

## Production et stabilisation de nectar de deux variétés de pastèque (*Citrullus lanatus*)

Khadim NIANE<sup>1,2\*</sup>, Mahamat SEID ALI<sup>3</sup>, Nicolas Cyrille AYEISSOU<sup>1,2</sup>, Mady CISSE<sup>1,2</sup>  
et Guedel FAYE<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Université Cheikh Anta DIOP de Dakar (UCAD), Ecole Supérieure Polytechnique (ESP), Laboratoire Eau, Energie, Environnement et Procédés Industriels (LE3PI), BP 5085 Dakar, Sénégal

<sup>2</sup> Université Cheikh Anta DIOP de Dakar (UCAD), Ecole Supérieure Polytechnique (ESP), Centre d'Etudes sur la Sécurité Alimentaires et les Molécules Fonctionnelles (CESAM-RESCIF), BP 5085 Dakar, Sénégal

<sup>3</sup> Université Adam Barka d'Abéché, Faculté des Sciences et Techniques, BP 1173, TCHAD

(Reçu le 23 Avril 2021 ; Accepté le 06 Juillet 2021)

\* Correspondance, courriel : [gti.khadim@gmail.com](mailto:gti.khadim@gmail.com)

### Résumé

La pastèque *Citrullus lanatus* est un fruit légume des climats chauds, sucré et juteux, qui est fortement sollicité et qui offre une forte valeur nutritionnelle. Sa forte teneur en eau en fait un fruit très périssable avec des pertes post-récolte de l'ordre de 30 % pour le marché sénégalais. Dans l'optique de réduire ces pertes et diversifier les modes de consommation, des productions de nectar de pastèque ont été réalisées pour ouvrir des voies de sa valorisation. Ce travail porte sur des essais de production et de stabilité de nectars de pastèque. Pour ce faire, des nectars sont préparés à partir de deux variétés (Crimson Sweet et Charleston Grey). Ces nectars sont formulés à 14 °B avant d'être conditionnés dans des flacons et pasteurisés au bain-marie à 80 °C pendant 15 min. Les proportions massiques des différentes parties des fruits étudiés ont été déterminées, et les nectars obtenus, caractérisés et suivis pendant 35 jours stockés à 4°C. Les résultats montrent que les deux variétés ont des masses relativement importantes (3 817,2 g pour Crimson Sweet et 4 498,4 g pour Charleston Grey) avec une proportion de pulpe supérieure à 60 % (62,14 % pour Crimson Sweet et 65,21 % pour Charleston Grey). La variété Crimson Sweet est plus acide (297,96 mEq.kg<sup>-1</sup> MS) avec une teneur en extrait sec soluble (9,23 g.100 g<sup>-1</sup>) plus élevée. Par contre, la variété Charleston Grey est plus riche en sucres (761,03 g.kg<sup>-1</sup> MS), en polyphénols totaux (1197,70 mg EAG.kg<sup>-1</sup> MS) mais également en lycopène (10,18 g.kg<sup>-1</sup>). L'étude de vieillissement révèle une baisse du pH et de la teneur en sucres réducteurs (11 % pour la variété Crimson Sweet et 15 % pour Charleston Grey). Une dégradation importante du lycopène (56 % pour Crimson Sweet et 57 % pour Charleston Grey) qui s'accompagne, en outre, d'une stabilisation de la coloration rouge (paramètre a\*) est également constatée au cours de la conservation. La production de nectar est un moyen de diversification des modes d'utilisation des pastèques. L'obtention de caractéristiques satisfaisantes permettra une plus grande diversité et une forte réduction des pertes.

**Mots-clés :** *Citrullus lanatus*, *Crimson Sweet*, *Charleston Grey*, formulation, pasteurisation, conservation.

## Abstract

### Production and stabilization nectar of two watermelon (*Citrullus lanatus*) varieties

Watermelon (*Citrullus lanatus*) is a vegetable fruit of warm climates, sweet and juicy, which is highly consumed according to its high nutritional value. Water content is high and makes it a very perishable fruit with post-harvest losses of about 30 % for the Senegalese market. In order to reduce these losses and diversifying consumption patterns, production of watermelon nectar has been carried out to open up avenues for its recovery. This work focuses on production and stability trials of watermelon nectars. For this purpose, nectars are prepared from two varieties of watermelon (Crimson Sweet and Charleston Grey). These nectars are formulated at 14°B before being packaged in bottles, pasteurized at 80°C for 15min and stored during 35 days at 4°C. The mass proportions of the different parts of the studied fruits were determined, and the obtained nectars were characterized and followed during storage. The results show that both varieties have relatively large masses (3,817.2 g for Crimson Sweet and 4,498.4 g for Charleston Grey) with a pulp proportion greater than 60 % (62.14 % for Crimson Sweet and 65.21 % for Charleston Grey). The Crimson Sweet variety is more acidic (297.96 mEq.kg<sup>-1</sup> DM) with a higher dry matter content (9.23 g.100g<sup>-1</sup>). On the other hand, the Charleston Grey variety is richer in sugars (761.03 g.kg<sup>-1</sup> DM), total polyphenols (1197.70 mg EAG.kg<sup>-1</sup> DM) but also in lycopene (10.18 g.kg<sup>-1</sup>). The aging study reveals a drop in pH and reducing sugar content (11 % for the Crimson Sweet variety and 15 % for Charleston Gray). Significant degradation of lycopene (56 % for Crimson Sweet and 57 % for Charleston Grey) is also observed during conservation, accompanied by a stabilization of red color (parameter a\*). Achieving satisfactory characteristics will allow for greater diversity and a sharp reduction in losses.

**Keywords :** *Citrullus lanatus*, *Crimson Sweet*, *Charleston Gray*, *formulation*, *pasteurization*, *storage*.

## 1. Introduction

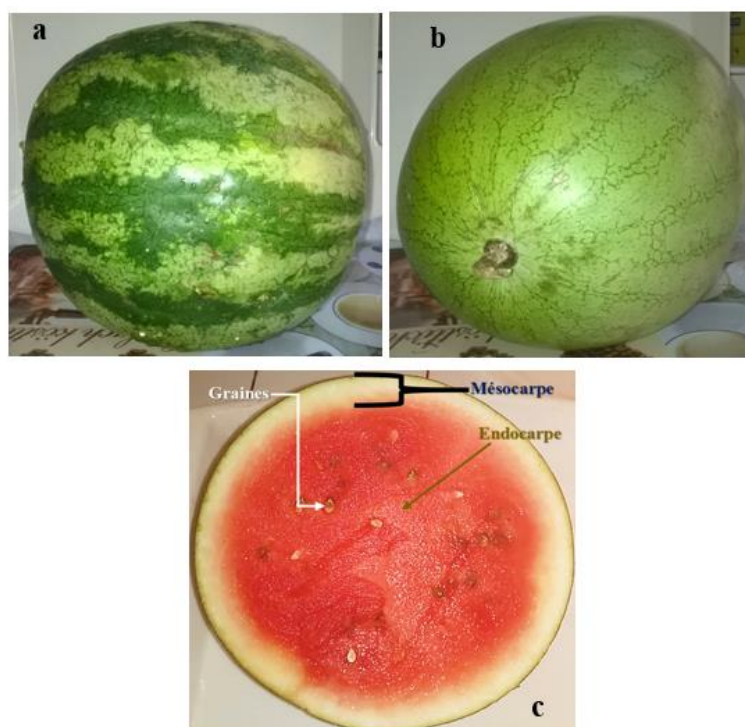
La pastèque (*Citrullus lanatus*) est une plante horticole, principalement connue pour ses fruits sucrés et juteux, cultivés dans les zones à climats chauds du monde [1 - 3]. *Citrullus lanatus* fait partie de la famille des Cucurbitacées au même titre que le melon (*Cucumis melo*), la citrouille (*Cucurbita pepo*) [4], etc. Encore appelée melon d'eau, la pastèque serait probablement originaire du désert du Kalahari, où il se trouve encore à l'état sauvage [5, 6]. La pastèque est principalement cultivée comme culture intercalaire sous-semi avec des céréales ou des tubercules de la même manière que les autres Cucurbitacées [7]. Les fruits de la pastèque sont ronds, ovales ou allongés avec une chair allant du blanc, du vert, du jaune, de l'orange au rouge [8]. Elle est la deuxième culture fruitière annuelle en superficie et en production après la tomate [8]. Cela fait de la pastèque, l'une des espèces les plus populaires avec une teneur en eau élevée, pouvant atteindre 93 % du poids total [9]. Elle contient de nombreux éléments intéressants d'un point de vue nutritionnel. Ainsi, la pastèque est riche en composés bioactifs comme la cucurbitacine, triterpènes, alcaloïdes [10, 11], etc. Elle contient également des caroténoïdes dont le lycopène, molécule responsable de la coloration rouge [12]. Ce pigment rouge a l'activité antioxydante la plus élevée parmi tous les antioxydants alimentaires [13]. La pastèque fraîche constitue une source importante de lycopène hautement biodisponible pour l'homme [14]. La pastèque est également riche en micronutriments tels que les vitamines (B, C et E), les minéraux (potassium, calcium, fer, etc.) et en acides aminés (Citrulline, arginine, etc.) [15, 16]. Elle présente de nombreuses utilisations tant sur le plan alimentaire (consommation direct du fruit, production artisanale de boisson, etc.) que sur le plan pharmaceutique (anthelminthique, anticancéreux, antibactérien, émollient et diurétique) [17, 18]. En Afrique, différentes études [19, 20] ont été menées sur la culture, la production ou la commercialisation de la pastèque. La production annuelle mondiale de pastèque est de 100 414 933 tonnes [21] dont les 70 % sont produites par la chine [22]. Au Sénégal, la production de pastèque, en 2019, est de 1 190 481 tonnes représentant

1,19 % dans le monde et 15,83 % en Afrique (7 522 390 tonnes) [21]. Néanmoins, la culture de pastèque rencontre de nombreuses difficultés dont, entre autre, un manque de diversité des modes d'utilisation et combiné à des pertes post-récoltes importante de 30 % [23]. Ainsi, pour contribuer à la réduction de ces énormes pertes post-récoltes d'une part, et diversifier les modes d'utilisation de la pastèque d'autre part ; la mise en place de technologies de valorisation de la pastèque constitue un enjeu majeur pour la survie de la filière. Cette étude a ainsi pour objectif de poser les bases de la mise en place de procédé de transformation des pastèques en effectuant des essais de production de nectars et en suivant leur évolution au cours de la conservation.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Matériel végétal

Deux variétés de pastèques produites localement ont été utilisées. Il s'agit des variétés Crimson Sweet (*Figure 1a*) et Charleston Grey (*Figure 1b*). Les échantillons, achetés aux marchés, ont été cultivés au Nord du Sénégal.



**Figure 1** : Variétés (a) *Crimson Sweet* ; (b) *Charleston Grey* ; (c) *Coupe pastèque*

### 2-2. Détermination des différentes parties du fruit

Les proportions des différentes parties du fruit ont été déterminées par pesage à l'aide d'une balance électronique Sartorius de 10 kg  $\pm$  0,1 g. Ces dernières se sont faites en utilisant 4 fruits pour chaque variété. Concernant la détermination, la pastèque est partagée en 3 parties :

- Partie I : constituée par la chair (pulpe) rouge comestible (endocarpe) ;
- Partie II : constituée par la chair blanche et la peau « non comestible » (mésocarpe) ;
- Partie III : constituée par les graines.

## 2-3. Formulation et pasteurisation des nectars

### 2-3-1. Formulation

Les deux variétés de pastèque ont été découpées en tranches avant de séparer les différentes parties (mésocarpe, pulpe et graines). La pulpe rouge a ensuite été broyée avec un mixeur à jus LOKI type LBL 201-C pour obtenir un nectar brut. Ce nectar brut a été utilisé pour la formulation en ajoutant du saccharose en poudre ( $57,14 \text{ g.kg}^{-1}$  de produit brut (PB) pour la variété Crimson Sweet et de  $61,90 \text{ g.kg}^{-1}$  PB pour celle Charleston Grey), afin d'obtenir un nectar de  $14^\circ$  Brix. Les nectars ainsi obtenus ont été conditionnés dans des flacons en verre de 30 mL enroulés de papier aluminium et entièrement remplis, pour éliminer l'effet de l'oxygène et de la lumière.

### 2-3-2. Pasteurisation

Les nectars conditionnés ont été stabilisés par pasteurisation à  $80^\circ\text{C}$  pendant 15 min à l'aide d'un bain marie suivant l'expérimentation de [18]. Un flacon témoin a permis de suivre l'évolution de la température à cœur du produit. Après pasteurisation, les flacons sont conservés à  $4^\circ\text{C}$  pendant 35 jours (5 semaines).

## 2-4. Méthodes analytiques

Pour caractériser les nectars et effectuer le suivi de la conservation, différentes analyses sont effectuées. La teneur en extrait sec soluble (brix) a été déterminée à l'aide d'un réfractomètre numérique ATAGO PAL- $\alpha$ . Elle s'exprime en  $\text{g.100g}^{-1}$  de produit. Le pH a été obtenu par lecture directe avec un pH-mètre analogique (HANNA HI 223) de 0,05 unité de précision à  $25^\circ\text{C}$  (Normes NF V76-122). L'acidité titrable est déterminée par titrage avec une solution de soude (0,1 N) selon la norme française (NF V05-101). Un colorimètre (CM-5, Konica Minolta Sensing Americas Inc., US) a été utilisé pour déterminer les paramètres de couleurs ( $L^*a^*b^*$ ) des nectars. La composante  $L^*$  indiquant la clarté ou luminance varie du noir au blanc ; la composante  $a^*$  correspond au couple antagoniste vert-rouge ; la composante  $b^*$  correspond au couple antagoniste bleu-jaune. Les teneurs en sucres réducteurs et sucres totaux ont été mesurées par la méthode de Luff-Schoorl. La teneur en polyphénols totaux a été évaluée suivant la méthode décrite par [24] avec un spectrophotomètre UV (SPECORD 200 PLUS). La teneur en lycopène a été déterminée par la méthode décrite par [25]. Pour cela, une centrifugation de l'extrait avec un mélange Hexane/Acétone/Ethanol (50/50/1) est effectuée à 5000 tr/min. la phase organique obtenue sera extraite avec de l'hexane et l'absorbance a été mesurée par spectrophotométrie à 472 nm.

## 2-5. Analyses statistiques

Les résultats ont été exploités en utilisant le logiciel d'analyse statistique Minitab 17.3.1 qui permet, par une analyse de variance, de connaître les différences significatives entre plusieurs échantillons avec un test de Fisher pour un seuil de probabilité de 5 %.

## 3. Résultats et discussion

### 3-1. Détermination des proportions massiques des différentes parties du fruit

Les différentes proportions massiques des pastèques sont présentées dans le **Tableau 1**. Les résultats montrent que les fruits de Crimson Sweet ( $3817,2 \pm 607,1 \text{ g}$ ) et de Charleston Grey ( $4498,4 \pm 883,8 \text{ g}$ ) sont statistiquement similaires. Les masses moyennes du mésocarpe ( $1441,1 \pm 398,3 \text{ g}$  pour le Crimson Sweet et  $1566,8 \pm 509,1 \text{ g}$  pour le Charleston Grey) et de la pulpe ou endocarpe ( $2358,7 \pm 307,5 \text{ g}$  pour Crimson Sweet

et  $2\,907,3 \pm 366,9$  g pour Charleston Grey) ne présentent également pas de différences significatives. Globalement, la proportion en pulpe des deux variétés est relativement supérieure à 60 %. Il en est de même pour les graines avec une masse moyenne de  $4,37 \pm 2,02$  g.fruit<sup>-1</sup> pour la variété Crimson Sweet et  $6,08 \pm 3,49$  g.fruit<sup>-1</sup> pour Charleston Grey. Les graines sont légères avec une masse moyenne de  $36,8 \pm 13,2$  mg.graine<sup>-1</sup> pour la variété Crimson Sweet et  $47,9 \pm 35,4$  mg.graine<sup>-1</sup> pour celle Charleston Grey. Les graines représentent 0,44 à 0,52 % de la masse des fruits.

**Tableau 1 : Proportions en masse des variétés Crimson Sweet et Charleston Grey**

Variétés	Fruit Entier (g)	Masse de graines par fruit (g.fruit <sup>-1</sup> )	Mésocarpe (g)	Pulpe (g)
Crimson Sweet	$3817,2 \pm 607,1^a$ (N = 4)	$17,5 \pm 8,1^a$	$1441,1 \pm 398,3^a$	$2358,7 \pm 307,5^a$
Ratio au fruit	-	0,46 %	37,75 %	61,79 %
Charleston Grey	$4498,4 \pm 883,8^a$ (N = 4)	$24,3 \pm 14,0^a$	$1566,8 \pm 509,1^a$	$2907,3 \pm 366,9^a$
Ratio au fruit	-	0,54 %	34,83 %	64,63 %

*Les valeurs sont les moyennes des fruits étudiés et les lettres (en exposant) représente les différences significatives ou non obtenues par l'analyse de variance (ANOVA).*

### 3-2. Caractérisation initiale des nectars

Pour les besoins d'identification des échantillons, la nomenclature suivante a été définie : nectars de pastèque bruts PBS pour Crimson Sweet et PBG pour Charleston Grey ; nectars formulés PFS pour Crimson Sweet et PFG pour Charleston Grey et nectars pasteurisés PPS pour Crimson Sweet et PPG pour Charleston Grey. Les caractéristiques physico-chimiques et biochimiques consignées dans le **Tableau 2** indiquent des différences significatives entre les deux variétés.

**Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des nectars**

Paramètres	PBS	PBG	PFS	PFG	PPS	PPG
ESS (°Brix) g.100 g <sup>-1</sup>	$9,23 \pm 0,15^a$	$8,80 \pm 0,10^b$	$13,87 \pm 0,15^c$	$13,87 \pm 0,06^c$	$13,93 \pm 0,23^c$	$13,87 \pm 0,12^c$
pH	$5,11 \pm 0,01^a$	$5,33 \pm 0,01^b$	$5,14 \pm 0,02^c$	$5,38 \pm 0,03^d$	$5,17 \pm 0,02^c$	$5,39 \pm 0,02^d$
Acidité titrable mEq.kg <sup>-1</sup> MS	$257,96 \pm 24,81^a$	$179,82 \pm 45,86^{bc}$	$190,78 \pm 6,85^b$	$108,02 \pm 6,56^{de}$	$142,89 \pm 2,46^{cd}$	$99,54 \pm 13,48^{de}$
Sucres réducteurs g.kg <sup>-1</sup> MS	$679,28 \pm 14,14^a$	$761,03 \pm 14,59^b$	$687,00 \pm 1,92^a$	$780,91 \pm 4,76^c$	$420,28 \pm 6,15^d$	$461,41 \pm 4,39^e$
Sucres totaux g.kg <sup>-1</sup> MS	$742,51 \pm 17,56^a$	$780,38 \pm 16,90^b$	$863,65 \pm 12,36^d$	$860,24 \pm 8,00^d$	$823,56 \pm 10,86^c$	$766,04 \pm 5,64^b$
Polyphénols mgEAG.kg <sup>-1</sup> MS	$749,61 \pm 70,10^a$	$1197,70 \pm 127,63^b$	$563,15 \pm 122,56^c$	$796,82 \pm 122,65^a$	$386,21 \pm 58,60^d$	$463,97 \pm 58,28^{cd}$
Lycopène mg.kg <sup>-1</sup>	$9,83 \pm 0,48^a$	$10,18 \pm 0,51^{ab}$	$10,36 \pm 0,04^c$	$9,15 \pm 0,01^d$	$15,89 \pm 0,08^b$	$13,36 \pm 0,03^e$
L*	$37,63 \pm 0,30^a$	$37,51 \pm 0,06^a$	$39,85 \pm 0,69^b$	$38,59 \pm 0,42^c$	$38,07 \pm 0,60^c$	$36,41 \pm 0,27^d$
a*	$11,75 \pm 0,81^a$	$10,15 \pm 1,00^b$	$15,11 \pm 1,31^b$	$13,59 \pm 0,85^c$	$10,11 \pm 0,32^d$	$6,49 \pm 0,54^e$
b*	$7,11 \pm 0,50^{ad}$	$8,38 \pm 0,80^b$	$8,60 \pm 0,54^b$	$10,50 \pm 0,21^c$	$7,87 \pm 0,36^d$	$6,64 \pm 0,51^a$
Indice Brun (IB)	$42,30 \pm 3,04^a$	$43,89 \pm 4,50^a$	$50,08 \pm 2,93^b$	$55,81 \pm 1,89^c$	$41,41 \pm 2,26^a$	$32,35 \pm 2,69^d$
ΔE*	-	-	$4,33 \pm 0,84^a$	$4,23 \pm 0,58^a$	$5,41 \pm 1,26^a$	$8,37 \pm 0,56^b$

PBS : Pastèque Brute Crimson Sweet ; PBG : Pastèque Brute Charleston Grey ; PFS : Pastèque Formulée Crimson Sweet ; PFG : Pastèque Formulée Charleston Grey ; PPS : Pastèque Pasteurisée Crimson Sweet ; PPG : Pastèque Pasteurisée Charleston Grey ; ESS : Extrait Sec Soluble ; MS : Matière Sèche ;  $\Delta E$  : Ecart de couleur entre deux échantillons ; MS : Matière Sèche ; a, b, c, ... représentent les résultats de l'analyse de variance (ANOVA) et caractérise à l'existence ou non de différences en les nectars.

### 3-2-1. Caractérisation physico-chimique

Les nectars bruts de Crimson Sweet et de Charleston Grey présentent des différences significatives du point de vue de l'extrait sec soluble, du pH et l'acidité titrable (**Tableau 2**). La variété Crimson Sweet est plus acide (297,96 mEq.kg<sup>-1</sup> MS pour PBS) que celle de Charleston Grey (179,82 mEq.kg<sup>-1</sup> MS pour PBG). Ces différences sont également observées entre les produits formulés. Par contre, ces diversités n'existent pas entre les produits formulés et ceux pasteurisés. Concernant les teneurs en sucres réducteurs et totaux (**Tableau 2**), des différences significatives sont constatées entre tous les produits bruts aussi bien bruts, formulés que pasteurisés des deux variétés. En sucres réducteurs il est noté, 679,28 g.kg<sup>-1</sup> MS pour PBS et 761,03 g.kg<sup>-1</sup> MS pour PBG; 687,00 g.kg<sup>-1</sup> MS pour PFS et 780,91 g.kg<sup>-1</sup> MS pour PFG et 420,28 g.kg<sup>-1</sup> MS pour PPS et 461,41 g.kg<sup>-1</sup> pour PPG). Pour les sucres totaux on note, 742,51 g.kg<sup>-1</sup> MS pour PBS et 823,56 g.kg<sup>-1</sup> MS pour PFS ; 863,65 g.kg<sup>-1</sup> MS pour PPS et 780,38 g.kg<sup>-1</sup> MS pour PBG et 860,24 g.kg<sup>-1</sup> MS pour PFG).

### 3-2-2. Caractérisation biochimique

Les teneurs en polyphénols et lycopènes associées à l'indice de couleur brun sont consignées dans le **Tableau 3**. Sur le plan des composants biochimiques choisis, il existe des différences entre les nectars bruts des deux variétés (**Tableau 2**). La variété Charleston Grey est plus riche en polyphénols (749,61 mg EAG.Kg<sup>-1</sup> MS pour Crimson Sweet et 1197,70 mg EAG.Kg<sup>-1</sup> MS pour Charleston Grey) et en lycopènes (9,83 mg.kg<sup>-1</sup> pour Crimson Sweet et 10,18 mg.kg<sup>-1</sup> pour Charleston Grey). Cet écart se répète dans tous les autres produits voire entre les produits (formulés et pasteurisés) de chaque variété (**Tableau 2**). Les valeurs obtenues pour les paramètres de couleur (L\*, a\* et b\*) présentent des différences. En effet, les produits bruts ne présentent pas de différences significatives pour la luminance L\* (36,63 pour Crimson Sweet et 37,51 pour Charleston Grey) et les indices bruns (42,30 pour Crimson Sweet et 43,89 pour Charleston Grey). Cependant, le paramètre a\* (coloration rouge) est significativement différent (11,75 pour PBS et 10,15 pour PBG). Ces différences sont également constatées pour l'indice brun des nectars formulés (50,08 pour PFS et 55,81 pour PFG). En outre, les écarts de couleur obtenus ( $\Delta E^*$ ) sont significatifs (4,33 pour PFS et 4,23 pour PFG). Prenant en compte l'effet de la température sur la couleur, il est noté que les écarts de couleur n'ont pas évolué après pasteurisation pour la variété Crimson Sweet contrairement à la variété Charleston Grey.

### 3-3. Évolution des paramètres physico-chimiques et biochimiques des nectars au cours de la conservation

Les nectars obtenus après pasteurisation ont été conservés à 4 °C pendant 5 semaines. Un suivi hebdomadaire du pH, des sucres réducteurs, de la teneur en lycopène, du paramètre a\* de couleur et de l'indice de brun a été effectué. Les différents résultats obtenus ont permis de tracer les courbes des **Figures 2 à 4**. Les résultats de l'évolution du pH et de la teneur en sucres réducteurs ont permis de tracer les courbes de la **Figure 2**.

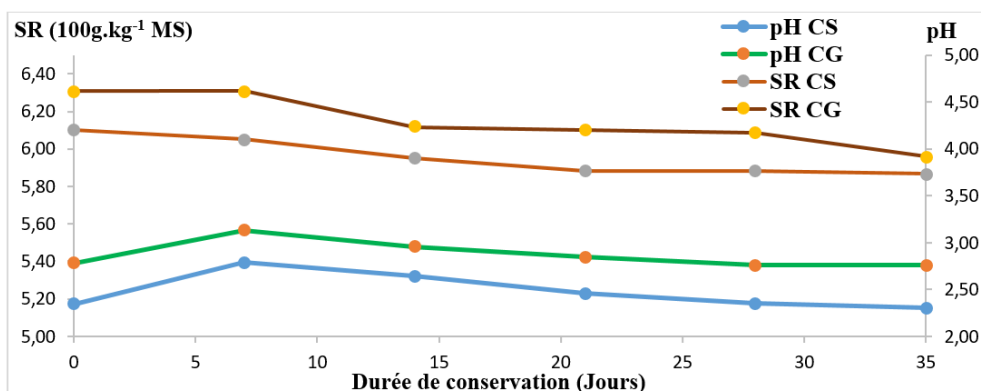


Figure 2 : Évolution du pH et de la teneur en sucres réducteurs des nectars au cours de la conservation

La **Figure 2** montre globalement des baisses de pH et de la teneur en sucre réducteurs. La baisse de pH est observée à partir de 7 jours de conservation. Concernant la teneur en sucres réducteurs, la baisse constatée, au cours de la conservation, est de 11 % pour le Crimson Sweet et 15 % pour le Charleston Grey. Le suivi du lycopène au cours de la conservation a permis d'obtenir les résultats permettant de tracer la **Figure 3**.

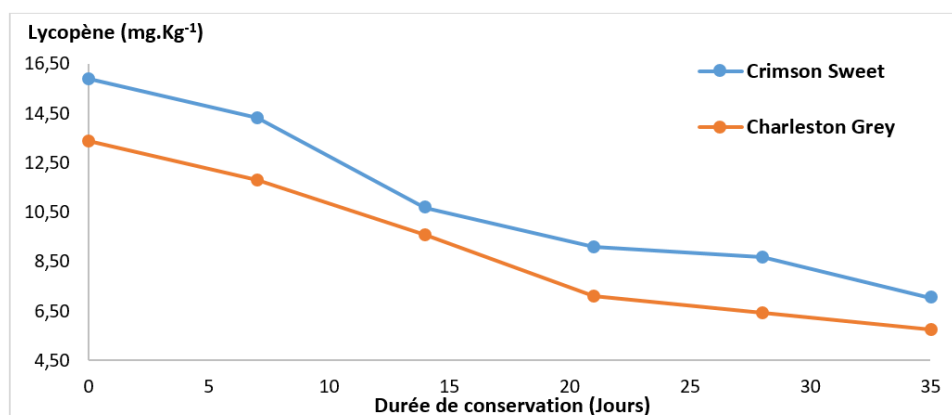


Figure 3 : Évolution de la teneur en Lycopène des nectars au cours de la conservation

La **Figure 3** montre une baisse très significative de la teneur en lycopène des nectars des deux variétés au cours de la conservation. Cette baisse est de l'ordre de 56 % pour la variété Crimson Sweet et 57 % pour Charleston Grey. Le suivi de l'évolution des paramètres de couleur ( $a^*$  et IB) a permis de tracer la **Figure 4**.

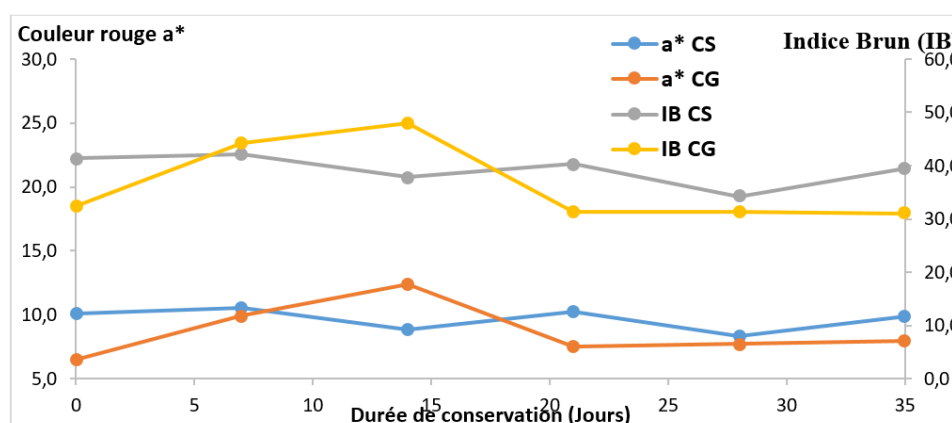


Figure 4 : Évolution de la coloration rouge ( $a^*$ ) et de l'indice Brun (IB) des nectars au cours de la conservation

L'analyse des **Figures 4** montre globalement qu'il n'existe pas de différences significatives au cours de la conservation pour l'évolution de la couleur rouge  $a^*$  et l'indice brun (IB).

## 4. Discussion

### 4-1. Détermination des proportions massiques des différentes parties du fruit

Les masses de fruit obtenues pour les deux variétés au Sénégal sont assez importantes. Néanmoins, elles sont très inférieures à celles observées en Guyane, sur de nouvelles variétés de pastèque (6900 g pour la variété Santa Matilde, 9 600 g variété Delta) [26]. C'est le cas également de pastèques hybrides avec graines (supérieure à 6000 g) [11]. Par contre, des masses similaires de 3700,9 g en moyenne sont signalées par ailleurs [27]. Concernant la partie blanche et la pulpe, les faibles différences observées pourraient s'expliquer raisonnablement par le degré de maturité des deux variétés mais également les différentes caractéristiques botaniques (variétés, cultivars, etc.) spécifiques de la pastèque [28]. Les deux variétés offrent aux consommateurs les mêmes proportions de pulpe consommable (en moyenne 60 %). Elles sont meilleures que celles d'une variété cultivée en Inde (« Namdhari »), atteignant 55,3 % [29]. Dans une perspective de valorisation des graines, leur quantité par fruit s'avère utile. Elles sont faibles et variables d'un spécimen à un autre. L'explication vient de la variabilité de leurs tailles (grosses et noires d'une part et petites et blanches d'autre part) mais également de la présence de graines avortées induisant des écart-types importants observés pour les deux variétés.

### 4-2. Caractérisation des nectars

#### 4-2-1. Caractérisation physico-chimique

Les différences observées pour la teneur en extrait sec des nectars et le pH peuvent s'expliquer par une différence des caractéristiques botaniques des pastèques mais également de leur degré de maturité [28]. Les teneurs en extrait sec obtenues pour les deux pastèques sont supérieures à celles obtenues au Nigéria (7,6 g.100 mL<sup>-1</sup>) [30], mettant en exergue l'impact des conditions culturales. Les résultats montrent également que la pasteurisation n'a pas d'effet sur la variation du pH. Par ailleurs, les valeurs de pH (5,48) rapportée par [31] sont supérieures à celles des deux variétés étudiées. L'absence de différence de pH entre les nectars formulés et pasteurisés de Charleston Grey pourrait montrer que les acides de cette variété sont plus stables dans les conditions de traitement thermique appliquées. Pour les sucres réducteurs, les différences constatées entre bruts et pasteurisés s'expliquent par une hydrolyse du saccharose ajouté lors de la formulation, mais également par des réactions de Maillard qui ont lieu au cours de la pasteurisation.

#### 4-2-2. Caractérisation biochimique

La forte différence constatée entre les deux variétés pour les polyphénols et les lycopènes, pourrait s'expliquer par les différences génomiques et les caractéristiques botaniques spécifiques telles que le degré de maturité, la période de récolte ou encore la nature des sols de culture. Cependant, il est noté que la pasteurisation (80 °C pendant 15 min) entraîne une dégradation significative des composés phénoliques (thermosensibles). Après la formulation, l'augmentation légère de lycopène observée, semble être liée à leur libération des cellules végétales (chromoplastes) [32] par des phénomènes osmotiques. Elle s'est accentuée sous l'effet du traitement thermique. En effet, les caroténoïdes et tocophérols sont contenus dans les cellules végétales [32, 33] sont libérés par la destruction des parois cellululiques. Malgré tout, les teneurs en lycopène



de tous les nectars préparés sont très inférieures à celles rapportés au Nigéria (45,38 mg.kg<sup>-1</sup>) [30] et en chine sur une variété à chair rouge (35,35 mg.kg<sup>-1</sup>) [34]. Cette forte différence montre l'importance de la zone de culture sur le lycopène. Pour les paramètres de couleur seul le paramètre a\* détermine la différence entre les deux variétés. Néanmoins, les valeurs sont inférieures à celles obtenues pour le Crimson Sweet (20,00) par [35]. Les écarts de couleur obtenus ( $\Delta E^*$ ) dépassent le seuil de perceptibilité de différences de couleur de 2 proposé par [36] permettant visuellement de comparer les deux variétés. La variété Charleston Grey apparaît plus rouge. Paradoxalement son intensité de couleur diminue inversement au taux de lycopène. Cette donnée supposerait que la couleur des pastèques est due, en plus à la présence d'autres molécules.

#### 4-3. Évolution des paramètres physico-chimiques et biochimiques des nectars au cours de la conservation

L'analyse de la **Figure 2** montre une baisse significative à partir de 7 jours de conservation du pH des nectars, de la teneur en sucres réducteurs (11 % pour le Crimson Sweet et 15 % pour le Charleston Grey). Cette baisse de sucres réducteurs combinée à celle du pH pourrait traduire une fermentation des nectars au cours de la conservation. La teneur en lycopène a enregistré une baisse de l'ordre de 56 % pour la variété Crimson Sweet et 57 % pour Charleston Grey au cours de la conservation à 4° et 10°C. Ces déperditions sont élevées comparativement à celles de 30 à 40 % enregistrées après un an de conservation à -20 °C par [37]. Elles demeurent logiques compte tenu de la sensibilité du lycopène à la température. Concernant la couleur, il n'existe pas de différences significatives au cours de la conservation pour le paramètre a\* et l'indice brun (IB). Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que la dégradation de lycopène peut s'accompagner de la formation de composés colorés (carotènes, polyphénols, etc.) permettant de maintenir constante la couleur des nectars.

## 5. Conclusion

La pastèque est un fruit à forte valeur nutritionnelle. Les fruits des variétés étudiées présentent des masses relativement importantes avec une proportion en pulpe supérieure à 60 % qui tranchent en faveur de leurs transformations rentables en nectars. Ces nectars peu acides peuvent se conserver pendant 35 jours tout en maintenant stable leur couleur. Malheureusement, des pertes non négligeables des lycopènes sont enregistrées. Ces résultats orientent vers les axes d'optimisation du barème de pasteurisation et des voies technologiques de stabilisation des lycopènes ou de leur extraction-purification pour la formulation de compléments alimentaires à fort potentiel nutritionnel.

## Références

- [1] - R. W. ROBINSON and D. S. DECKER-WALTERS, *Cucurbits*, Wallingford, Oxon, U.K. ; New York, N.Y.: CAB International, Vol. 6, (1997)
- [2] - J. C., "Cucurbitaceae," Hanelt P., Mansfeld's encyclopedia of agricultural and horticultural crops, Ed. Springer, Berlin : P. and Inst. Plant Genet. & Crop Plant Res., (2001) 1509 - 1557 p.
- [3] - T. C. WEHNER, "Watermelon," in *Vegetables I*, D. of H. Science, Ed. Springer, New York, NY, (2008) 381 - 418 p.
- [4] - C. D., "Phytochemical and Pharmacological profile of *Citrullus lanatus* (THUNB)," *Biolife*, (May 2015) 483 - 488 p. doi: 10.17812/blj2015.32.18
- [5] - E. G. AGLINGLO, LYS AMAVI, AZON, F. CHRISTEL, LEGBA, C. ERIC, DJIDO, ULRICH, AGOSSOU, ABOËGNONHOU CHALDIA ODETTE, FRANCISCO, A. RACHIDI, HOTEJNI, VODJO NICODEME FASSINO, ACHIGAN-DAKO, "Fiche technique synthétique pour la production de la pastèque (*Citrullus lanatus*)

- (Thunb.) Matsum. et Nakai.),” *Lab. Genet. Hort. Seed Sci.*, (2020) 5 p., doi : <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.30054.65607>
- [6] - A. NAZ, M. S. BUTT, M. T. SULTAN, M. M. N. QAYYUM and R. S. NIAZ, “Watermelon lycopene and allied health claims,” *EXCLI J.*, Vol. 13, (2014) 650 - 666 p., doi: 10.17877/DE290R-6561
- [7] - O. F. NDORO, R. M. MADAKADZE, S. KAGELER and A. B. MASHINGAIDZE, “Indigenous knowledge of the traditional vegetable pumpkin (*Cucurbita maxima/moschata*) from Zimbabwe,” *African J. Agric. Res.*, Vol. 2, N°12 (2007) 649 - 655 p.
- [8] - M. C. KYRIACOU, D. I. LESKOVAR, G. COLLA and Y. ROUPHAEL, “Watermelon and melon fruit quality: The genotypic and agro-environmental factors implicated,” *Sci. Hort. (Amsterdam)*, Vol. 234, (Apr. 2018) 393 - 408 p., doi: 10.1016/J.SCIENTA.2018.01.032
- [9] - E. ERHIRHIE and N. EKENE, “Medicinal values on *Citrullus lanatus* (Watermelon) : Pharmacological review,” *Int. J. Res. Pharm. Biomed. Sci.*, Vol. 4, N°4 (2014) 1305 - 1312 p.
- [10] - I. TLILI, C. HDIDER, M. S. LENUCCI, I. RIADH, H. JEBARI and G. DALESSANDRO, “Bioactive compounds and antioxidant activities of different watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansfeld) cultivars as affected by fruit sampling area,” *J. Food Compos. Anal.*, Vol. 24, N°3 (May 2011) 307 - 314 p., doi: 10.1016/j.jfca.2010.06.005
- [11] - P. PERKINS-VEAZIE, J. K. COLLINS, B. CLEVIDENCE and G. WU, “Watermelons and health,” *Acta Hort.*, Vol. 731, (2007) 121 - 127 p, doi: 10.17660/ACTAHORTIC.2007.731.17
- [12] - Y. TADMOR *et al.*, “Comparative fruit colouration in watermelon and tomato,” doi: 10.1016/j.foodres.2004.07.011
- [13] - P. DI MASCIO, S. KAISER and H. SIES, “Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher,” *Arch. Biochem. Biophys.*, Vol. 274, N° 2 (Nov. 1989) 532 - 538 p., doi: 10.1016/0003-9861(89)90467-0
- [14] - A. J. EDWARDS *et al.*, “Human Nutrition and Metabolism Consumption of Watermelon Juice Increases Plasma Concentrations of Lycopene and-Carotene in Humans,” *J. Nutr.*, Vol. 133, (2003) 1043 - 1050 p., Accessed: Aug. 03, 2021. [Online]. Available : <https://academic.oup.com/jn/article-abstract/133/4/1043/4688088>
- [15] - B. R. CHOUDHARY, S. M. HALDHAR, S. K. MAHESHWARI, R. BHARGAVA and S. K. SHARMA, “Phytochemicals and antioxidants in watermelon (*Citrullus lanatus*) genotypes under hot arid region,” (2015)
- [16] - M. BEN ROMDHANE, A. HADDAR, I. GHAZALA, K. BEN JEDDOU, C. B. HELBERT and S. ELLOUZ-CHAABOUNI, “Optimization of polysaccharides extraction from watermelon rinds : Structure, functional and biological activities,” *Food Chem.*, Vol. 216, (Feb. 2017) 355 - 364 p., doi: 10.1016/j.foodchem.2016.08.056
- [17] - S. G. GREENWAY, H. T. and PRATT, “Fruit and Vegetable Micronutrients in Diseases of the Eye,” in *Watson, R., Ed., Fruits, Vegetables and Herbs, In Health.*, (2001)
- [18] - R. CHAROENSIRI, R. KONGKACHUICHA, S. SUKNICOM and P. SUNGPUAG, “Beta-carotene, lycopene, and alpha-tocopherol contents of selected Thai fruits,” *Food Chem.*, Vol. 113, N°1, (Mar. 2009) 202 - 207 p., doi: 10.1016/j.foodchem.2008.07.074
- [19] - P. MUNISSE, S. B. ANDERSEN, B. D. JENSEN and J. L. CHRISTIANSEN, “Diversity of landraces, agricultural practises and traditional uses of watermelon (*Citrullus lanatus*) in Mozambique,” *African J. Plant Sci.*, Vol. 5, N°2 (2011) 75 - 86 p.
- [20] - M. TUFFOUR and M. T. DOKURUGU, “Margins and Efficiency Analysis of Watermelonmarketing in Rural Northern Ghana,” Vol. 17, N°2 (2015) 58 - 63 p., doi: 10.9790/487X-17215863
- [21] - FAOSTAT, “Crop statistics,” (2021). [Online]. Available: <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL>
- [22] - Planetoscope, “Production mondiale de pastèques.” <https://www.planetoscope.com/fruits-legumes/1279-.html> (accessed Dec. 07, 2019)

- [23] - JEAN PAUL DIAGNE, DJIBRIL DOUMBOUYA, NDEYE YAKHARA NDOYE SECK, BABACAR LO, "Bulletin mensuel des statistiques économiques de Décembre 2018," Dakar, (2018)
- [24] - S. GEORGÉ, P. BRAT, P. ALTER and M. J. AMIOT, "Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products," *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 53, N°5 (2005) 1370 - 1373 p., doi: 10.1021/jf048396b
- [25] - A. BENAKMOUM, S. ABBEDDOU, A. AMMOUCHE, P. KEFALAS and D. GERASOPOULOS, "Valorisation of low quality edible oil with tomato peel waste," *Food Chem.*, Vol. 110, N°3 (Oct. 2008) 684 - 690 p., doi : 10.1016/j.foodchem.2008.02.063
- [26] - R. NARINE, R. CHANDRANAOUTH, S. CHIBI and O. HOMENAOUTH, "Evaluation of Five Hybrid Watermelon Varieties for Cultivation and Performance in Coastal Guyana South America," *Agric. Sci.*, Vol. 10, N° 04 (2019) 538 - 545 p., doi: 10.4236/as.2019.104043
- [27] - C. SZAMOSI, I. SOLMAZ, N. SARI and C. BÁRSONY, "Morphological characterization of Hungarian and Turkish watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai) genetic resources," *Genet. Resour. Crop Evol.*, Vol. 56, N°8 (2009) 1091 - 1105 p., doi: 10.1007/s10722-009-9432-4
- [28] - A. R. DAVIS, C. L. WEBBER, P. PERKINS-VEAZIE, J. COLLINS and V. M. RUSSO, "Impact of Variety and Production Method on Yield and Quality of Organically Grown Watermelon," *HortScience*, Vol. 41, N° 4 (Jul. 2006) 1013 - 1084 p. , doi: 10.21273/HORTSCI.41.4.1080A
- [29] - D. P. S. OBEROI and D. S. SOGI, "Utilization of watermelon pulp for lycopene extraction by response surface methodology," *Food Chem.*, Vol. 232, (Oct. 2017) 316 - 321 p., doi: 10.1016/j.foodchem.2017.04.038
- [30] - A. ADETUTU, O. SINBAD OLORUNNISOLA and O. A. OWOADE, "Nutritive Values and Antioxidant Activity of *Citrullus lanatus* Fruit Extract," *Food Nutr. Sci.*, Vol. 6, (2015) 1056 - 1064 p, doi : 10.4236/fns.2015.611109
- [31] - B. T. YETENAYET and S. R. HOSAHALLI, "Temperature and high pressure stability of lycopene and vitamin C of watermelon Juice," *African J. Food Sci.*, Vol. 9, N°5 (2015) 351 - 358 p., doi : 10.5897/ajfs2014.1258
- [32] - I. EGEA et al., "Chromoplast Differentiation : Current Status and Perspectives," *Plant Cell Physiol.*, Vol. 51, N°10 (Oct. 2010) 1601 - 1611 p., doi: 10.1093/pcp/pcq136
- [33] - P. D. A. PUDNEY, L. GAMBELLI and M. J. GIDLEY, "Confocal Raman Microspectroscopic Study of the Molecular Status of Carotenoids in Tomato Fruits and Foods," *Appl. Spectrosc.*, Vol. 65, N° 2 (Feb. 2011) 127 - 134 p., doi: 10.1366/10-06121
- [34] - W. ' EN ZHAO and H. GU, "Studies on carotenoids in watermelon flesh," Vol. 4, N° 7A (2013) 13 - 20 p., doi: 10.4236/as.2013.47A003
- [35] - P. PERKINS-VEAZIE, J. K. COLLINS, S. D. PAIR and W. ROBERTS, "Lycopene content differs among red-fleshed watermelon cultivars," *J. Sci. Food Agric.*, Vol. 81, N°10 (2001) 983 - 987 p., doi: 10.1002/jsfa.880
- [36] - W. MOKRZYCKI and M. TATOL, "Color difference Delta E - A survey Colour difference  $\Delta E$  - A survey," Vol. 20, N°June, (2011) 383 - 411 p.
- [37] - W. W. FISH and A. R. DAVIS, "The Effects of Frozen Storage Conditions on Lycopene Stability in Watermelon Tissue," *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 51, N°12, (Jun. 2003) 3582 - 3585 p., doi: 10.1021/jf030022f