

Effet de la durée du rouissage des racines de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) à pulpe jaune sur la variation de leur teneur en β -carotène

Masika Tutondele Jethro^{1*}, Kukwabantu Saburi Dorcas¹, Nsombi Diambi Priscille¹, Bakelana Zeyimo Tony², Mahungu Nzola Meso Timothée¹

¹Université Kongo, Faculté des Sciences Agronomiques, BP 202 Mbanza-Ngungu, Kongo Central, R.D. Congo

²Institut National de Recherches et d'Études Agronomiques, Mvuazi, Kongo Central, BP 2037, R.D. Congo
Auteur correspondant : E-mail : jethromasika@gmail.com Tél : +243 898547645

Submitted on 14th June 2022. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 31st August 2022
<https://doi.org/10.35759/JABs.176.4>

RESUME

Objectifs : Le présent travail a été mené en 2021 au Centre de Recherches de l'INERA - Mvuazi dans la province du Kongo Central (RDC) et porte sur l'effet de la durée du rouissage sur la variation de la teneur en β -Carotène (TCC) de racines de manioc à pulpe jaune. L'objectif poursuivi par ce travail était d'évaluer le comportement de quelques variétés de manioc à pulpe jaune pendant le rouissage afin de définir une durée de rouissage complet convenable pour éviter les pertes en β -Carotène liées au rouissage. Au total six (6) variétés de manioc à pulpe jaune ont été utilisées dont les variétés GKA013/172, GKA015/042, VIMPI, KINDISA, LUMONU et MUKOLESHI.

Méthodologie et résultats : Le rouissage était réalisé sur une période de 3 jours avec une température ambiante moyenne d'environ 21°C et les analyses ont été effectuées dans le laboratoire HarvestPlus du centre de recherches de l'INERA - Mvuazi. Les analyses ont porté sur la variation de la teneur en TCC ainsi que sur la dégradation de la matière sèche. Les résultats ainsi obtenus ont montré qu'il y a de pertes en β -Carotène au cours du rouissage. Cependant, les quantités en β -Carotène perdues pendant le rouissage diffèrent selon les variétés et ne varient pas de façon proportionnelle avec les jours du rouissage. Quant à la teneur en matière sèche, les résultats obtenus ont montré que pendant le rouissage il y a une diminution de la quantité en matière sèche. Cependant, la perte en matière sèche diffère selon les variétés, mais elle est proportionnelle aux jours du rouissage, c'est-à-dire elle augmente avec les jours du rouissage.

Conclusion et Application des résultats : La teneur en β -Carotène dans les racines de manioc jaune diminue avec la durée du rouissage, mais cette diminution de la teneur en β -Carotène dans les racines de manioc jaune pendant le rouissage diffère selon les variétés. La détermination de la durée du rouissage convenable pour une bonne rétention en TCC est donc difficile compte tenu de variations qui ne sont pas proportionnelles à la durée du rouissage. La technique de fabrication de la farine panifiable de manioc jaune serait peut-être la meilleure solution pour retenir une quantité maximale de β -Carotène.

Mots-Clés : Manioc jaune, Rouissage, β -Carotène, Matière sèche, INERA – Mvuazi

ABSTRACT

Effect of yellow cassava pulp retting time on the variation of β -carotene content of yellow pulp cassava (*Manihot esculenta* Crantz)

Objective: The present work was carried out in 2021 at the Research Center of INERA - Mvuazi in the province of Kongo Central (DRC) and focuses on the effect of the duration of retting on the variation of β -Carotene (TCC) content of yellow pulp cassava.

The objective pursued by this work was to evaluate the behaviour of some yellow pulp cassava varieties during retting in order to define a suitable retting duration to avoid β -Carotene losses linked to retting. Six (6) yellow cassava varieties (GKA013/172, GKA015/042, VIMPI, KINDISA, LUMONU and MUKOLESHI) were used for this study.

Methodology and results: The retting was carried out over a period of 3 days with an average ambient temperature of around 21°C and the analyses were carried out in the HarvestPlus laboratory of the Research Center of INERA - Mvuazi. The analyses focused on the variation of the TCC content as well as on the degradation of the dry matter. The results obtained showed that there are losses in β -Carotene during retting. However, the quantities of β -Carotene lost during retting differ according to the varieties and do not vary proportionally with the days of retting. Concerning the rate of dry matter, the results obtained showed that during retting there is a decrease in the amount of dry matter. However, the loss in dry matter differs according to the varieties, but it is proportional to the days of retting, i.e. it increases with the days of retting.

Conclusion and Application of results: The β -Carotene content in yellow cassava roots decreases with duration of retting, but this decrease in β -Carotene content in yellow cassava roots during retting differs among varieties. Determining the appropriate retting time for good TCC retention is therefore difficult since those variations are not proportional to the retting time. The technique of manufacturing unfermented yellow cassava flour might be the best solution to retain a maximum amount of β -Carotene.

Keywords: Yellow cassava, Retting, β -Carotene, Dry matter, INERA – Mvuazi

INTRODUCTION

Le manioc joue un rôle prépondérant dans l'alimentation de 650 millions d'êtres humains, dont 200 millions d'africains, soit le quart de la population africaine. Il est cultivé pour ses racines et représente une source importante de calories pour les populations dans les régions tropicales (INRAB, 2016). Les racines de manioc constituent l'aliment de base de la plus grande population congolaise, tandis que ses feuilles représentent le légume le plus consommé en République Démocratique du Congo (RDC). Outre son importance en alimentation humaine et animale, le manioc se prête à des nombreux usages industriels notamment la fabrication d'amidon, de la farine et de l'alcool éthylique. (Minengu, 2018). La RDC fait partie des pays d'Afrique qui font la recherche pour le

développement du manioc à pulpe jaune, selon HarvestPlus, la RDC est classée septième des septante-huit pays éligibles à un investissement dans la culture du manioc bio fortifié en vitamine A. En RDC, la carence en vitamine A représenté un problème de santé publique (PRONANUT, 2015). Le taux des personnes carencées en vitamine A en RDC est de 61 % chez les enfants de moins de 3 ans avec un taux de rétinol sérique inférieur à 20%. La vitamine A est une des quatre vitamines solubles dans les corps gras, elle est dite liposoluble et est stockée dans le foie. A l'état naturel, la vitamine A est trouvée sous deux formes (notamment les carotènes alpha et bêta) que le foie transforme par oxydation en vitamine A, afin qu'il soit utilisé par l'organisme, et que les reins éliminent et la

vitamine A ou le rétinol qui est sa forme libre. La provitamine A est donc le précurseur de la vitamine A et le rétinol est la forme active de la vitamine A, directement assimilable par l'organisme. Elle se trouve sous forme de rétinol dans les aliments d'origine animale (foie, jaune d'œuf, beurre) et sous forme de bêta-carotène dans les aliments d'origine végétale (carotte, huile de palme, manioc jaune, patate douce orange) (Claire *et al.*, 2001). La provitamine A présente dans le manioc à pulpe jaune, joue un rôle prépondérant dans la vision, dans la croissance des os, dans la protection de la peau et dans le fonctionnement du système immunitaire. Cependant les opérations de transformation de racines de manioc en général et celles de manioc jaune en particulier influencent la composition chimique de racines et par conséquent la teneur en bêta carotène de racines de manioc jaune. Le rouissage par exemple, qui est la première étape de la quasi-totalité des différents types de transformation du manioc réalisés au Congo, intervient juste après la récolte des racines (Trèche et Massamba, 1993). Le rouissage permet la désintoxication des racines et leur ramollissement facilitant ainsi la réalisation

des opérations qui succèdent au ramollissement (Trèche et Massamba, 1995). La fermentation ou le rouissage est plus rapide dans l'eau stagnante et si la température de l'eau de rouissage est relativement variée. Les pertes de nutriments concernent essentiellement les vitamines et les sels minéraux et, dans une moindre mesure, les protéines solubles. Cependant le séjour prolongé des racines dans l'eau entraîne une fuite des éléments nutritifs par dissolution. La détermination d'une meilleure durée de rouissage s'avère donc importante pour réduire les pertes liées au rouissage et disponibiliser une très bonne quantité de bêta-carotène aux consommateurs. L'objectif poursuivi par ce travail est de pouvoir définir une durée de rouissage convenable pour certaines variétés de manioc à pulpe jaune afin d'éviter ou sinon de réduire les pertes en bêta-carotène liées au rouissage. Ce travail revêt d'un grand intérêt sur le fait de faire connaître aux paysans, transformateurs, producteurs, consommateurs dont les ménages, la durée nécessaire que doit prendre le rouissage de manioc à pulpe jaune pour maintenir une teneur élevée résiduelle en bêta-carotène de ces racines.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude : Localisation du milieu d'étude : L'étude était conduite dans le Kongo Central au Centre de Recherches de l'Institut National pour l'Étude et des Recherches Agronomiques (INERA) de Mvuazi. Ce centre est situé à 14° 54' de longitude Est et 5° 214' de latitude Sud, et à une altitude de 470 m (Crabe, 1978).

Le laboratoire d'analyse : Les analyses sur le bêta-carotène étaient réalisées dans le laboratoire de HarvestPlus du Centre de Recherches l'INERA - Mvuazi avec les matériels et produits appropriés permettant d'analyser les échantillons.

Matériels : Matériel végétal : Les racines tubéreuses de manioc à pulpe jaune ont

constitué le matériel végétal utilisé dans ce travail. Ces racines tubéreuses étaient issues de 6 clones et variétés de manioc à pulpe jaune. Ces racines provenaient de plantes de manioc âgé de 10 mois et se trouvaient dans les essais d'amélioration et de sélection du Programme National Manioc. Les six (6) clones et variétés qui ont constituées la source des racines tubéreuses sont :

- GKA015/042 ;
- GKA013/172 ;
- VIMPI ;
- KINDISA ;
- LUMONU et ;
- MUKOLESHI.

Le tableau 1 ci-dessous illustre les caractéristiques des quelques clones et variétés dont les variétés sont déjà répertoriées et homologuées.

Tableau 1 : Caractéristiques des variétés

Variétés	Caractéristiques					
	Couleur pulpe	TCC ($\mu\text{g/g}$)	MS(%)	Rdt (t/ha)	Durée à la maturité	Teneur en HCN
LUMONU	Jaune	8-10	35	15-20	12 mois	Faible
VIMPI	Jaune	-	35-39	10-15	12 mois	Faible
KINDISA	Jaune	-	25-27	15-20	12 mois	Moyenne
MUKOLESHI	Jaune	7	35-40	15-20	12 mois	Faible
GKA015/042	Jaune	-	-	-	-	-
GKA013/172	Jaune	-	-	-	-	-

Source : Catalogue national variétal des cultures vivrières, SENASEM (Edition 2019).

Légende : TCC (Total caroténoïde content), MS (Matière sèche), Rdt. (Rendement), HCN (Acide cyanhydrique).

Matériels de laboratoire : Parmi les matériels utilisés au laboratoire, on peut citer balance de précision, fioles de 25ml, mortiers et pilons, papiers serviettes, pissettes du spectrophotomètre, cuves de lecture, ballons à décantation, erlenmeyers à filtration, entonnoirs, pompes à filtration, statifs, etc.

Produits chimiques : Différents produits chimiques ont été utilisés pour les analyses parmi lesquels nous citons :

- L'acétone
- L'ether de pétrole
- Cérite

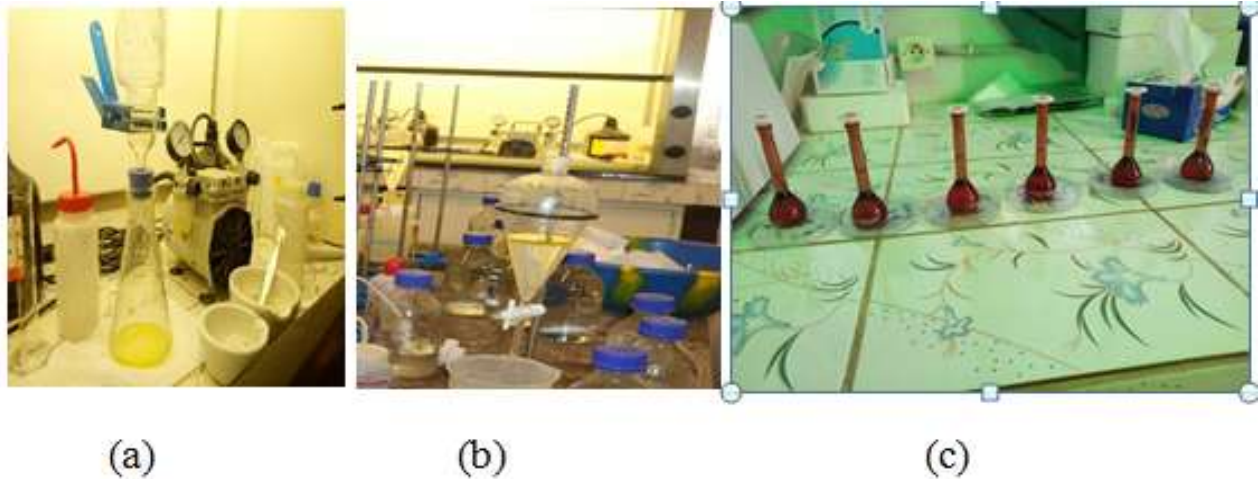
Méthodes : Les racines de 6 clones et variétés à pulpe jaune récoltées dans les essais d'amélioration et de sélection du PRONAM ont été épluchées et lavées avant d'être placées dans des bocaux en plastique (6 bols, donc 1 bol/variété) de 27 litres pour le rouissage. La quantité en racines était de 5 kg par variété. Les bols étaient installés à l'extérieur dans les conditions naturelles. Les analyses ont porté sur le dosage de bêta-carotène et l'évaluation de la teneur en matière sèche. Ces paramètres ont été prélevés dès le premier jour, juste après la récolte et avant le rouissage pour disposer de données de départ. Les racines ont été ensuite placées dans des bols pour rouissage. Les analyses (extraction bêta-carotène et teneur en

MS) se sont étalées durant une période de quatre jours c'est-à-dire jusqu'à l'obtention des racines complètement rouies.

Extraction du bêta-carotène : Elle s'était faite par la méthode quantitative du spectrophotomètre. Les racines fraîches de manioc récemment récoltées ont été lavées à l'eau. L'épluchage avait donné l'accès au découpage des racines. Nous avons prélevé les échantillons de manioc frais (à raison de 10.00 g/échantillon) qui étaient ensuite transférés dans un mortier. On y avait ajouté 25mg de cérite. Les échantillons étaient broyés dans un mortier avec un pilon et 20 ml d'acétone congelé étaient ajoutés afin d'obtenir une pâte à transférer dans un entonnoir fritté (5 microgramme). Les suspensions transférées dans un entonnoir en verre fritté couplé à erlenmeyer de 25 ml avec un aspirateur se trouvant sur la hotte à flux laminaire, le bêta-carotène était filtré sous vide de l'échantillon vers l'erlenmeyer. Cette procédure était répétée quatre fois (en ajoutant l'acétone) jusqu'à ce que l'échantillon devienne incolore. L'extrait de bêta-carotène (en acétone) était transféré dans une ampoule à décanter de 500 ml contenant 20 ml d'ether de pétrole. L'acétone était retirée par l'ajout lent de l'eau ultra pure et sel pour prévenir la formation

d'émulsion. On a assisté à la formation de deux phases : (1) éther du pétrole + bêta-carotène (en haut) et (2) de l'eau + de l'acétone en bas. On avait agité et éliminé la phase aqueuse inférieure, et cette procédure était répétée quatre à cinq fois jusqu'à ce qu'il ne reste plus que de solvant résiduel. L'extrait était transféré dans une fiole jaugée de 25 ml, ambre, à l'aide

d'un entonnoir contenant l'ouate, 15 grammes de sulfate de sodium anhydre et constitué d'un volume de 25 ml d'éther de pétrole. Les échantillons étaient lus à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption de marque GENESYS 10 UV-VIS à une longueur d'onde de 450 nm avec l'éther de pétrole comme blanc. Nous avons effectué trois lectures.



Source : PRONAM, 2021

Figure 1 : Processus de quantification de bêta-carotène (a) bêta-carotène filtrée sous vide ; (b) élimination de la phase aqueuse ; (c) échantillons bêta-carotène près à analyser.

La quantification de la teneur totale en caroténoïde a été faite à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Caroténoïdes } (\mu\text{g/g}) = \frac{AxV(\text{mL}) \times 10^4}{A_{1\text{cm}}^{1\%} \times P(\text{g})}$$

Où A = absorbance, V = volume total de l'extrait, $A_{1\text{cm}}^{1\%}$ = coefficient d'absorptivité molaire du bêta-carotène dans l'Ether du pétrole (2592), P = poids de l'échantillon.

Détermination de la teneur en matière sèche : La matière sèche (MS) était déterminée par la méthode d'étuvage qui consiste à prélever et peser au moins des échantillons de racines tubéreuses fraîches de poids variant entre 300 et 500 g (Pf) et ensuite les placer dans l'étuve à une température de 105° C pendant 24 heures et après les peser jusqu'au poids constant (Ps). La teneur en matière sèche est calculée en utilisant la formule suivante :

$MS (\%) = \frac{Ps}{pf} \times 100$ avec MS = Matière sèche, Ps = Poids sec après étuvage jusqu'au poids constant et Pf = Poids frais avant étuvage.

Variables observées : Les variables observées avaient porté sur la variation de la teneur en bêta-carotène ainsi que l'évaluation de la dégradation de la matière sèche.

Analyse statistique des données : L'entrée de données a été faite à l'aide de Microsoft Excel version 2010. Les graphiques ont été réalisées sur Excel et l'analyse statistique des données a ensuite été effectuée à l'aide du logiciel Statistix 8.0. L'analyse de la variance (ANOVA) a en effet été conduite pour la comparaison des moyennes et les moyennes étaient enfin séparées à l'aide du test de PPDS (Plus Petite Différence Significative) au seuil de probabilité de 5% à chaque fois qu'il y avait des différences significatives.

RESULTATS

L'évolution de la teneur en β -Carotène pendant le rouissage : Les résultats relatifs à la variation de la teneur en bêta-carotène durant les 3 jours du rouissage sont présentés dans le tableau 2. En ce qui concerne la variation de la

teneur en β -Carotène pendant le rouissage, l'analyse de la variance au seuil de probabilité de 5% a montré des différences significatives entre les variétés de façon générale.

Tableau 2. Variation de la teneur en TCC durant les trois jours du rouissage

Variétés	TCC ($\mu\text{g/g}$)/jour du rouissage			
	0	1	2	3
GKA015/042	3,81 \pm 0,01 f	3,80 \pm 0,01 ^c	2,89 \pm 0,006 f	2,88 \pm 0,006 f
GKA013/172	3,87 \pm 0,006 e	3,86 \pm 0,02 e	3,28 \pm 0,02 e	3,25 \pm 0,006 e
VIMPI	6,30 \pm 0,03 d	6,22 \pm 0,11 d	5,49 \pm 0,006 d	5,45 \pm 0,17d
KINDISA	7,41 \pm 0,01 c	7,39 \pm 0,03 b	6,55 \pm 0,01 c	5,58 \pm 0,006 c
LUMONU	9,55 \pm 0,04 a	8,30 \pm 0,06 a	7,62 \pm 0,03 a	6,63 \pm 0,01 a
MUKOLESHI	7,58 \pm 0,006 b	6,82 \pm 0,02 c	6,69 \pm 0,006 b	6,24 \pm 0,006 b

Les résultats sont présentés sous forme de moyenne \pm écarts types des moyennes. Les valeurs affectées d'une même lettre sur la colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5 %.

Les résultats consignés dans le tableau 2 montrent qu'à 10 mois de plantation, toutes les variétés utilisées n'ont pas la même teneur en TCC. La variété LUMONU a montré une teneur en TCC élevée (9,55 \pm 0,04 $\mu\text{g/g}$), suivi des variétés MUKOLESHI et KINDISA qui ont donné respectivement 7,58 \pm 0,006 $\mu\text{g/g}$ et 7,41 \pm 0,01 $\mu\text{g/g}$ de TCC. La variété VIMPI a donné une teneur moyenne en TCC (de 6,30 \pm 0,03 $\mu\text{g/g}$). Tandis que les variétés GKA013/172 et GKA015/042 ont présenté une teneur relativement faible en TCC, 3,87 \pm 0,006 $\mu\text{g/g}$ et 3,81 \pm 0,01 $\mu\text{g/g}$ de TCC respectivement. Pour ce qui est de la variation de la teneur en TCC au cours du rouissage, les résultats consignés dans le tableau 2 montrent que pendant le rouissage il y a une réduction progressive de la teneur en TCC. La perte en β -Carotène n'est pas proportionnelle à la durée du rouissage et la quantité perdue diffère selon les variétés. Les résultats du jour 1 présentés dans la colonne 3 du tableau 2 montrent qu'à un (jour) du rouissage la variété LUMONU reste en tête avec une teneur en TCC élevée 8,30 \pm 0,06 $\mu\text{g/g}$, cette fois si suivi de la variété KINDISA 7,39 \pm 0,03 $\mu\text{g/g}$ qui n'a perdu que 0,02 $\mu\text{g/g}$ de TCC. La variété MUKOLESHI

qui a perdu que 0,76 $\mu\text{g/g}$ de TCC vient en troisième position avec une teneur moyenne en TCC de 6,82 \pm 0,02 $\mu\text{g/g}$. La variété VIMPI a montré une teneur en TCC de 6,22 \pm 0,11 $\mu\text{g/g}$ avec donc une réduction de 0,08 $\mu\text{g/g}$. Les variétés GKA013/172 et GKA015/042 ont montré une faible teneur respectivement de 3,86 \pm 0,02 $\mu\text{g/g}$ et 3,80 \pm 0,01 $\mu\text{g/g}$ (soit une réduction de 0,01 $\mu\text{g/g}$). Presqu'une même tendance est observée à deux (2) jours du rouissage avec échange de position entre la variété KINDISA et la variété MUKOLESHI, la variété KINDISA a perdu 0,84 $\mu\text{g/g}$ de TCC et a donné une teneur en TCC légèrement inférieur (6,55 \pm 0,01 $\mu\text{g/g}$) à la variété MUKOLESHI qui n'a perdu que 0,13 $\mu\text{g/g}$ de TCC par rapport au jour 1. La variété LUMONU a perdu 0,68 $\mu\text{g/g}$ de TCC avec une rétention de 7,62 \pm 0,03 $\mu\text{g/g}$. La quantité perdue était de 0,73 $\mu\text{g/g}$ pour une rétention de 5,49 \pm 0,006 pour la variété VIMPI ; tandis que les variétés GKA013/172 et GKA015/042 ont perdu respectivement 0,58 $\mu\text{g/g}$ et 0,91 $\mu\text{g/g}$ de TCC pour des retentions de 3,28 \pm 0,02 $\mu\text{g/g}$ et 2,89 \pm 0,006 $\mu\text{g/g}$ de TCC. Les résultats du troisième jour de rouissage obtenus montrent que les pertes en TCC sont de l'ordre de 0,01

$\mu\text{g/g}$; 0,03 $\mu\text{g/g}$; 0,04 $\mu\text{g/g}$; 0,45 $\mu\text{g/g}$; 0,97 $\mu\text{g/g}$ et 0,99 $\mu\text{g/g}$ de TCC respectivement pour les variétés GKA015/042, GKA013/172, VIMPI, MUKOLESHI, KINDISA et LUMONU.

La perte en β -Carotène pendant le rouissage et selon les variétés : Au cours du rouissage la quantité en β -Carotène perdu est variable selon les variétés. Pour certaines variétés telles que (GKA015/042, GKA013/172 et VIMPI) la perte est très faible après 1 jour du rouissage (0,01 $\mu\text{g/g}$; 0,01 $\mu\text{g/g}$ et 0,02 $\mu\text{g/g}$ de TCC respectivement) et a tendance à augmenter après deux jours du rouissage (0,91 $\mu\text{g/g}$; 0,58 $\mu\text{g/g}$ et 0,73 $\mu\text{g/g}$ de TCC respectivement). Cependant, après 3 jours du rouissage cette quantité a tendance à diminué (0,01 $\mu\text{g/g}$; 0,03

$\mu\text{g/g}$ et 0,04 $\mu\text{g/g}$ de TCC respectivement. La variété KINDISA suit la même logique que les précédentes, à 1 jour du rouissage la quantité perdue est faible (0,02 $\mu\text{g/g}$), elle augmente après 2 jours du rouissage (0,84 $\mu\text{g/g}$) et l'augmentation continue au troisième jour (0,97 $\mu\text{g/g}$). Une observation contraire à celle faite pour les variétés précédentes (GKA015/042, GKA013/172 et VIMPI) a été faite pour les variétés LUMONU et MUKOLESHI. A 1 jour du rouissage, la perte en β -Carotène pour ces variétés est élevée (1,25 $\mu\text{g/g}$ et 0,76 $\mu\text{g/g}$ de TCC respectivement). Cette quantité diminue au deuxième jour (0,68 $\mu\text{g/g}$ et 0,13 $\mu\text{g/g}$ de TCC respectivement) et augmente au troisième jour du rouissage (0,99 $\mu\text{g/g}$ et 0,45 $\mu\text{g/g}$ respectivement).

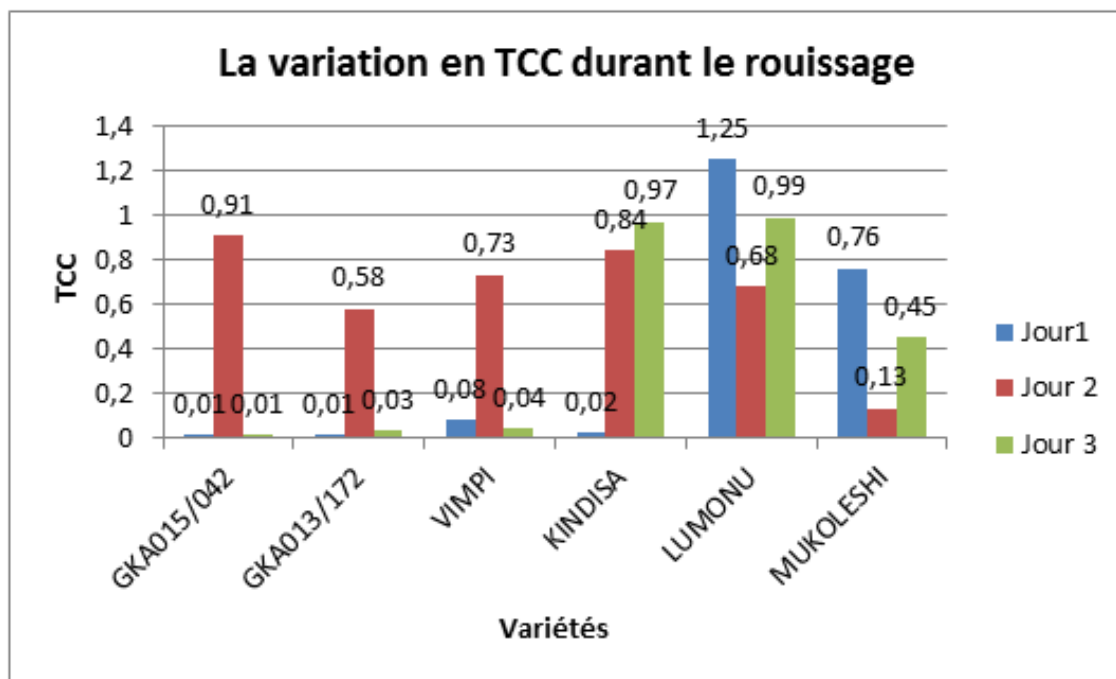


Figure 2. La variation de la teneur en TCC pendant le rouissage et en fonction des variétés

L'évolution de la teneur en MS pendant le rouissage : La figure 3 montre que la matière sèche diminue progressivement avec le rouissage. Moins les racines restent dans l'eau, moins elles perdent une certaine quantité en matière sèche et plus les racines restent dans l'eau, plus elles perdent en terme de matière sèche. La quantité en matière sèche diffère

selon les variétés. A 10 mois de plantation les % en matière sèche sont de l'ordre de 36,6 ; 37,9 ; 35 ; 27,9 ; 34,4 et 35% respectivement pour les variétés GKA015/042, GKA013/172, VIMPI, KINDISA, LUMONU et MUKOLESHI. On observe une réduction de la teneur en MS pendant tous les jours du rouissage. Cependant la quantité perdue n'est

pas la même pour toutes les variétés. Elle diffère selon les variétés et selon le nombre de jours du rouissage. A 1 jour du rouissage, les pertes étaient de l'ordre de 0,5% ; 0,6% ; 0,7% ; 1,3% ; 4,2% et 6,4% de la matière sèche respectivement pour les variétés KINDISA, LUMONU, GKA013/172, GKA015/042, MUKOLESHI et VIMPI. La variété VIMPI a perdu une grande quantité de la matière sèche après 1 jour du rouissage (6,4%) comparée aux autres variétés. Elle est suivie par la variété MUKOLESHI qui a perdu 4,2%. La variété KINDISA n'a perdu que 0,5%. Le deuxième jour du rouissage, les pertes étaient de l'ordre

de 0,2% ; 0,9% ; 1,1% ; 1,3% ; 2,2% et 2,5% de la matière sèche respectivement pour les variétés KINDISA, GKA013/172, VIMPI, MUKOLESHI, LUMONU et GKA015/042. Comme au jour 1, la variété KINDISA a perdu une très faible quantité en matière sèche le jour 2 (0,2%) comparé aux autres variétés. Les variétés LUMONU et GKA015/042 ont montré une réduction importante (2,2% et 2,5% respectivement). Importantes pertes en matière sèche sont également observées au jour 3, les pertes sont de 0,2% ; 1,8% ; 2,1% ; 2,2% ; 4,6% et 4,7%.

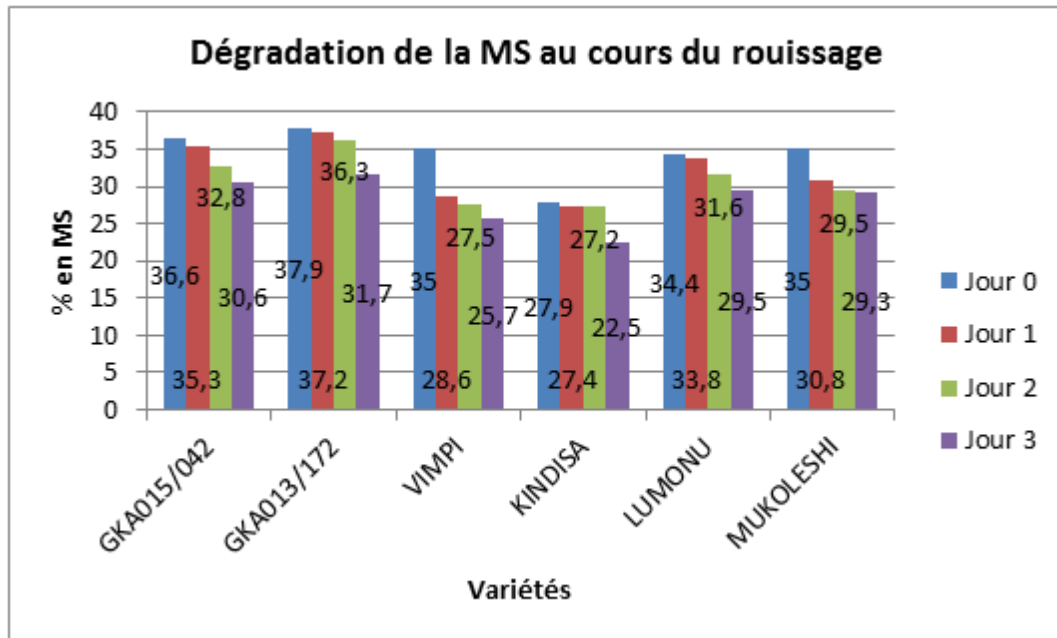


Figure 3. L'évolution de la matière sèche au cours du rouissage

DISCUSSION

Les résultats obtenus dans cette étude montrent que la teneur en TCC varie en fonction des variétés. Les valeurs en TCC obtenues des analyses des racines avant rouissage sont de $3,81 \pm 0,01 \mu\text{g/g}$; $3,87 \pm 0,006 \mu\text{g/g}$; $6,30 \pm 0,03 \mu\text{g/g}$; $7,41 \pm 0,01 \mu\text{g/g}$; $7,58 \pm 0,006 \mu\text{g/g}$ et $9,55 \pm 0,04 \mu\text{g/g}$ respectivement pour les variétés GKA015/042, GKA013/172, VIMPI, KINDISA, MUKOLESHI et LUMONU. En comparant les valeurs moyennes en TCC obtenues avec les moyennes en caroténoïdes

totales du catalogue national (SENASSEM, 2019), les variétés LUMONU et MUKOLESHI dont les intervalles standards en TCC sont connus, ont donné de valeurs en TCC correspondant à leur intervalle standard qui est de 8-10 $\mu\text{g/g}$ de TCC pour la variété LUMONU et 7 $\mu\text{g/g}$ de TCC pour la variété MUKOLESHI. Les moyennes obtenues dans notre travail pour ses deux variétés sont de 7,58 $\mu\text{g/g}$ et 9,55 $\mu\text{g/g}$ de TCC respectivement pour MUKOLESHI et LUMONU à 10 mois de

plantation. NSANGU (2020) a enregistré dans une étude d'évaluation de capacité de source et stockage en caroténoïdes totaux des génotypes de manioc à pulpe jaune les moyennes de l'ordre de 7,16 $\mu\text{g/g}$ pour la variété MUKOLESHI et 10,25 $\mu\text{g/g}$ de TCC pour la variété LUMONU à 12 mois de plantation. A 10 mois de plantation ces variétés peuvent donc déjà atteindre la quantité limite en TCC. Cependant, au cours du rouissage les résultats obtenus montrent une réduction progressive de la teneur en β -carotène. Cette perte augmente avec le rouissage et varie selon les variétés. A un (1) jour du rouissage, les pertes observées sont de 0,01 $\mu\text{g/g}$; 0,01 $\mu\text{g/g}$; 0,08 $\mu\text{g/g}$; 0,02 $\mu\text{g/g}$; 1,25 $\mu\text{g/g}$ et de 0,76 $\mu\text{g/g}$ de TCC respectivement pour les variétés GKA015/042, GKA013/172, VIMPI, KINDISA, LUMONU et MUKOLESHI comparé aux teneurs en TCC de ces variétés avant le rouissage. Le deuxième jour du rouissage les pertes étaient de 0,13 $\mu\text{g/g}$; 0,58 $\mu\text{g/g}$; 0,68 $\mu\text{g/g}$; 0,73 $\mu\text{g/g}$; 0,84 $\mu\text{g/g}$ et 0,91 $\mu\text{g/g}$ de TCC respectivement pour les variétés MUKOLESHI, GKA013/172, LUMONU, VIMPI, KINDISA et GKA015/042. Et le troisième jour ces pertes étaient de 0,01 $\mu\text{g/g}$; 0,03 $\mu\text{g/g}$; 0,04 $\mu\text{g/g}$; 0,45 $\mu\text{g/g}$; 0,97 $\mu\text{g/g}$ et 0,99 $\mu\text{g/g}$ de TCC pour les variétés GKA015/042, GKA013/172, VIMPI, MUKOLESHI, KINDISA et LUMONU respectivement. Globalement les pertes en β -Carotène sont de l'ordre de 0,62 $\mu\text{g/g}$; 0,85 $\mu\text{g/g}$; 0,93 $\mu\text{g/g}$; 1,34 $\mu\text{g/g}$; 1,83 $\mu\text{g/g}$ et 2,92 $\mu\text{g/g}$ de TCC respectivement pour les variétés GKA013/172, VIMPI, GKA015/042, MUKOLESHI, KINDISA et LUMONU (soit 16% ; 13% ; 24% ; 17,7% ; 24,7% et 30,6% de pertes respectivement). En comparant ces résultats à ceux obtenus par Taleon *et al.*, (2017) dans une étude de rétention des caroténoïdes dans le manioc

jaune biofortifié traité avec des méthodes traditionnelles, ces pertes en TCC obtenues dans notre étude sont insignifiantes (%) comparées à celles des produits finis comme le fufu et la chikwangue reportés par ces auteurs, perte qui était comprise entre 96,9% à 99,2% pour le fufu et entre 81,9% à 96% pour la chikwangue. S'agissant de la matière sèche, la teneur en matière sèche varie selon les variétés. Ceci est en accord avec les travaux d'Abéga et Lambot (2000) qui ont observé des différences hautement significatives entre les taux de matière sèche de plusieurs clones améliorés. Ces différences pourraient s'expliquer par les propriétés génotypiques de ces variétés (El-Sharkawy, 2003). Les teneurs en matière sèche obtenus dans notre étude sont de 36,6% ; 37,9% ; 35% ; 27,9% ; 34,4% et 35% respectivement pour les variétés GKA015/042, GKA013/172, VIMPI, KINDISA, LUMONU et MUKOLESHI. En comparant les teneurs en MS obtenus avec quatre (4) de nos variétés déjà cataloguées par SENASEM (à savoir les variétés LUMONU, VIMPI, KINDISA et MUKOLESHI) avec les teneurs moyennes en matière sèche du catalogue national (SENASEM, 2019), les teneurs obtenues avec nos échantillons de 10 mois correspondent à leur intervalle standard qui est de 35% pour la variété LUMONU, 35-39% pour la variété VIMPI, 25-27% pour la variété KINDISA et 35-40% pour la variété MUKOLESHI. Cependant, au cours du rouissage, nous avons assisté à une dégradation de la matière sèche. Cette dégradation est proportionnelle à la durée du rouissage. Les pertes globales en matière sèche enregistrées dans cette étude étaient de 4,9% ; 5,4% ; 5,7% ; 6% ; 6,2% et 9,3% pour les variétés LUMONU, KINDISA, MUKOLESHI, GKA015/042, GKA013/172 et VIMPI respectivement.

CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

Le présent travail traite sur l'effet de la durée du rouissage sur la variation de la teneur en β -Carotène de manioc jaune. Son objectif était de

pouvoir définir une durée de rouissage convenable pour certaines variétés de manioc à pulpe jaune enfin d'éviter ou sinon de réduire

les pertes en β -carotène liées à l'opération du rouissage. Pour ce faire, 6 clones et variétés à pulpe jaune (GKA013/172, GKA015/042, VIMPI, KINDISA, LUMONU et MUKOLESHI) ont été utilisées. Les analyses ont portées sur la variation en TCC et sur la dégradation de la matière sèche. Les résultats ainsi obtenus ont montré que lors du rouissage, il y a des pertes en β -Carotène. Cependant, ces pertes en β -Carotène diffèrent selon les variétés. La perte la plus faible a été obtenue avec la variété GKA013/172 (0,62 $\mu\text{g/g}$ de TCC) et la perte la plus élevée a été obtenu avec la variété LUMONU (2,92 $\mu\text{g/g}$ de TCC). Quant 'à la teneur en matière sèche, les résultats obtenus dans cette étude ont montré que la teneur en matière sèche se dégrade progressivement avec le rouissage. Cependant, cette dégradation de la matière sèche varie selon les variétés. La variété LUMONU qui a perdu la grande quantité en β -Carotène a perdu une faible quantité en matière sèche (4,9%) comparé aux autres variétés. La variété VIMPI qui était parmi les variétés qui ont perdu une faible quantité en β -carotène a perdu une grande quantité de la matière sèche. Cette

étude a cependant permis de comprendre que la teneur en β -Carotène dans les racines de manioc jaune diminue avec la durée du rouissage, et que cette diminution de la teneur en β -Carotène dans les racines de manioc jaune pendant le rouissage diffère selon les variétés. La détermination de la durée du rouissage convenable pour une bonne rétention en TCC est donc difficile compte tenu de variations qui ne sont pas proportionnelles à la durée du rouissage. La technique de fabrication de la farine panifiable de manioc jaune serait peut-être la meilleure solution pour retenir une quantité maximale de β -Carotène. Les études ultérieures sont cependant nécessaires. Il est donc opportun de poursuivre ultérieurement les études sur la rétention en β -Carotène pendant les autres étapes de la transformation de racines de manioc jaune afin d'établir un bilan réel entre les quantités réellement perdues et les quantités qui arrivent dans les assiettes de consommateurs ; mais également chercher à bien identifier les facteurs à la base de la diminution de la teneur en β -Carotène sur les produits obtenus.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été conduite grâce au concours scientifique du staff du Programme National Manioc du Centre de Recherches de

l'INERA-Mvuazi. Nous tenons à remercier le projet HarvestPlus pour le soutien financier sans lequel cette étude ne serait pas réalisée.

REFERENCES

- Abéga J. et Lambot C : 2000. Évaluation technologique de clones améliorés de manioc, rapport intermédiaire No 2. CRD Nestlé (Edition), Abidjan (Côte d'Ivoire), 24 pp.
- Claire M.D., Laure B. et Philippe, 2001. Produits végétaux riches en carotènes. Fiches descriptives et pratiques à l'usage des Pays sahéliens. IRD, OMS, 40 p.
- Crabbe 1978. Recueil d'instructions climatiques INERA, Yangambi 263p.
- El-Sharkawy MA : 2003. Cassavabiology and physiology. Plant Molecular Biology 53: 621- 641.
- INRAB, 2016. Préférences et facteurs de choix des variétés de manioc au Togo, 29p.
- Minengu J. D. D. 2018. Cours de phytotechnie spéciale des plantes, cours dispensé en Ir 1 phytotechnie, inédit Université Kongo, 119 pages.
- Nsangu M., 2020. Évaluation de capacité de source et de stockage en caroténoïdes totaux des géotypes de manioc (*Manihot esculenta* Crantz). Mémoire

- de fin d'études, Université Kongo, Version inédit, 55pp.
- PRONAM., (2021)., Procédé d'extraction de bêta-carotène 7pp.
- PRONANUT, 2015. Carence en micronutriments, in PNDS volet nutrition 2011-2015, 42pp.
- SENASAEM, 2019 : Catalogue National Variétal des Cultures Vivrières (Répertoire des Variétés Homologuées des Plantes à Racines, Tubercules et du Bananier). 124pp.
- Taleon, V., Mugode, L., Cabrera-Soto, L., and Palacios-Rojas, N., 2017. Carotenoid retention in biofortified maize using different post-harvest storage and packaging methods. *Food Chemistry*, 232:60–66.
- Trèche S, Massamba J, 1993. Facteurs influençant les modalités de rouissage du manioc au Congo. Communication présentée au colloque *Anthropologie alimentaire et développement en Afrique intertropicale : du biologique au social*, 27-30 Avril 1993, Yaoundé, Cameroun.
- Trèche S, Massamba J, 1995. « Les modes de transformation traditionnels du manioc au Congo ». In Agbor Egbe T., Brauman A., Griffon D., Trèche S, éd. : *Transformation alimentaires du manioc*, Orstom.