

ORIGINAL ARTICLE

Mise au point d'un Procédé de Conservation de la Pulpe de Fruit de Safou (*Dacryodes edulis*) par la Méthode de Déshydratation-Imprégnation par immersion (DII)

Philippe Diakabana^{*a,b,d,e} / Michel Gadet Dzondo^{a,c} / Lyv-Gon Stéven Mvili^{a,c} / Reyes Herdenn Gampoula^{a,c} / Arnaud Wenceslas Geoffroy Tamba Sompila^{a,c}

Authors' Affiliation

^aDépartement de Génie Microbiologie alimentaire et Génie Biomédical, Institut National de Recherche en Sciences de l'Ingénieur, Innovation et Technologie, Brazzaville

^bInstitut d'Agronomie, Université Protestante de Brazzaville, Brazzaville

^cEcole Nationale Supérieure Polytechnique, Université Marien NGOUABI, Brazzaville

^dEcole Supérieure de Technologie des Cataractes, Brazzaville

^eInstitut Supérieur de Technologie Agroalimentaire et d'Agronomie, Université Libre du Congo, Brazzaville

Corresponding author

Philippe Diakabana

Email

diakabanap@yahoo.fr

Funding source

None

Abstract

Le but du travail consiste de mettre au point un procédé de conservation de la pulpe de fruit de safou cuit par la méthode de déshydratation-imprégnation par immersion (DII). Au cours de la méthode de DII, la pulpe cuite de safou est immergée dans des solutions de couverture concentrées de NaCl et de vinaigre choisies en fonction des caractéristiques organoleptiques et de la stabilité physico-chimique du produit testé. Le pH, la conductivité et les pertes en masse sont les paramètres étudiés. Les résultats montrent que la valeur du pH estimée à 3,77 répond à la norme des produits acides en conservation. Les analyses organoleptiques révèlent que l'échantillon de pulpe de safou immergé dans de la saumure à 2% est évalué à 39,68 % d'acceptabilité du point de vue gustatif et à 42,59 % de texture par rapport à l'échantillon de pulpe de safou conservée à 4% apprécié respectivement à 34,92 % et 18,52 %. Par contre le goût de l'échantillon de pulpe de safou conservé dans du vinaigre est moins bien apprécié (25,39 %).

Application Pratique

La pulpe cuite du fruit de safou peut être conservée pendant trois mois pour sa commercialisation à grande distance en vue de satisfaire les consommateurs éloignés de lieux de récolte. De plus, cette partie essentielle et comestible du fruit de safou peut être produite à grande échelle et être rendue disponible pendant certaines périodes de disettes et dans divers espaces géographiques.

Mots clés : déshydratation-imprégnation par immersion, solutions de couverture, pulpe de fruit de safou, conductivité, perte en masse.

1. Introduction

Au Congo-Brazzaville, l'essentiel des conserves et semi-conserves destinées à satisfaire les besoins des populations est importé. La conservation traditionnelle n'en tire pas profit (Bousmaha *et al.*, 2009).

Le safou est le fruit comestible du safoutier (*Dacryodes edulis* (G.Don) H.J.Lam), un arbre fruitier (Silou, 1996) largement cultivé sur le Golfe de Guinée (Kengué, 1990 ; Silou, 1994, Kengué, 2006), en Afrique Centrale (Kengué, 1990 ; Tabuna, 1999 ; Silou *et al.*, 2000; Poligui

et al., 2013), notamment au Congo (Awono *et al.*, 2008). Les tropiques bénéficient d'une grande variété d'espèces de safoutiers (Anegbeh *et al.*, 2005) qui y poussent en grande quantité. Mais les conditions climatiques accélèrent souvent la dégradation de la qualité de leurs fruits, en particulier après la récolte.

Par leur nature particulièrement thermosensible, périssable, les fruits de safou ont une durée de conservation post-récolte limitée. Les pertes après récolte sont estimées à 50 % au Congo Brazzaville (Silou *et al.*, 1991) et au Cameroun

(Kengué, 2002), 65% au Nigéria (Nwufo & Anyim, 1998). Ces pertes post-récolte de fruits de *safou* sont causées par facteurs mécaniques, physiologiques ou pathologiques. Ces facteurs extrinsèques du fruit de *safou* peuvent être aggravés par des techniques post-récoltes déficientes (Silou *et al.*, 2007).

Pour réduire les importantes pertes post-récoltes de fruit de *safou* (Emebiri & Nwufo, 1990), plusieurs innovation en technologie de conservation sont développées afin d'améliorer les méthodes conventionnelles (Noumi *et al.*, 2006), notamment le séchage solaire (Silou *et al.*, 1991) et le pré-refroidissement (Kengué, 2006). Le *safou* séché ne fait pas l'unanimité chez les consommateurs (Tabuna & Tanoé, 2009).

Dans le contexte de la commercialisation des produits agricoles et alimentaires d'origine tropicale, diverses stratégies de développement du marché du *safou* (*Dacryodes edulis*) (Awono *et al.*, 2002) en Europe (Tabuna, 1999) sont élaborées (Tabuna, 2002).

La méthode de déshydratation-imprégnation par immersion (DII) mise en œuvre (Heng *et al.*, 1990; Raoul Wack, 1991; Valdez Fragoso, 1998; Jiokap Nono *et al.*, 2001) a été étudiée dans le contexte de la conservation de la pulpe du fruit de *safou* cuit, notamment en évaluant les paramètres technologiques (Conway *et al.*, 1983) qui gouvernent les propriétés organoleptiques du produit durant le temps de stockage.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel

Le matériel végétal mis en œuvre est constitué d'un stock de 200 fruits de *safou* de bon état de maturité, de forme et de calibre définis. Des fruits de *safou* de l'espèce « *edulis* » proviennent

du marché Total dans l'arrondissement 2 Bacongo, Département de Brazzaville, Congo.

Ces fruits choisis présentent des caractéristiques initiales relatives à une texture ferme au toucher, des formes oblongue et allongée (Photo 1), et une teneur en eau de 86-88 %.

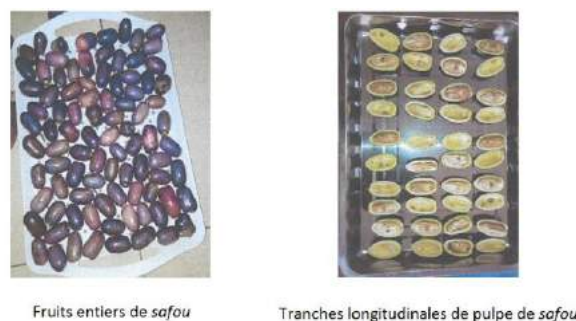


Photo 1 : Echantillons de fruits mûrs de *safou* et de tranches de pulpe de *safou* dénoyauté

2.2. Solutés et solutions

Le choix de soluté s'est porté sur le sel marin (NaCl) pour la préparation de la saumure, et celui de solution sur le vinaigre (acide acétique).

Ces solutions de couverture sont utilisées pour assurer le processus de déshydratation-imprégnation par immersion des tranches de pulpe de fruits de *safou* en vue de tester l'efficacité du processus de conservation.

2.3. Méthodes

2.3.1. Technologie du processus de déshydratation-imprégnation par immersion DII

Le procédé d'élaboration de conserves de la pulpe de *safou* à partir du fruit a été conduit selon les étapes suivantes :

- ✓ Après l'achat, les fruits de *safou* ont été transportés au laboratoire et rangés à température ambiante en vue de leur élaboration en conserve ;

- ✓ Le triage des fruits de *safou* s'est fait selon les critères suivants : variétés, degré de murissement, déformations, éventuelles dégradations. L'opération de triage s'est fait manuellement afin d'éliminer tous les fruits défectueux ne répondant aux qualités consignées dans la procédure du triage ;
- ✓ Le calibrage a été effectué pour évaluer les dimensions, notamment la taille du fruit au moyen du pied à coulisse. Le pesage de chaque fruit a été assuré au moyen d'une balance de précision (0,001 g) de marque Pro Explorer ;
- ✓ Après le calibrage, on a procédé au lavage des fruits dans l'eau potable, ensuite à l'égouttage. Après l'égouttage, les échantillons de fruits de *safou* ont ensuite été plongés dans une bassine contenant une solution d'hypochlorite de sodium à 0,09 % pendant 10 minutes pour assurer la désinfection ;
- ✓ Après vidange de la solution d'hypochlorite, les fruits de *safou* ont été rincés avec de l'eau potable afin d'assurer leur propreté. Les fruits de *safou* propres ont été égouttés, ensuite essuyés au moyen d'un linge hydrophile pour éliminer toutes les traces d'eau superficielle ;
- ✓ A partir de fruits superficiellement déshydratés, la pulpe de fruit de *safou* a été séparée du noyau à l'aide d'un couteau inoxydable, propre et flambé à la flamme de bec de Bunsen, ensuite refroidi ;
- ✓ Après le dénoyautage, la coque brune adhérent la partie intérieure de la pulpe a été raclée au moyen d'une cuiller à soupe pour assurer une propreté de ce tissu;

- ✓ A cette étape, le pesage a consisté de mesurer la masse de la pulpe et celle de l'amande (noyau) pour chaque fruit. Cette opération a permis d'évaluer le rapport pulpe/amande.

Le type de bocaux utilisés pour la conservation des tranches de pulpe de *safou* étaient en verre munis de bouchons twist off.

Avant la mise en conserve des échantillons, ces bocaux ont été préalablement nettoyés et stérilisés à l'eau de Javel en les plongeant ensuite dans l'eau potable bouillante pendant 10 minutes.

2.3.2. Préparation de liquide de couverture ou de déshydratation-imprégnation par immersion DII

2.3.2.1. Préparation de la saumure et de Solution de vinaigre

La saumure a été préparée à chaud avec du sel marine (gros sel) et de l'eau potable. A partir du mode de salage culinaire habituel des aliments, deux types de saumure obtenus, avec une valeur limite maximale du pH estimée à 4,3, ont été préparés en fonction de la quantité de sel utilisé et ayant conduit aux doses respectives de 2 % et 4 %.

2.3.2.2. Solution de vinaigre

Pour la conservation de la pulpe de *safou* et selon le mode de traitement culinaire d'acidification de légumes, le vinaigre utilisé a été dosé à raison de 6 % avec un pH inférieur à 4,5.

Ainsi, 225 ml de vinaigre ont été versés dans un bocal de 370 ml contenant des tranches de pulpe de *safou*; le contenu du bocal a été laissé à incubation pendant une semaine tout en le remuant pour permettre le processus de macération.

2.3.3. Analyse physico-chimique

2.3.3.1. Mesure de la masse de pulpe de safou au cours du processus de DII

La mesure de la masse, exprimée en g, de pulpe de *safou* immergée dans la solution de couverture a été effectuée au moyen d'une balance de précision $\pm 0,001$ g (Pro Explorer de marque OHAOUS).

La pulpe de *safou* pesée a été immergée dans un échantillon de saumure et les prélèvements effectués toutes les 20 minutes.

Après le saumurage, la pulpe de *safou* retirée de la saumure, égouttée et pesée.

2.3.3.2. Détermination de la conductivité de la solution de couverture

La conductivité de la solution de couverture a été directement déterminée (suivant le mode opératoire décrit sur la notice de l'instrument de mesure) à partir de la solution de couverture au moyen d'un multimètre d'analyse électrochimique (electrochemical analyser) de marque Consort version C6030. La conductivité s'exprime en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

2.3.3.3. Evaluation du pH de la solution de couverture

Le pH a été évalué (d'après le mode opératoire décrit sur la notice de l'instrument de mesure) à partir de la solution de couverture au moyen d'un multimètre d'analyse électrochimique (electrochemical analyser) de marque Consort version C6030).

2.3.3.4. Appréciation de la température de la solution de couverture

Comme pour le pH et la conductivité, la mesure de la température en $^{\circ}\text{C}$ a aussi été déterminée (suivant le mode opératoire décrit sur la notice de l'instrument de mesure) à partir de la solution de

couverture au moyen d'un multimètre (electrochemical analyser) de marque Consort version C6030).

Une quantité de la saumure contenant des échantillons de pulpe a été prélevée au moyen d'une seringue et introduite dans un tube. Une électrode combinée a été introduite dans ce tube ; la valeur de la conductivité, celle du pH et la température ont été lues sur l'écran.

2.3.4. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle a été réalisée en triple sur un jury "technique" (Bernard, 1988), panel constitué de 7 personnes au sein du laboratoire de microbiologie alimentaire du Centre de Recherche et d'Initiation des Projets de Technologie.

Trois échantillons de pulpe de *safou* traités par les différentes formulations testées ont été présentés aux panélistes pour apprécier la couleur, l'odeur, le goût et la texture notés sur une échelle de 1 (Mauvaise) à 4 (Très bonne).

2.3.5. Analyse statistique

Pour l'analyse des paramètres relatifs à la morphologie, la masse des fruits de *safou* et ceux du processus de conservation de la pulpe par DII, la méthode basée sur la loi en cloche de Gauss-Laplace (Larrieu, 1988) a été utilisée pour déterminer la répétitivité des mesures d'analyse et d'opérations. Les tests ont été effectués en triple ; les valeurs relatives à la moyenne, l'écart-type, le coefficient de variation et l'intervalle de confiance ont été déterminées.

3. Résultats et discussion

3.1. Résultats

3.1.1. Paramètres massiques et morphologiques du fruit testé

3.1.1.1. *Evaluation des paramètres morphologiques du fruit de safou*

La mesure de dimensions du fruit de safou permet d'évaluer sa taille (Tableau 1).

Les valeurs moyenne et d'écart-type de la longueur (5,22±0,32 cm) et de la largeur (2,81±0,17 cm) indiquent que la taille du fruit de safou testé est assez régulière (CV=6%) comme le révèlent respectivement les valeurs minimum (4,5 cm) et maximum (6,45 cm) pour la longueur d'une part, ensuite 2,4 cm au minimum et au maximum 3,75 cm pour la largeur d'autre part. Cependant la variation de l'épaisseur de la pulpe du fruit est significativement variable (CV= 23 %), avec un minimum de 0,2 cm par rapport à un maximum évalué à 0,45 cm.

3.1.1.2. *Caractéristiques massiques du fruit de safou*

Les caractéristiques massiques du fruit de safou sont évaluées par la mesure de la masse de produit testé (Tableau 2).

La masse du fruit entier est estimée à environ 34,84 ± 1,51 g et assez régulière (CV= 4,33%). Celle de la pulpe (21,66 ± 0,92 g) et assez régulière (CV= 4,24 %). La masse de l'amande (13,08 ± 0,98 g), représentant la plus petite quantité (37,5 % en poids) du fruit, et est légèrement dispersée (CV= 7,49%).

Dans le contexte de la répartition quantitative des parties de fruit testé (100% pondéral), la pulpe représente la partie la plus importante (62,2 % pondéral) par rapport à l'amande. Ce fruit de safou testé est suffisamment charnu.

3.1.2. *Evolution de la couleur et des paramètres physico-chimiques dans la saumure comme solution de couverture au cours du processus de DII*

Tableau 1: Paramètres morphologiques (longueur, largeur, épaisseur de la pulpe) de fruits testés de safou

Dimensions du fruit de safou	Valeur statistique de paramètres morphologiques du fruit de safou testé			
	Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation CV (%)	Minimum Maximum m
Longueur (cm)	5,22	0,32	6,21	4,5 6,45
Largeur (cm)	2,81	0,17	6,06	2,4 3,75
Epaisseur de la pulpe (cm)	0,32	0,07	22,97	0,2 0,45

n= 200 fruits de safou (Résultats obtenus à partir de 5 fois 40 fruits)

3.1.2.1. *La couleur*

La couleur des échantillons de tranches de pulpe de fruit de safou évolue différemment selon la solution de couverture utilisée au cours du processus de DII (Figure 1).

Au bout de trois mois de stockage du fruit de safou, un changement de couleur de la pulpe

différemment conservée selon la solution de couverture de saumure à 2 %, à 4 % NaCl, vinaigre 6 %) est noté.







Solution de couverture	Evolution de la couleur d'échantillons testés	
	1 ^{er} jour	3 mois
Saumure à 2 %		
Saumure à 4 %		
Vinaigre à 6 %		

Figure 1 : Evolution de la couleur d'échantillons des tranches de pulpe de fruit de safou selon la solution de couverture utilisée au cours du processus de DII

3.1.2.2. La température

Le profil de la valeur de température est décroissant dans les deux cas de la teneur en saumure employée (Figure 2).

Durant les 200 minutes de stockage du produit traité aux deux doses de saumure (2% et 4%) par DII, la valeur de la température (50 °C) décroît progressivement pour se stabiliser à partir de 140 minutes à une valeur d'environ 30°C le reste de temps de repos d'incubation.

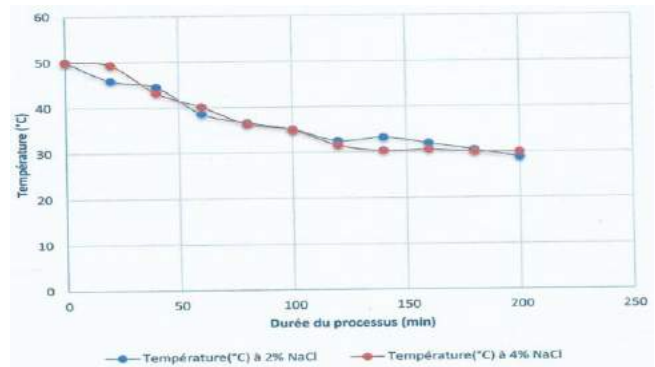


Figure 2 : Evolution de la température de la solution de couverture (saumure à 2 % et à 4 %) utilisée pour le traitement de la pulpe de safou au cours du processus de DII

Tableau 2. Evaluation de la masse des différentes parties (fruit entier, pulpe, amande) de fruit testé.

Paramètres statistiques	Masse des différentes parties du fruit testé (g)	
	Fruit entier	Pulpe
Moyenne	34,84	21,66
Ecart-type	1,51	0,92
Coefficient de variation CV (%)	4,33	4,24
Intervalle de confiance	34,84± 1,51	21,66± 0,92
Constitution pondérale (%)	100	62,2
		Amande
		13,08
		0,98
		7,49
		13,08± 0,98
		37,5

n= 200 fruits de safou (Résultats obtenus à partir de 5 fois 40 fruits)

3.1.2.3. Le pH

Les résultats obtenus dans les deux cas de dose de saumure révèlent un profil sinusoïdal des valeurs de pH de solution de couverture testée au cours du processus de DII (Figure 3).

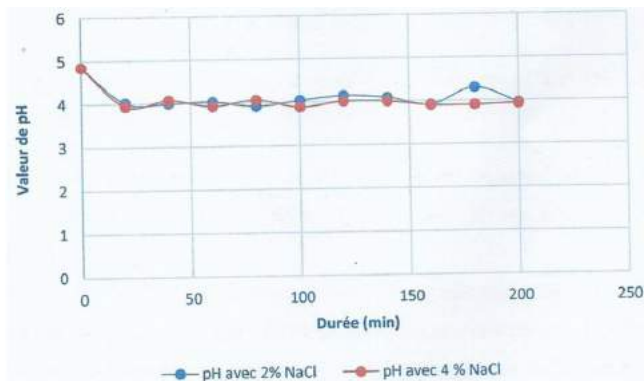


Figure 3 : Evolution de la valeur du pH de la solution de couverture (saumure à 2 % et à 4 %) utilisée pour le traitement de la pulpe de safou au cours du processus de DII

Durant les 200 minutes de stockage du produit traité aux deux cas de saumurage (2% et 4%) par DII, la valeur du pH décroît rapidement les tous premiers instants pour se stabiliser à partir de 15-20 minutes à une valeur de pH 4 le reste de temps de repos d'incubation.

3.1.2.4. La conductivité

Les résultats obtenus dans les deux cas de dose de saumure révèlent une décroissance progressive du profil de la conductivité de la solution de couverture testée au cours du processus de DII (Figure 4).

Pour la dose en saumure de 2 % de NaCl, la décroissance de la conductivité est régulière ; elle évolue de 165,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 121,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au bout de 180 minutes de repos d'incubation.

Tandis que pour la dose de saumure de 4 % NaCl, la conductivité décroît très rapidement de 170,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 126,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au bout de 40

minutes et baisse très lentement et discrètement à 121,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 180 minutes d'incubation.

Cette décroissance montre l'influence de la température et de la dose de saumure sur la conductivité.

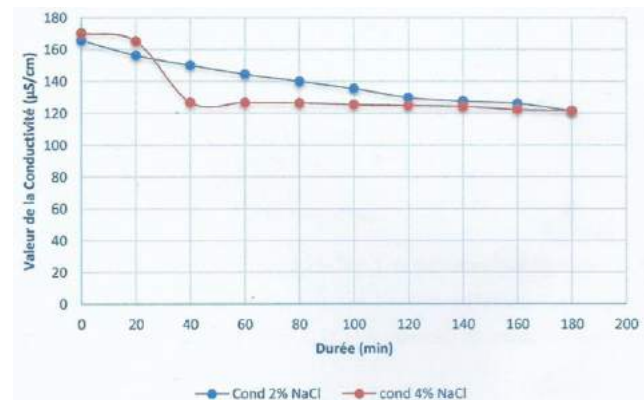


Figure 4 : Evolution de la valeur de la conductivité de la solution de couverture (saumure à 2 % et à 4 %) utilisée pour le traitement de la pulpe de safou au cours du processus de DII

3.1.2.5. Evolution de la masse de pulpe de fruit de safou

La masse de la pulpe de fruit de safou évolue dans le temps au cours du processus de DII (Figure 5).

Dans le cas de la saumure dosée à 2 % NaCl, le gain maximal (pic à 405 mg) de la masse de pulpe de safou est obtenu au bout de 80 minutes d'expérimentation, par rapport à 60 minutes pour le cas d'utilisation de la saumure dosée à 4 % (avec un pic à 400 mg).

Ensuite la perte de masse intervient lentement dans le cas de la saumure dosée à 2 % NaCl, mais plus rapidement avec la saumure dosée à 4 % NaCl.

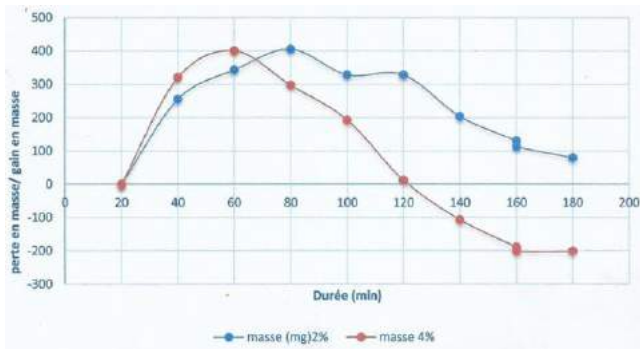


Figure 5: Evolution de la masse de la pulpe de *safou* immergée dans la solution de couverture (saumure à 2 % et à 4 %) au cours du processus de DII

3.1.3. Evolution mensuelle des paramètres physico-chimiques des solutions de couverture pendant 3 mois de stockage au cours de DII

3.1.3.1. La conductivité

Comparant la conductivité relative aux différentes solutions de couverture depuis le premier jour jusqu’au troisième mois de repos d’expérimentation à température ambiante, les résultats révèlent une diminution progressive de sa valeur (Figure 6)

La valeur de la conductivité est variable en fonction de la nature de la solution de couverture. Elle est plus élevée avec la saumure dosée à 4 % NaCl par rapport aux deux autres solutions de couverture testées. Elle décroît progressivement du premier jour (temps 0) au troisième mois dans chaque cas de solution de couverture testée.

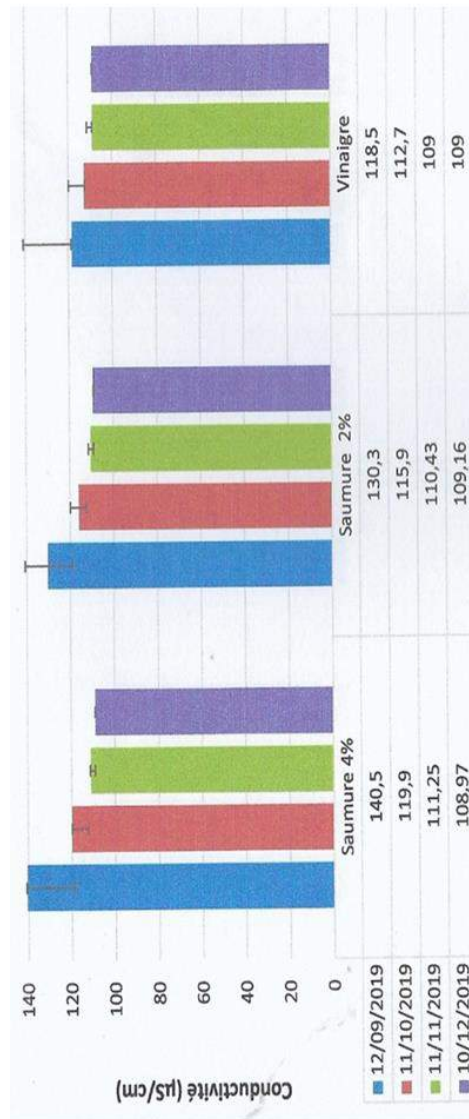


Figure 6 : Evolution de la conductivité des 3 différentes solutions de couverture (saumure à 4 % NaCl et à 2 % NaCl, vinaigre à 6 % acétate) testées au cours des 4 différentes périodes d’incubation. Les barres verticales représentent l’écart-type

3.1.3.2. Le pH

Les résultats de l’expérimentation révèlent la variabilité de la valeur du pH des solutions de couverture au cours de l’immersion de la pulpe de *safou* (Figure 7).

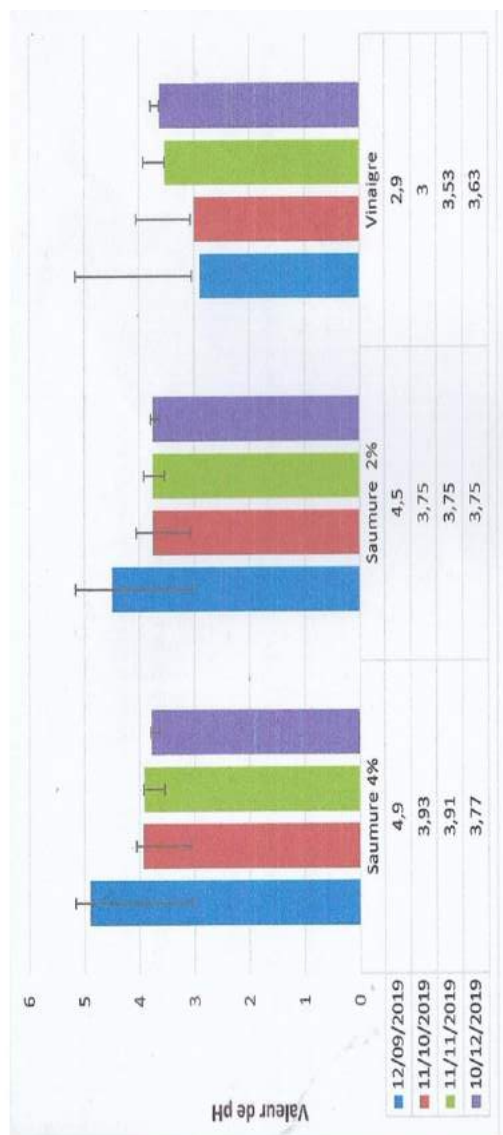


Figure 7 : Variabilité de pH des solutions de couverture (Saumure à 4 % et à 2 % NaCl, vinaigre 6% acétate) durant le processus d’immersion de la pulpe de safou en DII

3.1.4. Analyse des caractéristiques sensorielles des échantillons de pulpe de safou

Les résultats révèlent le niveau d’acceptabilité des caractéristiques sensorielles d’échantillon de pulpe de safou de trois de stockage (Tableau 3).

L’échantillon E2 ayant gardé la couleur caractéristique du fruit de safou cuit est sensoriellement le mieux apprécié à 38,33 % par rapport 35 % et 26,66 % respectivement pour les échantillons E1 et E3.

Tableau 3 : Cotation des caractéristiques sensorielles d’échantillons de pulpe de safou en immersion dans différentes solutions de couverture durant un stockage de trois mois

Niveau d’acceptabilité sensorielle	Echantillons testés de pulpe de safou en immersion dans 3 différentes solutions de couverture		
	E1	E2	E3
Couleur (%)	35	38,33	26,66
Goût (%)	39,68	34,92	25,39
Odeur (%)	33,87	40,32	25,8
Texture (%)	42,59	18,52	38,88

E1: échantillon avec saumure à 2 %; E2: échantillon avec saumure à 4 %; E3: échantillon avec vinaigre à 6%.

Pour le goût, l’échantillon E1 est favorablement apprécié avec un niveau d’acceptabilité de 39,68 % contre 34,92 % et 25,39 % respectivement pour les échantillons E2 et E3.

A propos de l’odeur, le meilleur niveau d’acceptabilité est attribué à l’échantillon E2 (40,32 %) suivi par celui d’E1 (33,87 %) et d’E3 (25,8 %).

Les résultats d’analyse sensorielle de la texture révèlent que l’échantillon E2 est défavorablement apprécié (18,52 %). Par contre les échantillons E1 (42,59 % d’acceptabilité) et E3 (38,88 % d’acceptabilité) présentent une bonne texture typique du safou cuit.

3.2. Discussion

La variabilité de dimensions du fruit de *safou* relatif à sa taille peut être d'origine culturelle et géographique (Silou *et al.*, 2002 ; Anegebeh *et al.*, 2005; Kinkéla *et al.*, 2006).

Les caractéristiques massiques et morphologiques ont permis de déterminer que ce fruit de safou provient d'un safoutier cultivar régulièrement planté au Congo (Silou *et al.*, 2000). La connaissance de ces paramètres permet de définir et d'assurer le processus de la mécanisation (Diakabana, 2020) de l'activité du traitement de fruit entier en tranches de pulpe de *safou*, en vue d'une production à grande échelle susceptible de répondre aux normes de qualité de la filière safou et aux attentes du marché européen en fruit de *safou* (Tabuna, 2002).

La technologie améliorée du procédé de conservation de la pulpe de *safou* est attendue dans des zones de production de fruits de *safou* (Noumi *et al.*, 2006).

Par rapport à cette attente, le procédé de conservation par utilisation des solutions concentrées en déshydratation-imprégnation par immersion (DII) est un bon moyen fiable de stockage de la pulpe du fruit cuit de safou (Raoult Walck, 1991 ; Vial *et al.*, 1991; Valdez Fragoso, 1998; Jiokak Nono *et al.*, 2001; Agassounon Djikpo *et al.*, 2012) afin de limiter des pertes post-récoltes (Silou *et al.*, 2007) et de créer des produits nouveaux à base de la pulpe de fruit de safou comme l'ont suggéré Bousmaha *et al.* (2009) dans l'étude sur l'amélioration du procédé de fermentation traditionnelle des olives vertes.

Avant la DII, un traitement préalable par pasteurisation de la pulpe de *safou* conduisant à son ramollissement (Noumi *et al.*, 2006) est

effectué dans le but d'obtenir un produit alimentaire cuit, ensuite biologiquement stable en inhibant d'éventuels microorganismes et en inactivant totalement les enzymes endogènes pouvant agir sur le produit lors du stockage (Nout *et al.*, 2003).

Au cours du stockage de la pulpe du fruit de *safou* effectué par DII dans un bocal en verre et hermétiquement clos, l'utilisation de la température modérée contribue au maintien de la bonne qualité nutritionnelle et organoleptique du produit (Jiokap Nono *et al.*, 2001).

La valeur finale de pH indique que la solution de couverture reste dans les limites de la valeur de pH des produits alimentaires acides (pH<4,5). En effet, ce niveau de pH pourrait réduire considérablement la nature des microorganismes pouvant se développer sur le produit (Agassounon Djikpo *et al.*, 2012). Le pH est l'un des paramètres les plus importants dans le contrôle de la qualité des denrées alimentaires (Nout *et al.*, 2003; Bousmaha *et al.*, 2009 ; Agassounon Djikpo *et al.*, 2012). C'est un facteur important lors de l'utilisation des régulateurs d'acidité en tant qu'agents de conservation (Nout *et al.*, 2003).

La diminution de la conductivité générée dans ce contexte correspond bien à la perte de minéraux (Conway *et al.*, 1983) de la solution de couverture pour migrer dans la pulpe de safou selon le processus d'imprégnation (Jiokap Nono *et al.*, 2001).

La migration des acides provenant des échantillons de la pulpe de safou évolue vers la solution de couverture par un processus d'élimination d'eau conduisant à la déshydratation des produits (Nout *et al.*, 2003) testés nécessaire à une bonne conservation biologique intrinsèque (Nout *et al.*, 2003).

Les résultats d'analyse sensorielle testée par le jury technique indiquent qu'il y a une influence technologique de la concentration en solutés de la solution de couverture sur la qualité sensorielle de la pulpe du fruit de safou relativement traitée (Bousmaha *et al.*, 2009).

4. Conclusion

Le choix de l'échantillon E1 de la pulpe du fruit de safou immergée dans la saumure dosée à 2 % NaCl est préféré pour le goût et la texture du produit cuit. La date limite de conservation des échantillons de pulpe de fruit de safou cuit testé est fixée à trois mois de stockage en immersion dans la solution de couverture à pH acide, notamment à pH inférieur à 4,5.

Conflit d'intérêt

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont nulle part de conflit d'intérêt pendant la soumission de l'article.

Reconnaisances

Les auteurs remercient M. Loïc Jean Philléons Diakabana Kiyindou, diplômé de l'EAD (Ecole Africaine de Développement) de Brazzaville, pour sa participation aux illustrations du texte.

Références

- Agassounon, D., Tchibozo, M., Gomez, S., Tchobo, F. P., Soumanou, M. M. & Toukourou, F. (2012). Essai de conservation de la tomate par la technique de la déshydratation imprégnation par immersion (DII). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6 (2), 657-669.
- Anegbeh, P.O., Ukafor, V., Tchoundjeu, Z., Leakey, R.R.B. & Schreckenberg, K. (2005). Domestication de *Dacryodes* : 1. Variation phénotypique des caractères des fruits de 100 arbres dans le Sud-est du Nigeria. *Nouvelles forêts*, 29, 2, 149-160.
- Awono, A., Ndoyé, O. & Schreckenberg, K. (2002). La commercialisation de *Dacryodes edulis* dans la zone forestière du Cameroun, Actes du 3ème Séminaire international sur la valorisation du safoutier et autres oléagineux non-conventionnels, Presses Universitaires d'Afrique, pp 400-417.
- Awono, A., Ingram, V., Manirarakiza, D., & Awona H. (2008). Etude de base de la filière *Dacryodes edulis* (safou) dans les provinces de Bas Congo et de Kinshasa (RDC). Rapport, CIFOR (Center for International Forestry Research).
- Bernard, M. (1988). Contrôle organoleptique. In: Biotechnology, Scriban R. coordonnateur; Technique et Documentation-Lavoisier, Troisième Edition, Paris, pp 643-660.
- Bousmaha, L., Yachioui, M. & Ouhssine, M. (2009). Amélioration du procédé de fermentation traditionnelle des olives vertes. *Afrique Science* 5 (1), 114- 125.
- Brahim, B., Souhail, B., Giet, J.M., Hamadi, A. & Christophe Blecker, C. (2011). Synthèse des connaissances sur la déshydratation osmotique. *Biotechnol. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 15 (1), 129-142.
- Conway, J., Castaigne, F., Picard, G. & Vora, X. (1983). Mass transfer consideration in the osmotic dehydration of apple. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 16, 25-29.
- Diakabana, P. (2020). Discussion générale. In Développement et expansion des Bioindustries : Pratiques des Biotechnologies dans le Bassin du Congo, pp 235-247.

- Emebiri, L.C. & Nwifo, M.I. (1990). Effect of fruit type and storage treatments on the biodeterioration of African pear (*Dacryodes edulis* (G. Don) H.J. Lam). *International Biodeterioration & Biodegradation*, 26, 45-50.
- Heng, K., Gilbert, S. & Cuq, J.L. (1990). Osmotic dehydration of papaya. Influence of process variables on the product quality. *Sciences des Aliments*, 10, 831-848.
- Jiokap Nono, Y., Nuadje G.B., Raoult-Wack A.-L. & Giroux, F. (2001). Déshydratation-imprégnation par immersion de rondelles de mangue (*Mangifera indica*): influence de la température et de la concentration de la solution sur les cinétiques de certains éléments constitutifs du fruit *Fruits*, 56, pp 169-177.
- Kengué, J. (1990). Le safoutier (*Dacryodes edulis*) (G. Don) HJ Lam. Premières données sur la morphologie et la biologie d'une Burseraceae fruitière et olifère d'origine africaine. Unpublished thesis, University of Yaoundé 200p.
- Kengué J. (2002). *Fruits for the future 3. Safou: Dacryodes edulis G. Don*. Southampton, UK: Southampton International Centre for Underutilized Crops.
- Kengué J. (2006). *Manuel No. 3. Safou: Dacryodes edulis. Manuel du vulgarisateur*. Southampton, UK: Southampton Centre for Underutilised Crops.
- Kinkéla, T., Kama-Niamayoua, R., Mampouya, D., & Silou T. (2006). Variations in morphological characteristics, lipid content and chemical composition of safou (*Dacryodes edulis* (G. Don) HJ Lam.) according to fruit diffusion. A case study. *African Journal of Biotechnology*, 5, 12.
- Larrieu, J. (1988). Utilisation de la statistique en gestion de qualité. In: Biotechnology, Scriban R. coordonnateur; Technique et Documentation-Lavoisier, Troisième Edition, Paris, pp 661-679.
- Noumi, G.B., Aboubakar Dandjouma, A.K., Kapseu, C. & Parmentier, M. (2006). Le savoir-faire local dans la valorisation alimentaire des fruits du safoutier (*Dacryodes edulis* (G. Don) H.J. Lam) au Cameroun. *Tropicultura*, 24, 1, 58-62.
- Nout, R., Hounouigan, J.D. & Van Boekel, T. (2003). Aspects de conservation. In: Les Aliments: Transformation, Conservation et Qualité. Backhus Publishers, CTA, Wageningen. The Netherlands, pp 85-140.
- Nwifo, M.I. & Anyim, C.O. (1998). Post-harvest handling and storage of African pear (*Dacryodes edulis*) in south-eastern Nigeria, Actes du 2ème Séminaire international sur la valorisation du safoutier et autres oléagineux non-conventionnels, Presses Universitaires de Yaoundé, 217-225.
- Poligui, R.N., Mouaragadja, I., Haubruge, E. & Francis, F. (2013). La culture du safoutier (*Dacryodes edulis* [G. Don] valorisation au Gabon (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 17 (1), 131-147.
- Raoul Wack, A.-L. (1991). Les procédés de DII dans des solutions concentrées: Etude expérimentale et modélisation des transferts d'eau et de soluté sur gel modèle. Thèse de doctorat, Université de Montpellier, France.
- Silou, T., Maniongui, J.G., Bounou, P. & Ouamba, J.M. (1991). Etude du séchage de la pulpe de safou: résultats préliminaires. *Tropicultura*, 9(2), 61-69.
- Silou, T. (1994). Le safou (*Dacryodes edulis* HJ LAM) oléagineux à vocation régionale dans le Golfe de Guinée. Synthèse des données physico-chimiques et technologiques. In Le safoutier –la poire africaine. Actes du séminaire régional sur la valorisation de la poire africaine. Yaoundé, Cameroun, pp 123-142.

Silou, T. (1996). Le safoutier (*Dacryodes edulis*) : un arbre mal connu. *Fruits*, 51 (1), 47-60.

Silou, T., Rocquelin, G., Gallon, G. & Molagui, T. (2000). Contribution à la caractérisation des safous (*Dacryodes edulis*) d'Afrique Centrale, Note II-Composition chimique et caractéristiques nutritionnelles des safous du district de Boko (Congo Brazzaville). Variation inter arbre. *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 77, 85-89.

Silou T., Massamba, D., Maniongui, J.G., Maloumbi, G. et Biyoko, S. (2007). Pertes après récolte par ramollissement naturel de la pulpe de safou (*Dacryodes edulis*) au Congo-Brazzaville. *Journal of Food Engineering*, 79 (2), 392-400.

Tabuna H. (1999). Le marché des produits forestiers non ligneux de l'Afrique centrale en France et en Belgique : produits, acteurs, circuits de distribution et débouchés actuels. *Jakarta: CIFOR*.

Tabuna, H. (2002). Stratégies de développement du marché du safou (*Dacryodes edulis*) en Europe, Actes du 3ème Séminaire international sur la valorisation du safoutier et autres oléagineux non-conventionnels. Presses Universitaires d'Afrique, 449-463.

Tabuna, H., Tanoé, M. (2009). Facteurs explicatifs et développement de la consommation actuelle du safou (*Dacryodes edulis*) au Cameroun. Yaoundé : World Agroforestry Centre (ICRAF).

Valdez Fragoso A. (1998). Etude du recyclage des solutions concentrées en déshydratation-imprégnation par immersion. Application au cas du traitement des pommes dans une solution de saccharose, Thèse de doctorat, ENSIA Massy, France.

Cite this paper as: Philippe Diakabana., Michel Gadet Dzondo., Lyv-Gon Stéven Mvili., Reyes Herdenn Gampoula. & Arnaud Wenceslas Geoffroy Tamba Sompila (2021). Mise au point d'un Procédé de Conservation de la Pulpe de Fruit de Safou (*Dacryodes edulis*) par la Méthode de Déshydratation-Imprégnation par immersion (DII). *Journal of Food Stability*, 4 (4), 1-13