

**ORIGINAL**

## Stockage d'un produit dérivé de soja (*Amonsoja* séché) conditionné au Bénin : évaluation de la stabilité dans deux types d'emballage

M. D. Michel Houssou<sup>1</sup> / T.U. Makosso A. Allavo<sup>2</sup> / Paul Ayihadji Ferdinand  
Houssou<sup>1</sup> / Valère Dansou<sup>3</sup> / Abel B. Hotegni<sup>1</sup> / Hugues Zannou<sup>1</sup> / Franck Hongbété<sup>2</sup> /

**Affiliation des auteurs**

<sup>1</sup>Programme Technologies  
Agricole et Alimentaire  
(PTAA) du Centre de  
Recherches Agricoles  
d'Agonkanmey (CRA-  
Agonkanmey) de l'Institut  
National des recherches  
Agricoles du Bénin  
(INRAB)

<sup>2</sup>Département de la Nutrition  
et des Sciences  
Alimentaires de la Faculté  
d'Agronomie (DNSA/FA)  
de l'Université de Parakou  
(UP)

**Corresponding author**

T.U. Makosso A. Allavo

**Email:**

[maallavo1@gmail.com](mailto:maallavo1@gmail.com)

**Funding source**

None.

**Abstract**

The objective of the study was to evaluate the stability of dried *Amonsoja* packaged in two types of packaging: doypack and plastic jars, during six weeks of storage at room temperature, with assessments every two weeks, using single-use and multi-use modes. Physical-chemical, microbiological, and sensory characteristics, as well as rehydration capacity, were assessed. Storage had a significant impact ( $p < 0.05$ ) on all physical-chemical characteristics of *Amonsoja* packaged in plastic jars for multi-use. In contrast, the water content of single-use dried *Amonsoja* remained stable. *Amonsoja* packaged in multi-use containers showed an increase in acidity and water activity. Microbial load significantly increased ( $p < 0.05$ ) for *Amonsoja* packaged in multi-use containers. Single-use samples maintained their sensory attributes. Rancidity appeared after 14 days for *Amonsoja* stored in multi-use containers, becoming unacceptable after 30 days. The rehydration capacity of *Amonsoja* was achieved within 35 minutes at 80 °C and 75 minutes at 30 °C. The evolution of the nutritional properties of dried *Amonsoja* during its storage warrants further exploration.

**Practical Application**

The use of two different types of packaging, each under two different conditions for storing dried soy cheese, has confirmed that doypacks and plastic jars are suitable for preserving dried *Amonsoja*. These packaging methods can, therefore, be promoted among soy processors to reduce spoilage of fresh *Amonsoja* during storage and ensure the quality of dried *Amonsoja*.

**Keywords:** Dried soy cheese, plastic packaging, packaged tofu, Stability evaluation

**Résumé**

L'objectif de l'étude était d'évaluer la stabilité du *Amonsoja* séché conditionné dans deux types de packaging : doypack et les bocaux en plastique, durant six semaines de stockage à la température ambiante, pendant toutes les deux semaines, en utilisant les modes usage unique et multiple. Les caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles, et la capacité de réhydratation ont été évaluées. Le stockage avait un impact significatif ( $p < 0,05$ ) sur toutes les caractéristiques physico-chimiques d'*Amonsoja* conditionnés dans les emballages plastiques à usage multiple. Tandis que la teneur en eau des *Amonsoja* séchés à usage unique, restait stable. *Amonsoja* conditionnés dans les emballages à usage multiple ont montré une augmentation de l'acidité et de l'activité de l'eau. La charge microbienne a augmenté significativement ( $p < 0,05$ ) pour les *Amonsoja* conditionnés dans les emballages à usage multiple. Les échantillons à usage unique maintenaient leurs attributs sensoriels. Un rancissement apparut au bout de 14 jours pour *Amonsoja* contenu dans les emballages à usage multiple, devenant inacceptable après 30 jours. La capacité de réhydratation des *Amonsoja* était atteinte avec une saturation au bout de 35 minutes à 80 °C et de 75 minutes à 30 °C. L'évolution des propriétés nutritionnelles de l'*Amonsoja* séché au cours de sa conservation mérite d'être explorée.

**Application**

L'utilisation de deux emballages différents, chacun dans deux conditions différentes pour la conservation de fromage de soja séché a permis de confirmer que les emballages doypack et bocaux sont pratiques pour la conservation du *Amonsoja* séché. Ces emballages peuvent donc être vulgarisés auprès des transformateurs/trices de soja afin de réduire les dégradations du *Amonsoja* frais pendant la conservation et garantir la qualité du *Amonsoja* séché.

**Mots clés :** fromage de soja séché, emballage plastique, tofu emballé, évaluation de la stabilité

## 1. Introduction

D'origine asiatique, le soja (*Glycine max* L.) est une légumineuse à graine reconnue pour sa valeur nutritionnelle. Au Bénin, cette légumineuse à graine gagne en popularité dans l'alimentation quotidienne, notamment sous forme de lait et de lait caillé, communément appelé "Amonsoja" (Konnon et Ahouéya, 2017). Ces deux produits dérivés du soja font partie des chaînes de valeur ajoutée mises en avant dans le cadre du Programme National de Développement de la Filière Soja (PNDF) 2019-2021 (Boroto Cimanuka, 2018 ; MAEP, 2019). Cela justifie l'attention particulière portée au « Amonsoja », dont la production et la consommation augmentent dans toutes les régions du Bénin.

Malgré son importance, la conservation de cette chaîne de valeur reste une préoccupation majeure pour les acteurs de la filière en raison de sa forte périssabilité. En effet, Amonsoja tel qu'il est actuellement produit ne peut être conservé au-delà d'une semaine à température ambiante (Houssou *et al.*, 2021). Par conséquent, il devient impératif de trouver une méthode de conservation plus efficace pour préserver les qualités nutritionnelles, microbiologiques et organoleptiques du Amonsoja sur une durée plus longue.

Les travaux de Houssou *et al.* (2021) ont identifié deux principales méthodes de conservation de l'Amonsoja au Bénin. La première consiste en la friture du Amonsoja, préférée par 69,23 % des transformateurs, mais qui permet seulement une conservation maximale de trois (03) jours. La deuxième méthode est le séchage de l'Amonsoja, utilisée par 11,54 % des transformateurs, offrant jusqu'à six (06) mois de conservation. Cependant, cette méthode endogène est exigeante et peu

maîtrisée par les acteurs, avec des équipements précaires, une durée de séchage prolongée (10 à 12 heures) et un aspect peu attrayant du produit séché.

Plusieurs auteurs ont entrepris des essais d'amélioration de la technologie de production de l'Amonsoja séché. Gbewadinou *et al.* (2022) ont évalué l'effet de trois techniques de séchage sur les qualités des Amonsoja séché. L'étude a permis d'obtenir un produit de qualité nutritionnelle et organoleptique supérieure, caractérisé par une couleur attrayante, une texture croustillante et une forme régulière. Cependant, des défis subsistent en ce qui concerne sa stabilité au fil du temps, notamment la prévention de la croissance de microorganismes, l'oxydation des graisses et le rancissement (Mathlouthi *et al.*, 1996). Il est essentiel de déterminer le type d'emballage approprié et les meilleures pratiques de conservation pour assurer la qualité et la durée de vie de l'Amonsoja séché. Les emballages jouent un rôle crucial dans la préservation des produits en les protégeant de la contamination, en facilitant leur transport, distribution, stockage, utilisation et élimination. Ils contribuent à maintenir la qualité du contenu du point de vue de l'hygiène, de la santé, de la nutrition, des caractéristiques sensorielles et de la technologie, garantissant ainsi une stabilité optimale (Ctac, 2010).

Actuellement, les bocaux en plastique sont largement utilisés par les transformateurs et les consommateurs pour conserver l'Amonsoja. De même, les emballages doypack (c'est un type d'emballage souple qui combine les avantages d'un sac doypack et l'utilisation de papier comme matériau principal) sont couramment utilisés pour conditionner les aliments secs (Senhofa, 2015). Cependant, l'impact de ces deux types d'emballage et de leurs modes d'utilisation sur la

qualité de l'*Amonsoja* séché pendant le stockage n'a pas encore été évalué. L'objectif de cette étude a été d'améliorer la stabilité à long terme de l'*Amonsoja* séché en explorant l'utilisation des emballages doypack et des bocaux en plastique pour son conditionnement.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Matériel

#### 2.1.1. Matériel végétal

La variété TGX 1910-10F du soja (Figure 1) a été utilisée dans le cadre de cette étude en raison de son aptitude à la transformation de l'*Amonsoja* comme rapporté par MAEP (2016).



**Figure 1** : Photo de graines de soja de la variété TGX 1910-10F

#### 2.1.2. Emballages

Les Doypacks en papier sont des emballages respectueux de l'environnement qui utilisent du papier comme matériau principal. Ils sont conçus pour être durables et écologiques, car le papier est un matériau recyclable, biodégradable et renouvelable. Ces emballages sont polyvalents et peuvent être utilisés pour une variété de produits, notamment des denrées alimentaires et des produits ménagers. Ils offrent la possibilité de personnaliser l'emballage avec des designs personnalisés pour mettre en valeur la marque et les informations du produit. Ils sont revêtus de matériaux qui les rendent résistants à l'humidité et

à la graisse, ce qui protège le contenu de manière adéquate. De plus, ils sont munis de systèmes de scellage hermétique pour préserver la fraîcheur du contenu et sont de plus en plus populaires en raison de leur aspect écologique et de leur capacité à répondre aux besoins des consommateurs soucieux de l'environnement. Ils ne sont pas réutilisables, mais disponibles sur le marché.



**Figure 2** : photo de bocaux plastique



**Figure 3** : photo doypack

Les emballages bocaux en plastique avec couvercle à vis présentent plusieurs caractéristiques clés. Ils sont fabriqués en plastique, ce qui les rend légers et résistants aux chocs. Les couvercles à vis assurent une fermeture hermétique, ce qui permet de conserver la fraîcheur des produits et d'éviter les fuites. Les bocaux qui ont été utilisés sont transparents, ce qui permet aux consommateurs de voir facilement le contenu, et ils sont disponibles dans différentes tailles pour s'adapter à divers besoins. De plus, ils sont réutilisables, ce qui en fait une option respectueuse de l'environnement. En raison de leur polyvalence et de leur capacité à conserver la qualité des

produits, les emballages bocaux en plastique avec couvercle à vis sont couramment utilisés pour une variété d'aliments et de produits ménagers.

### 2.1.3. Ingrédients

Le coagulant, les épices et le sel constituent les ingrédients qui ont été utilisés. Le coagulant qui a été utilisé pour l'obtention de l'*Amonsoja* est le lactosérum (petit lait) issu d'une précédente production de l'*Amonsoja* (Figure 4). Pour rehausser le goût de l'*Amonsoja*, quelques épices (Figure 5) ont été utilisées dont l'ail, l'oignon, le poivre, le gingembre, le piment et le sel. Ces épices ont été utilisées dans la même proportion pour tous les échantillons d'*Amonsoja* produits. Elles représentent les épices disponibles et utilisées par les femmes transformatrices de soja, rapporté par [Gbewadinou \(2022\)](#).



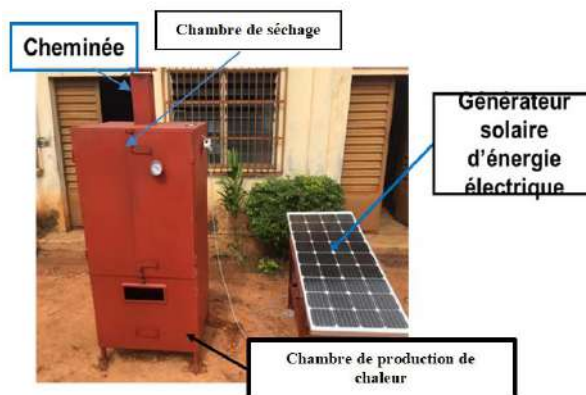
**Figure 4 :** Photo du lactosérum issu d'une production précédente d'*Amonsoja*. ([Gbewadinou, 2022](#))



**Figure 5:** Photo des épices utilisées

### 2.1.4. Équipement de production

L'équipement utilisé pour le séchage de l'*Amonsoja* est présenté comme sur la figure 6 :



**Figure 6:** Photo du séchoir ATESTA muni d'un dispositif de panneau solaire et ses caractéristiques ([Houssou, 2023](#)). Performances techniques : Durée de séchage : 06 heures, capacité : 10 kg de « *Amonsoja* », Type d'énergie : gaz et soleil, Rendement de séchage : 34,73 %.

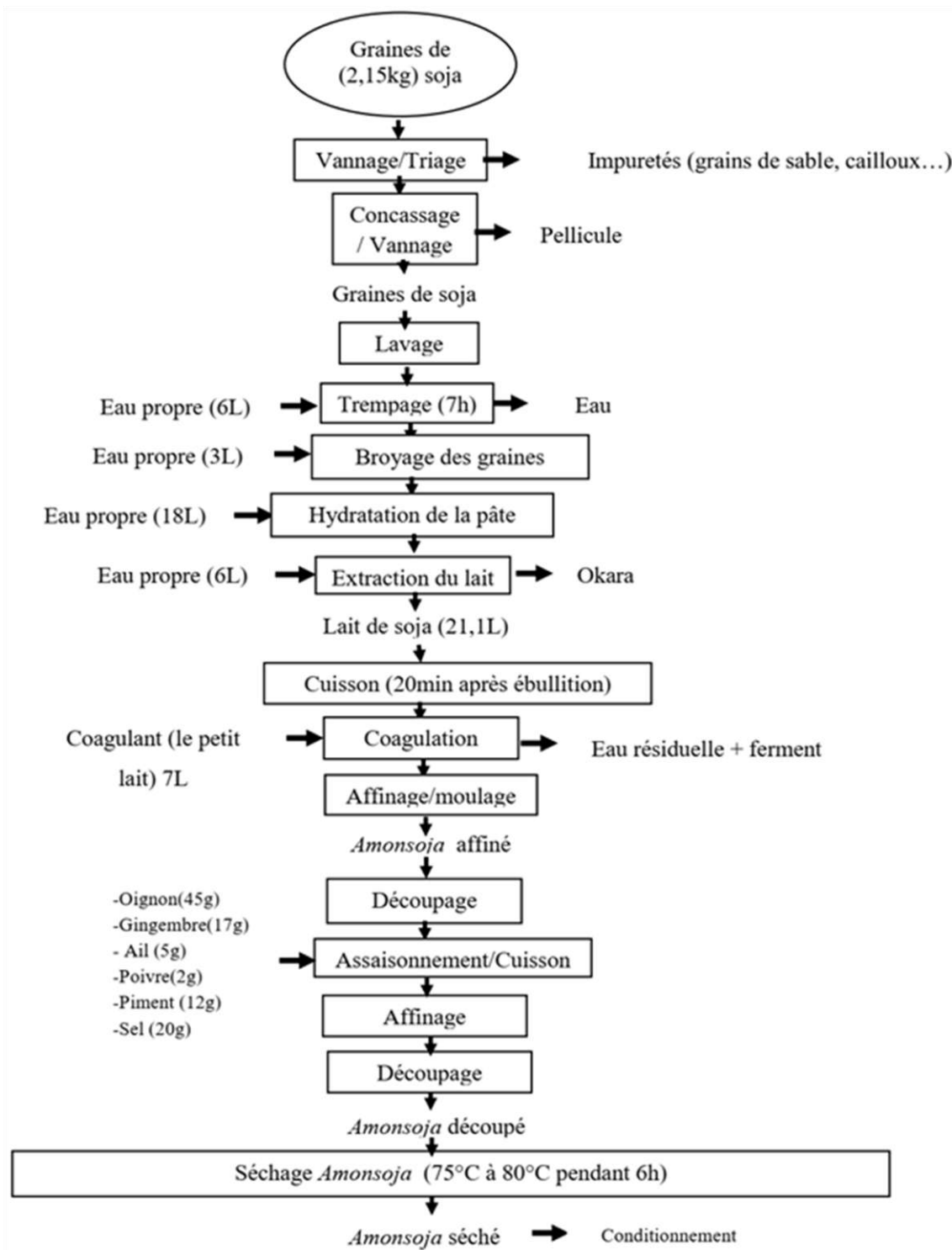
## 2.2. Méthode

### 2.2.1. Production des *Amonsoja* séchés

*Amonsoja* séché (Figure 7) a été produit selon le diagramme technologie décrite par [Gbewadinou \(2022\)](#) (Figure 8). Cet *Amonsoja* produit a été découpé en tranches de 20 g, et séché au séchoir ATTESTA pendant 6 h à 75°C à 80°C.



**Figure 7:** Photo de « *Amonsoja* séché » ([Gbewadinou, 2022](#))



**Figure 8:** Diagramme de procédé de production d'*Amonsoja* séché (Gbewadinou, 2022)



### 2.2.2. Conditionnement et stockage des *Amonsoja* séchés

À partir d'un même lot de production, quatre *batches* de produits ont été constitués : 2 *batches* (A et B) de produits conditionnés en bocaux plastiques (Figure 9) et 2 *batches* (C et D) de produits conditionnés en *doypacks* (Figure 10). Les quatre *batches* ont été conservés à température ambiante ( $29^{\circ}\text{C} \pm 2$ ). Des échantillons de chaque *batch* ont été prélevés à une fréquence de 2 semaines à partir de la date de conditionnement (Semaine 0) et analysés. Les échantillons des *batches* A et C ont été prélevés à chaque fois, en entier avec leur emballage pour simuler l'usage unique, alors que pour les *batches* B et D, les prises d'échantillons sont effectuées à chaque fois dans les mêmes emballages pour simuler l'usage multiple.



**Figure 9:** Photo de l' *Amonsoja* en conservation dans les bocaux plastiques (PP)



**Figure 10:** Photo de l' *Amonsoja* en conservation dans les emballages doypacks

### 2.2.3. Analyses physico-chimiques des échantillons

La teneur en eau a été déterminée en trois répétitions selon la méthode thermogravimétrique suivant la norme AOAC (1990). L'activité de l'eau des échantillons d' *Amonsoja* séchés a été mesurée avec un l'Aw-mètre de marque HC2-AW-USB. Le pH a été déterminé sur les échantillons suivant la méthode modifiée de Nout *et al.* (1989).

### 2.2.4. Analyses microbiologiques des échantillons

Les analyses microbiologiques ont porté sur le dénombrement de la flore aérobie mésophile, les entérobactéries et les levures et les moisissures.

#### *Préparation de la suspension mère*

La préparation de la dilution mère et des dilutions décimales a été faite suivant la norme ISO 6887-1 (1999). Pour ce fait, 10 g de chacun des échantillons ont été pesés dans un sachet Stomacher et dilués avec 90 ml d'Eau Peptonée Tamponnée (EPT). Le mélange a été homogénéisé pendant 120 s à l'aide d'un agitateur Stomacher (Seward Laboratory Stomacher 400) pour obtenir la première dilution ( $10^{-1}$ ) encore appelée dilution mère. À partir de la dilution mère, des dilutions décimales successives ont été réalisées en diluant à chaque fois 1 ml de la précédente au dixième avec l'EPT et ainsi de suite jusqu'à l'obtention du niveau de dilution souhaité.

#### *Dénombrement des germes aérobies mésophiles*

Le dénombrement des germes aérobies mésophiles a été réalisé conformément à la norme ISO 4833 : 2003. Un (1) ml de la suspension mère ou de ses dilutions a été introduit dans les boîtes de Petri stériles. 10 à 15 ml du milieu Plate Count Agar (PCA, Oxoid CM 0463) y ont été versés et l'ensemble a été

soigneusement homogénéisé. Après solidification complète, les boîtes de Pétri ont été retournées puis incubées à 30 °C pendant 72 h. les colonies ont été dénombrées après incubation.

### ***Dénombrement des levures et moisissures***

Des aliquotes de 1ml de la suspension mère et de ses dilutions décimales ont étéensemencées en surface sur le Potato Dextrose Agar, initialement préparé et coulé dans des boîtes de Petri stériles. Le dénombrement des colonies blanches ou colorées, lisses et crémeuses de levures et des moisissures sous forme poudreuse a été effectué après 5 jours d'incubation à 25 °C selon la norme ISO 21527-1-2 : 2004.

### ***2.2.5. Détermination de la durée de conservation des caractéristiques sensorielles***

L'une des approches les plus courantes pour estimer la durée de conservation des caractéristiques sensorielles consiste à mesurer la qualité tout au long du stockage à l'aide d'un panel d'évaluateurs formés ou d'un groupe d'experts. La durée de conservation des caractéristiques sensorielles du produit est définie comme le temps de stockage auquel la qualité globale ou l'intensité d'un attribut sensoriel spécifique atteint une valeur prédéterminée en supposant qu'une fois que le produit a atteint ce point, il n'est plus vendable (Lawless et Heymann, 2010). De façon pratique, le point de rejet sensoriel est atteint lorsque la moitié du panel rejette le produit. En effet, quinze (15) panélistes préalablement entraînés ont analysé les 4 échantillons du *Amonsoja* séché issus des deux types d'emballages avec deux (2) échantillons à usage unique et deux (2) échantillons à usage multiple ainsi obtenus tout au long de la conservation. L'appréciation a été faite suivant les attributs/critères de qualité appropriée dont la couleur, la texture, le goût, l'odeur.

### ***2.2.6. Détermination de la capacité de réhydratation de l'Amonsoja séché***

La méthode proposée par Kameni *et al.* (2008) a été utilisée pour mesurer la diffusion de l'eau. Les échantillons d'*Amonsoja* séché en fragment de masses identique de trois 3 g ont été introduits chacune dans deux tubes à essai contenant 50 ml d'eau respectivement à la température de 30°C et à 80°C. Ces échantillons *Amonsoja* séchés ont été successivement prélevés dans des tubes et pesés à intervalles de temps régulier de 5 minutes pendant 90 min et l'expérience a été répétée quatre fois. Les quantités d'eau absorbée ont été calculées par la différence avec la masse initiale. La vitesse de diffusion de l'eau dans les échantillons a été obtenue par le rapport quantité d'eau absorbée sur le temps.

### **TR= Masse après réhydratation/Masse initiale**

TR est la capacité de réhydratation ou le taux de réhydratation ou encore le coefficient d'hydratation.

### ***2.2.7. Analyses statistiques***

Les données relatives aux teneurs en eau, activité de l'eau et du pH des échantillons d'*Amonsoja* séchés ont été traitées à l'aide du logiciel Microsoft Excel 2019. L'analyse des données pour la comparaison des moyennes de ces paramètres a été réalisée avec le logiciel SPSSv23 en utilisant le test de Student Newman Keuls (SNK) au seuil de 5%.

## ***3. Résultats et discussion***

### ***3.1. Évolution des caractéristiques liées à la teneur en eau, l'activité de l'eau et pH du Amonsoja au cours de la conservation***

Les Figures 11, 12 et 13 présentent respectivement l'évolution de la teneur en eau, de l'activité de l'eau et du pH des quatre échantillons

*Amonsoja* séchés conservés dans les deux types d'emballages en fonction du temps. Les valeurs enregistrées pour les bocaux en plastique et les doypacks se chevauchent dans les deux cas, à usage unique et à usage multiple. La teneur en eau et l'activité de l'eau dans les produits des deux types d'emballage suivent donc des tendances similaires. Les teneurs en eau (de  $7,5 \pm 0,02$  % à  $16,99 \pm 0,09$  %) des *Amonsoja* séchés conservés dans les bocaux à usage multiple et les doypacks à usage multiple ont significativement varié ( $P < 0.05$ ) au cours de la période de stockage par rapport aux échantillons conditionnés dans les bocaux à usage unique et les doypacks à usage unique. Cette augmentation de la teneur en eau des échantillons provenant des emballages à usage multiple peut être attribuée à la réhumidification due aux ouvertures et fermetures fréquentes des emballages pour les prélèvements d'échantillons. Des tendances similaires ont été observées par Kpoclou *et al.* (2017) lors de la conservation de stocks de crevettes fumées dans des tonneaux en plastique.

En revanche, pour les échantillons issus des emballages à usage unique, les teneurs en eau n'ont pas significativement évolué pendant la conservation. Cela peut s'expliquer par le fait que les emballages n'ont été ouverts qu'une seule fois pour la prise d'échantillons. Cependant, la réhumidification des produits provenant des emballages à usage multiple a entraîné une augmentation progressive de l'activité de l'eau dans ces deux types d'échantillons (en moyenne de  $0,68 \pm 0,03$  à  $0,89 \pm 0,02$ ), tandis qu'elle a varié très légèrement (en moyenne de  $0,68 \pm 0,03$  à  $0,72 \pm 0,01$ ) dans les deux emballages à usage unique (Figure 12). Comme l'a souligné Houssou (2018), une augmentation de la teneur en eau et de l'activité de l'eau favorise l'activité microbienne, compromettant ainsi la conservation du produit.

Concernant le pH (Figure 13), une légère diminution a été observée dans les deux types d'emballages à usage unique (passant de 6,2 à 6,25), mais elle n'était pas significative. En revanche, une diminution significative a été constatée avec les échantillons conservés dans les bocaux à usage multiple (passant de 6,9 à 5,4) et les doypacks à usage multiple (de 6,17 à 5,6). Ces résultats pourraient être attribués à une fermentation ou à une réaction oxydation qui aurait pu entraîner une augmentation de l'acidité du produit au fil du temps. Une diminution du pH indique une augmentation de l'acidité du *Amonsoja* séché, ce qui peut avoir des implications sur la qualité, la saveur et la sécurité du produit (Houssou, 2018).

### 3.2. Évolution des caractéristiques microbiologiques de l'*Amonsoja* séché au cours de la conservation

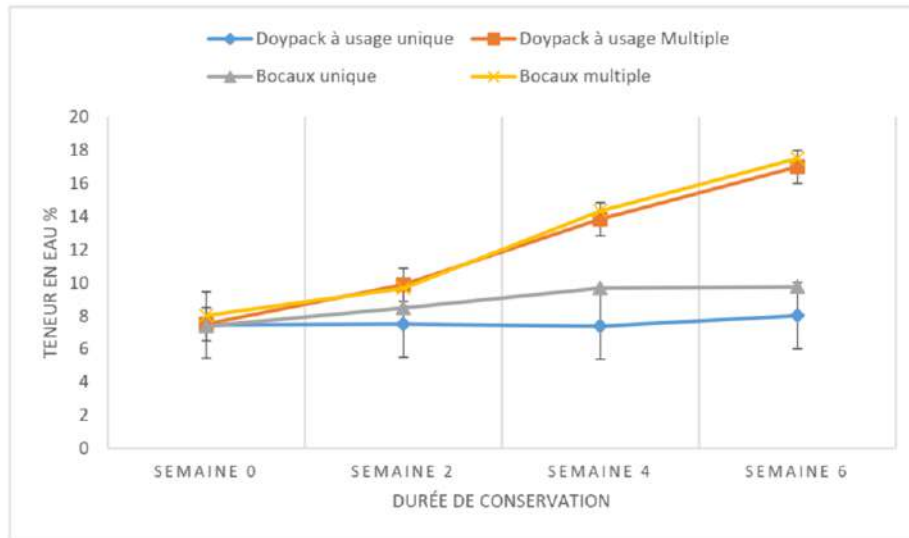
L'évolution des caractéristiques microbiologiques des *Amonsoja* séchés conditionnés dans les deux types d'emballages est présentée sur les Figures 14 et 15. L'analyse de ces résultats a révélé une augmentation significative ( $p < 0,05$ ) de la charge microbienne des germes dénombrés sur les différents échantillons au fil du temps de stockage.

À l'exception de l'*Amonsoja* séché conditionné dans le doypack à usage unique, la flore mésophile aérobie totale (FMT) des *Amonsoja* séchés, conditionnés avec les autres types d'emballages à usage unique et à usage multiple, a significativement augmenté au cours des six semaines de stockage. Cependant, il est important de noter que les valeurs de la charge de la flore mésophile aérobie totale restent en dessous de la norme fixée à  $3.10^5$  UFC/g (Norme Béninoise, 2021) pour les quatre échantillons emballés et conservés pendant six semaines. Le dénombrement de la flore mésophile aérobie

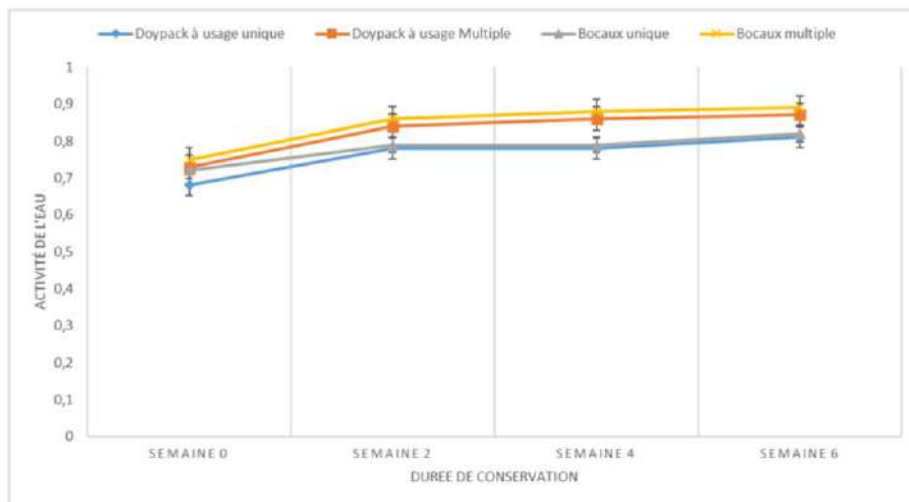


totale est un indicateur précieux pour évaluer la conformité aux bonnes pratiques de fabrication (Ababouch, 1995).

d'importantes pertes économiques en raison de l'altération des produits.



**Figure 11:** Variation de la teneur en eau pendant la durée de conservation

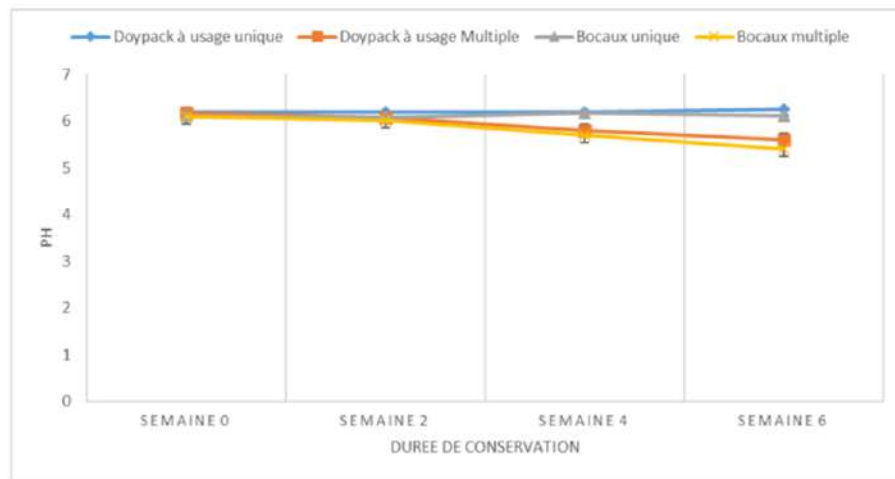


**Figure 12:** Variation de l'activité de l'eau au cours de la conservation

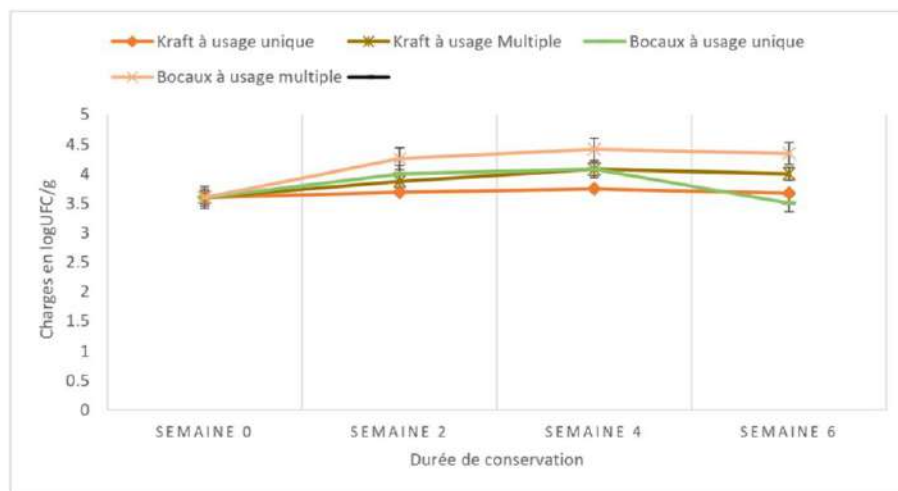
Une présence importante de ces germes indique une altération du produit. Bien qu'ils ne présentent pas de risques significatifs pour la santé du consommateur, ils peuvent entraîner

En ce qui concerne les levures et les moisissures (Figure 15), l'évolution de leur charge au cours de la conservation a été examinée. À la "Semaine 0", toutes les catégories d'emballages ont affiché des

valeurs de charge similaires pour les levures et les moisissures, variant autour de 790 à 900 UFC/g.



**Figure 13:** Variation du pH pendant la durée de conservation



**Figure 14:** Évolution de la flore mésophile aérobie totale (FMT)

À la "Semaine 2", la charge des levures et des moisissures a considérablement augmenté pour les doypacks à usage multiple (2200 UFC/g) et les bocaux à usage multiple (1200 UFC/g), tandis que les autres modes de conditionnement sont restés relativement stables. À la "Semaine 6", la charge des levures et des moisissures a diminué pour tous les modes de conditionnement, mais elle est

restée plus élevée dans les bocaux à usage multiple (2000 UFC/g) et les doypacks à usage multiple (1400 UFC/g) par rapport aux autres modes de conditionnement.

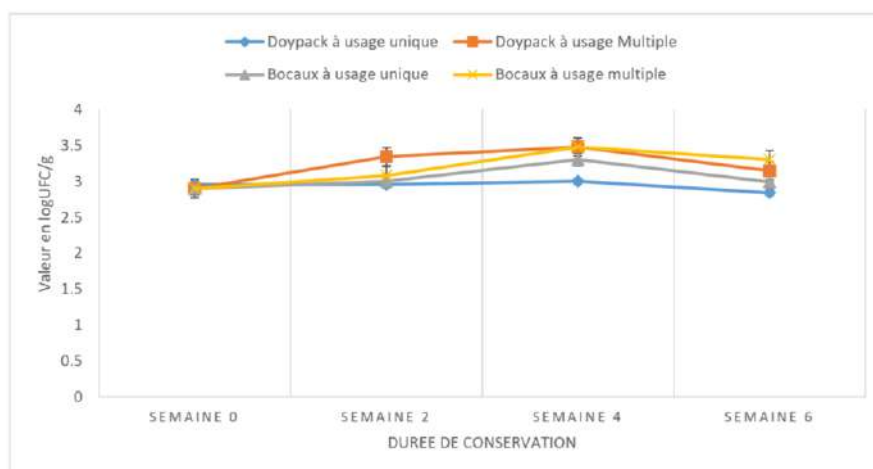
La charge en levures et moisissures mesure la quantité de micro-organismes fongiques présents dans les produits. Les variations observées de la charge fongique peuvent être influencées par

plusieurs facteurs tels que le mode de conditionnement, la durée de conservation et la qualité des ingrédients.

Il est important de noter que l'air ambiant des unités de production a été identifié comme une source majeure de contamination des aliments, tels que le fromage (Kure *et al.*, 2004, 2008).

Dans le cadre de cette étude, la présence de germes fongiques peut être attribuée à la contamination liée aux conditions de production, et l'ouverture régulière des emballages pour les

produits, aux technologies de production et aux manipulations post-production variées. L'augmentation progressive de l'activité de l'eau favorise l'activité microbienne, provoquant la décomposition des sucres et une acidification progressive du milieu, créant un environnement propice aux levures et aux moisissures tolérantes pour des milieux peu acide. Ces micro-organismes peuvent avoir des impacts sur la texture et le goût des aliments en produisant des facteurs de croissance tels que les vitamines et les acides aminés.



**Figure 15:** Évolution des levures et moisissures au cours de la conservation

échantillonnages favorise l'entrée de l'air ambiant, ce qui peut expliquer les différences de charges entre les échantillons des deux types d'utilisation (unique et multiple). Il est intéressant de noter que les résultats concernant la flore aérobique mésophile totale et les levures et moisissures sont inférieurs à ceux rapportés par Gbewadinou *et al.* (2022) pour l'Amonsoja séché. De plus, les tendances de nos résultats diffèrent de celles trouvées par Agnibian *et al.* (2020) pour le fromage Tchoukou, un fromage sec produit au Niger connu pour sa longue conservation. Ces différences peuvent être attribuées à la nature des

Comme impact, nous avons le ramollissement et le rancissement. En fin de compte, la présence de levures et de moisissures dans les produits examinés, associée aux valeurs élevées d'activité de l'eau enregistrées dans le cadre de cette étude, prédispose à une altération de la qualité marchande de ces produits.

### 3.3. Évaluation de la durée de rejet sensorielle

L'évolution de la qualité sensorielle globale de l'Amonsoja séché au fil du temps est illustrée dans la Figure 16.

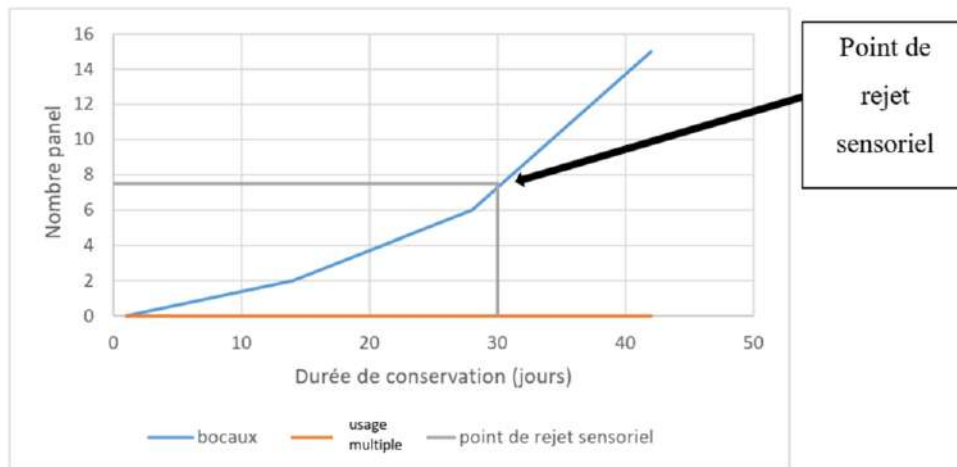


Figure 16: Évolution de la qualité sensorielle globale

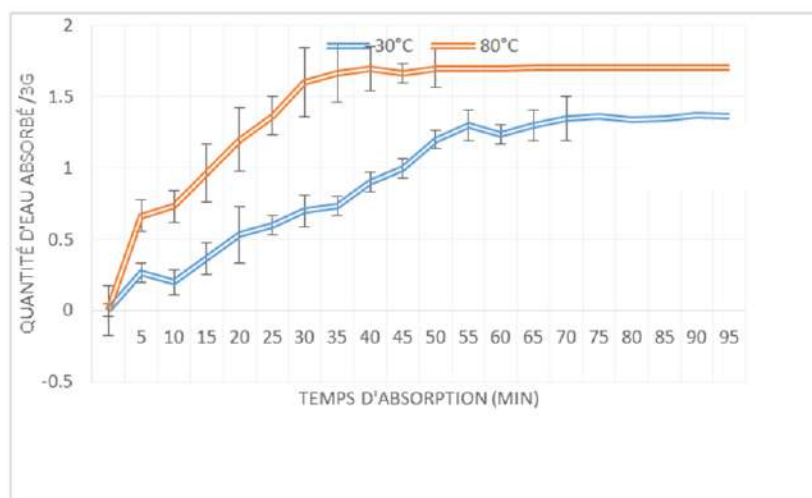


Figure 17 : Courbe de réhydratation de l'Amonsoja séché

Au moment  $t=0$  jour (à la fin de la production), les quatre échantillons d'Amonsoja séché ont reçu les mêmes évaluations sensorielles positives de la part du panel. Ce n'est qu'à partir de  $t=14$  jours (semaine 2) que certains panélistes (33,33 %) ont commencé à rejeter les produits conditionnés dans les bocaux et les doypacks à usage multiple en raison de l'odeur de rancissement qui a commencé à se manifester. Au 30ème jour, 50 % du panel a rejeté le produit, ce

qui correspond au point de rejet sensoriel. À  $t=42$  jours (semaine 6), 100 % des panélistes ont rejeté les échantillons d'Amonsoja séché conditionnés dans les emballages à usage multiple par rapport aux échantillons conditionnés dans les emballages à usage unique, en raison de l'odeur de rancissement qui s'est complètement développée dans les échantillons conditionnés dans les emballages à usage multiple, altérant également leur goût. Cette odeur de rancissement pourrait

résulter de l'oxydation des lipides présents dans l'*Amonsoja* séché, une réaction favorisée par l'entrée d'air lors des ouvertures fréquentes des emballages pour les prélèvements. Ces observations concordent avec les résultats précédemment rapportés par Houssou (2018), qui a signalé un temps de rejet sensoriel d'environ 9 heures pour le waragashi lorsqu'il est conservé à 30 °C. Ce rejet sensoriel est généralement dû à des altérations du goût, de la couleur, de l'odeur et de la texture induites par la prolifération des micro-organismes. Les résultats des tests hédoniques viennent confirmer ceux microbiologiques. Il convient de noter que la différence observée entre ces deux études est attribuable à la teneur en humidité du produit, le *Amon* séché étant plus sec, ce qui prolonge sa durée de rejet sensoriel.

### 3.4. Aptitude à la réhydratation de l'*Amonsoja* séché

La température de trempage a influencé significativement ( $P < 0,05$ ) l'absorption d'eau et le temps de saturation (Figure 17).

De l'analyse des courbes de réhydratation, il ressort que deux phases d'absorption ont été observées sur chaque courbe. La première phase des courbes ressemble à une isotherme d'absorption, atteignant la saturation après 35 et 75 minutes à 80°C et 30°C respectivement. La durée de la deuxième phase de la courbe n'a pas varié significativement avec l'augmentation de la température. Quant à la capacité de réhydratation de l'*Amonsoja* séché est de 1,57 et le seuil d'absorption d'eau maximal moyen était de 157 g/100 g de l'*Amonsoja* séché. Cependant, le seuil d'absorption d'eau présenté était inférieur à celui obtenu pour les flocons de mangue séchée (166,32g/100g de pulpe séchée) par Kameni *et al.* (2008) en utilisant le même dispositif expérimental. Cette différence du seuil

d'absorption pouvait être due à la nature ainsi que la composition des produits séchés. Pour exemple, l'*Amonsoja* est plus riche en protéine que la mangue. Aussi, les tranches d'*Amonsoja* séché ont un taux de réhydratation de 156,66%. Ceci montre que l'*Amonsoja* séché possède une capacité de réhydratation assez importante avec reprise de la taille initiale avant séchage.

## 4. Conclusion

L'objectif de l'étude, qui est celui d'améliorer la stabilité à long terme de l'*Amonsoja* séché dans les emballages doypack et des bocaux en plastique pour son conditionnement est atteint. Les résultats ont montré un lien significatif entre la croissance microbienne (bactéries mésophiles aérobies) et les paramètres physico-chimiques (pH, taux d'humidité, activité de l'eau) en fonction du mode d'utilisation des emballages. Les emballages Doypack et les bocaux à usage unique ont été identifiés comme les moyens appropriés pour garantir la sécurité sanitaire de l'*Amonsoja* séché. De plus, la reconstitution du produit dans de l'eau chaude à 80 °C pendant 35 minutes permet d'obtenir un produit prêt à la consommation. À plus long terme, cette étude pourrait être enrichie par un essai complémentaire pour évaluer l'évolution des propriétés nutritionnelles de l'*Amonsoja* séché au cours de sa conservation et ainsi déterminer la durée maximale de sa conservation optimale dans les emballages à usage unique.

## Conflit d'intérêt

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas de conflits d'intérêts.

## Éthique

Cette étude n'est pas faite sur des hommes ou des animaux.



## Références

- Ababouch, L., Gमित, L., Eddafry, R. & Busta F. (1995). Thermal inactivation kinetics of *Bacillus Subtilis* spores suspended in buffer and in oils. *Journal of applied microbiology*, 78 : 669-676.
- Agnibian, S. (2020). Exploration du procédé de production du fromage nigérien *tchoukou* pour la conservation du *waragashi* au Bénin : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques. Mémoire de fin de formation pour l'obtention du diplôme de Master professionnel, Faculté de la technologie alimentaire, Université Nationale d'Agriculture de Porto-Novo, 69p.
- AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. 15th edition. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD 14p.
- Boroto, C.P. (2018). L'analyse de chaîne de valeur dans la filière soja dans le territoire de kabare: cas de groupement de Bushumba. Mémoire de Licence, Faculté Des Sciences Economiques Et De Gestion de l'Université de Bukavu, pp85.
- CTAC. (2010). Guide de l'emballage alimentaire. 48p.
- Gbewadinou, E. (2022). Amélioration de la technologie de production du fromage de soja (*amon soja*) séché au Bénin. Mémoire de fin de formation pour l'obtention du diplôme de Master Professionnel. Ecole Polytechnique de l'Université d'Abomey Calavi, 79p.
- Houssou, O. (2018), Évolution des caractéristiques microbiologiques, chimiques et sensorielles de *waragashi* au cours de la conservation. Mémoire de fin de formation pour l'obtention du diplôme de Master Professionnel. Ecole Polytechnique de l'Université d'Abomey, 56p
- Houssou, P. (2021). Enquête auprès des acteurs de la filière soja en vue de déterminer les exigences qualités sur le lait et fromage de soja. 17p
- ISO 4833. (2003), Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of microorganisms - Colony-count technique at 30°C.
- ISO 6888-1. (1999), Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species)-Part 1 : Technique using Baird-Parker agar medium.
- ISO 21528-2. (2004). Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal methods for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae - Part 2: Colony-count method.
- Kameni, A., Mbofung, C. & Djantou, E. (2008). Aptitude à la re-hydratation des lamelles séchées de mangue. *Journal of Cameroon Academy of Sciences*, 7 : 163-170.
- Konnon, D. & Ahoueya, J. (2017). Etat des lieux sur la filière soja au Bénin et identification de ses chaînes de valeurs ajoutées (CVA) porteuses. Rapport provisoire. GIZ & MAEP/Bénin. 133p.
- Kpoclou, Y.E., Anihouvi, V.B., Azokpota, P., Soumanou, M. M., Scippo, M. L. & Hounhouigan, D. J. (2017). Pest and mould infestation of smoked shrimp and preventive measures for storage in cottage industry. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 16 : 95-99.
- Kure, C.F., Skaar, I. & Brendehaug, J. 2004. Mould contamination in production of semi-hard cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 93 : 41-49.
- Kure, C.F., Borch, E., Karlsson, I., Homleid, J.P. & Langsrud, S. (2008). Use of the selective agar medium CREAD for monitoring the level of airborne spoilage moulds in cheese production.

*International Journal of Food Microbiology*,  
122 : 29–34.

Lawless, H. & Heymann, H. (2010). Sensory evaluation of food: principles and practices. *Springer*.

MAEP/DPP/DSA. (2019). Direction de la statistique agricole, évolution de la production agricole au Bénin de 1995 à 2018.

Mathlouthi, M. (1996). Emballage et conservation des produits alimentaires. *Polytechnica*, 332p.

Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche (MAEP), 2016. Évaluation de la production vivrière 2015 et des perspectives alimentaires pour 2016 au Bénin rapport général volume 1, 221p.

NORME BENINOISE, (2021). « Fromage de soja - spécifications ». Première édition, 12p

Nout, R., Rombouts, F. & Havelaar, A. (2015). Effect of accelerated natural lactic fermentation of infant good ingredients on some pathogenic microorganisms. *International Journal of Food Microbiology*, 8 : 351-361.

Senhofa, S., Straumite, E., Sabovics, M., Klava, D., Galoburda, R. & Rakcejeva, T., (2015). The effect of packaging type on quality of cereal muesli during storage. Lavia University of Agriculture. 25p.

**Cite this paper as:** Houssou, M.D.M., Allavo, A.M.U.T., Houssou, F.A.P., Dansou, V., Hotegni, B.A., Zannou, H. & Hongbété, F. (2023). Stockage d'un produit dérivé de soja (*Amonsoja* séché) conditionné au Bénin : évaluation de la stabilité dans deux types d'emballage. *Journal of Food Stability*, 6 (5), 1-15

[DOI: 10.36400/J.Food.Stab.6.5.2023-045](https://doi.org/10.36400/J.Food.Stab.6.5.2023-045)