, cockerels, feed

1 RÉSUMÉ

Depuis quelques décennies, la culture de *Jatropha curcas* suscite un intérêt particulier notamment en Afrique où elle est à multiples usages. Malheureusement, la valorisation du tourteau de *Jatropha curcas* (TJC), résidu d'extraction de l'huile des graines, comme aliment bétail ou biofertilisant n'est pas simple car ce tourteau est toxique pour l'homme et pour l'animal. Afin d'y remédier, un essai de supplémentation de l'aliment volaille par du TJC détoxifié par fermentation avec la papaye verte durant 30 jours, puis par chauffage a été initié. A cet effet, quatre lots de 26 coquelets de deux mois d'âge (Warren) de 0,7 kg ont reçu durant 14 semaines, deux rations R0 et R6,5 contenant respectivement 0 et 6,5% de tourteau de *Jatropha curcas* détoxifié avec deux répétitions. En fin d'essai, aucun cas de mortalité n'a été enregistré. Les poids moyens et les gains moyens quotidiens des coquelets soumis aux différents régimes (R0 et R6,5), qui étaient respectivement de 1,4±0,2 kg et de 1,3±0,2 kg et de 7,4±3,9 g.j^{-1} et 5,5±4,4 g.j^{-1}, ne différaient pas significativement (P>0,05). La méthode de détoxification a permis de rendre comestible le TJC à la teneur de 6,5% dans l'alimentation des coquelets en croissance sans effet néfaste.

ABSTRACT

Effect of supplementation of growing cockerels (Warren) diet with detoxified *Jatropha curcas* cake meal

Over the past decades, *Jatropha curcas* plant has been of particular interest especially in Africa where it is multipurpose. Unfortunately, the utilization of the *Jatropha curcas* cake meal (JCC), remaining after extraction of oil from the seeds of *Jatropha curcas* as animal feed or biofertilizers is not simple because the meal cake is toxic to humans and animals. To remedy this, the supplementation test of poultry feed by the JCC detoxified by fermentation with green papaya during 30 days and by heating was initiated. For this purpose, four batches of 26 cockerels (Warren) aged two months and weighing 0.7 kg received for 14 weeks, two rations (R0 and R6.5) containing respectively 0 and 6.5% detoxified *Jatropha curcas* meal with two repetitions. During the trial, no mortality was recorded. The weight at the end and the daily growth of cockerels subject to R0 and R6.5, which were 1.4 ± 0.2 kg and 1.3 ± 0.2 kg and 7.4 ± 3.9 g.d^{-1} and 5.5 ± 4.4 g.d^{-1} respectively and were not significantly different (P>0.05). The method of detoxification has allowed production of a diet for cockerels with 6.5% of JCC without adverse effects.

Journal of Animal &Plant Sciences, 2016. Vol.28, Issue 3: 4479-4487
Publication date 1/05/2016, **http://www.m.elewa.org/JAPS***; ISSN 2071-7024*

2 INTRODUCTION

Jatropha curcas également appelé pourghère en Français, tabanani en Wolf et bagani en Malinké, est un arbuste de la famille des euphorbiacées des régions tropicales et subtropicales dont les feuilles et les graines ne sont pas consommées par les animaux domestiques (Kumar, 2011). C'est une plante qui a toujours fait partie du milieu de vie de l'homme dans le voisinage des villages, servant de clôture vive, de parcs, de palissade, de brise-vent ou de haie antiérosive avec quelques usages médicinaux (Domergue et Pirot, 2008). Depuis quelques décennies, la culture de *Jatropha curcas* suscite un intérêt particulier. En effet, en plus du fait qu'elle soit apte à se développer sous diverses conditions climatiques, les graines produites renferment, 35 à 40% d'huile, fonction de la variété, qui peut être facilement trans-estérifiée en biodiesel (Makkar et Becker, 2009). Cette caractéristique est à l'origine d'ambitieux programmes et projets de développement de cette culture en Amérique centrale, en Asie et en Afrique avec une estimation de surface de culture d'environ 12,8 millions d'hectares en 2015 (Devappa *et al.,* 2010). Malheureusement, la production de ce biodiesel induit des quantités de plus en plus importantes de résidus d'extraction de l'huile des graines ou "tourteau de *Jatropha curcas* (TJC)" qui sont peu ou pas valorisées malgré leurs richesses en éléments minéraux et en protéines (Aregheore *et al.,* 2003). En effet, la valorisation du TJC comme aliment bétail ou biofertilisant n'est pas si simple car il est toxique pour l'homme et pour l'animal en raison des facteurs antinutritionnels tels que la curcine et les esters de phorbol qu'il contient (Amsallem et Tréboux, 2014). Le TJC contient environ 20% d'huile et 55 à 64% de protéines (Henning, 1992 ; Belewu *et al.,* 2010). Cette richesse protéique fait potentiellement du TJC, un complément alimentaire pour l'élevage et un engrais organique, une fois levée la contrainte de sa toxicité (Kasuya *et al.,* 2013). En effet, sa teneur en acides aminés est comparable à celle d'autres tourteaux utilisés comme celui de soja (sauf pour les teneurs en lysine et acides aminés soufrés) (Gogoi *et al.,* 2014). Sa teneur en minéraux est semblable à celle de la fiente de volaille et supérieure à celle du fumier (FAO, 2010). Afin d'exploiter le potentiel de cette plante, plusieurs techniques de détoxification du TJC ont été utilisées avec plus ou moins de succès. Les procédés expérimentaux de détoxification de ce tourteau destinés à les rendre comestibles sont les méthodes physiques (chaleur, ozonation, irradiation gamma) (Makkar et Becker, 1997; Chivandi *et al.,* 2004; Gaur, 2009), chimiques (extraction à l'éthanol) ou les deux à la fois (Sadubthummarak *et al.,* 2013) et la fermentation biologique (fongiques et bactériennes) (De Barros *et al.,* 2011; Amsallem et Tréboux, 2014). Dans l'optique de contribuer à la valorisation des TJC en tant que complément alimentaire plusieurs tests de supplémentation alimentaire sur des animaux ont été réalisés avec des résultats relativement satisfaisants chez les porcs (Berenchtein *et al.,* 2014), les cobayes (Kouakou *et al.,* 2010) et les volailles (Sumiati *et al.,* 2009; Annongu *et al.,* 2010; Pasaribu *et al.,* 2010). Afin de réaliser ce type de test chez les coquelets, une équipe de recherche du laboratoire de Zootechnie du Département Agriculture et Ressources Animales de l'INP-HB de Yamoussoukro, a initié une étude portant sur la détoxification du TJC combinant la fermentation avec des papayes vertes, riches en enzymes digestives comme la papaïne et la chymopapaïne et le chauffage. Le présent article a pour objectif de présenter d'une part, le process de détoxification du TJC et d'autre part, de tester l'efficacité de ce tourteau incorporé à 6,5% dans l'aliment croissance des coquelets.

Journal of Animal &Plant Sciences, 2016. Vol.28, Issue 3: 4479-4487
Publication date 1/05/2016, **http://www.m.elewa.org/JAPS**; *ISSN 2071-7024*

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Situation du site expérimental : L'étude a été conduite à la ferme expérimentale du Département Agriculture et Ressources Animales de l'Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB) (6,5°N; 5,2°O). La température et l'humidité relative durant l'essai ont varié respectivement de 25 à 35 °C et de 80 et 85%. La pluviométrie moyenne mensuelle est de 1000 mm.

3.2 Animaux et régimes à tester : Quatre lots de 26 coquelets de deux mois d'âge, de la souche Warren d'un poids moyen de 0,7±0,2 kg, ont été soumis à deux rations R0 et R6,5 contenant respectivement 0 et 6,5% de TJC détoxifié avec deux répétitions. Les matières premières alimentaires étaient constituées de maïs, de farine artisanale de poisson, du tourteau artisanal d'arachide, du tourteau artisanal de coprah, de feuilles vertes de *Albizia lebeck*, de coquillage, du TJC détoxifié, de graines d'arachide, d'œufs durs de poule, de sel de chlorure de sodium et de cendre de végétaux. Hormis les feuilles vertes de *Albizia lebeck*, les cendres de végétaux et le TJC, les autres matières premières ont été achetées dans le commerce. Les régimes ont été formulés au Laboratoire de Zootechnie et produits sous forme de farine dans l'unité de fabrication d'aliment de l'INP-HB. Les ingrédients et la composition des régimes expérimentaux sont présentés dans le tableau 1. Les déterminations de la teneur en matière sèche, en matière grasse, en cendre, en cellulose et en azote de ces régimes ont été faites selon la méthode standard (AOAC, 2010).

Tableau 1 : Ingrédients et compositions chimiques des différents régimes des coquelets (régime témoin (R0) ou supplémenté par 6,5% de tourteau de *Jatropha curcas* détoxifié (R6,5))

Ingrédients (%)	**Régimes expérimentaux**	
	R0	R6,5
Maïs	59,9	60,0
Farine de poisson	5,9	8,9
Tourteau d'arachide	10,6	7,4
Tourteau de coprah	11,8	4,7
Tourteau de *Jatropha curcas*	-	6,5
Feuilles vertes de *Albizia lecbeck*	4,9	3,2
Coquillage	3,95	3,8
Sel	0,5	0,3
Cendre de végétaux	2,0	2,6
Œuf dur de poule	0,5	0,4
Graine d'arachide	-	2,3
Compositions chimiques (%)		
Matières azotés totales (MAT)	15,2	15,2
Cellulose brute	3,51	2,6
Extractif non azoté	45,3	45,2
Matière grasse	6,1	6,3
Matière minérale	13,2	11,4
Calcium	3,19	2,8
Phosphore disponible	0,5	0,7
Énergie métabolisable (Kj/kg MS)*	11545,8	11630,8

*Valeur calculée,

3.3 Méthodes de production du tourteau : Le TJC a été produit à partir de gousses mûres sèches et déhiscentes obtenues dans des cultures mises en place à la ferme de production de l'INP-HB. Les graines ont été extraites des gousses et séchées au soleil pendant une semaine. La production du tourteau a débuté par le décorticage des graines suivi du séchage des amandes pendant trois heures au soleil. Les amandes séchées ont été broyées avant d'être humidifiées à raison de deux litres d'eau pour 10 kg de broyat. L'homogénat a été placé dans une cuve et couvert par une bâche pendant deux heures avant d'être émietté et séché au soleil pendant une heure. Par la suite, la farine d'amande a été introduite dans des sacs de sel doublés et tassée à l'aide d'une presse artisanale. Après avoir recueilli de 2,5 à 3 litres d'extrait lipidique pour 10 kg de farine, le bloc de tourteau résultant a été concassé manuellement avant sa mise en fermentation.

3.4 Méthodes de détoxification du tourteau : Les mottes de TJC ont été détoxifiées par fermentation à l'aide d'une quantité similaire de papayes vertes découpées en morceaux et mélangées au tourteau. En effet, le mélange est mis dans une barrique puis recouvert hermétiquement. Deux semaines plus tard, le mélange est homogénéisé puis recouvert à nouveau. Après un mois de fermentation, le tourteau est chauffé au feu de bois durant quatre heures, puis séché au soleil pendant trois journées et broyé à l'aide d'un broyeur à végétaux donnant ainsi un tourteau détoxifié utilisable comme intrant.

3.5 Conduite de l'élevage des coquelets : L'essai a duré trois mois. Il a débuté par la réception des poussins et leurs installations sur litière où ils ont été élevés. Durant la première semaine, chaque sujet a reçu par jour 75 g d'aliment, qui a été majoré de 5 g par semaine suivante jusqu'à atteindre 110 g. L'aliment a été distribué manuellement une fois par jour à 7 h 30 mn après le retrait et la pesée des restes d'aliments. L'eau a été servie *ad libitum*. Les mesures de prophylaxie sanitaire ont été respectées afin de prévenir l'apparition d'éventuelles pathologies. Au cours de l'essai, les animaux étaient pesés chaque semaine. A la fin de l'expérimentation, tous les animaux ont été autopsiés afin de comparer les organes (foies, poumons, reins, pancréas, intestins et gésiers) et rechercher d'éventuels signes d'intoxication.

3.6 Analyses statistiques : A la fin de l'étude, les valeurs moyennes par régime des paramètres de croissance et d'ingestion alimentaire ont été soumises au test-t de Student (STATA, 2008). Les valeurs moyennes des variables ont été présentées dans des tableaux avec les probabilités (P) issues de leur comparaison. L'effet fixe était le régime. Il est dit significatif si P<0,05.

4 RESULTATS

La transformation de 100 kg de graines de *Jatropha curcas* a abouti à la production de 62 kg de TJC détoxifié. Les valeurs moyennes d'ingestion hebdomadaires, des poids vifs moyens et de croissance journalière sont présentées dans le tableau 2. Au cours de l'essai, les ingestions journalières moyennes du régime témoin étaient supérieures à celles des coquelets recevant le TJC détoxifié (P<0,05) contrairement aux poids moyens et aux gains moyens quotidiens des coquelets en fin d'essai dont les valeurs ne différaient pas significativement entre les régimes (P>0,05) (Tableau 2). Durant l'essai, l'indice de consommation du régime témoin (R0) était plus faible et différait significativement du second régime (R6,5) (P<0,05).

Journal of Animal &Plant Sciences, 2016. Vol.28, Issue 3: 4479-4487
Publication date 1/05/2016, **http://www.m.elewa.org/JAPS***; ISSN 2071-7024*

Tableau 2 : Paramètres zootechniques des coquelets recevant des différents régimes (régime témoin (R0) ou supplémenté par 6,5% de tourteau de *Jatropha curcas* détoxifié (R6,5))

	Régimes expérimentaux	
	R0	**R6,5**
IVJMS des coquelets (g)	102,1±19,3 a	89,4±12,4 b
Poids vifs finaux (kg)	1,4±0,2 a	1,3±0,2 a
Croissance journalière ($g.j^{-1}$)	7,4±3,9 a	5,5±4,4 a
Indice de consommation	13,8±0,6 a	16,2±0,5 b

IVJMS : Ingestion volontaire journalière de matière sèche
a-b: Les moyennes portant la même lettre sur la ligne sont statistiquement identiques (P>0,05).

Aucun cas de mortalité n'a été observé au cours de l'essai. Cependant, des cas de diarrhées ont été détectés dans le lot témoin et ont été traités à l'aide d'anticoccidiens (Vétacox + Vitamine K). Les comparaisons visuelles des organes des poulets (bouche, oesophage, jabot, proventricule, gésier, intestins, foie, pancréas et reins) n'ont relevé aucune différence de couleur ou de forme.

5 DISCUSSION

L'absence d'expertise en dosage des esters de phorbol en Côte d'Ivoire, n'a pas permis l'évaluation biochimique de la détoxification de cette toxine du TJC. Par ailleurs, les microorganismes impliqués dans cette détoxification n'ont pu être déterminés. Leur connaissance aurait permis de mieux étayer les explications et surtout d'optimiser le processus de fermentation en maitrisant les paramètres du milieu anaérobie. Les références obtenues dans plusieurs études indiquent une réduction des teneurs en esters de phorbol de l'ordre de 99% par les champignons (*Pleurotus ostreatus*) après 60 jours de fermentation ; la concentration finale obtenue étant de 2.10^{-4} $mg.g^{-1}$ de matière sèche, inférieure à celle de la variété de *Jatropha curcas* non toxique (9.10^{-2} $mg.g^{-1}$) (Aregheore *et al.,* 2003; Da Luz *et al.,* 2014). Cependant, au regard des résultats obtenus à la suite de l'essai, la méthode de fermentation, mise en œuvre, a le mérite d'induire une détoxification satisfaisante du tourteau en le rendant non toxique et comestible à la teneur de 6,5% d'incorporation dans l'alimentation des coquelets en croissance. Les méthodes de détoxification du TJC sont nombreuses (Goel *et al.,* 2007; Belewu et Sam, 2010; Joshi et Khare, 2011). Une des raisons à cet état de fait est la variabilité des propriétés physico-chimiques des toxines et facteurs antinutritionnels présents dans le tourteau, en particulier la curcine et les esters de phorbol. Celle présentée dans cet article combine deux méthodes de détoxification à savoir : le chauffage et la fermentation biologique. Son efficacité réside dans la réduction ou l'élimination d'une part, des toxines thermolabiles notamment la curcine et l'inhibiteur de trypsine (Nesseim *et al.,* 2012) par le chauffage et d'autre part, des esters de phorbol par la fermentation biologique. En effet, un traitement de 30 minutes à la chaleur humide suffit pour dégrader la curcine (66% d'humidité, 121°C) et un traitement de 60 minutes à la chaleur humide (67% d'humidité, 100°C), puis de 60 minutes à la chaleur sèche (160°C), est suffisant pour inactiver les inhibiteurs de trypsine (Amsallem et Tréboux, 2014). Quant aux esters de phorbol, leur élimination partielle tient du fait de l'action, d'une part, de la papaïne et de la chymopapaïne, enzymes de la papaye verte et d'autre part, de la digestion des matières toxiques par les microorganismes (bactéries et champignons). En effet, le latex de la papaye verte contient deux enzymes protéolytiques importantes (papaïne et chymopapaïne), qui dégraderaient les protéines de la papaye en déstructurant la matière organique et libérant ainsi l'eau et les nutriments, substrats de prolifération des microorganismes anaérobiques (bactéries et champignons). Aussi, une fois mise en contact avec le TJC, la papaïne

s'attaquerait-elle aux protéines de la membrane plasmique des cellules, de même que de celles des organites cellulaires notamment les oléoplastes libérant les esters de phorbol et les autres nutriments qu'elles contiennent majoritairement présents dans les cotylédons (96,2 à 97,5%) des amandes de *Jatropha curcas* (Devappa *et al.,* 2012; Chun et Bueso, 2014). En effet, plusieurs études ont montré l'intérêt d'utiliser les microorganismes pour la détoxification des esters de phorbol de *Jatropha curcas* notamment *Bacillus smithii G16, Bacillus sonorensis D12, Bacillus licheniformis A3, Bacillus subtilis H8, Bacillus coagulans C45* (Chang *et al.,* 2014) ou *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Scytalidium thermophilum,* et ceci, grâce aux enzymes lytiques telles que amylase, pectinase, xylanase, cellulase, protéase, et lipase produites (Mahanta *et al.,* 2008; Joshi et Khare, 2011; Thanapimmetha *et al.,* 2012; Chang *et al.,* 2014). Les niveaux d'ingestion journaliers enregistrés durant les six premières semaines de la période de croissance des coquelets Warren (80,8 et 85 g) sont inférieurs à celles de Chrysostome *et al.* (2010) (91,8 g à 90,1 g). Aussi, les gains moyens quotidiens obtenus durant cet essai sont-ils nettement inférieurs à ceux obtenus par Chrysostome *et al.* (2010) de 16 $g.j^{-1}$ au même stade de croissance des coquelets et par Brou *et al.* (2012) de 14,5 $g.j^{-1}$ à 14 semaines de croissance des coquelets ISABROWN en claustration. Outre les différences de niveau d'ingestion, la qualité des aliments et des régimes expérimentaux, les différences de gains moyens quotidiens pourraient s'expliquer par les différences entre des races de volailles. En effet, Brou *et al.* (2012) a obtenu une variation de 8,5 à 14,5 $g.j^{-1}$ respectivement chez la race de coquelets SAIGUE SISSE et ISABROWN élevés et nourris dans des conditions similaires. L'absence de différence significative entre les poids moyens et les gains moyens quotidiens des coquelets en fin d'essai est contraire aux résultats obtenus par Annongu *et al.* (2010), lors de l'évaluation de la détoxification du TJC chez des rats albinos par la triple méthode : physique, biologique et chimique. En effet, les rats expérimentaux avaient une meilleure croissance journalière dans les régimes contenant 15% de TJC détoxifié. Nos résultats diffèrent également de ceux de Oladunjoye *et al.* (2014) qui ont trouvé que l'incorporation de 4 à 6% de TJC détoxifié par fermentation avec *Aspergillus niger* dans l'alimentation des volailles réduisait significativement le poids final et la croissance journalière des volailles ($P<0,05$). Ces différences sont à lier aux méthodes différentes de détoxification et montrent que la combinaison des méthodes de détoxification du TJC renforce son efficacité.

6 CONCLUSION

La détoxification du TJC à l'aide de la papaye verte est une méthode simple réalisable en milieu paysan. Son incorporation à hauteur de 6,5% dans l'alimentation des coquelets en croissance est possible sans effet néfaste sur les performances de croissance et la survie des animaux. Toutefois, une meilleure connaissance des microorganismes impliqués dans cette détoxification permettra d'optimiser ce processus et peut-être induira une augmentation du niveau d'incorporation du TJC.

7 REFERENCES

AOAC (Association Officielle des Chimistes Analytiques). 2010. Official Methods of Analysis (18th ed.). Arlington, USA: Association of Official Analytical Chemists.

Annongu AA, Joseph JK, Apata DF, Adeyina AO, Yousuf MB. and Ogunjimi KB: 2010. Detoxification of *Jatropha curcas* Seeds for Use in Nutrition of Monogastric Livestock as Alternative Feedstuff. *Pakistan Journal of Nutrition* 9(9): 902-904.

Aregheore EM, Becker K. and Makkar HPS: 2003. Detoxification of a toxic variety of

Jatropha curcas using heat and chemical treatments, and preliminary nutritional evaluation with rats. *South Pacific Journal of Natural Science* 21: 50-56.

Belewu MA, Belewu KY. and Ogunsola FO: 2010. Nutritive value of dietary fungi treated *Jatropha curcas* kernel cake: Voluntary intake, growth and digestibility coefficient of goat. Agriculture and Biology Journal of North America 1(2): 135-138.

Belewu MA. and Sam R: 2010. Solid state fermentation of *Jatropha curcas* kernel cake: proximate composition and antinutritional components. *Journal of Yeast and Fungal Research* 1: 44-46.

Berenchtein B, Abdalla AL, Do Prado Paim T, Sbardella M, Louvandini H, Filho ALA, Dhanasekaran D. and Dos Santos PP: 2014. Effects of detoxified *Jatropha curcas* kernel meal in finishing pig diets on their performance, carcass traits, meat quality and intoxication. *Livestock Science* 165: 100-103.

Brou GKG, Houndonougbo MF, Aboh BA, Mensah GA. and Fantodji A: 2012. Performances pondérales de deux souches de poulets et du produit de leur croisement dans deux modes d'élevage en Côte d'Ivoire. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* 72: 19-26.

Chang C-F, Weng J-H, Lin KY, Liu L-Y. and Yang SS: 2014. Phorbol Esters Degradation and Enzyme Production by *Bacillus* using *Jatropha* Seed Cake as Substrate. *International Journal of Environmental Pollution and Remediation* 2(1): 30-36. DOI: 10.11159/ijepr.2014.005

Chivandi E, Mtimuni JP, Read JS. and Makuza SM: 2004. Effect of processing method on phorbol estere concentration, total phenolic, trypsin inhibitor activity and the proximate composition of the Zimbabwean *Jatropha curcas* provenance: A potential livestock feed. *Pakistan Journal of Biological Science* 7(6): 1001-1005. DOI :10.3923/pjbs.2004.1001.1005

Chrysostome CAAM, Houndonougbo MF. and Kpomassè CC: 2010. Stratégie alimentaire des coquelets en zone tropicale : Ration complète comparée au système cafétéria. *Livestock Research for Rural Develpment* 22(11). Consulté le 18/11/2015 sur http://www.lrrd.org/lrrd22/11/chri22211.htm

Chun R. and, Bueso FJ: 2014. Phorbol ester quantitation in dehulled seed structural parts of eight accessions of *Jatropha curcas* from Latin America. American Oil Chemists' Society 2014. Poster, www.syngentafoundation.org.

Da Luz JMR, Nunes DM, Paes SA, Torres DP. and Kasuya MCM: 2014. Bio-detoxification of *Jatropha curcas* seed cake by *Pleurotus ostreatus*. *African Journal of Microbiology Research* 8(11): 1148-1156. DOI: 10.5897/AJMR2014.6617

De Barros CRM, Ferreira MML, Nunes FM, Bezerra RMF, Dias AA, Guedes CV, Cone JW, Marques GSM. and Rodrigues MAM: 2011. The potential of white-rot fungi to degrade phorbol esters of *Jatropha curcas* L. seed cake. *Engineering in Life Sciences* 11(1): 107-110. DOI: 10.1002/elsc.201000040

Devappa RK, Makkar HPS. and Becker K: 2010. Biodegradation of *Jatropha curcas* phorbol esters in soil. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90(12): 2090-2097. DOI: 10.1002/jsfa.4056

Devappa RK, Makkar HPS. and Becker K: 2012. Localisation of antinutrients and qualitative identification of toxic components in *Jatropha curcas* seed. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92(7): 1519-1525. DOI: 10.1002/jsfa.4736

Domergue M. and Pirot R: 2008. *Jatropha curcas* L - Rapport de synthèse bibliographique du CIRAD. AGROgeneration, France. 118 pp.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture): 2010. Jatropha: A smallholder bioenergy crop the potential for pro-poor development.

Integrated crop management. N°8, FAO, Rome, Italie. 114 pp.

Gaur S: 2009. Development and evaluation of an effective process for the recovery of oil and detoxification of meal from *Jatropha curcas*. M*Sc*. Thesis, Missouri University of Science and Technology, USA. 69 pp.

Goel G, Makkar HPS, Francis G. and Becker K: 2007. Phorbol esters: structure, biological activity, and toxicity in animals. *International Journal of Toxicology* 26: 279-288. DOI: 10.1080/10915810701464641

Gogoi R, Kumar NU. and Kumar TA: 2014. Reduction of phorbol ester content in jatropha cake using high energy gamma radiation. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences* 7(3): 305-309. DOI:10.1016/j.jrras.2014.04.002

Henning RK: 1992. Produktion und Nutzung von Pflanzenöl als Kraftstoff im Sahel, am Beispiel von Mali. Gesamtkonzept zur Verbreitung des Systemansatzes, GTZ. **Eschborn**.

Joshi C. and Khare SK: 2011. Utilization of deoiled *Jatropha curcas* seed cake for production of xylanase from thermophilic *Scytalidium thermophilum*. *Bioresource Technology* 102: 1722-1726. DOI:10.1016/j.biortech.2010.08.070

Kasuya MCM, Da Luz JMR, Pereira LPD, Da Silva JS, Montavani HC. and Rodrigues MT: 2013. Bio-detoxification of jatropha seed cake and its use in animal feed. In *Biodiesel - Feedstocks, Production and Applications*. Zhen Fang (editor). In Tech, Chapters published; 309-330. DOI: 10.5772/45895

Kouakou NDV, Thys E, Assidjo EN. and Grongnet J-F: 2010. Ingestion et digestibilité *in vivo* du *Panicum maximum* associé à trois compléments: Tourteau de *Jatropha curcas,* tourteau de coton (*Gossypium hirsutum)* et *Euphorbia heterophylla* chez le cobaye (*Cavia porcellus L.*). *Tropicultura* 28(3): 173-177.

Kumar V: 2011. Jatropha meal and protein isolate as a protein source in aquafeed. Thesis of Doktor der Agrarwissenschaften/Ph.D. in Agricultural Sciences, Institute for Animal Productions in the Tropic and Subtropics, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany. 565 pp.

Mahanta N, Gupta A. and Khare SK: 2008. Production of protease and lipase by solvent tolerant *Pseudomonas aeruginosa* PseA in solid-state fermentation using *Jatropha curcas* seed cake as substrate. *Bioresource Technology* 99: 1729-1735. DOI : 10.1016/j.biortech.2007.03.046

Makkar HPS. and Becker K: 1997. Potential of *Jatropha curcas* seed meal as a protein supplement to livestock feed, constraints to its utilization and possible strategies to overcome constraints. In *Proceedings of Jatropha 97: Biofuels and Industrial Products from Jatropha curcas*. 190-205 p.

Makkar HPS. and Becker K: 2009. *Jatropha curcas,* a promising crop for the generation of biodiesel and value-added coproducts. review Article. *European Journal of Lipid Science and Technology* 111: 773-787. DOI: 10.1002/ejlt.200800244

Nesseim TDT, Fillet M, Mergeai G, Dieng A. and Hornick J-L: 2012. Principes toxiques, toxicité et technologie de détoxification de la graine de *Jatropha curcas* L. (Synthèse bibliographique). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 16(4): 531-540.

Oladunjoye IO, Ojediran T, Aringbangba C, Akinrinlade OS. and Opakunle OG: 2014. Effects of inclusion level and length of fermentation on the utilization of Jatropha (*Jatropha curcas* L) seed cake by broiler chickens. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 3(7): 44-54.

Pasaribu T, Wina E. and Tangendjaja B: 2010. Performance of broiler chicken fed physically and chemically treated jatropha (*Jatropha curcas*) seed meal. *Indonesian Journal of Animal and Veterinary Sciences* 4(1): 11-18.

Sadubthummarak U, Parkpian P, Ruchirawat M, Kongchum N. and Delaune RD: 2013. Potential treatments to reduce phorbol esters levels in jatropha seed cake for improving the value added product. *Journal of Environmental Science and Health, Part B* 48(11): 974-982. DOI : 10.1080/03601234.2013.816606

Sumiati Y, Yusriani Y, Astuti DA. and Suharti S: 2009. Feeding fermented *Jatropha curcas* L. Meal supplemented with cellulose and phytase to kampong chicken. In proceeding, the 1st International seminar on animal industry, Faculty of animal science, Bogor Agricultural University, Bogor. 191-197 p

Thanapimmetha A, Luadsongkrama A, Titapiwatanakunc B. and Srinophakuna P: 2012. Value added waste of *Jatropha curcas* residue: Optimization of protease production in solid state fermentation by Taguchi DOE methodology. *Industrial Crops and Products* 37: 1-5. DOI: 10.1016/j.indcrop.2011.11.003