

Effets du stockage sur la vitamine C, les caroténoïdes et le brunissement de la mangue (*mangifera indica l.*) Amélie séchée

H. LINGANI-SAWADOGO¹; G. THIOMBIANO²; S. A. TRAORE³

RESUME :

Des mangues de la variété Amélie cueillies au stade de maturité, ont été pelées, découpées en tranches, traitées avec des conservateurs, puis séchées dans des séchoirs solaires ; les tranches de mangue séchées ont été mises dans des bocaux de verre, puis stockées en conditions ambiantes pendant 12 mois. L'influence de la durée de stockage sur la teneur en vitamine C (acide ascorbique), la teneur en caroténoïdes, et sur l'état de brunissement des tranches de mangue séchées a été étudiée. Durant le stockage, la teneur en vitamine C et la teneur en caroténoïdes diminuent et l'état de brunissement augmente. Après 6 mois, puis 12 mois de stockage, les pertes ont été respectivement de 39 à 74 % et 88 à 92 % pour la vitamine C ; 24 à 40 % et 30 à 54 % pour les carotènes, 24 à 42 % et 38 à 52 % pour les xanthophylles. Les densités optiques à 400 nm, 420 nm et 282 nm des extraits méthanoliques à 70% des échantillons, qui mesurent l'état de brunissement, augmentent au cours du stockage. Le traitement à l'anhydride sulfureux (SO₂) limite le brunissement, la dégradation de l'acide ascorbique et des caroténoïdes durant le stockage.

Mots Clés : mangue séchée, conservateurs, stockage, vitamine C, caroténoïdes, brunissement.

ABSTRACT :

Amélie mango variety harvested at maturity stage, were peeled, sliced, treated with preservatives, then dried in solar driers; dried mango slices were packaged in glass bottles and kept in ambient conditions for 12 months. The effects of storage on vitamin C (ascorbic acid) and carotenoids contents and on browning of dried mango slices were studied. During storage, ascorbic acid and caroten contents decreased, and browning increased. After 6 and 12 months, losses were about 39 to 74 % and 88 to 92 %, 24 to 40% and 30 to 54 %, 24 to 42% and 38 to 52 % respectively for vitamin C, carotens and xanthophylls. The optical density at 400 nm, 420 nm and 282 nm of 70% methanol extracts samples, which estimated browning, increased during storage. The treatment with SO₂ limited browning, ascorbic acid and carotenoids deterioration during the storage.

Keys words : dried mango, storage, preservatives, vitamin C, carotenoids, browning.

INTRODUCTION

La production de mangues est importante au Burkina Faso. Toutefois, le produit est très périssable et il y a des difficultés réelles de conservation à l'état frais pendant la période de production. Les pertes post-récoltes sont alors importantes. Le séchage constitue une des principales technologies pratiquées et contribue à limiter les pertes, à préserver la qualité du produit et à accroître la disponibilité des mangues au cours de l'année. Cette technique de conservation a particulièrement pris de l'ampleur au cours de ces dernières années, compte tenu de la simplicité du procédé et de la faiblesse des coûts de traitement. Les équipements utilisés sont des séchoirs solaires, des séchoirs à gaz ou des séchoirs mixtes fabriqués par des structures de recherche, des artisans ou des Organisations Non Gouvernementales. Le séchage permet la stabilisation des produits hydratés comme les fruits et légumes, par la réduction de la teneur en eau et l'abaissement subséquente de l'activité de l'eau de ces produits ; le développement microbien et l'activité enzymatique sont

alors inhibés. Toutefois, des modifications chimiques ou biochimiques sont susceptibles de se produire dans les produits séchés durant leur stockage. C'est le cas de la détérioration de certains nutriments sensibles (vitamines) et du brunissement non enzymatique ou Réaction de Maillard qui engendre des modifications de couleur, de saveur et de qualité nutritionnelle de divers aliments au cours du processus de transformation et du stockage (Labuza, 1973 ; Adrian, 1974 ; Mauron, 1981). L'objectif de ce travail est d'évaluer l'influence du stockage sur les teneurs en vitamine C et en caroténoïdes, et sur le brunissement de tranches de mangue Amélie séchées.

1- Département de Technologie Alimentaire - Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT) - Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST) 03 BP 7047 Ouagadougou 03 Burkina Faso Tel (00226) 50 31 53 21; auteur correspondant.

2- Département Energie - IRSAT - CNRST 03 BP 7047 Ouagadougou 03 B F

3- Centre de Recherche en Sciences Biologiques Alimentaires et Nutritionnelles (CRSBAN) - Département de Biochimie - Microbiologie - Université de Ouagadougou 03 BP 7021 Ouagadougou 03 Burkina Faso.

I. MATERIEL ET METHODES

1.1. Traitements et séchage des échantillons

Des mangues de la variété Amélie, provenant du village de Zoula (Province du Sanguié) ont été récoltées au stade de la maturité, puis triées et conservées à 10 - 12°C. Les mangues mures mais fermes et ne présentant aucune altération visible, ont été lavées, pelées, dénoyautées puis découpées en tranches de 8 à 10 mm d'épaisseur. Les tranches ont ensuite subi ou non un traitement avec des conservateurs, puis ont été réparties en 8 lots de 14 échantillons (tableau I). Le traitement à l'anhydride sulfureux gazeux a consisté à maintenir les tranches de mangue dans une ambiance de gaz sulfureux dans une enceinte close; les proportions ont été de 2g de soufre pur brûlé pour 500g de tranches. Pour les traitements par trempage en solutions aqueuses (de saccharose, de métabisulfite de sodium et d'acide citrique), les proportions ont été de 1 kg de tranches pour 2 litres de solution. Les lots de mangue traités ont été séchés dans les séchoirs solaires « Tente » et « Pyramide », mis au point par le Département Energie de l'Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (Garango et al., 1989).

Tableau I : Modalités de traitement et de séchage des échantillons de mangue

Lots de tranches de mangue fraîche	Traitements	Type de séchoir	Echantillons de mangue séchée
I	Aucun (lot témoin)	Tente (Te.)	1
		Pyramide (Pyr.)	2
II	Trempage 30 mn dans une solution aqueuse de saccharose à 10 %	Te.	3
		Pyr.	4
III	Trempage 30 mn dans une solution de métabisulfite de sodium à 0,05%	Te.	5
		Pyr.	6
IV	Trempage 60 mn dans une solution de métabisulfite de sodium à 0,05%	Te.	7
		Pyr.	8
V	Trempage 15 mn dans une solution aqueuse d'acide citrique à 0,5 %	Te.	9
VI	Trempage 30 mn dans une solution aqueuse d'acide citrique à 0,5 %	Te.	10
VII	Ambiance d'anhydride sulfureux gazeux (SO ₂) pendant 45 mn	Te.	11
		Pyr.	12
VIII	Ambiance d'anhydride sulfureux gazeux (SO ₂) pendant 90 mn	Te.	13
		Pyr.	14

1.2. Conditionnement et stockage des échantillons de mangue séchée

Les échantillons de mangue séchée sont mis dans des bocaux de verre, puis entreposés dans les conditions ambiantes du laboratoire pendant 12 mois. Il y a quatre répétitions de chaque échantillon. Tous les trois mois, le contenu d'un bocal est utilisé pour les analyses physico-chimiques et biochimiques.

Détermination des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des échantillons :

- La teneur en eau a été déterminée par dessiccation à 103 °C à l'étuve.
- L'acidité titrable a été dosée selon la méthode AFNOR NF V05-101(1986). Les résultats sont exprimés en équivalent acide citrique /100 g de matière sèche.

- La teneur en vitamine C (acide ascorbique) a été déterminée par la méthode colorimétrique utilisée par Coulibaly (1977) ; les résultats sont exprimés en mg/100g de matière sèche.
- L'extraction des caroténoïdes a été faite à l'acétone refroidie à partir de 2,5 g de matière sèche. Après saponification, ils ont été dosés par spectrophotométrie à 444 nm (Okombi, 1979). La séparation des carotènes et des xanthophylles a été faite avec de l'éther de pétrole puis du méthanol, à partir de 100 ml d'extrait acétonique. La phase éthéro-pétrolique contenant les carotènes est saponifiée, lavée avec de l'eau distillée puis séchée sur du sulfate de sodium anhydre. Les xanthophylles (phase méthanolique) ont été extraites avec de l'éther diéthylique ; après séchage et concentration à sec à 30°C, le résidu est repris avec 11 ml d'éthanol pur. Les déterminations ont été faites à 450 nm pour les carotènes et à 440 nm pour les xanthophylles (Sakho et al., 1984). Les résultats sont exprimés en µg/g de matière sèche.
- L'évaluation du brunissement a été faite selon une méthode utilisée par Harvey et al. (1978), basée sur les propriétés d'absorption des pigments du brunissement dans le visible à 400 et à 420 nm et sur les propriétés d'absorption des principaux métabolites dans l'ultra violet à 282 nm. L'extraction de ces substances a été faite au méthanol à 70 % à partir d'un gramme de matière sèche. Les résultats sont exprimés en densité optique/g de matière sèche.

II. RESULTATS

L'évaluation quantitative de l'évolution de certaines caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des tranches de mangue Amélie séchées dans les séchoirs solaires « Tente » et « Pyramide », mises en bocaux de verre, puis entreposées pendant 12 mois dans les conditions ambiantes du laboratoire a donné les résultats suivants :

- La teneur en eau résiduelle : les teneurs en eau résiduelle sont de l'ordre de 14 à 20% en début de stockage et de l'ordre de 15 à 20% après 12 mois de stockage pour l'ensemble des échantillons (tableau I); on n'observe pas de variations significatives du taux d'humidité des tranches de mangue séchées durant les 12 mois de conservation.
- L'acidité titrable : les taux d'acidité titrable varient de 2,16 à 4,71 % et de 2,53 à 4,83 %, respectivement en début de stockage et après 12 mois de stockage (Tableau II). Les échantillons traités par trempage dans une solution d'acide citrique à 0,5 % présentent une acidité élevée (tableau II, échantillons 9 et 10). Il n'y a pas de changements significatifs de l'acidité titrable des échantillons durant les 12 mois de stockage.

Tableau II : Taux d'acidité titrable des échantillons de tranches de mangue séchées durant le stockage

Echantillons	Durées de stockage				
	0	3 mois	6 mois	9 mois	12 mois
1	3,63	3,39	3,96	3,45	3,71
2	3,61	3,42	3,94	3,68	3,78
3	3,67	3,45	3,54	4,05	3,47
4	3,44	3,30	3,85	3,70	3,92
5	3,39	2,95	3,16	3,05	3,03
6	3,27	3,52	3,41	3,18	3,31
7	2,29	2,41	2,57	2,32	2,53
8	2,16	1,97	2,51	2,62	2,58
9	4,26	4,46	4,53	4,48	4,12
10	4,71	4,76	4,73	4,66	4,83
11	3,87	3,52	3,82	3,71	3,93
12	4,02	3,92	4,04	3,47	4,11
13	3,54	3,45	3,78	3,75	3,64
14	3,90	3,80	3,84	3,91	3,90

- La vitamine C (acide ascorbique) : il y a des pertes en vitamine C au cours du stockage ; après une durée de stockage de 3 mois, 6 mois et 12 mois, les pertes sont respectivement de 12 à 25 %, 39 à 74 % et 88 à 92 % (fig.1). Au bout des 6 premiers mois de stockage,

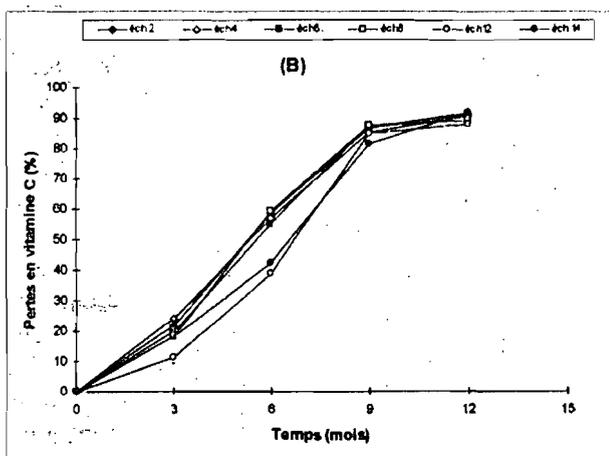
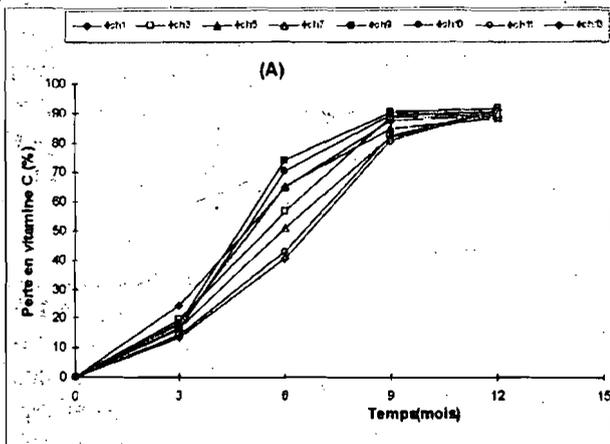


Figure 1 : Evolution des pertes en vitamine C durant le stockage, au niveau des échantillons de mangue Amélie séchée dans les séchoirs solaires Tente (A) et Pyramide (B).

les plus faibles pertes sont observées avec les échantillons traités pendant 60 mn au métabisulfite de sodium à 0,05 % (éch.7 et 8), et ceux maintenus durant 45 mn ou 90 mn dans une ambiance d'anhydride sulfureux gazeux (éch.11, 12,13, 14). Ces résultats montrent que le métabisulfite de sodium et l'anhydride sulfureux inhibent la dégradation de la vitamine C durant le stockage. L'évolution des pertes en vitamine C au cours du temps suit des courbes en forme de sigmoïde : les pertes, moins importantes pendant les trois premiers de stockage, sont plus importantes entre le troisième et le neuvième mois, puis se réduisent nettement durant les derniers mois de stockage.

- Les caroténoïdes : on observe des pertes en caroténoïdes au cours du stockage des tranches de mangue séchées; au bout de 6 mois, puis de 12 mois de stockage, les pertes sont respectivement de 24 à 40 % et 30 à 54 % pour les carotènes (fig.2), de 24 à

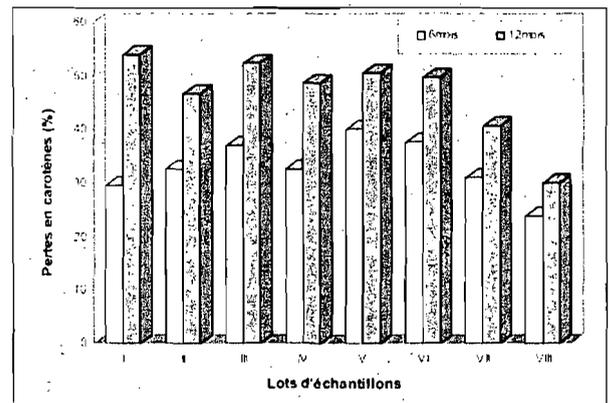


Figure 2 : Pertes en carotènes durant le stockage, des lots d'échantillons de mangue séchée

42 % et 38 à 52 % pour les xanthophylles (fig.3). Les lots traités à l'anhydride sulfureux et au métabisulfite de sodium présentent les plus faibles taux de perte (lots III et IV, lots VII et VIII). Comme pour la vitamine C,

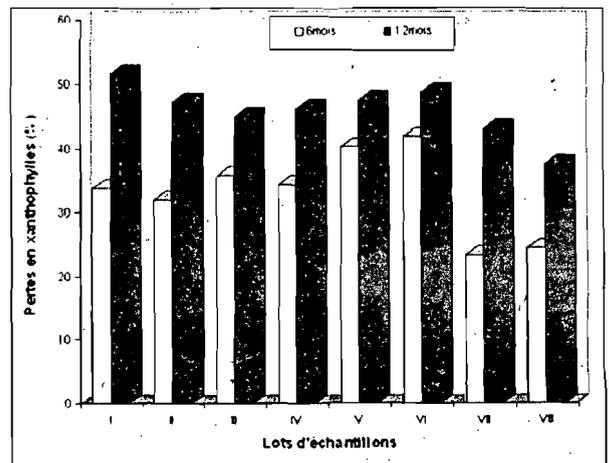


Figure 3 : Pertes en xanthophylles durant le stockage, des lots d'échantillons de mangue séchée

ces conservateurs préservent mieux les caroténoïdes de la mangue Amélie séchée durant le stockage.

- Le brunissement : l'état de brunissement des tranches de mangue séchées a été apprécié par la mesure des densités optiques d'extraits méthanoliques des différents échantillons ; les densités optiques à 400, 420 et 282 nm augmentent avec la durée de stockage (fig. 4) et traduisent ainsi un brunissement ou un assombrissement du produit au cours de la conservation. Dans tous les cas, les lots traités à l'anhydride sulfureux gazeux et au métabisulfite de sodium enregistrent des variations modérées des densités optiques au cours du stockage, ce qui met en évidence l'effet inhibiteur de ces additifs. Par contre, les lots traités à l'acide citrique montrent une nette évolution linéaire des densités optiques au cours des 6 premiers de stockage; au-delà, on observe une stabilité jusqu'au 12ème mois de stockage. L'acide citrique semble favoriser le brunissement non enzymatique des tranches de mangue séchées pendant le stockage (fig. 4, courbes V et VI). Les échantillons témoins qui n'ont subi aucun

traitement et les échantillons traités au saccharose à 10 % apparaissent également bien affectés par le brunissement, surtout au dernier mois de stockage.

III. DISCUSSION

Le séchage solaire pratiqué dans cette étude comme technique de conservation est un mode de séchage qui implique des conditions naturelles de température, d'humidité relative et de vitesse de l'air ; ces paramètres naturels varient continuellement et sont de ce fait difficiles à maîtriser. Ces conditions naturelles ont une influence sur le processus de séchage d'où des teneurs en eau résiduelle variables d'un échantillon à l'autre en fin de séchage et en début de stockage. Pour un échantillon donné, le taux d'humidité est resté presque constant durant les 12 mois de stockage, ce qui confirme l'étanchéité aux vapeurs d'eau des bocaux en verre. Les fruits séchés jusqu'à une teneur en eau résiduelle de 15 - 20 %, comme c'est le cas pour ces échantillons de mangue séchés, ont une activité de l'eau (A_w) comprise entre 0,60 et 0,70 (Mossel, 1975) ; il en résulte une altération de la couleur du produit du fait du brunissement non enzymatique dont l'optimum a été observé aux activités de l'eau comprises entre 0,50 et 0,75 (Labuza, 1973 ; Eichner et Karel, 1975). Le brunissement non enzymatique ou Réaction de Maillard désigne un ensemble de réactions chimiques complexes qui conduisent à la formation de pigments bruns ou noirs appelés mélanoidines. Ce brunissement se traduit par un assombrissement de la couleur du produit et par l'apparition d'odeurs et de saveurs désagréables ou agréables selon les cas. Les substrats du brunissement non enzymatique sont des composés carbonyles, notamment des sucres réducteurs, des acides aminés, mais également la vitamine C et les orthophénols des arômes naturels ou les produits d'oxydation des lipides. La mangue, qui renferme certains de ces substrats (Sawadogo-Lingani, 1993) constitue un milieu favorable au brunissement non enzymatique. Les effets inhibiteurs de l'anhydride sulfureux (E220) et du métabisulfite de sodium (E223) sur le brunissement non enzymatique ont été rapportés par certains auteurs (Harvey et al., 1978 ; Kalra et Tandon, 1985); de même l'augmentation, pendant le stockage, des densités optiques d'extraits de mangue séchée (qui mesurent l'état de brunissement), confirme des résultats antérieurs. En effet, Harvey et al. (1978) ont montré que l'anhydride sulfureux limite le brunissement de la purée de mangue déshydratée durant le stockage. D'autre part, Mizrahi et al. (1970), puis Singh et al. (1983) ont prouvé que l'indice de brunissement, lorsqu'il est mesuré par la densité optique dans le visible, augmente de façon linéaire avec le temps de stockage après une période d'induction qui dépend de l'activité de l'eau du pro-

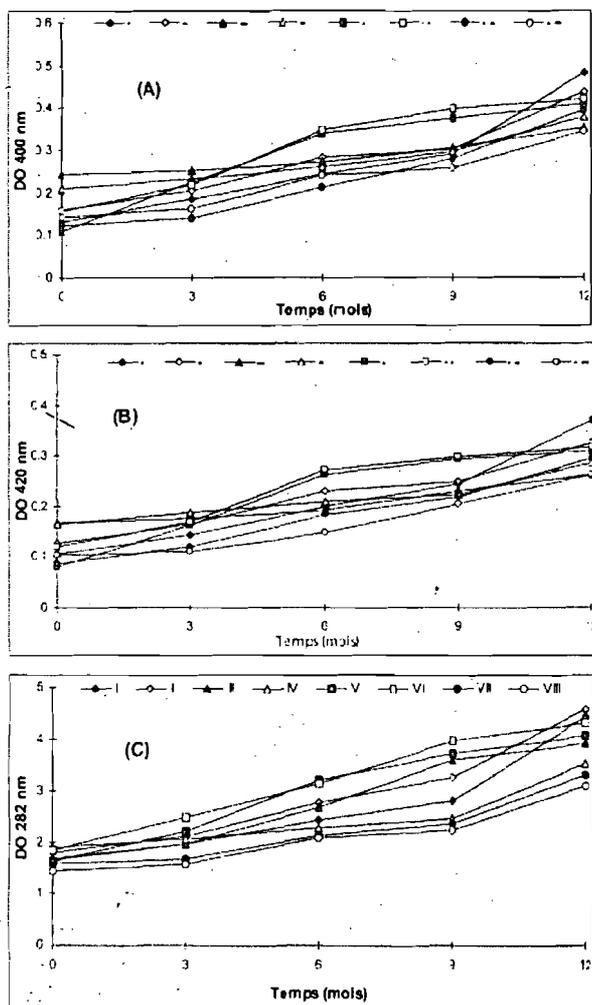


Figure 4 : Evolution durant le stockage, des densités optiques à 400 nm (A), 420 nm (B), 282 nm (C) d'extraits méthanoliques de 8 lots d'échantillons de mangue Amélie.

duit et de la température de stockage. La période d'induction est d'autant plus longue que l'activité de l'eau du produit est faible. Resnik et Chirife (1979), ont montré à partir d'extraits aqueux de pomme déshydratée, que le brunissement engendre une forte absorption à 282 - 285 nm qui augmente de façon linéaire avec le temps à température constante de stockage ; cette forte absorption d'extraits de produits alimentaires brunis est due à la présence du 5-hydroxyméthyl furfural (5 H.M.F) et/ou du furfural (Resnik et Chirife, 1979). Le furfural serait en faible proportion, mais très actif par rapport au 5-H.M.F, en présence d'acide, il se condenserait avec les aldéhydes, les cétones et les acides aminés (Rizzi, 1974). Ces composés furanniques se forment lors de la déshydratation ou du chauffage d'aliments riches en sucres comme la mangue, en présence d'acide (Gardelle et Richard, 1970).

Il faut noter que les conditions ambiantes de stockage des tranches de mangue séchées engendrent des fluctuations de température qui pourraient influencer le mécanisme du brunissement, d'où l'allure des courbes obtenues.

La dégradation de la vitamine C observée au cours de cette étude est due à la nature très instable de ce composé et aux conditions de conditionnement et d'entreposage des produits. La structure de l'acide ascorbique comporte une fonction énediol très oxydable ; sa dégradation résulterait donc, entre autre, d'une oxydation favorisée d'une part, par la présence d'air dans les bocaux, et d'autre part, par le taux d'humidité résiduelle des tranches de mangue séchées. En effet, l'acide ascorbique est surtout stable aux activités de l'eau comprises entre 0,020 et 0,316 (Saguy et al., 1978 ; Haralampu et Karel, 1983) ; mais les échantillons de mangue séchée ont une activité de l'eau variant de 0,60 à 0,70. Par ailleurs, la vitamine C participe aux réactions de brunissement non enzymatique. La forme sigmoïdale des courbes de dégradation de l'acide ascorbique durant le stockage, traduirait une cinétique de dégradation complexe impliquant divers types de réaction ; le mécanisme de dégradation est lent pendant les trois premiers mois, accéléré entre le troisième et le neuvième mois, puis ralenti durant les derniers mois de stockage. Ces résultats se rapprochent de ceux de Aliaga et Luh (1975) sur la mangue lyophilisée, puis stockée pendant 12 mois à 20°C et à 30 °C.

La structure moléculaire des caroténoïdes comporte des doubles liaisons très instables ; la dégradation des caroténoïdes de la mangue Amélie séchée, résulte donc de réactions d'oxydation dont les principaux facteurs sont : l'oxygène par la présence d'air

dans les bocaux, la lumière par la transparence de l'emballage et la température ambiante de stockage. La présence d'oxygène accélère la dégradation de la b-carotène (Goldman et al., 1983) qui est d'ailleurs le carotène majoritaire de la mangue Amélie (Sawadogo-Lingani, 1993). Toutefois, l'activité de l'eau du produit est un facteur déterminant pour la stabilité des caroténoïdes ; la b-carotène par exemple, a une bonne stabilité aux Aw comprises entre 0,484 et 0,747 (Goldman et al., 1983 ; Haralampu et Karel, 1983 ; Saguy et al. 1985), valeurs qui incluent celles de l'activité de l'eau des échantillons de mangue séchée ; ceci expliquerait les rétentions d'environ 50 % observées après 12 mois de stockage. Les produits de dégradation des caroténoïdes sont variables et dépendent de la pression partielle d'oxygène ; le plus souvent, ce sont des cétones, des alcools, des hydrocarbures polymérisés, des esters (Sanderson et Gonzalez, 1971) qui sont susceptibles d'engendrer des modifications de goût, de couleur et d'arôme de la mangue séchée. Ces modifications compromettent la qualité du produit et limitent sa durée de conservation.

La mangue Amélie séchée dans des séchoirs solaires est un produit alimentaire qui a une importance nutritionnelle indéniable. Outre les sucres, les fibres alimentaires et les sels minéraux, la mangue séchée contient de la vitamine C, des carotènes (précurseurs de la vitamine A), nutriments instables, qu'il faut préserver durant le stockage pour garantir la qualité du produit. La mangue séchée, conditionnée dans des bocaux de verre fermés hermétiquement, se conserve bien pendant six mois à la température ambiante. Au-delà, la dégradation de la vitamine C et le brunissement sont importants, bien que les teneurs en caroténoïdes restent acceptables jusqu'à 12 mois de stockage. Le trempage des tranches de mangue dans une solution de métabisulfite de sodium à 0,05% pendant 60mn et le traitement à l'anhydride sulfureux avant le séchage, limitent la dégradation de la vitamine C et des caroténoïdes, et inhibent le brunissement durant le stockage. L'oxydation et le brunissement non enzymatique constituent les principaux facteurs limitants de la conservation de la mangue séchée ; un conditionnement sous vide partiel devrait donc permettre d'améliorer considérablement la stabilité et la durée de conservation de ce produit. Des études sur l'utilisation de différentes doses de sulfites (SO₂, métabisulfite de sodium) ; l'utilisation d'autres antioxydants et inhibiteurs du brunissement non enzymatique et l'emploi d'autres types d'emballage notamment ceux en matière plastique, sont à entreprendre afin de déterminer les doses efficaces et les emballages appropriés pour une conservation de longue durée de la mangue séchée.

Remerciements

Nos remerciements vont à l'Agence Canadienne pour le Développement International et l'Association des Universités Africaines pour leur soutien financier, et à Monsieur Dayeri DIANOU pour les corrections apportées au manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

1. **ADRIAN, J. (1974).** Nutritional and physiological consequences of the Maillard reaction. *Word Review of Nutrition and Dietetics* 19 : 71
2. **ALIAGA, T. J. ; LUH, B. S. (1975).** Quality and storage stability of freeze dried mangoes. *Food Science and Technology* University of California, Davis, USA 12 : 1-6
3. **ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION (AFNOR) (1986).** Recueils de Normes Françaises. Produits dérivés de fruits et légumes - Jus de fruit. éd. AFNOR. Tour Europe, Paris, France, 343 p.
4. **COULIBALY, Y. (1977).** Influence des traitements et des conditions de stockage sur les composés volatils de la tomate et des produits dérivés. Thèse de Doctorat de 3ème Cycle, Montpellier, France, 98 p.
5. **EICHNER, K. ; KAREL, M. (1975).** The influence of water content and water activity on the sugar-amino browning reaction in model system under various conditions. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 20 (2) : 218
6. **GARANGO, T. ; THOMBIANO G. ; WEREM, A. (1989).** Etude comparative de deux types de séchoir solaire direct à partir du séchage de la tomate. *Science et Technique* 19 (3) : 27 - 40.
7. **GARDELLE, J. ; RICHARD, J. P. (1970).** Le 5 - hydroxyméthyl-furfural dans le jus de fruit et concentré. *Industrie Alimentaire Agricole* 87 : 543.
8. **GOLDMAN, M. ; HOREV, B. ; SAGUY, I. (1983).** Decolorization of b carotene in model system simulating dehydrated food: mechanism and kinetic principles. *Journal of Food Science* 48 (3) : 751- 754.
9. **HARALAMPU, S. G. ; KAREL, M. (1983).** Kinetic model for moisture dependence of ascorbic acid and b carotene degradation in dehydrated sweet potatoes. *Journal of Food Science* 48 (6) : 1872 - 1873.
10. **HARVEY, T. ; CHAN J. ; CAVALETO, C. G. (1978).** Dehydration and storage stability of papaya leather. *Journal of Food Science* 43 (6) : 1723 - 1725.
11. **HEIKAL, H. A. ; EL SANAFIRI N. Y. ; SHOOMAN M. A. (1972).** Some factors affecting the quality of dried mango sheets. *Agriculture Research Review* 50 (4) : 194-195.
12. **KALRA, S. K. ; TANDON, D. K. (1985).** Physico-chemical changes in mango pulp during ambient storage in glass containers. *Journal of Food Science* 22 (5) : 350-353.
13. **LABUZA, T. P. (1973).** Effects of dehydration and storage on nutrient retention in foods. *Food Technology* 27 (1) : 20-26
14. **MAURON, J. (1981).** Maillard reaction in food : A critical review from the nutritional stand point. *Program of Food and Nutrition Science* 5 : 5
15. **MIZRAHI, S. ; LABUZA, T. P. ; KAREL, M. (1970).** Computer aided predictions of extent of browning in dehydrated cabbage. *Journal of Food Science* 35 : 799
16. **MOSSEL, D. A. A. (1975).** Activités de l'eau, teneurs en eau et altérations microbiennes de quelques aliments. In "Water relation of food" R. Ducworth, ed. Academic Press, London, England.
17. **OKOMBI, G. (1979).** Les pigments de la cerise, *Prunus avium* (L), variété «Bigarreau Napoléon»: Variation au cours de la croissance, de la maturation et de la conservation. Thèse, Université d'Orléans, France, 105 p.
18. **RESNIK, S. ; CHIRIFE, J. (1979).** Effect of moisture content and temperature on some aspects of nonenzymatic browning in dehydrated apple. *Journal of Food Science* 44 (2) : 601 - 605.
19. **RIZZI, P. G. (1974).** Formation of N-alkyl-2 acyl pyrrole and aliphatic aldimines in model nonenzymatic browning reaction. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 25 : 135.
20. **SAGUY, I. ; MIZRAHI, S. ; VILLOTA, R. ; KAREL, M. (1978).** Accelerated method for determining the kinetic model of ascorbic acid loss during dehydration. *Journal of Food Science* 43 (6) : 1861 - 1864.
21. **SAGUY, I. ; GOLDMAN, M. ; KAREL, M. (1985).** Prediction of carotene decolorization in model system under static and dynamic condition of reduced oxygen environment. *Journal of Food Science* 50 (2) : 526 - 530.
22. **SAKHO, M. ; CROUZET, J. ; SECK, S. (1985).** Evolution des constituants volatils de la mangue au cours du chauffage. *Lebensmittel- Wissenschaft und Technologie* 18 (2) : 89 - 93.
23. **SANDERSON, G. W. ; CO, H. ; GONZALEZ, J. G. (1971).** Biochemistry of tea fermentation: The rôle of carotene in black tea aroma formation. *Journal of Food Science* 36 : 231 - 236
24. **SAWADOGO - LINGANI H. (1993).** Valorisation technologique de la variété Amélie de mangue du Burkina Faso: Maîtrise des paramètres physico-chimiques pour une meilleure stabilisation des produits de transformation. Thèse de Doctorat de Troisième Cycle Université de Ouagadougou, Burkina Faso 164 p.
25. **SINGH, R. K. ; LUND, D. B. ; BUELOW, F. H. (1983).** Storage stability of intermediate moisture apples : Kinetic of quality change. *Journal of Food Science* 48 (3) : 839-944.

