

Séchage de la tomate (*Lycopersicon esculentum*) : une autre alternative pour sa valorisation au Bénin

M.C.D.N. Vodouhe¹⁵, A.P.F.Houssou¹⁵, C. Kpangbin¹⁵, E. Labintan¹⁵ et G.A. Mensah¹⁶

Résumé

La tomate (*Lycopersicon esculentum*) fait partie des légumes les plus consommés au Bénin et a la particularité d'être très périssable du fait de sa forte teneur en eau. L'objectif de l'étude était de valoriser la tomate sous forme séchée. Huit lots de 115 g de tomate var. *Akikon* ont été soumis chacun à un prétraitement spécifique (T₁ à T₈) mettant en exergue simultanément les mécanismes de blanchiment et de déshydratation osmotique avec différents solutés. Les tomates ont été séchées à l'étuve à 45°C pendant 16 h. Des essais de reconstitution dans l'eau chaude (1) à 100°C et dans l'eau à la température ambiante (2) ont été conduits. Les tomates reconstituées ont été mouluées. Les tomates séchées et les tomates transformées en purées ont été évaluées au sein d'un panel de 10 dégustateurs formés. Le test de Student-Newman-Kheul était utilisé pour comparer les teneurs moyennes de la matière sèche de la tomate après les différents prétraitements. Les résultats obtenus ont indiqué une différence significative (p<0,05) entre les matières sèches des tomates ayant subi différents prétraitements avant le séchage. Le prétraitement T₇ (trempage dans 5 L d'eau bouillante + 135 g de sel + 37,5 g d'huile de palme) a été la meilleure méthode de traitement au regard de la texture et de la couleur attrayant de la tomate séchée (caractéristique appréciée par 80% des dégustateurs) et de la forte perte d'eau dans la tomate séchée avec une teneur en matière sèche de 73,67% ± 0,86 au bout de 16 h de séchage. Les résultats de reconstitution de la tomate séchée en purée ont été concluants surtout après l'immersion des tranches de tomates séchées dans l'eau chaude qui a été plus rapide (30 min) comparativement à l'usage de l'eau à la température ambiante (1 h). La purée de tomate obtenue dans les deux cas a été appréciée par 100% du panel de dégustation.

Mots clés : Double valorisation, prétraitement, tomate séchée, purée, Bénin

Drying of the tomato (*Lycopersicon esculentum*): another alternative for its valorization in Bénin

Abstract

Tomato (*Lycopersicon esculentum*) is one of the most consumed vegetables in Bénin and has the particularity to be very perishable. The study aimed to evaluate another way to valorize fresh tomato into dried tomato. Eight different groups of local tomato variety locally named *Akikon* have been submitted to a specific pretreatment (T₁ to T₈) highlighting different mechanism (bleaching, osmotic dehydration). Samples were dried in stove at 45°C for 16 hours. Trials for rehydration of dried tomatoes are made by immersion in hot water (1) at 100°C and in water at room temperature (2). The rehydrated tomato is ground into puree. Dried tomato and puree were evaluated by a panel of 10 trained panelists. Student-Newman-Kheul test was used to compare average dry matter content after the different pretreatments. Results showed up a significant (p<0.05) difference between dried matters from the different pretreated samples. The T7 treatment (Immersion in 5 L of water +135 g of salt + 37.5 g of palm oil) was the best method (80% of panelists) due to the quality of dried tomatoes (texture and color) and the relative high retrieval of water from the product after 16 h of drying process with a dried matter of 73.67% ± 0.86. The results of reconstitution were convincing, especially after

¹⁵Msc. Ir. Marlène VODOUHE, Programme Technologie Agricole Alimentaire (PTAA), Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey (CRA-Agonkanmey), Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), 01B. P.221, Porto-Novo (Bénin), Tél. : (00229) 97674331, E-mail : marvod2001@yahoo.fr, République du Bénin

Dr Ir. Paul A. FerdinandHOUSSOU, PTAA/CRA-Agonkanmey/INRAB,01B. P. 128, Porto-Novo, Tél. : (00229) 978869 51, E-mail : houssou02yahoo.fr, République du Bénin

Ir. C KPANGBIN, PTAA/CRA-Agonkanmey/INRAB, 01 B. P. 128, Porto-Novo, Tél. : (00229) 20214160, République du Bénin

Ir. Eunice LABINTAN, PTAA/CRA-Agonkanmey/INRAB, 01 B. P. 128, Porto-Novo, Tél.: (00229) 20 21 41 60, République du Bénin

¹⁶Dr Ir. Guy Apollinaire MENSAH, CRA-Agonkanmey/INRAB, 01 BP 2359 Recette Principale, Cotonou 01, Tél. : (00229) 95 22 95 50/97 49 01 88, E-mail : mensahga@gmail.com, ga_mensah@yahoo.com, République du Bénin

immersion of dried tomatoes in hot water that last 30 mn compared to water ambient room temperature (1h). Puree obtained in both cases was appreciated by 100% of the panelists.

Keywords: Dried tomato, puree, pre-treatment, double valorization, Bénin

INTRODUCTION

La tomate est un légume largement consommé dans le monde et qui occupe une place de choix dans les habitudes alimentaires en Afrique de l'Ouest et en particulier au Bénin. Dans les repas quotidiens, elle contribue à la préparation de la plupart des mets et de presque toutes les sauces d'accompagnement des plats faits de denrées de base transformées. La tomate est aussi une source importante de nutriments et d'antioxydants tels que la vitamine C, le lycopène, le bêta-carotène, le magnésium, la niacine, la riboflavine, le fer, le potassium, le phosphore, la thiamine et le sodium (Heng *et al.*, 1990). Pendant la phase post-récolte, du fait que la tomate est une denrée très périssable à cause de sa grande teneur en eau et aux activités physiologiques, d'énormes pertes sont enregistrées. Au Bénin, ces pertes ont été estimées à 40–60% des récoltes (Fagbohoun et Kiki, 1997). Toutefois, la transformation de la tomate permet de réduire les pertes post-récoltes et d'assurer sa disponibilité à moindre coût en toute période. Montcho *et al.* (2012) expliquent que la tomate coûtant très chère en période de pénurie (5 fois le prix en période d'abondance) donc elle n'est pas accessible aux consommateurs moyens. Ainsi, il est important de développer des stratégies de transformation et de conservation de la tomate. Actuellement les technologies modernes de transformation ou de conservation de tomate sont par exemple le jus de tomate, la conserve et la stérilisation de coulis ou sauces de tomate, la conserve de tomate fraîche, la congélation de tomate fraîche, le concentré de tomate, etc. Par contre, les technologies traditionnelles de transformation ou de conservation de tomate sont la pelée de tomate, la pulpe de tomate, la purée de tomate et le séchage de tomate. De nombreuses études ont été réalisées sur la purée de tomate. Ainsi, Montcho et Fagbohoun (2004) ont proposé la production de purée de tomate comme une alternative pour la conservation de la tomate au Bénin. L'évaluation économique de la purée de tomate à petite échelle réalisée par Dossou *et al.* (2006) au Bénin montre que la production de la purée de tomate est rentable dans les unités et la recherche d'une autre alternative à l'utilisation des bois de feu est indispensable afin d'optimiser la production. De l'évaluation physico-chimique et sensorielle de la purée obtenue de différentes variétés de tomate au niveau des unités de production au Bénin, il ressort que la texture, la couleur et le goût sont les paramètres les plus importants du point de vue des consommateurs, et que la conservation en bocaux permet une meilleure conservation de la purée, d'où la nécessité de trouver une alternative pour améliorer la couleur des purées (Dossou *et al.*, 2007). Néanmoins, si la purée est de plus en plus connue et constitue la première forme d'utilisation de la tomate, il n'en est pas de même pour la tomate séchée qui est peu connue et pratiquée. Par contre, dans d'autres parties du monde, le séchage de la tomate se fait par quelques femmes et le produit est utilisé dans la préparation de diverses recettes.

Certaines études ont démontré la possibilité de sécher la tomate (Lahmari *et al.*, 2012). Face aux différentes contraintes liées à la production de purée de tomate, la transformation de la tomate sous la forme séchée peut être une autre alternative comme faciliter la conservation (produit déshydraté) et le transport (produit déshydraté et pas besoin d'utiliser des bocaux en verre comme dans le cas des purées pour l'emballage), réduire le coût des bocaux, exploiter la possibilité d'utiliser l'énergie solaire (en lieu et place du bois de feu) pour le séchage à moindre coût dans les zones sahéliennes, etc. Un autre avantage du séchage de la tomate et de sa reconstitution, est non seulement de proposer de produits ou formes de valorisation de la tomate par un procédé en étape, mais aussi de librement passer de la forme séchée à la purée qui est très ancrée dans les habitudes alimentaires au Bénin. L'objectif de l'étude était de déterminer la technologie appropriée de séchage et de reconstitution de la tomate en purée à partir d'un processus technologique à deux étapes en vue d'évaluer les différentes techniques de prétraitements et de reconstitution de la tomate sur la base des caractéristiques des produits finis.

MATERIELS ET METHODES

Matériels

La variété locale de tomate appelée 'Akikon' (Figure 1) en langue locale parlée au Bénin, a été utilisée au cours des essais. Cette variété a été utilisée parce qu'elle a été la variété la plus cultivée et utilisée dans les préparations au Bénin (Kiki et Fagbohoun, 1999).



Figure 1. Variété de tomate Akikon

Les prétraitements ont été faits en utilisant du sel, l'huile de palme, de l'eau de javel, du bicarbonate de potassium (leurs rôles sont précisés dans la méthode). Une étuve (à claie) à température réglable a été utilisée pour le séchage au Programme Technologie Agricole et Alimentaire (PTAA) du Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey (CRA-Agonkanmey) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB). Des verreries graduées ont été utilisées pour la reconstitution de la tomate séchée en tomate turgescence. Une meule à pierre est utilisée pour moulinier la tomate turgescence en purée.

Méthodes

La méthode adoptée a consisté à d'abord tester un ensemble de huit modes de prétraitements recensés au cours d'une enquête diagnostique pour déterminer le prétraitement adéquat à appliquer aux tomates avant séchage. Ainsi, l'enquête diagnostique a été faite auprès de toutes les femmes qui faisaient le séchage de tomate au Nord-Bénin. Ensuite, les tomates prétraitées et séchées par le mode de traitement adéquat ont été reconstituées par deux méthodes de reconstitution : la reconstitution à l'eau chaude et la reconstitution à l'eau froide. Enfin, les purées de tomate issues de ces deux modes de reconstitution ont été évaluées par un panel de 10 dégustateurs préalablement formés.

Préparation des tomates : Nettoyage, échantillonnage et prétraitements

Les résultats de l'enquête exploratoire ont révélé l'existence de huit prétraitements que les femmes transformatrices appliquaient à la tomate avec toutes les combinaisons possibles au Nord-Bénin. Les interviews avec les acteurs ont montré que le prétraitement de la tomate avant le séchage consistait principalement à faire un blanchiment pendant 5 à 10 mn dans l'eau à peine bouillante (80°C) dans laquelle est dissout un soluté qui est soit le sel, l'huile de palme, le bicarbonate ou des combinaisons. Il s'agit à la fois d'un blanchiment et d'une déshydratation osmotique rapide. Dans le cas de l'eau de javel, il est juste utilisé pour laver les fruits de tomates avant de passer au séchage afin de réduire la charge microbienne éventuelle présente sur la matière première et aussi prévenir la contamination, gage d'une bonne conservation finale de la tomate séchée. Dans les autres cas, le sel a été utilisé surtout pour le goût qu'il confère au produit. L'huile de palme a été utilisée pour la couleur rouge qu'elle confère à la tomate séchée et le bicarbonate pour réduire l'acidité de la tomate.

Après la réception, les tomates ont été triées, lavées, découpées en morceaux de 12 à 25 mm (CEE-ONU, 2007) et épépinées. Le triage et le lavage ont été effectués pour séparer les tomates pourries et enlever toute impureté pour éviter toute éventuelle contamination. Il est souvent recommandé le découpage des fruits avant le traitement osmotique, lequel favorise un contact direct entre les tissus du produit à sécher et la solution osmotique et de ce fait accélère le processus de déshydratation. La dimension retenue pour le découpage est choisie en tenant compte de la forme de la variété de tomate, de faciliter l'opération et pour rendre le séchage rapide (plus les tranches sont petites, plus rapide est le séchage). L'étape d'épépinage est appliquée pour faciliter la reconstitution ultérieure en purée (le séchage pouvant durcir les pépins de la tomate).

Ade-Omowaye *et al.* (2003) proposent les prétraitements tels que l'immersion alcaline, le sulfitage, le gel et le blanchiment. Lewick *et al.* (2002) recommandent aussi la déshydratation osmotique comme une méthode de prétraitement efficace qui consiste en une immersion du produit à sécher dans une solution aqueuse concentrée en un soluté donné pendant un temps bien précis qui entre autres varie

en fonction du produit (Kowalska *et al.*, 2008). Dans la présente étude, il s'agit d'une combinaison de méthode à savoir un blanchiment et une déshydratation osmotique rapide qui a été appliquée aux tomates avant le séchage. Huit échantillons d'environ 115 g de tomates épépinées ont été prétraités suivants huit modes de prétraitement. Les différents traitements étaient les suivants :

- T1 : Trempage dans l'eau bouillante ;
- T2 : Trempage dans l'eau bouillante + bicarbonate de sodium ;
- T3 : Trempage dans l'eau bouillante + huile de palme ;
- T4 : Trempage dans l'eau bouillante + bicarbonate de soude+huile de palme ;
- T5 : Trempage dans l'eau bouillante + sel ;
- T6 : Trempage dans l'eau bouillante + sel +bicarbonate de sodium ;
- T7 : Trempage dans l'eau bouillante + sel +huile de palme ;
- T8 : Trempage dans l'eau bouillante +sel +huile de palme + bicarbonate de sodium.

Séchage de tomate prétraitée

Le mode de prétraitement adéquat parmi les huit prétraitements appliqués a été choisi dans la suite de la présente étude. Lahmahi (2012) préconise un séchage de la tomate à 50°C. Toutefois, tout en étant très proche de cette valeur, il a été retenu 45°C afin de se rapprocher le plus possible de la température observée pour le séchage solaire au Bénin. Ainsi, les tomates prétraitées ont été séchées à l'étuve à 45°C. Tout au long du processus des prélèvements se faisaient tous les trois heures pour voir le degré de séchage des tomates en se basant sur la texture au toucher. La fin du séchage a été indiquée par la texture au toucher (CEE-ONU, 2007) pendant 16 h puis ensuite pendant 48 h. Ce pré-test a été réalisé du fait de la différence entre les variétés de tomate par rapport à la teneur en eau, la texture, les dimensions des tranches et la qualité de la tomate séchée recherchée. Les essais préliminaires ont montré qu'au bout de 16 h de séchage les tomates (issues du traitement de blanchiment simple) étaient séchées et pliables tandis qu'au bout de 48 h, elles étaient trop sèches et cassant. De ce fait, le temps de séchage 16 h a été retenu pour la suite des expérimentations car dans ce cas les tomates seront plus faciles à reconstituer. Par la suite, les huit échantillons de tomates prétraités ont été séchés à 45°C pendant 16 h.

Essais de reconstitution de tomates séchées

Ici, 200 g de chaque échantillon de tomate séchée ont été trempés dans un bécher contenant 500 ml d'eau chacun. Les essais de reconstitution ont été effectués avec de l'eau à température ambiante et avec de l'eau chaude (100°C). Toutes les 5 minutes la texture de la tomate séchée trempée a été appréciée manuellement au toucher pour apprécier l'assouplissement de la chair et du tégument, et ce, jusqu'à la saturation, c'est-à-dire au moment où aucune augmentation du volume de la tomate séchée et trempée n'est observée dans le bécher gradué (le moment où il n'existe plus d'augmentation de volume de la tomate trempée dans l'eau). A la fin du trempage des tomates, trois femmes ont été invitées à procéder à la mouture de ces tomates en vue de la dégustation. Elles représentaient chacune une répétition.

Evaluation sensorielle

L'analyse sensorielle s'est basée sur un test discriminatif en utilisant l'épreuve de classement. Les panelistes devraient classer les produits issus des différents prétraitements en les classant selon l'intensité de la caractéristique recherchée. Dans ce cas, elle a consisté à l'appréciation des tomates séchées et les purées de tomates par les panélistes. Les huit différents échantillons de tomates séchés selon les prétraitements appliqués ont été comparés au sein d'un panel constitué de 10 panelistes préalablement formés sur les techniques et notations de l'analyse sensorielle. Les paramètres tels que la couleur et la texture des tomates séchées ont été évalués. Selon la norme CEE-ONU DDP-19 concernant la commercialisation et le contrôle de la qualité commerciale des tomates séchées, la texture varie selon la teneur en eau. Elle peut être souple et pliable, ferme et pliable, très ferme ou dure et cassante. Les panelistes ont eu à décrire et comparer les tomates séchées issues des différents prétraitements et choisir les trois premiers prétraitements ayant donné les tomates de meilleure qualité en tenant compte de la texture et du caractère attractif. Ensuite, les tomates reconstituées ont été de même soumises à l'appréciation des panélistes sur la base des attributs de qualité tels que la couleur, la texture et le goût selon le même procédé.

Détermination des paramètres physico-chimiques et analyses statistiques

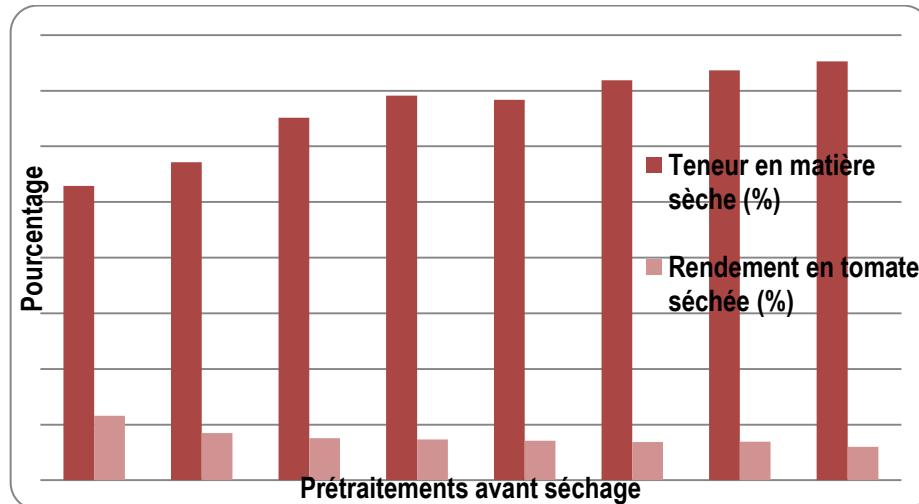
La teneur en eau a été déterminée à partir de 5 g d'échantillon, par pesée différentielle, après le passage à l'étuve à 105°C pendant 24 h. Le rendement de tomate séché a été déterminé par la formule suivante : $[(\text{Poids de la tomate séchée}) \times (\text{Poids de la tomate initiale épépinée})^{-1}] \times 100$.

Le test de Student-Newman-Keul a été utilisé pour comparer les teneurs en matières sèches des tomates séchées issues des différents prétraitements. Le seuil de signification a été fixé à 5%. Les résultats de l'évaluation sensorielle ont été agrégés en pourcentage afin d'estimer la proposition de personnes ayant apprécié ou non les caractéristiques des produits soumis ainsi que les préférences.

RESULTATS

Rendement

Le rendement en tomate séchée était en moyenne de $7,74 \pm 1,7\%$. Le prétraitement à l'eau bouillante (T1) a donné le rendement le plus important en tomate séchée (11,58%) relativement élevé par rapport au rendement en tomates sèches des autres prétraitements (Figure 2). Le rendement le plus faible (6,01%) était obtenu avec le prétraitement Eau bouillante+Sel+Huile rouge+Bicarbonate. Au bout de 16 h de séchage toutes les tomates séchées issues des différents traitements restaient souples et pliables, même si cette texture a été légèrement plus ferme pour les tomates séchées issues des prétraitements avec incorporation de sel et/ou d'huile de palme dans l'eau de blanchiment.



T1 : Eau bouillante ; T2 : Eau bouillante+bicarbonate de sodium ; T3 : Eau bouillante+huile de palme ; T4 : Eau bouillante+bicarbonate de sodium+huile rouge ; T5 : Eau bouillante+sel ; T6 : Eau bouillante+sel+bicarbonate de sodium ; T7 : Eau bouillante+sel+huile de palme ; T8 : Eau bouillante+sel+bicarbonate de sodium+huile rouge

Figure 2. Rendement et teneur en matière sèche des tomates séchées après différents prétraitements

Teneurs en eau des tomates séchées après les prétraitements

Les teneurs en matières sèches ont considérablement augmenté à la suite du séchage passant de 5,83% dans la tomate fraîche à 75,24% (valeur la plus élevée) pour la tomate séchée avec le prétraitement Eau bouillante+Sel+Huile rouge+Bicarbonate (Figure 3). Les teneurs en matières sèches varient d'un prétraitement à l'autre et celui donnant une tomate séchée avec la plus faible valeur en matière sèche (52,89%) est le prétraitement à l'eau bouillante (T1). Le test de Student-Newman-Keuls a révélé une différence significative ($p < 0,05$) entre les matières sèches des tomates séchées issues des différents prétraitements et les groupe en 9 classes différentes (y compris celles issue de la tomate fraîche). Une corrélation inverse a été observée au niveau des teneurs en matières sèches et les rendements en tomates sèches des différents prétraitements (Figure 1). En effet, les prétraitements qui ont donné les taux de rendements en tomate sèche élevés ont été aussi ceux qui présentaient de faibles teneurs en matière sèche.



Figure 3. Tomate séchée après prétraitement à l'eau bouillante+sel+huile de palme+bicarbonate

Comparaison des tomates séchées issues des prétraitements

Les résultats de l'analyse de perception ont permis de constater que les tomates séchées étaient toutes souples et pliables au toucher. De plus les prétraitements avec combinaison de plusieurs solutés (surtout sel et huile de palme) dans l'eau de blanchiment semblaient donner les tomates les plus séchées au toucher (90% des panelistes). Par contre, le prétraitement qui a donné les tomates les moins séchées a été le blanchiment à l'eau chaude simple (100% des panelistes). Le choix de prétraitement ayant donné les meilleures tomates séchées (du point de vue de la texture et de la couleur) a porté sur le blanchiment avec huile de palme et sel (80% des panelistes). En fait, suivant les résultats du test de perception, les tomates qui ont subi le prétraitement avec de l'huile de palme présentaient une couleur rouge luisante comparée aux autres prétraitements. Par contre d'un point de vue visuel, les traitements à base de bicarbonate tendaient à légèrement noircir la tomate. Le diagramme de production de tomate séchée et de reconstitution a été représenté par la figure 4.

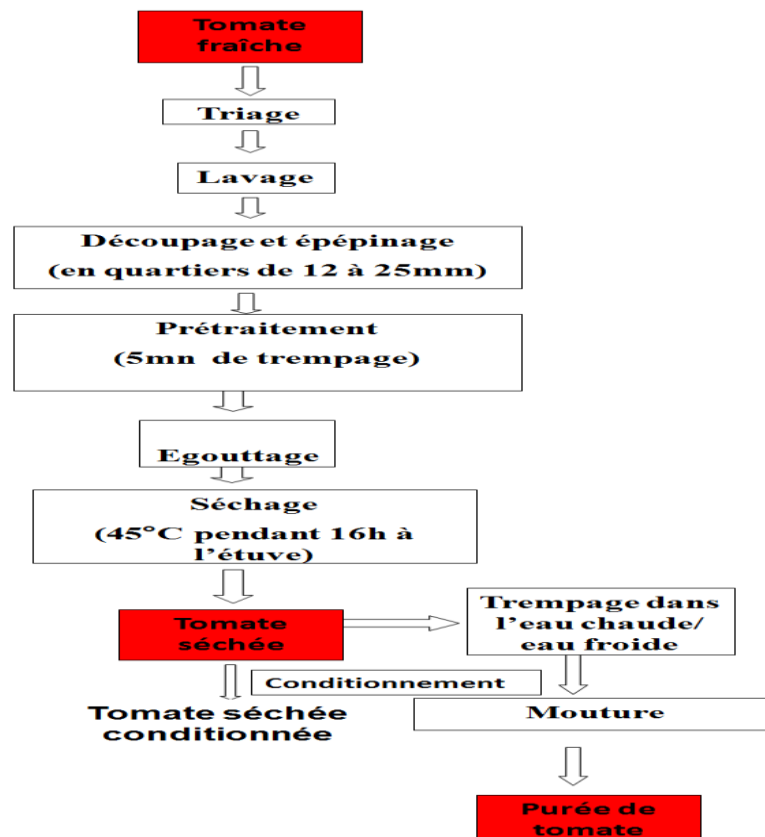


Figure 4. Diagramme de production de tomate séchée et purée

Aptitude à la reconstitution de la tomate séchée en purée

Pour l'expérimentation de la reconstitution de la tomate séchée en purée de tomate, le prétraitement à l'eau bouillante+sel+Huile rouge a été utilisé. Les essais de trempage de la tomate séchée dans l'eau chaude et l'eau à la température ambiante ont permis de constater que les tomates séchées gonflaient totalement au bout de 30 mn dans l'eau chaude (Figure 5). Par contre celles trempées dans l'eau froide ne devenaient totalement turgescentes qu'au bout de 1 h. Si la rapidité d'absorption de l'eau était forte au départ, elle devenait très lente et presque constante après les deux temps mentionnés ci-dessus selon les cas, du fait de la saturation. Lorsque les tomates turgescentes étaient retirées de l'eau, elles étaient écrasées sur la meule. Les femmes qui ont exécuté l'opération de reconstitution en purée ont tous constaté que l'obtention de la tomate mouluée avec ces tomates séchées turgescentes était plus facile que dans le cas de la mouture de la tomate fraîche. A partir de 12,65 g de tomate séchée, en moyenne 18,96 g de tomate mouluée étaient obtenus après le trempage dans l'eau chaude (Figure 6). Du point de vue de la consistance (bien épais), couleur (rouge), texture (assez mou) et goût (salé et non acide), la purée obtenue était bien appréciée par tous (100%) les panelistes.



Figure 5. Processus de rehydratation de la tomate séchée dans de l'eau chaude



Figure 6. Reconstitution de la tomate rehydratée en purée

DISCUSSION

Rendement et teneur en eau, et effet du prétraitement sur la perte d'eau et la qualité de la tomate séchée

Le rendement est plus élevé en tomates séchées pour le traitement T1 (blanchiment à l'eau bouillante). Cette situation se justifie par le fait que la tomate sèche issue de ce traitement était plus riche en eau par rapport aux autres. Le prétraitement avant séchage est recommandé pour améliorer les caractéristiques du processus et réduire les effets néfastes du séchage sur la qualité du produit (Omowaye *et al.*, 2003). Pour ce qui est des solutés présents dans l'eau de blanchiment, les effets sur le produit final sont différents aussi bien par rapport à la qualité du produit fini que par rapport à la teneur finale en matière sèche. Toutefois, une différence existe entre les teneurs en matières sèches des tomates séchées. Ainsi, en se basant sur les classifications de CEE-ONU (2007) les valeurs obtenues sont toutes dans la même gamme d'après la classification des NORME CEE ONU DDP-19. En effet, ceci confirme les résultats de perception d'après lesquels toutes les tomates séchées quel que soit le prétraitement sont du type souple et pliable. La différence dans les teneurs en matière sèche est liée au prétraitement appliqué et plus précisément les solutés présents dans l'eau de blanchiment. De ce fait, cette différence est liée au processus de déshydratation osmotique. De plus la combinaison de plusieurs solutés (sel, huile rouge et bicarbonate) résulte en une plus forte déshydratation du produit. En effet, la concentration de la solution de blanchiment augmente dans ce cas et favorise une plus forte sortie d'eau du produit avant le séchage proprement dit. En effet, Famurewa (2010) explique que l'augmentation de la concentration de la solution osmotique fait aussi

augmenter la perte en eau dans le produit. Saurel *et al.* (1995) recommandent d'utiliser une solution mixte et surtout mettre en œuvre des solutés de masse molaire différente pour une meilleure déshydratation au cours du processus. Lerici *et al.* (1985) ont aussi observé que certaines solutions mixtes telles que (Chlorure de Sodium+Sucre) augmentent beaucoup plus la sortie de l'eau du produit durant le séchage osmotique que lorsqu'elles sont utilisées séparément. Kowalska *et al.* (2008) expliquent que l'addition de NaCl (sel de cuisine) à une solution osmotique augmente le pouvoir de déshydratation.

Autres avantages des prétraitements

L'huile rouge et le sel de cuisine ont l'avantage de procurer un goût et une couleur qui sont plus appréciables selon les résultats du test de dégustation. Toutefois, en plus de ces avantages, le sel le sel de cuisine permet de mieux conserver les produits, même si dans ce cas présent il n'est pas utilisé en forte quantité. De plus la perte de nutriments est faible lors du séchage de produits prétraités avec une solution salée car Bonazzi et Dumoulin (2011) expliquent qu'au cours du processus de déshydratation, une rapide perte d'eau est constatée et réduisant ainsi le temps de déshydratation. L'huile rouge de palme étant également riche en Vitamine A peut conférer ce nutriment au produit fini. De plus, comme il s'agit d'une petite quantité d'huile rouge dans l'eau de blanchiment, la teneur en huile du produit fini n'est probablement pas élevée au point d'en créer un rancissement. Diene (2012) rapporte que le blanchiment comme prétraitement entraîne une stabilisation initiale des caroténoïdes par l'inactivation de l'activité de certaines enzymes. Toutefois, les conditions de déshydratation peuvent par la suite provoquer la dégradation de ces caroténoïdes (Soria *et al.*, 2009).

Effet des prétraitements sur l'aptitude à la réhydratation et reconstitution de la tomate

Torreggiani *et al.* (2001) soulignent que la modification de la durée de la déshydratation partielle et la composition de la solution de déshydratation peuvent agir positivement sur les propriétés physique et fonctionnel du produit. Dans cette étude, les essais de reconstitution montrent que la tomate séchée a la possibilité de réabsorber l'eau et de devenir turgescente. Bonazzi et Dumoulin (2011) expliquent que durant le processus de séchage, la porosité de la tomate augmente ; ce qui fait que le produit séché peut se réhydrater dans certaines conditions. Les mêmes auteurs décrivent la possibilité de réhydrater de la poudre issue de produits séchés dans de l'eau chaude pour en faire une sauce. Ainsi, cette particularité du produit séché peut faciliter la pénétration de l'eau au cours du processus de reconstitution. La chaleur favorisant une plus forte migration de l'eau dans les produits, ce phénomène justifie la rapidité de pénétration d'eau chaude en comparaison à l'eau à température ambiante. Neumann (1972) rapporte aussi que des essais de réhydratation de certains légumes tels que le céleri sec ont montré que les temps pour atteindre l'absorption d'eau maximale et la teneur en eau du produit final sont réduits à fortes températures. Comme dans le cas de cette étude, Taiwo *et al.* (2002) soulignent que les techniques de pré-séchage, la composition du produit, les techniques et conditions de séchage et la température sont entre autres des facteurs qui influencent la réhydratation et parmi eux certains influencent les propriétés de reconstitution des produits séchés lors de cette réhydratation. Par exemple Neumann (1972) explique qu'une forte concentration de sucre (cas du sel de cuisine dans la présente étude) dans la solution de déshydratation osmotique améliore la réhydratation. Ainsi, le bon déroulement du processus de réhydratation et de reconstitution de la tomate peut être lié au prétraitement appliqué et au type et à la température de séchage appliqués. L'acceptation du produit final (purée) est due à la texture (molle et bien écrasé), à la couleur rougeâtre et au goût (salé et non acide).

CONCLUSION

La technologie de production de tomate séchée et de sa reconstitution en purée est concluante. Le prétraitement consistant au trempage dans de l'eau chaude+sel+huile de palme permet d'avoir une bonne coloration et une bonne texture, puis entraîne aussi une perte d'eau relativement élevée pour une même durée de séchage. L'intérêt de cette technologie est qu'elle permet une double valorisation de la tomate et une réduction des pertes post-récolte. Par conséquent, il est important de poursuivre cette étude en utilisant différentes techniques et divers équipements de séchage, en réalisant des essais de conservation de la tomate séchée issu du prétraitement et en faisant une étude de rentabilité voire de viabilité de la technologie de production de tomate séchée et de sa reconstitution en purée.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ade-Omowaye, B., N.K. Pastogi, A. Angersbach, D. Knorr, 2002: Osmotic dehydration behavior of red paprika (*Capsicum annum* L.). *Journal of Food Science*, 67, 1790-1796.
- Bonazzi, C., Dumoulin, B., 2011: Modern Drying Technology Volume 3: Product Quality and Formulation, First Edition. : Quality Changes in Food Materials as Influenced by Drying Processes Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- CEE-ONU, 2007 : Norme CEE-ONU DDP-19 concernant la commercialisation et le contrôle de la qualité commerciale des tomates séchées. Commission Economique des Nations Unis pour l'Europe : 1-8.
- Diene, A.T., 2007. Influence du blanchiment sur les caroténoïdes de l'igname: *Dioscorea schimperiana*. Rapport de maîtrise. Université de Douala
- Dossou, J., I. Soulé, M. Montcho, 2006 : Analyse économique de la production de purée de tomate à petite échelle au Bénin. *Tropicultura*, 24, 239-246.
- Fagbohoun, O., Denis, G., 1999 : Aperçu sur les principales variétés de tomate locale cultivées dans le sud du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique* Numéro 24, mars, pp. 10-21.
- Famurewa, J., 2010: Effect of Drying methods on Chemical Composition of Red Bell Pepper (*Capsicum annum*). *Journal of Applied Tropical Agriculture*, Special issue: 160-162.
- Heng, W., S. Guilbert, J.L. Cuq, 1990: Osmotic dehydration of papaya: Influence of process variables on the product quality. *Science des Aliments*, 10, 831-848.
- Kowalska, H., A. Lenart, D. Leszczyk, 2008: The effect of blanching and freezing on osmotic dehydration of pumpkin. *J. Food Eng*, 86, 30-38.
- Lahmari, N., D. Fahloul, I. Azani, 2012 : Influence des méthodes de séchage sur la qualité des tomates séchées (variété Zahra). *Revue des Energies Renouvelables*, 15, 285 – 295.
- Lerici, C.R.E., R.M. Pinnavaia, Dalla, L. Bartoluce, 1985: Osmotic agent on drying behavior and product quality. *Journal of food Science*, 95, 1217-1218.
- Lewick, P.P., H. Vule, W. Pormaranska-Laznka, 2002: Effect of Pretreatment on Convective Drying of Tomato, *Journals of Food Engineering*, 54, 141-146.
- Montcho, M., Fagbohoun, O., 2004: Production of tomato puree: an alternative to conservation of locally produced tomato in Bénin. *Uganda Journal of Agricultural Science*, 9, 651-655.
- Neumann, H.J., 1972: Dehydrated celery: effects of pre-drying treatment and rehydration procedures on reconstitution. *J. Food Sci*, 37, 437-441.
- Saurel, R., A.L. Raoult-Wack, S. Rios Guilbert, 1995: Approches technologiques nouvelles de la déshydratation-imprégnation par immersion (DII). *Ind. Aliment.Agric*, 2, 7-13.
- Soria, A.C., A. Olano, J. Frias, E. Pena, M. Villamiel, 2009: 2-Furoylmethyl amino acids, hydroxymethylfurfural, carbohydrates and beta-carotene as quality markers of dehydrated carrots. *J. Sci. Food Agric*, 89, 267–273.
- Taiwo, K.A., A. Angersbach, D. Knorr, 2002: Influence of high intensity electric field pulses and osmotic dehydration on the rehydration characteristics of apple slices at different temperatures. *J.FoodEng*, 52, 185-192.
- Torreggiani, D., R. Glangiaco, E. Abbo, 2001: Osmotic dehydration of fruit Part 1 Sugar exchange between fruits and extracting syrups. *Journals of Food Processing and Preservation*, 11, 183- 195.