



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Variation des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques au cours de la production du ferment traditionnel des racines de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) bouillies avec la pelure

Zamblé Bi Irié Abel BOLI^{1*}, Kouassi Roselin Cyrille GOLY^{2,3}, Koky Marc Celaire N'SA¹, Yao Sounzoussié Serge Hermann KOUACOU¹ et Rose KOFFI-NEVRY¹

¹Laboratory of Biotechnology and Food Microbiology, Department of Food Science and Technology, Nangui Abrogoua University, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

²Laboratoire des Procédés Industriels de Synthèse, de l'Environnement et des Energies Nouvelles, Institut National Polytechnique Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, BP 1093 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

³Département Scientifiques et Techniques, UFR des Sciences Médicales, Université Alassane Ouattara de Bouaké, 01 BPV 18 Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

*Corresponding author; E-mail: bzia2011@yahoo.fr / boliabe.sta@univ-na.ci

Received: 28-11-2022

Accepted: 03-04-2023

Published: 30-04-2023

RESUME

En Côte d'Ivoire, la plupart des ferments de manioc utilisés est produite sans la pelure. Ainsi, l'objectif de cette étude est d'évaluer les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du ferment de manioc bouilli avec la pelure en vue de son utilisation comme starters. L'étude a porté sur 36 ferments collectés et 12 expérimentaux. Des analyses physico-chimiques réalisées ont montré que le pH, l'acidité titrable et l'extrait sec réfractométrique évoluent de 7,26 à 5,33, 0,01 à 0,4%, 2 à 0° Brix et de 6,87 à 5,33, 0,01 à 0,4%, 0,01 à 0,3° Brix respectivement pour les ferments collectés et expérimentaux. Des charges de GAM, bactéries lactiques, *Bacillus*, levures et moisissures ont varié respectivement de $2,4 \times 10^7$ à $1,9 \times 10^{11}$ UFC/g, 6×10^8 à $1,8 \times 10^{10}$ UFC/g, $8,6 \times 10^7$ à $2,4 \times 10^9$ UFC/g et $3,4 \times 10^7$ à $2,9 \times 10^9$ UFC/g pour les ferments collectés et de $1,6 \times 10^7$ à $4,8 \times 10^{11}$ UFC/g, $1,5 \times 10^7$ à $2,9 \times 10^{10}$ UFC/g, $2,5 \times 10^5$ à $7,8 \times 10^8$ UFC/g et $1,5 \times 10^7$ à $2,2 \times 10^9$ UFC/g pour ceux expérimentaux. Les ferments collectés et expérimentaux présentent des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques utiles à la population.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Manioc, fermentation spontanée, microorganismes, ferment, pelure.

Variation of physico-chemical and microbiological characteristics during the production of traditional ferment from cassava roots (*Manihot esculenta* Crantz) boiled with the peel

ABSTRACT

In Côte d'Ivoire, most of the cassava ferments used are produced without the peel. Thus, the objective of this study is to evaluate the physicochemical and microbiological characteristics of boiled cassava ferment with the peel for its use as starters. The study focused on 36 ferments collected and 12 experimental ones. Physico-chemical analyzes carried out have shown that the pH, the titratable acidity and the refractometric dry extract

evolve from 7,26 to 5,33, 0,01 to 0,4%, 2 to 0° Brix and from 6,87 to 5,33, 0,01 to 0,4%, 0,01 to 0,3° Brix respectively for the collected and experimental ferments. Loads of GAM, lactic acid bacteria, *Bacillus*, yeasts and molds varied respectively from $2,4 \times 10^7$ à $1,9 \times 10^{11}$ UFC/g, 6×10^8 à $1,8 \times 10^{10}$ UFC/g, $8,6 \times 10^7$ à $2,4 \times 10^9$ log UFC/g and $3,4 \times 10^7$ à $2,9 \times 10^9$ UFC/g for the ferments collected and from $1,6 \times 10^7$ à $4,8 \times 10^{11}$ UFC/g, $1,5 \times 10^7$ à $2,9 \times 10^{10}$ UFC/g, $2,5 \times 10^5$ à $7,8 \times 10^8$ UFC/g et $1,5 \times 10^7$ à $2,2 \times 10^9$ UFC/g for experimental ones. Collected and experimental ferments have physico-chemical and microbiological characteristics useful to the population.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Cassava, spontaneous fermentation, microorganism, ferment, peel.

INTRODUCTION

Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) est l'une des cultures vivrières les plus importantes dans le monde. C'est une plante semi-arbustive de la famille des Euphorbiacées qui fait partie intégrante du régime alimentaire de plus d'un demi-milliard d'êtres humains dans le monde (FAO, 2000). Le manioc est cultivé sur 19,6 millions d'hectares dans le monde pour une production de 303,5 millions de tonnes. Le Nigéria est le premier pays producteur en Afrique de l'Ouest avec une production estimée à 60 millions de tonnes. En Côte d'Ivoire, le manioc a connu un essor important au cours de ces dernières années avec une production estimée à plus de 6,44 millions de tonnes (FAOSTAT, 2022). Deuxième culture vivrière ivoirienne après l'igname, le manioc est utilisé pour la préparation de plusieurs mets traditionnels notamment *l'attiéké*, *le placali*, *le gari*, *l'atoupkou*, *la cosette*, *l'amidon*, *le foutou*, les morceaux bouillis et les beignets (Mendez et al., 2017). La préparation de la plupart de ces mets traditionnels nécessite l'utilisation d'un ferment traditionnel ou levain de manioc qui se fait par addition à la masse de racines de manioc broyées (Kouamé et al., 2013).

Depuis des milliers d'années, les humains utilisent le processus de fermentation pour les techniques de transformation et conservation d'aliments. C'est un processus qui est généralement mis en œuvre pour diversifier les différents types d'aliments, rendre comestibles des aliments autrement non comestibles, diminuer la toxicité, améliorer la valeur nutritionnelle, conserver les aliments et réduire les temps de cuisson et les besoins énergétiques (Steinkraus, 2018). Le continent africain possède une grande variété d'aliments fermentés traditionnels qui ont généralement

un impact important sur la qualité nutritionnelle et le statut socio-économique de la population (Franz et al., 2014). Au niveau du manioc, les caractéristiques organoleptiques des divers produits dérivés dépendent non seulement de la variété (Djeni et al., 2008) mais aussi et surtout, du type de ferment traditionnel utilisé. Généralement en Afrique, la production des ferments est réalisée à l'aide d'une technologie minimale, souvent à petite échelle et à la maison, caractérisée par l'utilisation de matériel simple et non stérile, des inoculas aléatoires ou naturels, des conditions non réglementées, des fluctuations sensorielles et une faible durabilité (Oguntoyinbo et al., 2016). En Côte d'Ivoire, le ferment traditionnel de manioc constitue la principale source de microorganismes actifs au cours de la fermentation. Trois types de ferments traditionnels de manioc ont fait l'objet de plusieurs études (Tetchi et al., 2012 ; Kakou et al., 2017). Il s'agit du ferment obtenu à partir de racines de manioc frais conservé ou appelé ferment *Abouré*, du ferment obtenu après ébullition des racines fraîches de manioc épluchées ou ferment *Ebrié* et *Adjoukrou*, du ferment obtenu à partir de racines de manioc frais braisés ou ferment *Alladjan*. Ces ferments sont spécifiques à certains groupes ethniques du sud de la Côte d'Ivoire, d'où les dénominations de ferments de ces peuples, notamment *Abouré*, *Ebrié*, *Adjoukrou* et *Alladjan*.

Compte tenu de la pluralité des microorganismes associés à certains ferments de manioc ayant fait l'objet d'études antérieures et de l'effet que pourrait avoir le mode de préparation sur la charge des germes fermentaires, cette étude a été envisagée afin d'étudier la variation des paramètres physico-chimiques et microbiologiques au cours de la

production du ferment obtenu après ébullition des racines fraîches de manioc avec la pelure jusqu'alors inexploité. En effet, des études ont montré l'implication de plusieurs microorganismes fermentaires, notamment les bactéries lactiques, les *Bacillus*, les levures et moisissures et non fermentaires, en particulier les coliformes dans les ferments de manioc (Assanvo et al., 2006 ; Kakou et al., 2017). Cette étude vise donc à valoriser le ferment obtenu à partir des racines de manioc bouilli avec la pelure en vue de son utilisation comme starter.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Le matériel d'étude est constitué d'une part, de racines de manioc fraîches (*Manihot esculenta* Crantz) (Figure 1A), et d'autre part, de ferments traditionnels de manioc bouilli avec la pelure (Figure 1B). Les ferments traditionnels et les racines fraîches de manioc ont été collectés dans trois villages de Jacqueville, sud de la Côte d'Ivoire.

Méthodes

Echantillonnage

Collecte des ferments traditionnels de manioc bouilli avec la pelure

Les ferments traditionnels de manioc bouilli avec pelure ont été collectés directement chez les productrices dans trois villages de Jacqueville notamment Ahua, Sassako et Adda. Chaque semaine, quatre (4) échantillons de ferments d'environ 500 g chacun ont été collectés dans dans chaque site, soit un total de 12 échantillons collectés par semaine. La durée de collecte des différents échantillons a été de trois semaines. Au total, 12 échantillons ont été collectés par village, soit 36 échantillons dans l'ensemble des 3 villages. Chaque échantillon collecté a été mis dans un sachet Stomacher, étiqueté, scellé, puis transporté au laboratoire à l'aide d'une glacière contenant des carboglaces. Pour les différentes analyses, un échantillon parmi les quatre a servi de témoin (T=0) et les trois autres ont été analysés à intervalle régulier de 24 heures.

Collecte des racines fraîches de manioc et préparation des ferments expérimentaux

Les racines fraîches de manioc ont été collectées dans le village de Sassako à

Jacqueville en vue de la préparation de ferments expérimentaux. Le prélèvement des racines de manioc s'est déroulé sur une période de trois semaines. Chaque semaine, un lot de quatre racines de manioc d'environ 500 g chacun a été collecté et transporté à Abidjan dans des sacs en polyéthylène au laboratoire.

Les ferments expérimentaux ont été préparés au laboratoire de Biotechnologie et de Microbiologie de l'Université Nangui Abrogoua à partir des racines fraîches de manioc selon la méthode de préparation de ferments traditionnels *Alladjan*. Pour ce faire, quatre (04) racines fraîches de manioc d'environ 500 g chacun ont été lavées à l'eau de robinet, puis soumis directement sans épluchage à la cuisson à l'eau bouillante (100 °C) pendant 10 à 20 min. Après la cuisson, les racines de manioc ont été refroidies et mises dans des sacs de jute pour la réalisation de la fermentation. Quatre lots de racines de manioc après cuisson ont été constitués (un lot non emballé et trois lots emballés chacun dans un sac de jute). Le lot non emballé a servi de témoin au temps T=0 et les trois autres lots, emballés chacun dans un sac de jute ont été soumis à la fermentation. Cette fermentation a été effectuée dans un carton fermé, placé à la température ambiante du laboratoire. Un lot de racines de manioc fermentées a été analysé chaque 24 heures. L'expérience a duré 72 heures et le nombre de répétition a été de trois, soit un total de 12 échantillons analysés. Tout le processus de préparation a été effectué selon le diagramme de production présenté la Figure 2.

Analyses physico-chimiques des ferments de manioc avec la pelure

Des analyses physico-chimiques des différents échantillons de ferments de manioc ont été effectuées pour déterminer le pH, l'acidité titrable et l'extrait sec réfractométrique.

Détermination du pH et de l'acidité titrable

Le pH et l'acidité titrable ont été déterminés selon la méthode AOAC (1984). Pour ce faire, 10 g d'échantillon de ferment de manioc ont été introduits et homogénéisés dans un Erlenmeyer contenant 100 mL d'eau distillée. Après agitation à l'aide d'un agitateur magnétique (Labovlt, France) et dissolution complète de l'échantillon, le mélange a été

filtré sur papier filtre (Whatman) dans un Erlenmeyer. Dans cette suspension, a été introduite l'électrode du pH-mètre (P604, Consort, France) et la lecture a été sur l'écran du pH-mètre. Par la suite, 10 mL de la suspension obtenue ont été dosés avec une solution d'hydroxyde de sodium de normalité 0,1 N jusqu'au virage à la coloration rose après ajout de 2 à 3 gouttes de phénolphaléine. Le taux d'acidité titrable a été exprimé en pourcentage d'acide lactique à l'aide de la formule suivante :

$$\% \text{ d'acidité titrable} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times 0,09 \times 100}{PE} \quad (1)$$

V_{NaOH} : volume de la solution d'hydroxyde de sodium,

N_{NaOH} : Normalité de la solution d'hydroxyde de sodium

PE : Prise d'essai (10 mL)

0,09 : milliéquivalent gramme d'acide lactique.

Détermination de l'extrait sec réfractométrique

L'extrait sec réfractométrique a été déterminé par la méthode AOAC (1995). Une goutte du surnageant contenant du ferment a été déposée sur le verre du réfractomètre à poche (Model ATAGO POCKET REFRACTOMETER) pour évaluer la quantité de sucres solubles en suspension. La lecture de la valeur de l'extrait sec réfractométrique a été faite à la lumière, au niveau de l'oculaire de l'appareil. Trois essais sont réalisés pour chaque échantillon.

Analyses microbiologiques des ferments de manioc avec la pelure

Numération des germes aérobies mésophiles

L'ensemencement des germes aérobies mésophiles a été réalisé selon la norme NF V08-051 - 1999. Pour ce faire, 1 mL de chaque dilution décimale a été incorporé dans des boîtes de Pétri. La gélose Plate Count Agar (PCA) stérilisée (121°C /15mn) et refroidie à 45°C dans un bain-marie, a été transférée dans chacune des boîtes de Pétri contenant l'inoculum. Après homogénéisation et solidification de la gélose, une deuxième couche de la gélose PCA a été coulée sur la première. Les boîtes de Pétri ont été ensuite incubées à 30°C pendant 72 heures.

Numération des bactéries lactiques

L'ensemencement des bactéries lactiques a été réalisé selon la norme NF ISO 15214 - 1998. L'inoculum des différentes dilutions décimales (0,1 mL) a été étalé sur le milieu Man Rogosa Sharpe préalablement coulé dans des boîtes de Pétri puis incubées dans une jarre anaérobie à 30°C pendant 48 heures. Les colonies caractéristiques apparaissent circulaires à contour régulier, laiteuse, brillante, de taille moyenne et leur nombre a été exprimé en Unités Formant Colonies par gramme (UFC/g).

Numération des Bacillus

L'isolement de *Bacillus* a été réalisé selon la méthode décrite par Buttiaux et al. (1974). L'ensemencement a été fait par étalement de 0,1 mL des dilutions décimales à la surface de la gélose Mossel puis les boîtes de Pétri ont été incubées à 30°C pendant 48 à 72 heures. Les colonies caractéristiques de *Bacillus* ont tendance à s'étaler et sont plates, opaques à bords dentelés, transparentes, blanchâtres et leur nombre a été exprimé en Unité Formant Colonie par gramme (UFC/g).

Numération des levures et moisissures

L'ensemencement des levures et moisissures a été réalisé selon la norme NF ISO 6611 - 2004. L'inoculum des différentes dilutions décimales (0,1 mL) a été ensemencé par étalement à la surface de la gélose Sabouraud au Chloramphénicol préalablement coulée dans des boîtes de Pétri. Les boîtes de Pétri ont été incubées à 30°C pendant 24 à 72 heures. Les colonies de levures apparaissent blanchâtres, lisses, bombées avec une odeur de boulangerie et un diamètre de 0,5 à 2 mm après 24 heures. Les moisissures sont duveteuses après 72 heures. Les charges des levures et moisissures ont été exprimées en Unité Formant Colonie par gramme (UFC/g).

Analyse statistique

L'analyse statistique des résultats a été faite à l'aide du logiciel R i386 3.1.2. L'analyse de variances (ANOVA) a été utilisée pour calculer les moyennes et les écart-types. Le test de Tukey a été aussi appliqué en considérant que les variabilités sont significativement différentes pour des probabilités inférieures à 5%.



Figure 1 : Photographie de Racines de manioc frais (A) et ferment de manioc bouilli avec la pelure (B)

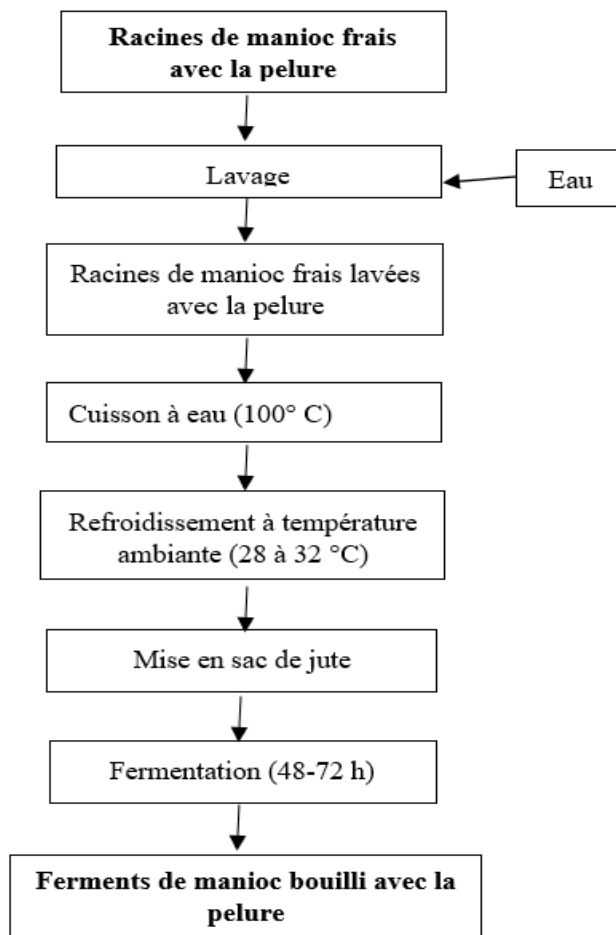


Figure 2 : Diagramme de préparation de ferment de manioc bouilli avec la pelure.

RESULTATS

Evolution des caractéristiques physico-chimiques au cours de la fermentation des racines de manioc bouilli avec la pelure

Evolution du pH au cours de la fermentation des racines de manioc bouilli avec la pelure

L'évolution du pH des racines de manioc bouilli avec la pelure au cours de la fermentation est représentée par la Figure 3. Au cours de la fermentation, le pH a connu une diminution progressive au niveau des ferments expérimentaux et collectés. Les valeurs du pH ont varié de $7,26 \pm 0,02$ à $5,33 \pm 0,01$ pour les ferments collectés dans le village Ahua, de $6,94 \pm 0,01$ à $5,33 \pm 0,01$ pour ceux du village Sassako, de $6,72 \pm 0,02$ à $5,33 \pm 0,04$ pour ceux du village Addah et de $6,87$ à $5,33$ pour les ferments expérimentaux. Aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée entre les pH des ferments.

Evolution de l'acidité titrable au cours de la fermentation des racines de manioc bouilli avec la pelure

L'acidité titrable a augmenté progressivement au cours de la fermentation avec des valeurs variant de $0,01$ à $0,31 \pm 0,02$ pour les ferments collectés dans le village Ahua, de $0,02 \pm 0,27$ à $0,4 \pm 0,04$ pour ceux du village Sassako, de $0,01$ à $0,3 \pm 0,01$ pour ceux du village Addah et de $0,01 \pm 0,14$ à $0,3 \pm 0,01$ pour les ferments expérimentaux. Aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée entre l'acidité titrable des ferments collectés dans les trois villages et celui des ferments expérimentaux (Figure 4).

Evolution de l'extrait sec réfractométrique au cours de la fermentation des racines de manioc bouilli avec la pelure

Au cours de la fermentation des racines de manioc bouilli avec la pelure, le taux de sucres solubles a diminué progressivement quel que soit le type de ferment. La teneur en sucre soluble diminue de $2 \pm 0,14$ à 0° Brix de 0 à 24 h et de 0 à 48 h pour les ferments de manioc collectés dans les villages de Ahua et

de Addah similairement avant de connaître une légère augmentation. Au niveau des ferments collectés dans le village Sassako et des ferments expérimentaux, la teneur en sucre soluble a varié de $1,5 \pm 0,14$ à $0,2 \pm 0,14^\circ$ Brix et de $2 \pm 0,14$ à $0,1 \pm 0,07^\circ$ Brix respectivement (Figure 5).

Evolution des caractéristiques microbiologiques au cours de la fermentation des racines de manioc bouilli avec la pelure

Evolution de la charge fermentaire moyenne au cours de la fermentation des racines de manioc bouilli avec la pelure collectés dans le village de Ahua

Au cours de la fermentation, les charges microbiennes ont connu une évolution progressive aussi bien au niveau des ferments expérimentaux et ceux collectés. Les charges des germes aérobies mésophiles sont passées de $7,38 \pm 0,4$ à $11,4 \pm 00$ log (UFC/g) tandis que celles des levures et moisissures ont varié de $6,01 \pm 0$ à $9,49 \pm 0,4$ log (UFC/g). Au temps $T = 0$, les bactéries lactiques et les *Bacillus* n'ont pas été détectés par contre, de 24 h et 72 h de fermentation, leurs charges ont évolué de $6,73 \pm 3$ à $9,51 \pm 00$ log (UFC/g) et de $7,41 \pm 00$ à $9,49 \pm 00$ log (UFC/g) respectivement. A 72 h de fermentation, les charges de levures et moisissures, des bactéries lactiques et de *Bacillus* ont été pratiquement similaires, $9,49 \pm 00$ log (UFC/g) (Figure 6).

Evolution de la charge fermentaire moyenne isolée des ferments de manioc bouilli avec la pelure collectés dans le village de Sassako

L'évolution de la charge fermentaire moyenne des microorganismes des ferments de manioc bouilli avec la pelure collectés dans le village de Sassako est présentée par la Figure 7. Au temps $T = 0$, les germes recherchés ont été présents à l'exception des levures et moisissures. Après 24 heures de fermentation, la charge des différents germes a présenté une phase exponentielle de croissance jusqu'à 72

heures. Les charges les plus élevées ont été naturellement avec les germes aérobies mésophiles de $7,36 \pm 0,1$ à $11,08 \pm 0,0$ log (UFC/g). En ce qui concerne les bactéries lactiques et des *Bacillus*, les charges ont évolué de $7,33 \pm 0,2$ à $10,46 \pm 0,0$ log (UFC/g) et de $5,71 \pm 0,3$ à $9,08 \pm 0,1$ log (UFC/g) respectivement. Quant aux levures et moisissures, les charges ont varié de $7,04 \pm 0,4$ à $9,45 \pm 0,8$ log (UFC/g).

Evolution de la charge fermentaire moyenne isolée des ferments de manioc bouilli avec la pelure collectés dans le village de Addah

L'évolution de la charge fermentaire moyenne des microorganismes des racines de manioc bouilli avec la pelure au cours de la fermentation collectés dans le village de Addah est présentée à la Figure 8. Les germes recherchés ont été présents à l'exception des levures et moisissures au temps T=0. De 0 à 72 h, les GAM ont amorcé une phase de croissance avec des charges moyennes allant de $7,4 \pm 0,9$ à $11,32 \pm 0,1$ log (UFC/g), suivi des bactéries lactiques et des *Bacillus* avec des charges moyennes respectives allant de $6,48 \pm 0,0$ à $10,34 \pm 0,0$ log (UFC/g) et de $6,3 \pm 0$ à $9,48 \pm 0,7$ log (UFC/g). Quant aux levures et moisissures, les charges sont passées de $8,97 \pm 0,0$ à $9,48 \pm 0,3$ log (UFC/g) de 24 à 72 h.

Evolution de la charge fermentaire moyenne des microorganismes des ferments expérimentaux de racines de manioc bouilli avec la pelure

L'évolution de la charge fermentaire moyenne des microorganismes des ferments expérimentaux des racines de manioc bouilli avec la pelure est présentée par la Figure 9. Au temps T = 0, les GAM et les *Bacillus* ont été les seuls germes présents dans le ferment avec des

charges respectives de $7,2 \pm 0,4$ log (UFC/g) et $5,4 \pm 0,1$ log (UFC/g). De 24 h à 72 h, tous les germes ont amorcé une phase exponentielle de croissance avec des charges moyennes allant de $8,26 \pm 0,1$ à $11,6 \pm 0,1$ log (UFC/g) pour les GAM, $7,17 \pm 0,1$ à $10,46 \pm 0,0$ log (UFC/g) pour les bactéries lactiques, $7,17 \pm 0,3$ à $8,8 \pm 0,7$ log (UFC/g) pour les *Bacillus* et $6,9 \pm 0,2$ à $9,34 \pm 0,7$ log (UFC/g) pour les levures et moisissures.

Charges moyennes maximales des microorganismes des ferments de manioc bouilli avec la pelure

Les résultats obtenus indiquent que tous les microorganismes ont atteint leur croissance maximale à partir de 72 heures de fermentation. Les charges maximales de GAM ont été de $11,26 \pm 0,1$ log (UFC/g) pour les ferments collectés et de $11,68 \pm 0,1$ log (UFC/g) pour les ferments expérimentaux, celles des bactéries lactiques ont été de $10,1 \pm 0,52$ log (UFC/g) pour les ferments collectés et $10,46 \pm 0,0$ log (UFC/g) pour les ferments expérimentaux. Quant aux *Bacillus*, les charges ont été de $9,34 \pm 0,23$ log (UFC/g) pour les ferments collectés et de $8,89 \pm 0,7$ log (UFC/g) pour les ferments expérimentaux alors que celles des levures et moisissures ont été de $9,46 \pm 0,02$ log (UFC/g) pour les ferments collectés et de $9,34 \pm 0,7$ log (UFC/g) pour les ferments expérimentaux. Les charges des levures et moisissures ont été plus importantes que celles des *Bacillus* qui constituaient jusqu'alors la seconde flore majoritaire des ferments de manioc. Aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée entre les charges moyennes maximales des différents microorganismes des ferments excepté celles des GAM des ferments collectés (Tableau 1).

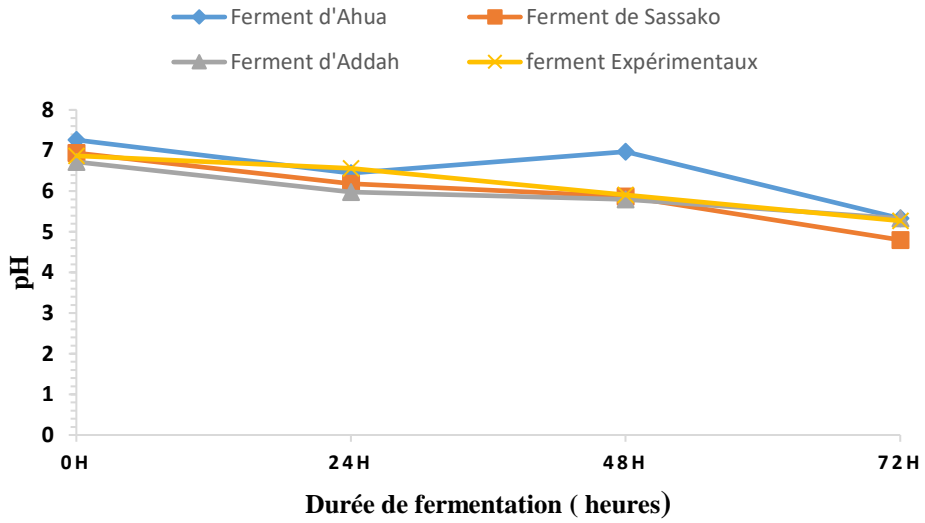


Figure 3 : Evolution du pH des racines de manioc bouilli avec la pelure au cours de la fermentation.

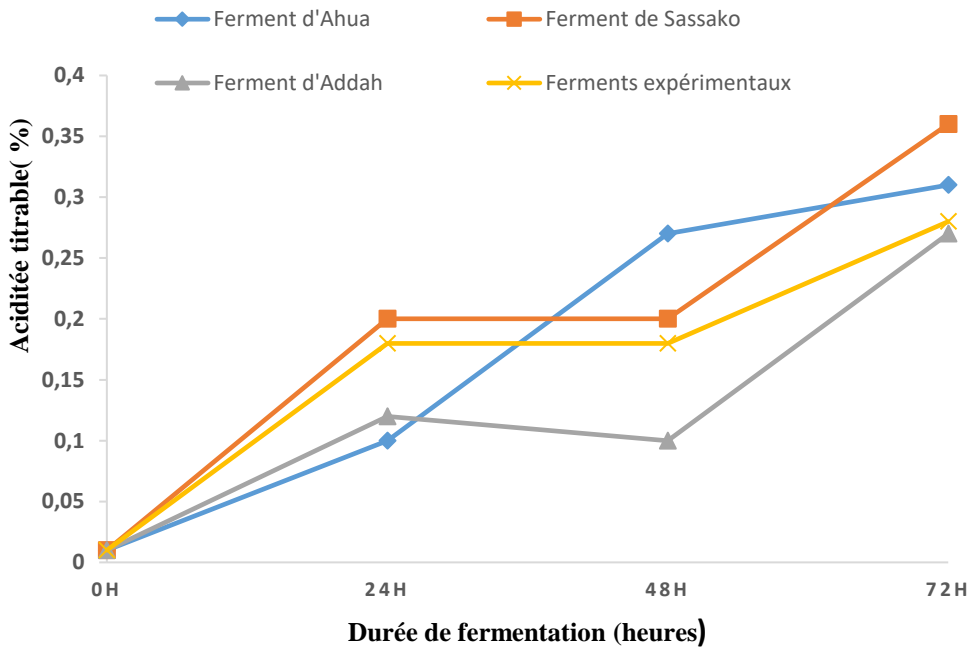


Figure 4 : Evolution de l'acidité titrable des racines de manioc bouilli avec la pelure au cours de la fermentation.

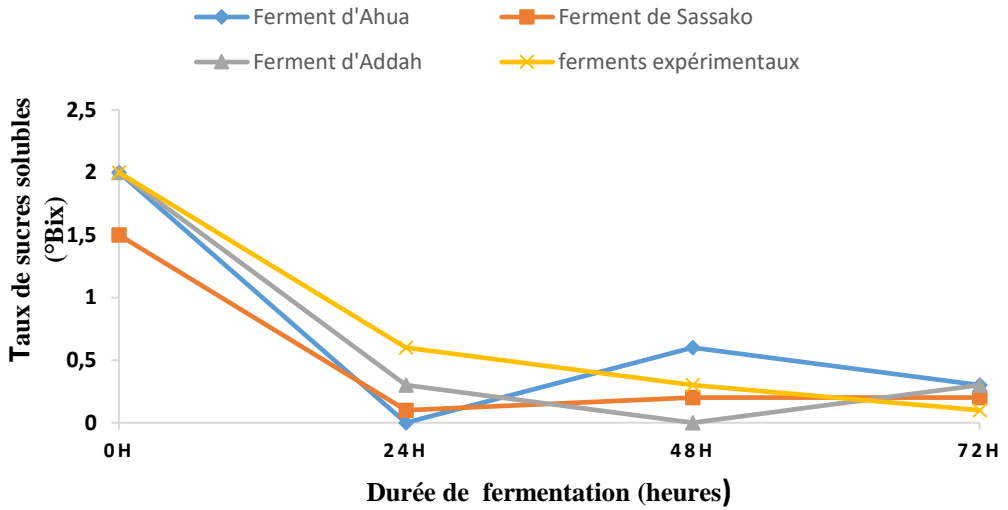


Figure 5 : Evolution de l'extrait sec réfractométrique des racines de manioc bouilli avec la pelure au cours de la fermentation.

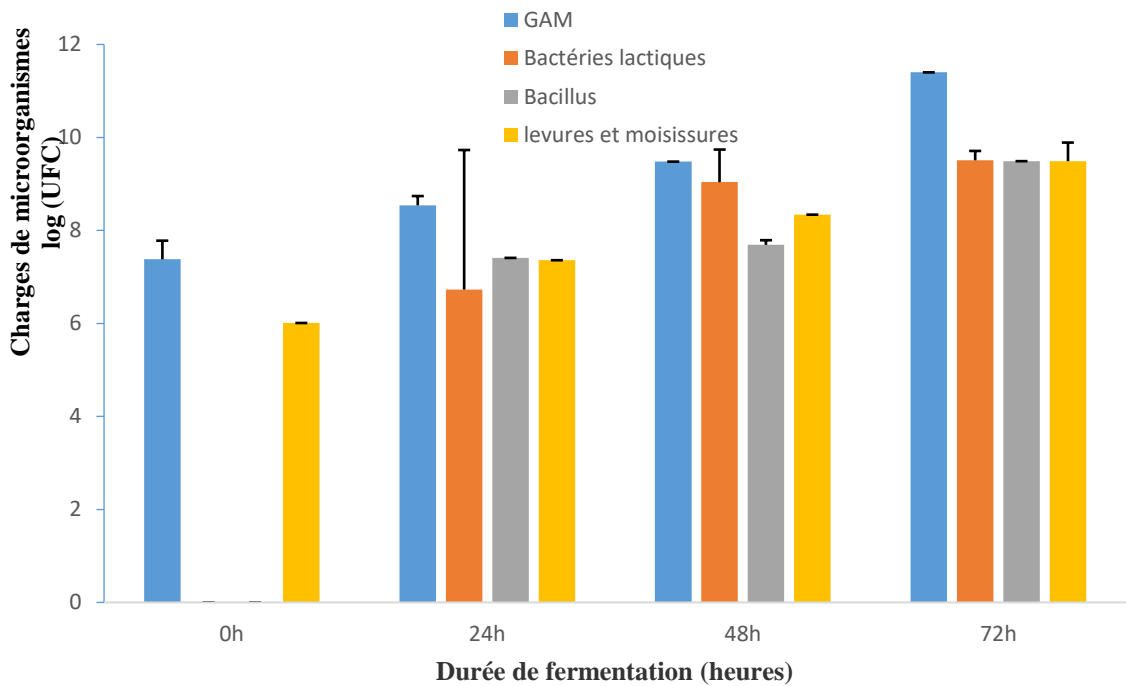


Figure 6 : Evolution de la charge fermentaire moyenne isolée des ferments de manioc bouilli avec la pelure collectés dans le village de Ahua.

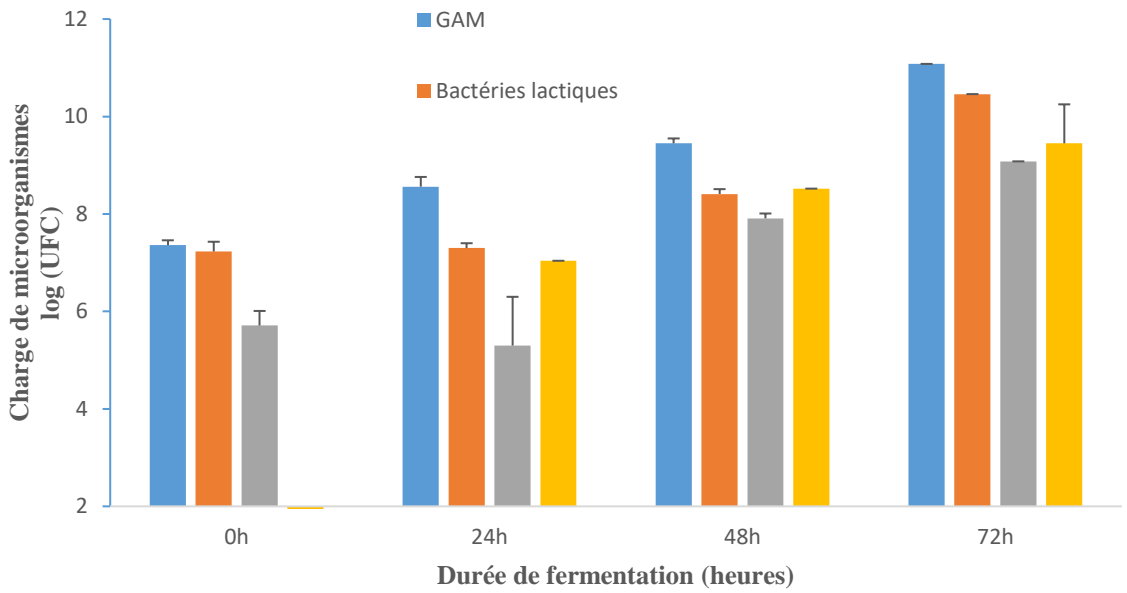


Figure 7 : Evolution de la charge fermentaire moyenne isolée des ferments de manioc bouilli avec la pelure collectés dans le village de Sassako.

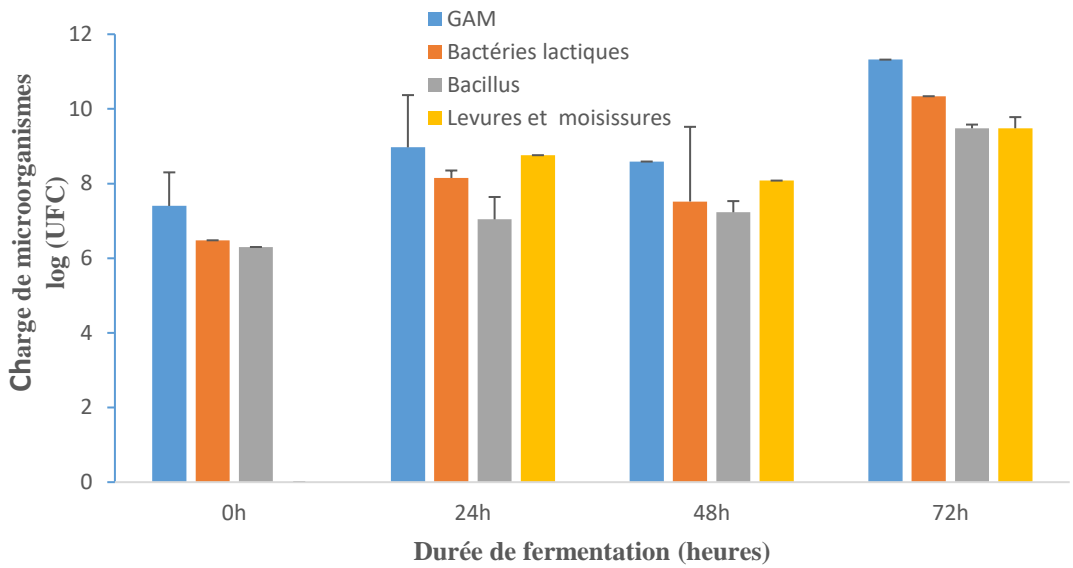


Figure 8 : Evolution de la charge fermentaire moyenne isolée des ferments de manioc bouilli avec la pelure collectés dans le village de Addah.

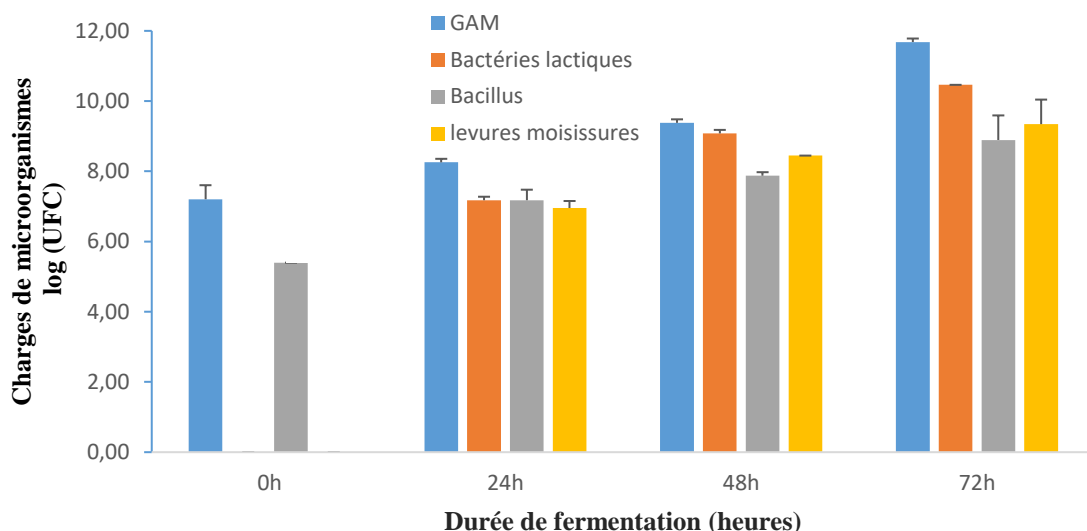


Figure 9 : Evolution de la charge fermentaire moyenne des microorganismes des ferments expérimentaux de racines de manioc bouilli avec la pelure.

Tableau 1 : Charges moyennes microbiennes des ferments de manioc bouilli avec la pelure après 72 heures.

Ferments de manioc	Charges moyennes des microorganismes log (UFC/g)			
	GAM	Bactéries lactiques	<i>Bacillus</i>	Levures et moisissures
Ferments collectés	(11,26±0,1) ^b	(10,1±0,52) ^{1 a}	(9,34±0,23) ^a	(9,46±0,02) ^a
Ferments expérimentaux	(11,68±0,1) ^{1 a}	(10,46±00) ^a	(8,89±0,7) ^a	(9,34±0,7) ^a

Dans une ligne, les valeurs moyennes suivies de lettres alphabétiques différentes sont statistiquement différentes (P< 0,05) selon le multiple test de Tukey

DISCUSSION

Les résultats de cette étude ont montré que le pH diminue progressivement dans les ferments expérimentaux et traditionnels de manioc tout au long de la fermentation. Ce résultat confirme ceux de plusieurs autres auteurs (Penido et al., 2018 ; Alphonc and Kaale, 2020) qui ont rapporté la diminution progressive du pH au cours de la fermentation du manioc. La diminution du pH au cours de la

fermentation des racines de manioc pourrait s'expliquer par la production d'acides organiques par les bactéries lactiques. En effet, les bactéries lactiques constituant la flore majoritaire du ferment de manioc, dégradent les sucres fermentescibles en occurrence le saccharose en monosaccharides (glucose et fructose) qui sont métabolisés en acides organiques notamment l'acide lactique et l'acide acétique, ce qui contribue à la

diminution du pH du milieu (Djoulde et al., 2015 ; Silva et al., 2021).

Inversement au pH, le taux d'acidité titrable connaît une augmentation au cours de la fermentation, confirmant ainsi les travaux de plusieurs auteurs (Umeh et Odibo, 2014 ; Ajifolokun, 2018) dans des études similaires. Nos résultats sont en accord avec ceux d'autres auteurs (Rebouças et al., 2016 ; Alphonc et Kaale, 2020) qui ont rapporté les taux d'acidité élevé au cours de la fermentation des racines de manioc. Cette augmentation de l'acidité des ferments étudiés pourrait être liée à l'accumulation des acides organiques notamment, les acides lactique, acétique et succinique qui acidifient le milieu (Oduah et al., 2015 ; Rebouças et al., 2016).

La teneur en sucres solubles des ferments analysés diminue progressivement au cours de la fermentation. Cette diminution de sucres solubles pourrait s'expliquer par l'activité des microorganismes. En effet, les sucres contenus dans les racines de manioc sont transformés en acides organiques au cours du métabolisme fermentaire dû à l'activité des microorganismes. Ces résultats pourraient aussi s'expliquer par l'assimilation des sucres simples après hydrolyse comme nutriments par les microorganismes. En effet, selon Panda et al. (2007), une part substantielle des sucres est utilisée par les microorganismes présents dans le milieu de fermentation. La diminution progressive du taux de sucre dans le milieu pourrait aussi être due à l'action de germes fermentaires qui utilisent les sucres comme substrat pour leur prolifération. La diminution du taux de sucres observée dans cette étude pourrait aussi s'expliquer par la diminution du pH et l'augmentation de l'acidité titrable produite lors de la métabolisation et de la conversion du maltose hydrolysé en énergie pour la croissance de la microflore fermentescible comme rapporté par Alphonc and Kaale (2020).

En ce qui concerne les analyses microbiologiques, cette étude a permis de constater une forte présence des GAM avec des charges très élevées au cours de la fermentation. Cela pourrait s'expliquer non

seulement par le fait que le processus de dégradation microbienne du manioc est très avancé mais aussi les conditions de production des ferments sont favorables au développement et à l'entretien d'une telle charge microbienne (Assanvo et al., 2006). Ces résultats sont conformes à ceux de Djeni et al. (2008) et de Bouatenin et al. (2021) qui ont rapporté des charges élevées de GAM dans les ferments traditionnels de manioc.

Les bactéries lactiques sont présentes après 24 h de fermentation et évoluent jusqu'à 72h avec des charges très élevées quel que soit le ferment. Nos résultats corroborent ceux d'autres auteurs (Ayoade et al., 2018 ; Halake et Chinthapalli, 2020) qui ont rapporté la présence prédominante et la diversité de bactéries lactiques dans les ferments traditionnels de manioc. Ces résultats pourraient s'expliquer par un nombre élevé de nutriments disponibles dans les racines de manioc pour la croissance des microorganismes. Le manioc étant pourvu en glucose, après l'hydrolyse de l'amidon par les *Bacillus*, il devient un substrat favorable à la multiplication des microorganismes. Selon Djouldé et al. (2005), les bactéries lactiques ont pour rôle primordial à savoir la dégradation tissulaire grâce aux enzymes comme les amylases, les β -glucosidase, les pectinases qu'elles libèrent dans le milieu au cours de la fermentation. Tout ceci aboutit à la libération dans le milieu, de sucres qui représentent leur substance nutritive. De plus, les bactéries lactiques supportent très bien un pH acide, ce qui permet de comprendre leur prépondérance dans le ferment de manioc. Par ailleurs, les bactéries lactiques produisent des acides organiques au cours de la fermentation qui leur garantissent la sécurité alimentaire.

Cette étude a révélé également la présence des *Bacillus* dans les différents échantillons de ferments de manioc analysés. Ces résultats corroborent ceux de Abe et al. (2018) et de Ickofa et al. (2020) qui ont rapporté la présence des souches de *Bacillus* au cours de la fermentation du manioc. En effet, bactéries ubiquistes et hôtes normales du sol dans lequel elles peuvent persister très

longtemps grâce à leurs spores, les *Bacillus* jouent un rôle important au cours de la fermentation du manioc. Les *Bacillus* participent à la dégradation tissulaire du manioc par la production d'enzymes comme les polygalacturonases, les pectines estérases, les cellulases et les amylases qu'elles libèrent (Kakou et al., 2017 ; Yu and Xu, 2018 ; Yao et al., 2019). Aussi, convient-il de noter que la charge des *Bacillus* a été la moins importante dans cette étude. Ce résultat pourrait être dû à la compétition pour les nutriments disponibles dans le milieu entre les microorganismes qui luttent les uns contre les autres (Batista et al., 2020). Ce résultat pourrait aussi s'expliquer par l'activité de certains microorganismes fermentaires comme les bactéries lactiques produisant des acides organiques, notamment l'acide lactique et dans certains cas, l'acide acétique (Djouldé et al., 2015) qui limiteraient considérablement le développement des microorganismes indésirables. L'effet antiseptique des acides lactiques et acétiques lié à leurs formes dissociées, leur permet d'entrer dans les cellules bactériennes où ils s'ionisent et s'accumulent, provoquant ainsi l'abaissement interne du pH et le blocage de mécanismes de transport. En effet, le métabolisme des bactéries lactiques en présence du CO₂ dégagé, conduit à une accumulation de peroxyde d'hydrogène (H₂O₂), autre antiseptique puissant contre bien d'autres germes (Silva et al., 2019). Ceci pourrait être lié à une réduction importante de *Bacillus* qui étaient jusqu'alors considérées comme la seconde charge importante au cours de la fermentation du manioc.

Au cours de cette étude, la charge des levures et moisissures a été très importante. Nos résultats corroborent ceux de plusieurs auteurs (Adetunji et al., 2017 ; Halake et Chinthapalli, 2020 ; Bouatenin et al., 2021) qui ont rapporté des charges élevées de levures et moisissures dans les ferments de manioc. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que le manioc et ses produits dérivés offrent des conditions favorables au développement des champignons. En effet, selon Youbouet et al. (2016) et Kouadio-Yapo et al. (2018), les

champignons (levures et moisissures) qui poussent sur divers substrats y trouvent des conditions favorables en nutriments notamment les glucides, protides et lipides. Ces résultats pourraient aussi s'expliquer par l'utilisation des sucres notamment le saccharose converti en glucose et fructose métabolisés pour la production d'acides organiques comme nutriments au cours de la fermentation (Tran et al., 2022). Par ailleurs, les charges élevées des levures et moisissures observées dans cette étude pourraient aussi être liées à la disponibilité d'hydrate de carbone contenu dans le manioc comme nutriment (Adeleke et al., 2017).

De façon générale, les charges maximales des différents microorganismes obtenues dans cette étude ont été largement supérieures que celles obtenues par Kakou et al. (2017) notamment, 7,44 log (UFC/g) pour les GAM, 5,8 log (UFC/g) pour les bactéries lactiques, 6,54 log (UFC/g) pour les *Bacillus* et de 2,22 log (UFC/g) pour les levures et moisissures dans les ferments traditionnels de manioc bouilli sans la pelure. Par ailleurs, les résultats de nos travaux ont aussi été plus importants que ceux des mêmes auteurs (Kakou et al., 2017) qui ont rapporté des charges de (8,9 et 9,52) log (UFC/g) pour les GAM, (5,93 et 9,76) log (UFC/g) pour les bactéries lactiques, (6,33 et 5,67) log (UFC/g) pour les *Bacillus* et (3,33 et 2,01) log (UFC/g) pour les levures et moisissures respectivement dans les ferments traditionnels de manioc frais et de manioc braisé. Les charges élevées observées dans nos travaux pourraient être dues au mode spécifique de préparation de ce type de ferment où la pelure de manioc pourrait avoir une influence sur la croissance des microorganismes qui interviennent dans la fermentation. Selon Adeleke et al. (2017), la pelure de manioc fermentée est riche en cendres, en matières grasses, en protéines brutes et en humidité qui sont de véritables nutriments pour la croissance des microorganismes. Aussi, faut-il noter que la pelure de manioc fermentée pourrait influencer la croissance des microorganismes vue sa richesse en nutriments microbiens et surtout la

prédominance des microorganismes fermentaires par rapports travaux similaires sans la pelure. Ces résultats pourraient aussi être dû aux conditions favorables de croissance microbienne apportées par la sécrétion des enzymes extracellulaires des déchets de dégradation de pelure (Akinyele et al., 2011), à l'ajout de protéines brutes produites par des isolats bactériens et à la combinaison de facteurs tels que le substrat carboné, la température et l'eau (Chika et al., 2013).

Conclusion

Au terme de cette étude, il ressort que le pH diminue au cours de la fermentation du ferment de manioc bouilli avec la pelure. L'acidité titrable augmente progressivement avec des valeurs plus ou moins élevées. Le taux de sucres solubles diminue jusqu'à épuisement total au cours de 72 heures de fermentation. Le ferment obtenu à partir de manioc bouilli avec la pelure est colonisé par une diversité de microorganismes fermentaires notamment les bactéries lactiques, les *Bacillus*, les levures et moisissures qui jouent un rôle important dans le processus de fermentation. Toutefois, il est à remarquer que les levures et moisissures ont présenté des charges plus importantes que celles des *Bacillus* qui constituaient la deuxième flore majoritaire habituellement dans les ferments de manioc. Aussi, faut-il noter que la charge en microorganismes a été plus importante dans les ferments expérimentaux que dans ceux collectés, excepté les levures et moisissures. La pelure de manioc pourrait ainsi être un catalyseur pour la croissance des microorganismes fermentaires.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Ce travail a été réalisé avec la collaboration de tous les auteurs suivants. L'auteur ZBIAB a conçu l'étude. Les auteurs ZBIAB, YSSHK et KMCN ont effectué les recherches bibliographiques, rédigé le protocole expérimental et le manuscrit final.

L'auteur KRCG a traité les données statistiques et participé à la rédaction du manuscrit final. L'auteur RK-N a corrigé le manuscrit final. Tous les auteurs ont lu et approuvé le manuscrit final.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à l'encontre des productrices de ferments traditionnels de manioc dans les trois villages visités de Jacquesville pour leur collaboration à nous fournir non seulement les ferments traditionnels de manioc bouilli avec la pelure mais aussi les racines de manioc frais. Nos remerciements vont également à l'encontre des responsables du Laboratoire de Biotechnologie et de Microbiologie de l'Université Nangui Abrogoua.

REFERENCES

- Abe AMK, Assanvo JB, Sanogo M, Koffi KM. 2018. Caractérisation phénotypique de 52 souches des *Bacillus* isolées à partir de racines fraîches de manioc cultivées en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **12**(5): 2284-2293. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i5.28>
- Adeleke BS, Akinyele BJ, Olaniyi OO, Jeff-Agboola YA. 2017. Effect of Fermentation on Chemical Composition of Cassava Peels. *Asian Journal of Plant Science and Research*, **7**(1): 31-38. <https://www.researchgate.net/publication/324516284>
- Adetunji CO, Akande SA, Oladipo AK, Salawu RA, Onyegbula AF. 2017. Determination of the microbiological quality and proximate composition of fermented cassava food products sold in Ilorin-west local government area, Nigeria. *Ruhuma Journal of Science*, **8**(2): 76-89.
- Ajifolokun OM. 2018. Physico-Chemical Characteristics and Storage Stability of Breadfruit and Cassava Co-Fermented into Gari Analogue. *Journal of Food*,

- Nutrition and Population Health*, **2**(1): 1-5. DOI: 10.21767/2577-0586.100034
- Akinyele BJ, Olaniyi OO, Arotupin DJ. 2011. Bioconversion of selected agricultural wastes and associated enzymes by *Volvariella volvacea*: An edible mushroom. *Research Journal of Microbiology*, **6**: 63-70. <https://scialert.net/abstract/?doi=jm.2011.63.70>
- Alphonc S, Kaale LD. 2020. Assessment of Biochemical Changes during Fermentation Process for Production of Traditional Fermented Cassava Meal "Mchuchume". *Tanzania Journal of Science*, **46**(2): 228-240.
- Ayoade F, Adeniji PO, Amole KS, Amaremo YA, Apata TO, Fayemi SO, Oyejide NO, Abazuh UD, Kayode TA, Daramola GG, Folarin OK. 2018. The Predominant Lactic Acid Microorganisms and Proximate Composition of Spontaneously Fermented Gari and Fufu, Cassava Food Products. *Annual Research & Review in Biology*, **26**: 2, 1-12. DOI: 10.9734/ARRB/2018/40707
- AOAC. 1995. Official methods of Analysis of Association of Official Chemists International, (16 edn). AOAC International Arlington, VA. 250.
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis, Association Of Official Analytical Chemistry Inc, 4th edition, Virginia, 1141 p.
- Assanvo JB, Agbo GN, Behi YEN, Coulin P, Farah Z. 2006. Microflora of traditional starter made from cassava for attiéké production in Dabou (Côte d'Ivoire). *Food Control*, **17**: 37-41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.08.006>
- Batista RD, De Cássia SMD, Morais CC. 2020. Physicochemical, functional and rheological properties of fermented and non-fermented starch from canary seed (*Phalaris canariensis*). *Food Hydrocolloids*, **99**: 105346. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105346>
- Boli ZBIA, Bouatenin KMJ-P, Kouamé KA, Coulibaly WH, Kakou AC, Koffi-Nevry R, Dje KM. 2020. Technical Sheet of the Preparation of Traditional Cassava Starters used for *Attieke* Production in Côte d'Ivoire. *Biotechnology Journal International*, **24**(4): 11-20. DOI: 10.9734/bji/2020/v24i430108
- Bouatenin KMJ-P, Kouame KA, Djéni NT, Koffi NG, Dje KM. 2021. Production of Attieke by the Technique of Drying of Cassava Ferment. *Journal of Food Quality*, Article ID 6697835: 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/6697835>
- Buttiaux R, Beerens H, Taquet A. 1974. *Manuel de Techniques Bactériologiques* (4ème edn). Flammarion: Paris; 70p.
- Chika C, Ogueke CE, Clifford I, Owuamanam IA, Ijeoma AO. 2013. Quality characteristics and HCN in gari as affected by fermentation variables. *International Journal of Life Sciences*, **2**(1): 21-28.
- Djéni NT, N'guessan KF, Dadié AT, Dje KM. 2008. Impact of different levels of a traditional starter on the fermentation of cassava dough for Attiéké production. *Food*, **2**(2): 145-151. <https://www.researchgate.net/publication/258697202>
- Djoulde DR, Etoa FX, Essia NJJ, Mbofung CMF. 2003. Fermentation du manioc cyanogène par une culture mixte de *Lactobacillus plantarum* et *Rhizopusoryzae*. *Microbiologie et Hygiène Alimentaire*, **15**(44): 9-13. <https://www.researchgate.net/publication/228557365>
- Djoulde DR, Etoa FX, Essia NJJ, Mbofung CMF. 2005. Screening des microorganismes à potentialités fermentaires pour le manioc. *Tropicicultura*, **23**(1): 11-18. <https://www.researchgate.net/publication/45266404>
- Djoulde RD, Essia JJN, Etoa FX. 2015. Amélioration du rouissage du manioc par utilisation d'un starter microbien de trois souches. *International Journal of*

- Innovation and Scientific Research*, **14**(2): 268-277. <https://www.researchgate.net/publication/274696761>
- FAO. 2000. Economie du manioc dans le monde. Rome, 68p.
- FAOSTAT. 2022. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data>
- Franz CM, Huch M, Mathara JM, Abriouel H, Benomar N, Reid G, Galvez A, Holzapfel WH. 2014. African fermented foods and probiotics. *International Journal of Food Microbiology*, **190**: 84-96. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.08.033>
- Halake NH, Chinthapalli B. 2020. Fermentation of Traditional African Cassava Based Foods: Microorganisms Role in Nutritional and Safety Value. *Journal of Experimental Agriculture International*, **42**(9): 56-65. DOI: [10.9734/jeai/2020/v42i930587](https://doi.org/10.9734/jeai/2020/v42i930587)
- Ickofa J, Kayath CA, Gadet MD. 2020. First Development of a Biotechnological Ferment Based on a Consorsium of the Genus Bacillus for the Optimization of the Fermentation Process of Cassava Tubers. *Advances in Microbiology*, **10**: 563-574. DOI: [10.4236/aim.2020.1010041](https://doi.org/10.4236/aim.2020.1010041)
- Kakou AC, Boli ZBIA, Kambiré O, Koussémon M, Koffi-Nevry R. 2017. Cinétique de fermentation de trois méthodes de production de ferments de racines de manioc. *European Scientific Journal*, **13**(33): 473-487. DOI: <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n33p473>
- Kouadio-Yapo CG, Dou GSP, Aka NAD, Zika KD, Adoubryn KD, Dosso M. 2018. Identification des espèces de levures isolées de l'attiéké commercialisé sur les marchés à Abidjan (Côte d'Ivoire) : étude préliminaire ; Identification of yeasts from commercial attiéké in Abidjan (Côte d'Ivoire): Preliminary study. *Journal de Mycologie Médicale*, **28**: 305-309. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mycmed.2018.03.006>
- Kouamé AK, Djeni TN, N'guessan FK, Dje MK. 2013. Post processing microflora of commercial attiéke (a fermented cassava product) produced in the south of Côte d'Ivoire. *Letters in applied Microbiology*, **56**: 44-50. DOI: <https://doi.org/10.1111/lam.12014>
- Mendez del Villar P, Adaye A, Tran T, Allagba K, Bancal V. 2017. Analyse de la chaîne de Manioc en Côte d'Ivoire. Rapport pour l'Union Européenne, DG-DEVCO. Value Chain Analysis for Development Project (VCA4D CTR 2016/375-804), 157p.
- NF ISO 6611 - 2004. Lait et produits laitiers - Dénombrement des unités formant colonie de levures et/ou moisissures - Comptage des colonies à 25°C, p. 9.
- NF ISO 15214 - 1998. Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour le dénombrement des bactéries lactiques mésophiles - Technique par comptage des colonies à 30 degrés C, p 7.
- Oduah NO, Adepoju PA, Longe O, Elemo GN, Oke OV. 2015. Effects Of Fermentation On The Quality And Composition Of Cassava Mash (Gari). *International Journal of Food Nutrition and Safety*, **6**(1): 30-41. <https://www.researchgate.net/publication/291522343>
- Oguntoyinbo FA, Cho G-S, Trierweiler B, Kabisch J, Rösch N, Neve H, Bockelmann W, Frommherz L, Nielsen DS, Krych L. 2016. Fermentation of African kale (*Brassica carinata*) using *L. Plantarum* BFE 5092 and *L. fermentum* BFE 6620 starter strains. *International Journal of Food Microbiology*, **238**: 103-112. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.08.030>
- Panda SH, Swain MR, Kar S, Ray RC, Montet D. 2008. Statistical optimization of α -amylase production by *Lactobacillus plantarum* MTCC 1407 in submerged fermentation. *Polish Journal of*

- Microbiology*, **57**(2): 149-155. <https://www.researchgate.net/publication/51420227>
- Penido FCL, Piló FB, Sandes SHC. 2018. Selection of starter cultures for the production of sour cassava starch in a pilot-scale fermentation process. *Brazilian Journal of Microbiology*. **49**(4): 823-831. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2018.02.001>
- Rebouças KH, Gomes LP, Leite AMO, Uekane TM, Rezende CM, Inês MBT, Almeida EL, Del Aguila EM, Paschoalin VMF. 2016. Evaluating Physicochemical and Rheological Characteristics and Microbial Community Dynamics during the Natural Fermentation of Cassava Starch. *Journal of Food Processing & Technology*, **7**(4): 1-9. <https://www.researchgate.net/publication/303316252>
- Silva GLP, Bento JAC, Oliveira AR, Garcia MC, Manoel MJ, Caliarri M. 2021. Pasting and thermal properties of fermented cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Journal of Food Science and Technology*, **58**(4): 1441-1448. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04656-3>
- Silva JG, Castro RD, Sant'Anna FM, Barquete RM, Oliveira LG, Acurcio LB, Luiz LMP, Sales JA, Nicoli JR, Souza MR. 2019. In vitro assessment of probiotic potential of lactobacilli isolated from Minas artisanal cheese produced in the Araxá region, Minas Gerais state, Brazil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia*, **71**(2): 647-657. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10188>
- Tetchi FA, Solomen OW, Kakou AC, Amani NG. 2012. Effect of cassava variety and fermentation time on biochemical and microbiological characteristics of raw artisanal starter for "attiéké" production. *Innovative Romanian Food Biotechnology*, **10**: 40-47. DOI: 10.4236/ajps.2013.412A2005
- Tran T, Romanet R, Roullier-Gall C, Verdier F, Martin A, Schmitt-Kopplin P, Alexandre H, Grandvalet C, Tourdot-Maréchal R. 2022. Non-Targeted Metabolomic Analysis of the Kombucha Production Process. *Metabolites*, **12**(2): 160. DOI: <https://doi.org/10.3390/metabo12020160>
- Umeh SO, Odibo FJC. 2014. Isolation of starter cultures to be used for cassava tuber retting to produce fufu. *Journal of Global Biosciences*, **3**(2): 520-528.
- Yao Z, Kim JA, Kim JH. 2019. Characterization of a Fibrinolytic Enzyme Secreted by *Bacillus velezensis* BS2 Isolated from Sea Squirt Jeotgal. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, **29**: 347-356. DOI: <https://doi.org/10.4014/jmb.1810.10053>
- Yobouet BA, Dadie A, Traore S, Dje K, Bonfoh B. 2016. Contamination par *Bacillus cereus* de l'attiéké produit dans le secteur informel au sud de la Côte d'Ivoire et gestion du risque par le réchauffage hydrothermique. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, **15**(3): 637-654. <https://www.researchgate.net/publication/299919999>
- Yu P, Xu C. 2018. Production Optimization, Purification and Characterization of a Heat-Tolerant Acidic Pectinase from *Bacillus* sp. ZJ1407. *International Journal of Biological Macromolecules*, **108**: 972-980. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.11.012>