



Effet de l'incorporation de la farine d'épluchures de manioc sur la composition physico-chimique et nutritionnelle des œufs de poule "ISA BROWN"

Adam Camille KOUAME*, Kouabena KREMAN, Kouakou Eugène KOUADIO, Kalo Laciné BAMBA, Gougoua Severin KOUADJA

Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Direction régionale de Bouaké, 01 BP 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire

Résumé

La substitution du maïs dans l'alimentation de volaille par l'incorporation de la farine de manioc vise surtout à réduire le coût de production de l'aliment tout en couvrant l'ensemble des besoins nutritionnels des poules. Cette étude met en évidence la composition nutritionnelle des œufs de poules nourries avec un aliment contenant de la farine d'épluchures de manioc. Il s'agit surtout, d'évaluer les effets de l'incorporation de la farine d'épluchures de manioc à des taux croissants sur la valeur nutritionnelle des œufs de poules, puis de rechercher la présence d'acide cyanhydrique dans ces œufs. La farine est incorporée à des taux de 0 % ; 10 % ; 20 % et 30 % respectivement dans les aliments pour poulets. Des analyses proximales sont réalisées sur 30 œufs issus de chaque aliment. Les résultats obtenus montrent que les œufs contiennent (7,7 à 8,4 g/100g) de lipides, (11,87 à 12,8 g/100g) de protéines, (2,2 à 2,8 g/100g) de glucides, (0,3 à 0,4 g/100g) de fibres et (0,83 à 0,89 g/100g) de cendres. Ces teneurs sont similaires à celles des œufs de poules en général quel que soit le niveau d'incorporation, et les teneurs en acide cyanhydrique y sont quasiment nulles.

Mots-clés : Acide cyanhydrique ; Alimentation de volaille ; Composition nutritionnelle des œufs ; Farine d'épluchure de manioc ; Poule ISA BROWN.

Effect of incorporating cassava peel flour on the physico-chemical and nutritional quality of hens' eggs "ISA BROWN"

Abstract

The substitution of maize in poultry feed by the incorporation of cassava peel meal is mainly aimed at reducing the production cost of the feed while covering all the nutritional requirements of the hens. This study highlights the nutritional composition of eggs from hens fed a feed containing cassava peel meal. Specifically, the effects of incorporating cassava peel meal at increasing rates on the nutritional value of the hens' eggs were assessed, and subsequently, the presence of hydrocyanic acid in these eggs from the peel was investigated. The meal is incorporated at rates of 0 %, 10 %, 20 % and 30% respectively into chicken feeds. Proximal analyses are performed on 30 eggs from each feed. These eggs contained (7.7-8.4 g/100g) fat, (11.87-12.8 g/100g) protein, (2.2-2.8 g/100g) carbohydrate, (0.3-0.4 g/100g) fiber and (0.83-0.89 g/100g) ash. These contents are similar to those of chicken eggs in general, regardless of the level of incorporation, and the hydrocyanic acid content is almost zero.

Keywords: Hydrocyanic acid; Poultry feed; Nutritional composition of eggs; Cassava peel flour; Hens' eggs "ISA BROWN"

1. Introduction

L'œuf de poule est un produit alimentaire de haute valeur nutritionnelle [1]. Sa part comestible représente 91 % de l'œuf entier, et contient des lipides (8,8-11,9 g) très digestibles qui sont essentiellement contenus dans le jaune, des protéines (11,8-13,3 g) de hautes valeurs biologiques, des glucides (0,3 – 0,8 g) extrêmement pauvres en sucres simples, des vitamines, des minéraux et des oligo-éléments essentiels [2]. C'est

aussi un produit contenant peu de calories (140 Kcal/100 g) [3]. La haute valeur biologique des protéines de l'œuf de volaille se traduit par des protéines parfaitement équilibrées, riches en acides aminés essentiels et dans des proportions qui répondent aux besoins nutritionnels de l'Homme [2]. Ces protéines sont très digestibles, ce qui les rapproche de la protéine parfaite pour l'Homme [1].

L'œuf est aussi une source importante de nombreuses vitamines (A, B5, B12, B2, Folate) à



l'exception de la vitamine C. Il est également une source minérale pour sa teneur en phosphore (173 – 255 mg), Sélénium (5,6 – 50 µg), Calcium (40 – 93 mg) et en Zinc (0,8 – 2 mg).

Sur le plan nutritionnel, l'œuf, et plus particulièrement l'œuf de poule, se caractérise par le maintien de ses constituants majeurs que sont les lipides, les protéines et les macro-minéraux avec une variation n'excédant pas 12 % [2]. Il présente par contre, une variabilité importante en ce qui concerne les teneurs en acides gras saturés et insaturés. C'est également le cas au niveau des composantes mineures que sont les vitamines et les oligoéléments. Cette variabilité offre de nombreuses possibilités d'enrichissement de l'œuf en acides gras et oméga 3 et 6 grâce à des apports sous forme de supplémentation, d'incorporation de matières nouvelles ou encore de substitution de matières premières dans l'alimentation de la poule pondeuse [4, 5]. Plusieurs études se sont intéressées à des aspects similaires [3, 6, 7], c'est d'ailleurs le cas des travaux menés par Baeza *et al.* [8], ayant permis d'augmenter la teneur en acides gras n-3 des œufs, sans altérer leurs propriétés sensorielles et/ou technologiques, ni les performances de ponte des poules *via* la supplémentation d'huile de graines de lin à 4 % dans le régime alimentaire des poules pondeuses.

Outre l'amélioration de la composition biochimique des œufs de poule, les nouvelles formulations apportées dans l'aliment pour volaille visent surtout la réduction du coût de production de l'aliment tout en couvrant l'ensemble des besoins nutritionnels des poules. C'est le cas de l'utilisation des sous-produits du manioc chez la volaille [9-11]. Si l'influence de la farine d'épluchures de manioc, un sous-produit, sur les performances zootechniques et économiques du poulet ait été démontrée [11], son impact sur la composition physico-chimique des œufs de poules pondeuses reste non élucidé. D'autant plus que, certaines variétés de manioc qui font l'objet de valorisation en alimentation animale sont des plantes cyanogéniques (c'est-à-dire, produisant des composés qui libèrent du cyanure). Ces variétés renferment de fortes concentrations en glucosides cyanogéniques qui doivent donc être détoxifiées [12]. Des analyses biochimiques s'avèrent nécessaires afin de vérifier que les poules pondeuses consommant un aliment incorporé de farine d'épluchures de manioc

pondent des œufs contenant ce type de composés cyanogéniques.

Dans ce contexte, cette étude vise à déterminer la composition physico chimique des œufs de poules de souche ISA BROWN nourries avec un aliment contenant de la farine d'épluchures de manioc, tout en évaluant les effets de cette incorporation sur la valeur nutritionnelle de ces œufs *via* la recherche de l'acide cyanhydrique.

2. Matériel et méthodes

2.1. Site de l'étude

Cette étude a été menée dans le cadre du Programme de recherche sur les Productions d'élevage à la Station de Recherche sur les Cultures Vivrières du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA)¹ à Bouaké en Côte d'Ivoire. Ce site est situé à 7°40'41'' de latitude Nord-Sud, 5°05'57'' de longitude Est-Ouest, dans la zone agro-écologique forestière de transition où le climat est de type tropical, avec une pluviométrie moyenne de 1373 mm et une température moyenne de 26,2 °C.

2.2. Préparation de la farine d'épluchures de manioc et formulation des aliments

Les épluchures de manioc fraîches ont été collectées dans une unité de transformation de manioc, d'un village environnant la Station de Recherche sur les Cultures Vivrières. La farine obtenue a été incorporée dans différents aliments expérimentaux à des taux variables. Quatre formules alimentaires, respectant les besoins nutritionnels des poules prêtes à pondre, ont été utilisées pour l'étude. Il s'agit d'un aliment témoin contenant 0 % (A 0), de farine d'épluchure de manioc et trois aliments expérimentaux comportant respectivement 10 % (A 10), 20 % (A 20) et 30 % (A 30) de farine d'épluchures de manioc. Les quatre aliments ont été formulés à l'aide du tableur Excel 2017© [11].

Les compositions de ces aliments iso-protéiques et iso-énergétiques sont indiquées dans le tableau 1. Les compositions nutritionnelles ont été calculées à partir de la valeur de matières premières.

¹ <https://cnra.ci/le-cnra/>

Tableau 1 :
Composition des 4 rations pour 100 kg d'aliment.

Ingrédients (%)	Ration alimentaire			
	A0	A10	A20	A30
Maïs	50	40	30	24
Épluchure Manioc	-	10	20	30
Son de blé	12	11,2	9	4
Tourteau de coton	8	8	8	8
Tourteau de soja	8,7	10	12	13,5
Farine de poisson	5	5	5	5
Coquillage	12,5	12	11,7	11
Lysine	0,12	0,12	0,10	0,12
Méthionine	0,13	0,13	0,13	0,13
Composés minéraux vitaminés	0,25	0,25	0,25	0,25
Sel	0,3	0,3	0,3	0,3
Huile rouge	3	3	3,5	3,7
Total mélange	100	100	100	100
Paramètres	Composition			
Énergie Métabolisable (kcal/kg MS).	2728,60	2684,56	2675,30	2704,70
Protéines brutes (%)	17,30	17,32	17,46	17,32
Lysine (%)	0,97	0,99	0,99	1,00
Méthionine (%)	0,42	0,42	0,41	0,41
Calcium (%)	4,12	4,08	4,09	4,08
Phosphore (%)	0,45	0,47	0,48	0,49
Acide cyanhydrique (mg/Kg)	00	17	33	50

2.3. Production des œufs de poules

Un effectif de 120 poules « prêtes à pondre » de souche ISA BROWN réparties en 12 lots (3 répétitions × 4 traitements) de 10 poules ont été élevées en claustration au sol selon un système d'élevage intensif. Dans un dispositif complètement randomisé, cet effectif a été soumis à quatre traitements alimentaires de trois répétitions. Ces traitements correspondent aux aliments contenant des taux croissants de farine d'épluchures de manioc décrit plus haut. Les poules ont bénéficié des mêmes conditions d'élevage (abreuvement et traitement sanitaire). Les poules d'un même lot ont été nourries avec le même aliment. Dans chaque lot de poules, 30 œufs ont été collectés (par traitement) pour les analyses physicochimiques.

2.4. Analyse physico-chimique des œufs de poules

Les œufs provenant de chaque ration formulée ont été mis dans des alvéoles, puis transportés au Laboratoire Centrale d'Analyse (LCA) de l'[Université NANGUI ABROGOUA](https://www.univ-na.ci)², afin d'effectuer les analyses physico-chimiques nécessaires. Les compositions proximales des différents échantillons d'œufs ont été déterminées à l'aide des méthodes standard de l'AOAC [13]. La teneur en glucides disponibles pour chaque œuf a été calculée par différence selon la procédure FAO/OMS [14]. Les teneurs en humidité, en protéines, en lipides, en cendres et en fibres alimentaires ont été déterminées respectivement par séchage à 105 °C à poids constant, par la [méthode de Kjeldahl](http://chimactiv.agroparistech.fr/fr/aliments/dosage-proteines-kjeldahl)³ avec 6,25 comme facteur de conversion, par extraction au Soxhlet avec de l'éther, par incinération

² <https://www.univ-na.ci>

³ <http://chimactiv.agroparistech.fr/fr/aliments/dosage-proteines-kjeldahl>

à 650 °C dans un four à moufle et par la méthode de Prosky [15]. La teneur en sucres totaux a été déterminée selon la méthode au phénol-sulfurique comme décrite par Dubois *et al.* [16]. Le contenu énergétique de l'échantillon a été calculé à partir des données proximales en utilisant la formule Atwater et Rosa [17]. Le pH des œufs a été mesuré selon la méthode potentiométrique, en utilisant l'électrode d'un compteur pH (WTW pH 302). L'activité de l'eau (Water activity: Aw)⁴ des échantillons d'œufs a été mesurée à l'aide d'un hygromètre avec fonction datalog HUMIMETER RH2. La méthode alcaline de titration FAO [18] a permis le dosage de l'acide cyanhydrique.

2.5. Analyse statistique des données

Les données collectées ont été soumises à une analyse de variance à l'aide du logiciel SPSS. Une séparation des moyennes a été faite à l'aide du test de Dunnett⁵ au seuil de 5 % quand leurs différences étaient significatives, afin de comparer les paramètres physico-chimiques entre les œufs (témoins) et les œufs (tests).

3. Résultats et discussion

La composition physicochimique des œufs tests comparée à celle des œufs témoins a montré que les œufs issus des traitements A0, A10, A20 et A30 contiennent les mêmes proportions de lipides (7,7 – 8,4 %), de fibres (0,03 – 0,04 %), de protéines (11,87 – 12,8 %), de sucres totaux (5,8 – 7,1 mg/g) et de glucides totaux (2,3 – 2,8 %) (Tableau 2). Cela s'explique par le fait que l'alimentation des poules affecte peu la teneur des constituants nutritionnels majeurs (protéines, lipides...) des œufs [4], qui demeurent généralement stable.

Toutefois, les taux de matière sèche et ceux des cendres issus de œufs non traités (traitement A0) sont différents ($P < 0,05$) de ceux des œufs traités à la farine d'épluchure de manioc (traitements A10, A20 et A30). Ces différences montrent une diminution de la quantité d'eau dans les œufs de poules testées dans chaque incorporation. Cette tendance est traduite par l'effet du rapport des proportions blanc / jaune des œufs sur le taux de matière sèche. En effet, ce rapport est un indicateur du rendement en matière sèche de l'œuf, il dépend non pas de l'alimentation de la volaille mais de l'origine génétique de la poule [19]. La composition des œufs tests reste tout de même très proche de celles généralement reconnues aux œufs de poules pondeuses [2, 20, 21] et cela, quel que soit le niveau d'incorporation de la farine d'épluchures de manioc.

⁴ L'activité de l'eau (a w) d'un aliment est le rapport entre la pression de vapeur de l'aliment lui-même, lorsqu'il est en parfait équilibre avec l'air environnant, et la pression de vapeur de l'eau distillée dans des conditions identiques. Une activité de l'eau de 0,80 signifie que la pression de vapeur est de 80 % de celle de l'eau pure. L'activité de l'eau augmente avec la température. L'état d'humidité d'un produit peut être mesuré comme l'humidité relative à l'équilibre (ERH) exprimée en pourcentage ou comme l'activité de l'eau exprimée en décimal.

⁵ Les tests t de Dunnett traitent un groupe en tant que contrôle et comparent tous les autres groupes à celui-ci

Tableau 2 :

Composition proximale des œufs issus des différents taux d'incorporation de la farine d'épluchure de manioc.

Paramètres physico chimiques	Traitements				Significativité*
	A0	A10	A20	A30	
pH	7,8 ± 0,01 ^a	7,6 ± 0,01 ^a	7,7 ± 0,03 ^a	7,8 ± 0,02 ^a	NS
Matière sèche	24,5 ± 0,1 ^c	24,1 ± 0,3 ^c	23,4 ± 0,1 ^b	24,0 ± 0,2 ^a	**
Activité de l'eau (Aw)	0,96 ± 0,0 ^a	NS			
Cendre (%)	0,89 ± 0,03 ^a	0,86 ± 0,02 ^a	0,83 ± 0,17 ^b	0,85 ± 0,1 ^a	**
Lipides (%)	8,4 ± 0,05 ^a	7,9 ± 0,06 ^a	7,7 ± 0,06 ^a	8,1 ± 0,06 ^a	NS
Fibres totales (%)	0,04 ± 0,05 ^a	0,03 ± 0,0 ^a	0,03 ± 0,01 ^a	0,04 ± 0,0 ^a	NS
Protéines (%)	12,4 ± 0,05 ^a	12,8 ± 0,2 ^a	11,87 ± 0,1 ^a	12,8 ± 0,2 ^a	NS
Sucres totaux (mg/g)	5,8 ± 0,05 ^a	7,1 ± 0,02 ^a	7,0 ± 0,02 ^a	6,0 ± 0,02 ^a	NS
Glucides totaux (%)	2,8 ± 0,1 ^a	2,5 ± 0,2 ^a	2,3 ± 0,06 ^a	2,2 ± 0,03 ^a	NS
Énergies (Kcal)	137 ± 0,1 ^a	132,5 ± 1,1 ^a	129 ± 0,7 ^a	133,4 ± 1,0 ^a	NS
Acides cyanhydriques (mg/kg)	0,01 ± 0,0 ^a	NS			

(^{a-d}) Les moyennes avec le même exposant dans la même ligne ne sont pas différentes ($P > 0,05$).

(*) La comparaison par paires (contrôle A0 comparé aux autres rations A10, A20, A30) est significative au niveau $P < 0,05$ en utilisant le test t de Dunnett. NS : $P > 0,05$ (non significative) ; **: $P < 0,05$

Par ailleurs, on note un niveau d'activité élevée de l'eau des œufs ($Aw = 0,96$) c'est-à-dire très proche de 1, à tous les niveaux d'incorporation, ce qui montre une disponibilité importante d'eau dans ces œufs, favorable au développement de microorganismes d'où une sensibilité accrue à la dégradation. Les bactéries ne peuvent se développer en dessous d'une valeur de 0,91 alors que les levures et les moisissures peuvent proliférer à 0,65, mais aucun microorganisme ne peut se développer en dessous de la valeur de 0,6 [22].

Il est possible de remplacer le maïs dans les rations complètes distribuées aux volailles par de la farine de cossettes de manioc à 30 et 40 % [23]. Cependant, le principal inconvénient de cette utilisation est la présence d'acide cyanhydrique. D'après Bindelle et Buldgen [24], la présence de ces facteurs impose donc souvent des limites dans l'incorporation dans les rations et éventuellement l'application de traitements préalables à leur consommation par les animaux comme la cuisson. En ce qui concerne ce paramètre, des teneurs quasiment nulles de composés cyanogéniques sont révélées dans cette étude, essentiellement l'acide cyanhydrique (HCN), comparé à la dose dite inoffensive, c'est-à-dire moins de $50 \text{ mg HCN} \cdot \text{kg}^{-1}$ [25]. Ce résultat se justifie par l'effet des différentes technologies de transformations (épluchage, séchage, broyage, ...) des épluchures de manioc en farine (environ $3,78 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ à l'état frais),

qui éliminent une bonne partie des composés cyanogènes. En effet ces différentes transformations détruisent les cellules, en permettant l'hydrolyse des glucosides et la volatilisation de l'acide cyanhydrique produit [12]. Machin et Nyvold [26] ont aussi rapporté que les acides aminés soufrés jouent un rôle majeur dans la détoxification du cyanure ingéré, il faut ainsi veiller à l'équilibre protéique des rations distribuées, surtout en ce qui concerne les acides aminés soufrés, afin de minimiser les effets chroniques néfastes du cyanure sur la croissance et la reproduction des animaux. En effet, les glucosides résiduels présents dans la farine peuvent être détruits par des réactions enzymatiques consommatrices de méthionine (un acide aminé soufré) chez la poule au cours de la digestion de l'aliment. Cette action se sert du soufre présent dans les acides aminés tels que la méthionine et la cystéine, où le soufre se lie aux ions cyanures pour donner du thiocyanate qui est une forme de détoxification [27, 28]. Le thiocyanate ainsi formé est par la suite excrété par l'urine [27, 29]. Plusieurs auteurs affirment que la toxicité due au manioc serait surtout dangereuse lorsqu'il y a des carences en protéines et donc en méthionine [28, 30, 31]. C'est la raison pour laquelle, il est important d'assurer une disponibilité de méthionine dans l'alimentation de la volaille, lorsque ces animaux consomment la farine d'épluchures de manioc, surtout celle des variétés amères qui sont plus riches en produits cyanogènes.

4. Conclusion

A l'issue de cette étude, ayant pour objectif l'évaluation de l'effet de l'incorporation de la farine des épluchures de manioc sur la qualité des œufs, et à l'exception de la matière sèche et des cendres, très peu de variations sont révélées dans la composition physico chimique des œufs issus de poules pondeuses ayant consommées cet aliment. Avec l'incorporation de cette farine, la valeur nutritionnelle de ces œufs reste très proche de celle généralement reconnue aux œufs de poules pondeuses, suggérant ainsi une certaine stabilité de la composition physico chimiques aux différents taux d'incorporation. Par ailleurs, quoi que les tubercules de manioc contiennent des facteurs antinutritionnels et parfois même toxiques comme l'acide cyanhydrique, qui peut empoisonner l'animal et altérer son état de santé général, des teneurs quasiment nulles de composés cyanogéniques sont constatées. Ceci est dû principalement à l'application des traitements préalables à la consommation par les poules, et aux acides aminés soufrés contenus dans la ration donnée qui jouent un rôle crucial dans la détoxification du cyanure ingéré. La farine des épluchures de manioc est à utiliser chez la poule pondeuse avec prudence comme source alimentaire alternative, dans la mesure où il est souhaitable de poursuivre cette étude, afin de déterminer l'effet de cette incorporation sur d'autres paramètres comme le taux de ponte, le poids de l'œuf, l'indice de forme, l'épaisseur de la coquille, ainsi que d'autres paramètres non étudiés.

Références

- [1] Nys Y., Sauveur B., Valeur nutritionnelle des œufs. INRA Prod. Anim., 17 (2004) : 3. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2004.17.5.3611>
- [2] Nys Y., Jondreville C., Chemaly M., Roudaut B., 2018. (Chapitre 9), Tec & Doc Lavoisier, Paris, France (2018), pp. 315-338. ISBN 9782743022754
- [3] Réhault-Godbert S., Guyot N., Nys Y., The Golden Egg: Nutritional Value, Bioactivities, and Emerging Benefits for Human Health. *Nutrients*, 11 (3) (2019): 684. <https://doi.org/10.3390/2Fnu11030684>
- [4] Bouvarel I., Nys Y., Lescoat P., 2011. Hen nutrition for sustained egg quality. In: Van Immerseel F., Nys Y., Bain M., Improving the safety and quality of eggs and egg products, Vol. 2. Cambridge, Woodhead Publishing, 261-99. eBook ISBN: 9780857093912
- [5] Bouvarel I., Nys Y., Panheleux M., Lescoat P., Comment L'alimentation des poules influence la qualité des œufs ? In : Nys Y., Numéro Spécial, Qualité de l'œuf. INRA Prod. Anim., 23 (2) (2010) : 167-82. <https://productions-animales.org/article/view/3298>
- [6] CIQUAL. Composition nutritionnelle des aliments 2013, <https://pro.anses.fr/tableciqual/index.htm> (consulté en février 2016).
- [7] Miranda J.M., Anton X., Redondo-Valbuena C., Roca-Saavedra P., Rodriguez J.A., Lamas A., Franco M.C., Cepeda A., Egg and Egg-Derived Foods: Effects on Human Health and Use as Functional Foods. *Nutrients*, 7 (2015) : 706-29. <https://doi.org/10.3390/nu7010706>
- [8] Baeza E., Chartrin P., Lessire Mr., Meteau K., Chesneau G., Guillevic M., Mourot J., P003 : Effet de différentes sources alimentaire en acides gras n-3 sur les performances de ponte et la qualité technologique, nutritionnelle et sensorielle des œufs. *Nutrition Clinique et Métabolisme*. 28 (2014) : S68-S69. [https://doi.org/10.1016/S0985-0562\(14\)70646-6](https://doi.org/10.1016/S0985-0562(14)70646-6)
- [9] Kreman K., Kana J.R., Defang F.H., Tegua A., Effet de la substitution du maïs par le manioc dans l'aliment sur les performances de croissance et les caractéristiques de la carcasse de la poule locale du Cameroun. *Bulletin of Animal Health and Production in Africa*, 60 (2012): 303-31. <https://www.ajol.info/index.php/bahpa/article/view/84406>
- [10] Kana J., Doue M., Kreman K., Diarra M., Mube K.H., Ngouana T.R. et Tegua A., Effet du taux d'incorporation de la farine de patate douce crue dans l'aliment sur les performances de croissance du poulet de chair. *Journal of Applied Biosciences*, 91 (2015) : 8539 – 8546. <https://doi.org/10.4314/jab.v9i11.5>
- [11] Kouadio K. E., Kreman K., Bamba L. K. et Kouadja G. S., Effet de la farine d'épluchures de manioc sur les performances zootechniques et économiques du poulet de chair au démarrage en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 42 (2) (2019): 7237-7244. <https://doi.org/10.35759/JAnmPLSci.v42-2.5>
- [12] McKey D., Elias M., Pujol B., Duputié A., Delêtre M., Renard D., Maintien du potentiel adaptatif chez les plantes domestiquées a propagation clonale. *Revue d'ethnoécologie [En ligne]*, 1 (2012). (Consulté le 02 septembre 2022). <https://doi.org/10.4000/ethnoecologie.741>
- [13] AOAC, 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 16th ed.; Association of Official Analytical Chemists (AOAC): Arlington, VA, USA, 2000
- [14] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and World Health Organization (WHO), 1998. Energy and Protein Requirements (FAO Nutrition Meetings Report Series No. 52). Available online: http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_522.pdf (accessed on 8 January 2022).
- [15] Prosky L., Asp N.G., Schweitzer T.F., DeVries J.W., Furda I., Determination of insoluble and soluble and total dietary fiber in foods and food products: Inter-laboratory study. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 71 (1988): 1017-1023. <https://doi.org/10.1093/jaoac/71.5.1017>
- [16] Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A., Smith F., Colorimetric method for the determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28 (1956): 350 – 356. <https://doi.org/10.1021/ac60111a017>
- [17] Atwater W., Rosa E., A new respiratory calorimeter and the conservation of energy in human body. II- *Physical Review*, 9 (14) (1899): 214-251. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSeriesI.9.214>
- [18] FAO. 1956. Acide cyanhydrique. Dosage utilisant la méthode alcaline de titrage, In « Traitement du manioc », 84-85.
- [19] Beaumont C., Calenge F., Chapuis H., Fablet J., Minvielle F., Tixier-Boichard M., Génétique de la qualité de l'œuf, *INRAE Productions Animales*, 23 (2011) : 123 – 132. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2010.23.2.3294>

- [20] Nau F., Nys Y., Yamakawa Y., Rehault-Godbert S., Intérêt nutritionnel de l'œuf en alimentation humaine. Numéro Spécial, Qualité de l'œuf. INRAE Productions Animales, 23 (2010): 225-236. <https://hal.inrae.fr/hal-02664522>
- [21] Seuss-Baum I., Nau F., Guérin-Dubiard C., (2011). The nutritional quality of eggs. In: Van Immerseel F, Nys Y, Bain M. Improving the safety and quality of eggs and egg products, Vol. 2. Cambridge, Woodhead Publishing, 201-236. ISBN 978-0-85709-072-0.
- [22] Baron F., Jan S., Microbiologie de l'œuf et des ovoproduits. INRA Productions Animales, Paris : INRA, 23 (2) (2010) : 193-204. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2010.23.2.3300>
- [23] FAO (1991). Racines, tubercules, plantains et bananes dans la nutrition humaine. Rome, Italy.
- [24] Bindelle J, Buldgen A., Utilisation des plantes à tubercules ou à racines tubéreuses en alimentation animale. *Troupeaux et Cultures des Tropiques*, (4) (2004): 47-50.
- [25] Cumbana A., Mirione E., Cliff J. & Bradbury J.H., Reduction of cyanide content of cassava flour in Mozambique by the wetting method, *Food Chemistry*, 101 (3) (2007): 894-897. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.062>
- [26] Machin D., Nyvold S. (Eds.). Roots tubers, plantains and bananas in animal feeding. Proceedings of the FAO Expert Consultation held in CIAT, Cali, Colombia. 21 – 25/01/1991.
- [27] Adegbola A.A., Methionine as an additive to cassava-based diets. Pages 9-17. In Proceedings, Cassava as Animal Feed Workshop, University of Guelph, 13-20 April 1977, Ontario, Canada. ISBN-10: 0889361428
- [28] Diallo Y., Gueye M. T., Sakho M., Darboux P. G., Kane A., Barthelemy J. P., Lognay G., Importance nutritionnelle du manioc et perspectives pour l'alimentation de base au Sénégal (synthèse bibliographique), *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement.*, 17 (4) (2013) : 634-643. <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=10314>
- [29] Garcia M., Dale N., Cassava root meal for poultry, *Journal of Applied Poultry Science*, 8 (1) (1999): 132-137. <https://doi.org/10.1093/japr/8.1.132>
- [30] Wilson J., 1973. Cyanide and human disease. In: *Chronic Cassava Toxicity Proceedings of an Interdisciplinary Workshop*, 29-30 January 1973, London, England. Ottawa: IDRC, 121-125
- [31] Jones D.A., Why are so many food plants cyanogenic? *Phytochemistry*, 47 (2) (1998): 155-162. [https://doi.org/10.1016/s0031-9422\(97\)00425-1](https://doi.org/10.1016/s0031-9422(97)00425-1)

PAGE VIDE
