



DEGRADATION DU CYANURE DANS LE MANIOC SEC VENDU AU MARCHÉ BEACH MUHANZI A BUKAVU

DEGRADATION OF CYANIDE IN DRIED CASSAVA SOLD IN BEACH MUHANZI MARKET IN BUKAVU

| Kalakuko E *¹ | Muhubao P ² | Mucheso J ¹ | Mateso J ¹ | Irengé E ⁴ | Tutu A ¹ | Kyanza S ¹ | Mulamba M ¹ | Amsini N ¹ | Kyetil E ⁵ | Wakalamina M ¹ | Lwaki ⁶ | Lundimu E ⁵ | Wabenga K ⁵ | Sadiki A ² | Masilya M ³ |

¹. Institut Supérieur des Techniques Médicales de SHABUNDA | ISTM/Shabunda | RD Congo |

². Institut Supérieur des Techniques Médicales (I.S.T.M.) de Bukavu | RD Congo |

³. Unité d'Enseignement et de Recherche en Hydrobiologie Appliquée (U.E.R.H.A.) | Dpt. de Biologie-Chimie, ISP/Bukavu | RD Congo |

⁴. Université officielle de Bukavu (UOB) | RD Congo |

⁵. Institut Supérieur Pédagogique de Lulingu/SHABUNDA | ISP de Lulingu/Shabunda | RD Congo |

⁶. Groupe d'appui aux innovations de développement(GAID) | RD Congo |

| Received April 20, 2021 |

| Accepted May 06, 2021 |

| Published May 12, 2021 |

| ID Article | Kalakuko-Ref1-ajira200421 |

RESUME

Introduction: Trente cas d'intoxication aiguë au cyanure actif dans le fufou du manioc sec ont été enregistrés en 2007 à l'hôpital provincial général de référence de Bukavu (HPGRB) et à l'hôpital général de référence de Bagira (HGRB). **Objectif :** L'objectif de cette étude était d'évaluer la dégradation du taux de cyanure dans les extraits aqueux de manioc secs vendus à Bukavu. **Méthodes :** Une étude transversale et rétrospective a été menée sur les échantillons de manioc secs vendus au Beach Mwanhanzi en provenance des territoires administratifs d'Idjwi, de Kabare et de Kalehe. Les échantillons récoltés dans les sachets noirs, 50 grammes hydrolysés, distillés, analysés qualitativement et quantitativement après chaque sept heures jusqu'à atteindre 70 heures. **Résultats :** Les principaux résultats révèlent la présence du cyanure par une couleur verdâtre en présence d'une solution NaOH 0,75M. Les concentrations initiales, finales et moyennes en mg/Kg du cyanure sont respectivement hors, dans les normes et se présentent comme suit : Idjwi 17,06±0,06 ; 2,09±0,01 et 6,63±1,49 avec R²=0,9849; Kabare 18,06±0,04 ; 3,06±0,00 et 7,75±1,51 avec R²= 0,9845, Kalehe 19, 27±0,02 ; 3,6±0,06 et 8,51±1,58 avec R²= 0,9788. Le test Anova à un facteur n'a pas montré une différence significative entre les concentrations de trois sites (p>0,05), une forte corrélation entre les trois échantillons est observée et une exposition à l'intoxication cyanhydrique était possible car hors de la norme de FAO/OMS de 10 mg par kg de poids sec. **Conclusion:** L'étude recommande que la population respecte la durée du séchage de manioc amers pour réduire le taux de cyanure.

Mots clés: Cyanure, Manioc Secs, Idjwi, Kabare, Kalehe, Intoxication ;

ABSTRACT

Introduction: Thirty cases of acute cyanide poisoning in dried cassava fufu were reported in 2007 at the General Provincial Reference Hospital in Bukavu (HPGRB) and at the BAGIRA General Reference Hospital. **Objective:** The objective of this study was to evaluate the degradation of cyanide content in aqueous extracts of dry manioc sold in Bukavu. **Methods:** A cross-sectional and retrospective study was conducted on samples of dry cassava sold at Beach Mwanhanzi from Idjwi, Kabare and Kalehe. The samples collected in the black sachets, 50 grams hydrolyzed, distilled, analyzed qualitatively and quantitatively after each seven until reaching 70 hours. **Results:** The main results reveal the presence of the cyanide by a greenish color in the presence of a 0.75M NaOH solution. The initial, final and average concentrations in mg / Kg of cyanide are respectively outside the standards and are as follows: Idjwi 17.06±0.06; 2.09±0.01 and 6.63±1.49 with R² = 0.9849; Kabare 18.06±0.04, 3.06±0.00 and 7.75±1.51 with R² = 0.9845, Kalehe 19, 27±0.02; 3.6±0.06 and 8.51±1.58 with R² = 0.9788. The one-factor Anova test did not show a significant difference between the concentrations of three sites (p> 0.05), a strong correlation between the three samples was observed and exposure to hydrocyanic intoxication was possible because out of FAO/WHO safety of 10 mg per kg dry weight. **Conclusion:** The study recommends that the population respect the duration of drying of bitter cassava to reduce cyanide levels.

Keywords: Cyanide, Dry Manioc, Idjwi, Kabare, Kalehe, Intoxication.

1. INTRODUCTION

Le manioc est l'un des tubercules produit à 53,56% [1] et très consommé sous diverses formes en Afrique et par plus d'un demi-milliard de personnes au monde [2]. C'est une des sources de la croissance économique et de calories de l'alimentation humaine par 16,89% de l'amylose dans les régions tropicales [3, 4, 5]. Malheureusement qu'il soit amer ou doux deux inconvénients majeurs limitent son utilisation en alimentation humaine : une toxicité liée à la présence de composés cyanogènes (la linamarine : 93 à 97% et une faible quantité de lotaustraline : 3 à 7%) [6] et une faible teneur en protéines comprise entre 1 et 5 % MS [7, 8, 9].

Au même titre que la linamarine, l'IAG (Isopropyl-β-D-Apiofuranosyl-(1-6)-β-D-Glucopyranoside) est associé davantage à l'amertume du manioc [10] en produisant de l'acide cyanhydrique impliqué dans l'intoxication aiguë à une dose létale de 1 mg HCN·kg⁻¹ de poids vif ou chronique [11] à une dose minimale qui s'échelonne entre 0,5 et 3,5mg HCN·kg⁻¹ de poids corporel dans le manioc amer mal détoxifié [12, 13, 14]. Ces intoxications s'amorcent par une

inhibition de l'oxydation mitochondriale qui bloque la chaîne transporteuse des électrons de la membrane interne de la mitochondrie [15, 16,17] et ensuite favorisent divers troubles pathologiques fatals aux consommateurs de manioc à l'état cru. [18,19, 20,21].

A Bukavu, à l'hôpital provincial général de référence de Bukavu (HPGRB) et à l'hôpital général de référence de Bagira (HGRB), trente (30) cas d'intoxication chronique au cyanure du manioc ont été enregistrés en 2007 [22]. C'est pour cette raison que la détoxification effective du cyanure dans le manioc amer doit viser la dégradation sensible de la teneur en HCN total. Et cela en respectant les conditions de traitement dont la durée du séchage et les techniques connexes dont la fermentation, le rouissage, l'hydrolyse qui constituent respectivement le traitement traditionnel pratiqué par la population de ces trois territoires. Fort malheureusement ces conditions ne sont pas respectées suite à une forte demande en farine de manioc dans la ville de Bukavu, plus encore pour les urgences dépenses familiales relatives à la scolarisation des enfants et des soins médicaux des communautés de trois territoires. C'est dans le souci majeur du contrôle qualité des aliments que cette étude visait à évaluer par comparaison des concentrations la dégradation du taux de cyanure dans le manioc sec vendu à Bukavu et d'en tirer des recommandations salutaires.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 Type d'étude

C'est une étude transversale, analytique et expérimentale basée sur la dégradation du taux de cyanure dans les extraits aqueux de manioc sec vendu à Bukavu.

2.2 Site d'étude

Le marché Beach Muhanzi est situé en face de l'Hôpital Provincial Général Référence de Bukavu, au bord du lac Kivu, ville de Bukavu ; reçoit les manioc secs provenant des trois territoires (Idjwi, Kabare et Kalehe) proches de la ville de Bukavu

2.3 Echantillonnage

Au mois de mars 2020, des échantillons de manioc secs et récents en provenance d'Idjwi, de Kabare et Kalehe étaient identifiés par un entretien libre auprès des vendeurs. Par site d'échantillonnage, 500 grammes étaient collectés et emballés dans les sachets noirs pour être analysés au laboratoire de Techniques Pharmaceutiques de l'ISTM Bukavu.

2.4 Variables étudiées

La principale variable était la dégradation de la concentration du cyanure au fil du temps tandis que la coloration, l'odeur, la concentration, le temps, lieu de provenance, courbe de dégradation et les coefficients de corrélation constituaient les variables dépendantes de l'étude.

2.5 Mode opératoire

Les extraits aqueux ont été obtenus en râpant 50 grammes de manioc secs dans un cylindre gradué de 2500ml à moitié rempli d'eau, qui par la suite était amené au volume, et couvert hermétiquement. L'échantillon à doser était obtenu en connectant un ballon à distiller de capacité 250 ml rempli d'eau de robinet moyennant un tuyau de distillation au deuxième flacon hermétiquement fermé contenant 100ml des extraits hydrolysés. Le deuxième flacon était ensuite connecté à un cylindre gradué de 50ml contenant 5ml d'hydroxyde de sodium (NaOH) 0,75M disposé à recueillir le distillat (HCN) par entraînement à la vapeur. La distillation était amorcée après un intervalle de temps de sept heures jusqu'à atteindre 70 heures. Cette opération était arrêtée lorsqu'on atteignait environ 10ml dans le cylindre de 50ml. Tous les matériels utilisés étaient bien nettoyés et séchés. Pour éviter l'intoxication à l'acide cyanhydrique à l'état gazeux, les récipients constituant le dispositif de distillation étaient hermétiquement fermés. Les 10 ml étaient transvasés dans un erlenmeyer de 50ml dans lequel 5 gouttes d'une solution ammoniacale (NH₄OH) 1,3M et 2 gouttes d'une d'iodure de potassium (KI) 0,3 M étaient ajoutés pour être titrés par le nitrate d'argent (AgNO₃) 0,1M. Un triplicata du titrage était réalisé afin de déduire des moyennes. La présence du cyanure tant par sa mousse, son odeur que par sa couleur verdâtre en présence d'une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 0,75M était bien identifiée. Les taux du cyanure étaient déduits à partir de la relation établie par Brudzynski.A. , 1982 [23,32].

2.6 Statistique des données

Les logiciels Excel et Past ont servi respectivement à la saisie des données et à la réalisation des tests statistiques qui ont permis d'établir les relations existant entre les variables d'études et à déterminer les courbes de dégradation.

2.7 Considérations éthique

Un contentement éclairé était obtenu auprès des vendeurs des manioc secs avant le prélèvement de l'échantillon.

3. RESULTATS

3.1. Analyse qualitative

L'analyse qualitative des extraits aqueux des manioc secs a révélé la présence du cyanure par l'apparition d'une mousse et une odeur piquante, et ensuite par la coloration verdâtre lors de l'addition de NaOH 0,75M.

3.2. Résultats de l'analyse quantitative

Tableau 1 : Concentrations initiales, intermédiaires, finales et moyennes en cyanure dans les extraits aqueux des manioc secs en fonction du temps.

TEMPS en heures	Idjwi	Kabare	Kalehe
	Concentration de CN ⁻ en mg	Concentration de CN ⁻ en mg	Concentration de CN ⁻ en mg
7	17,06 ± 0,06	18,06±0,04	19,27±0,02
14	10,63 ± 0,32	12,05±0,01	13,05±0,03
21	9,38 ± 0,05	10,57±0,02	11,43±0,03
28	8,33 ± 0,01	9,54±0,08	10,4±0,01
35	5,23 ± 0,03	6,55±0,02	7,19±0,01
42	4,17 ± 0,01	5,54±0,03	6,24±0,02
49	3,64 ± 0,02	4,51±0,01	5,20±0,00
56	3,10 ± 0,05	4,02±0,00	4,60±0,09
63	2,63±0,04	3,59 ± 0,02	4,10±0,02
70	2,09 ± 0,01	3,06±0,00	3,60±0,06
Moyenne ±écart type	6,63±1,49	7,75±1,51	8,51±1,58

A la lumière des résultats de ce tableau, les trois concentrations initiales sont hors normes de FAO/OMS tandis que les concentrations finales et moyennes sont dans les normes par dégradation en fonction du temps.

Tableau 2 : Résultats tests statiques par ANOVA 1 facteur.

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Test-F	p
Entre groupes	2	17,9276	8,9638	0,3826	0,6857
Intra-groupes	27	632,519	23,4266		
Total :	29	650,447			

A la lumière de ce tableau, il se dégage que toutes les concentrations en cyanure dosé dans les extraits aqueux totaux des manioc secs en provenance d'Idjwi, de Kabare et Kalehe n'ont pas montré des différences significatives (p>0,05).

Le Test de Levene pour l'homogénéité de la variance, sur base des moyennes a montré aussi une différence non significative : p (même) = 0,9764; basé sur des médianes: p (même) = 0,9864, test de Welch F en cas de variances inégales: F = 0,368, df = 17,99, p = 0,6972

Tableau 3 : Tableau de régression linéaire en rapport avec la dégradation de la concentration du cyanure.

Provenance des échantillons	Equations de régression linéaires	Coefficient de Corrélation R ²
IDJWI	Y=-30,3ln(x)+89,43	0,9849
KABARE	Y= - ln(x)+31,85	0,9845
KALEHE	Y= -30,35 ln(x)+ 89,445	0,9788

Trois courbes de dégradation de la concentration du cyanure

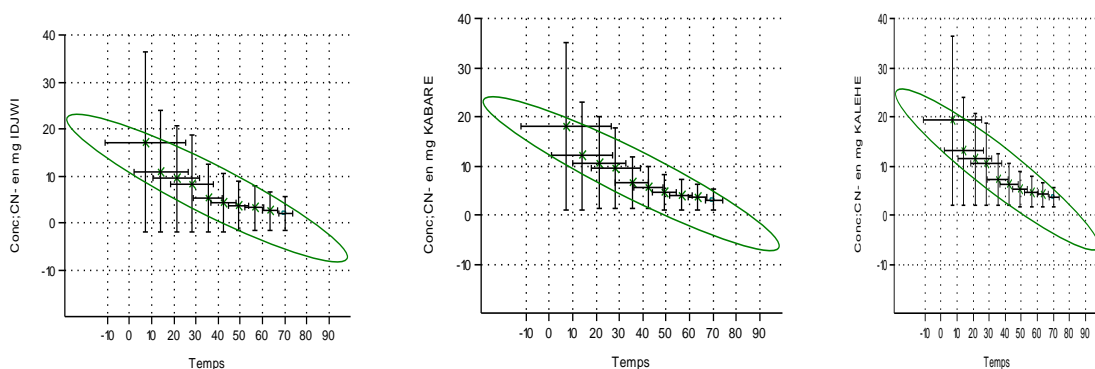


Figure 1,2 et 3 : Régressions linéaires sur les points expérimentaux correspondent aux concentrations initiales et finales en cyanure en mg/Kg comme suit : 17,06 et 2,09 pour Idjwi, 18,06 et 3,06 pour Kabare et 19, 27 et 3.60 pour Kalehe .

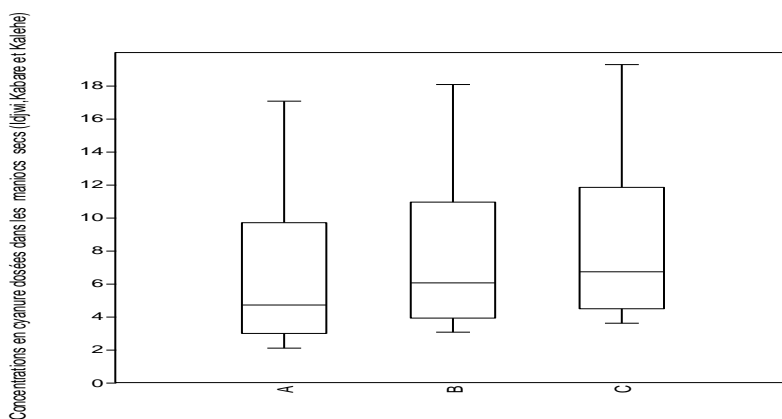


Figure 4 : Plot montrant la dégradation en cyanure dans les extraits aqueux des manioc secs.

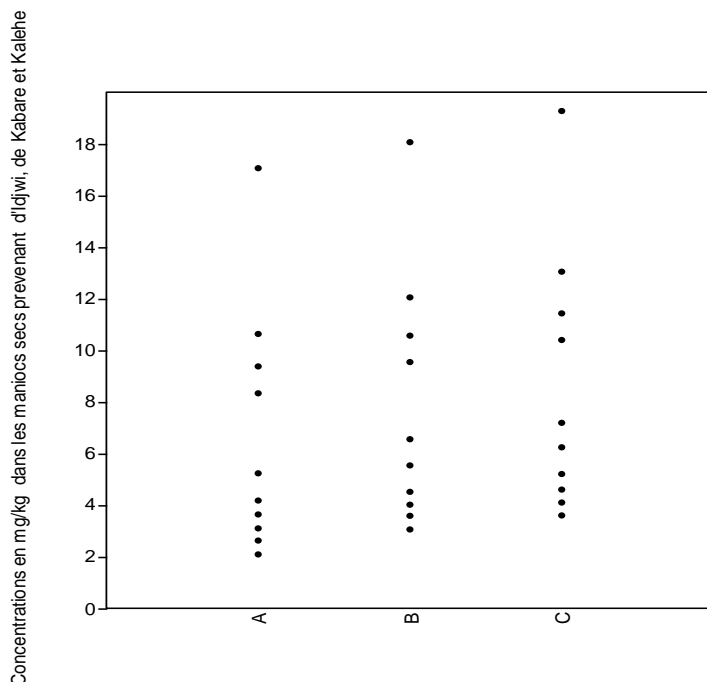


Figure 5 : Les nuages des points montrant bien la dégradation en cyanure (A=Idjwi, B=Kabare, C=Kalehe).

4. DISCUSSION

Les résultats de cette étude ont montré que les concentrations en cyanure dosées en fonction du temps se répartissaient en deux strates: celles qui sont hors norme de FAO, qualifiées de critiques et celles qui sont dans la norme de FAO, qualifiées de non critiques. Ainsi donc les maniocs secs de Kalehe ont présenté de concentrations critiques les plus élevées jusqu'à 28 heures d'hydrolyse, suivi de Kabare allant à 21 heures d'hydrolyse et finalement Idjwi allant jusqu'à 14 heures d'hydrolyse. Pour Kalehe ces concentrations critiques ont été enregistrées à partir de 7 heures d'hydrolyse aux 28 heures d'hydrolyse soit $19,27 \pm 0,02$ mg /Kg après 7 heures jusqu'à atteindre $10,4 \pm 0,01$ mg/Kg après 28 heures d'hydrolyse. Tandis que les concentrations non critique pour ce site ont varié entre $7,19 \pm 0,01$ mg/Kg après 35 heures d'hydrolyse et $3,60 \pm 0,06$ mg/Kg après 70 heures d'hydrolyse. Pour Kabare ces concentrations critiques ont été enregistrées à partir de 7 heures d'hydrolyse au 21 heures d'hydrolyse soit $18,06 \pm 0,04$ mg /Kg après 7 heures jusqu'à atteindre $10,57 \pm 0,02$ mg/Kg après 21 heures. Tandis que les concentrations non critique pour ce site ont varié entre $9,54 \pm 0,08$ mg/Kg après 28 heures d'hydrolyse et $3,06 \pm 0,00$ mg/Kg après 70 heures d'hydrolyse. Pour Idjwi ces concentrations critiques ont été enregistrées à partir de 7 heures au 14 heures d'hydrolyse soit $17,06 \pm 0,06$ mg /Kg après 7 heures et $10,63 \pm 0,32$ mg/Kg après 14 heures d'hydrolyse. Tandis que les concentrations non critique pour ce site ont varié entre $9,38 \pm 0,05$ mg/Kg après 21 heures d'hydrolyse et $2,09 \pm 0,01$ mg/Kg après 70 heures d'hydrolyse. Ces résultats sont en accord avec l'opinion de Rosling (1987) [33] défini dans la partie problématique qui «une dose de plus de 20mg /100gr de manioc est toxique» et celle de Howlett (1985) [17] qui confirme que «l'organisme peut sans danger détoxifier à peu près 20mg de cyanure par jour mais si cette concentration augmente pour atteindre 30mg de symptôme d'intoxication aiguë apparaissent chez la plupart des consommateurs et commence alors l'épidémie». En plus les résultats qualitatifs avaient révélé des odeurs piquantes du cyanure dans ce manioc.

Pour contourner le risque d'intoxication lié à la consommation du fofou, Hahn (1983) a envisagé que le cyanure dans le manioc pourrait être éliminé par séchage au soleil [35]. Pour notre cas, il s'avère que le temps de séchage de maniocs dans les trois sites proches de la ville de Bukavu était court suite à une forte demande économique, aux exigences sociales familiales liées aux frais scolaires des enfants, aux frais des soins médicaux,...

Coursey (1973) et Nartey (1978) ont employé des méthodes traditionnelles de dosage pour apprécier comment les techniques de séchage, rouissage, ébullition et fermentation des racines réduisaient efficacement le taux en cyanure [36,37]. De manière générale, la teneur normale en cyanure d'après Coursey se situe entre 15 et 400mg par Kg de poids frais et les résidus du cyanure peuvent d'après Casadei être importants dans les tubercules secs de 30 à 100 mg/Kg. La teneur en cyanure libre des cossettes fraîches disparaît rapidement lors de la cuisson à l'eau bouillante (plus de 90 % disparaît en 15 minutes). Le cyanure captif baisse à un rythme beaucoup plus lent : 55 % du cyanure captif avait disparu à la fin de la cuisson complète des cossettes, c'est-à-dire après 25 minutes [2]. Les rapports antérieurs sur les pertes de cyanure par ébullition sont très variables, par ex. des pertes de 90 à 100 % [10, 19], de 50 à 80 % [25, 27] et de 10 %. Le rouissage (lessivage) dans l'eau, un remuage rapide dans l'eau froide a provoqué une baisse négligeable du cyanure captif après 4 heures, mais 90 % du cyanure libre avait disparu et la majeure partie se trouvait dans l'eau [12].

Les normes de concentration fixées par Codex, la FAO et OMS est de 10 mg/kg en acide cyanhydrique (HCN) [14, 18, 27]. De même Daniel Okitundu Luwa (2014) avait mené une étude sur la Persistance des épidémies de konzo à Kahemba, République Démocratique du Congo laquelle avait révélé que les concentrations hors normes dans les farines des maniocs secs variaient entre 30 et 200mg de HCN/kg, 50 à 200mg/kg pour 16 échantillons sur 18 (88,9%), de 100 à 200mg pour 10(55,6%), la moyenne était de $(92,22 \pm 56,21)$ mg de HCN/kg de poids [34]. Nos résultats corroborent alors les leurs et pourraient bien expliquer les cas d'intoxication au fofou des maniocs secs consommés par la population de Bukavu et qui avait causé trente cas reçus dans les deux hôpitaux de la ville de Bukavu. Contrairement à notre étude qui n'avait abordé que les aspects liés à la dégradation du cyanure dans les maniocs secs, Daniel et al. avaient dosé aussi les thiocyanates urinaire chez les malades konzo et non konzo, et avaient trouvé que la valeur moyenne de thiocyanate urinaire était supérieure au seuil limite d'absence de risque de konzo de 100 micromoles par litre (OMS), soit $382,48 \pm 226,30$ micromoles par litre pour les non-konzo et $520,43 \pm 355,66$ micromoles par litre pour les konzo [11]. De telles concentrations seraient responsables des troubles de goitre thyroïdien, le nanisme, la neuropathie tropicale ataxique (Konzo), constipation, la gastrite, l'ulcère, la furonculose, l'obésité, le diabète, la dyslexie et bégaiement [15]. Le konzo étant une maladie neurologique irréversible affectant plus les enfants d'âge supérieur à 2 ans et les jeunes femmes en âge de procréer dans plusieurs pays d'Afrique subsaharienne [16]. Dans ces conditions, la farine comestible ne doit pas dépasser moins de 10 mg/kg de cyanure d'hydrogène. L'exposition aiguë au HCN à une dose de plus de 20 mg/ kg favorise l'apparition des maux de tête, la nausée, les vomissements, les vertiges, les palpitations, l'hyperpnée puis la dyspnée, la bradycardie, la perte de conscience et les convulsions violentes, suivis de la mort [8,9,10,11, 22, 23].

5. CONCLUSION

Les trois échantillons de manioc secs ont été riches en cyanure avant leur hydrolyse jusqu'à 14 heures de celle-ci pour les échantillons d'Idjwi et à 28 heures pour ceux de Kabare et Kalehe. Ces taux indiquaient bien une exposition de la population consommatrice à l'intoxication cyanhydrique au regard de la norme de sécurité de FAO/OMS de 10 mg par kg de poids sec, et ils s'en étaient appauvris par dégradation en fonction du temps. L'étude recommande que la population respecte la durée du rouissage et séchage de manioc amers afin d'en réduire leur taux de cyanure et risque d'intoxication.

6. REFERENCES

- [1] AGROPOLIS-MUSEUM, 2000. Principaux racines et tubercules cultivés dans le monde. www.museum.agropolis.fr (Consulté en mai 2014).
- [2] Cock J.H., 1985. Cassava: new potential for a neglected crop. Boulder, CO, USA: Westview Press.
- [3] Macrae R., Robinson R.I.C. and Sadler M.J., 1993. Encyclopaedia of food science, food technology and nutrition. Vol. 1. New York, USA: Academic Press.
- [4] LIU H., RANSDEN L., CORKE H., 1997. Physical properties and enzymatic digestibility of acetylated *ae*, *wx* and normal maize starch. *Carbohydrate polymers*, 34, 283-289.
- [5] Hernández T, Lundquist P, Oliveira L, Pérez Cristiá R, Rodríguez E, and Rosling H. (1995) Fate in humans of dietary intake of cyanogenic glycosides from roots of sweet cassava consumed in Cuba. *Nat Toxins*. 1995;3(2):114-7.
- [6] La libération de HCN à partir des glycosides cyanogéniques a lieu suite à l'hydrolyse enzymatique par les β -3-glucosidases qui résultent de la macération des tissus végétaux, ou par la microflore intestinale (OMS, 1993; AESA 2004).
- [7] Codex Standard for Edible Cassava Flour (1989). *Codex Stan*, 176 (1): 1-4
- [8] Cumbana A., Mirione E., Cliff J. and Bradbury J.H., 2007. Reduction of cyanide content of cassava flour in Mozambique by the wetting method. *Food Chem.*, 101, 894-897.
- [9] Stupak M., Vanderschuren H., Gruissem W. and Zhang P., 2006. Biotechnological approaches to cassava protein improvement. *Trends Food Sci. Technol.* 17, 634-641.
- [10] King N.L.R. and Bradbury J.H., 1995. Bitterness of cassava: identification of a new apiosyl glucoside and other compounds that affect its bitter taste. *J. Sci. Food Agric.*, 68(2), 223-230.
- [11] Silvestre P. and Arraudeau M., 1983. Le manioc. Paris : Maisonneuve and Larose ; Paris : ACCT.
- [12] Shibamoto T. and Bjeldanes L.F., 1993. Introduction to food toxicology. New York, London, Toronto: Academic Press Inc.
- [13] Yéo G., 2007. Potentialités à la transformation du manioc en Afrique de l'Ouest. In : Amani G. et al., eds. Actes du 1er Atelier international sur les potentialités à la transformation du manioc en Afrique de l'Ouest, 4-7 juin 2007, Abidjan, Côte d'Ivoire, 48-79.
- [14] EFSA (2007) Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a Request from the Commission Related to Cyanogenic Compounds as Undesirable Substances in Animal Feed. *The EFSA Journal*. 2007 ; 434, 1 – 67
- [15] Cooke, R.D., Howland, A.K. et Hahn, S.K. 1978. Screening manioc pour cyanure bas qui utilise un essai enzymatique. *Agriculture expérimentale*, 4(4), 367-372.
- [16] Tylleskär T. et al., 1992. Cassava cyanogens and konzo, an upper motoneuron disease found in Africa. *Lancet*, 339, 208-211.
- [17] Howlett A. C., 1985. Cannabinoid inhibition of adenylate cyclase. *Biochemistry of the response in neuroblastoma cell membranes*. *Molecular Pharmacology April 1985*, 27 (4) 429-436;
- [18] Mbelesso Pascal, Yogo ML, Yangatimbi Ekonzo, Vincent de Paul-Sénékian Nali NM, Preux Pierre-Marie. Résurgence de la maladie de konzo dans la région sanitaire n° 2 en République centrafricaine. *Revue Neurologique*. 2009;165(5):466-470.
- [19] Soudy I.D., 2001. Contribution à l'étude de quelques propriétés fonctionnelles, nutritionnelles et sensorielles des farines de taro (*Colocasia esculenta*). Mém. DEA Sciences Alimentaires et Nutrition, Ed. ENSAI, Université de Ngaoundéré (Cameroun).
- [20] Chabwine Joelle N, Masheka Olivier C, Balol'ebwami Z, Maheshe B, Balegamire S, et al. Appearance of konzo in South-Kivu, a wartorn area in the Democratic Republic of Congo. *Food and Chemical Toxicology*. 2011; 49(3):644-649. [PubMed]
- [21] Cheeke PR. (1989) Toxicants of plant origin. Volume II. Glycosides. CRC Press Inc.
- [22] Benjain BISIMWA KITOLANO, TFC, recherche et dosage des hétérosides cyanogénétiques dans quelques légumes couramment consommés à Bukavu, édition 2006 – 2007, université officielle de bukavu
- [23] Brudzynski.A; 1982: nutrition et toxicologie. Exercice N°8 : dosage des composés cyanogénétiques dans le manioc.inédit,faculté des sciences. Université de kisangani
- [24] Rukiya R, 1998. Détermination quantitative du cyanure dans le manioc (variétés F 100, Mpelolongi) inedit. Mémoire. Faculté des sciences , université de kinshasa.
- [25] www.google.FAO.org, mémoire emanuel kazinguvu, cinétique de l'élimination de cyanure dans le manioc
- [26] Hosel, W. (1981) The enzymatic hydrolysis of cyanogenic glucosides. In B. Vennessland, E. E. Conn, C. J.Knowles, J. Westley, and F. Wissing (Eds.), *Cyanide in biology* (pp. 217-232). London: Academic Press.
- [27]. Moller, B.L. and Seigler, D.S. (1999) Biosynthesis of cyanogenic glycosides, cyanolipids and related compounds. In B.K. Singh (Ed.), *Plant amino acids biochemistry and biotechnology* (pp. 563-609) Marcel Dekker.
- [28] Food Standards Australia New Zealand (FSANZ). Cyanogenic glycosides in cassava and bamboo shoots. A Human Health Risk Assessment. Technical report Series No. 28, July 2004.http://www.foodstandards.gov.au/_srcfiles/28_Cyanogenic_glycosides.pdf
- [29] Ouegnin E.A., 1988. Contribution à l'étude de l'acide cyanhydrique dans un produit de transformation du manioc : « l'Attiékié ». Thèse de doctorat en pharmacie : Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal).
- [30] EFSA. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a Request from the Commission Related to Cyanogenic Compounds as Undesirable Substances in Animal Feed. *The EFSA Journal*. 2007; 434: 1-67
- [31] Kobawila S.C. et al., 2005. Reduction of the cyanide content during fermentation of cassava roots and leaves to produce bikedi and ntoa mbodi, two food products from Congo. *Afr. J. Biotechnol.* 4(7): 689-696.
- [32] Nzigamasabo A. and Zhou H.M., 2006. Traditional cassava foods in Burundi — A review. *Food Rev. Int.* 22(1): 1-27.
- [33] Rosling, H. 1987. Cassava toxicity and food security. Uppsala, Suède, Tryccl Kontakt. 40 p.

- [34] Daniel Okitundu Luwa E-Andjafono, Guy Bumoko Makila-Mabe, Marie-Thérèse Sombo Safi Ayanne, Jackin Kambale Kikandau, Nicole Mashukano, Théodore Kazadi Kayembe, Dieudonné Mumba Ngoyi, Michael Joseph Boivin, Jean-Jacques Tamfum-Muyembe, Jean-Pierre Banea Mayambu, et Désiré Tshala-Katumbay., 2014. Persistance des épidémies de konzo à Kahemba, République Démocratique du Congo: aspects phénoménologiques et socio-économiques. *Pan Afr Med J.* 2014; 18: 213.
- [35] Hahn, S.K. 1983. Cassava research to overcome the constraints to production and use in Africa. In Delange, F. & Akluwalia, R., éd. Cassava toxicity, and thyroid: research and public health issues, p. 93-102. Ottawa, CRDI (IDRC-207e).
- [36] Coursey, D.G. 1973. Cassava as food: toxicity and technology. In Nestel, B. & MacIntyre, R., éd. Chronic cassava toxicity. Actes d'un atelier interdisciplinaire. Londres, 29-30 janvier 1973, p. 27-36. Ottawa, CRDI (IDRC-10e).
- [37] Nartey, F. 1978. Cassava-cyanogenesis, ultrastructure and seed germination. Munksgaard, Copenhagen, Denmark, 262 p.



Cite this article: **Kalakuko E, Muhubao P, Mucheso J, Mateso J, Ireng E, Tutu A, Kyanza S, Mulamba M, Baketi K, Amsini N, Kyetil E, Wakalamina M, Sabiti J, Bonga W, Lwaki A, Lundimu E, Wabenga K, Sadiki A et Masilya M.** DEGRADATION DU CYANURE DANS LE MANIOC SEC VENDU AU MARCHE BEACH MUHANZI A BUKAVU. *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2021; 12(5): 155-161.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>