

Effet des emballages en polypropylène sur la durée de conservation de deux cultivars (*French* et *Corne*) de banane plantain (*Musa paradisiaca*)

[Effect of polypropylene packaging on the duration conservation of two plantain cultivars (*French* and *Horn*) (*Musa paradisiaca*)]

LOA Jean-François, KOUAME Akissi Françoise, KONAN Brou Roger, and TANO Kablan

Laboratoire de Biochimie Alimentaire et Technologies des Produits Tropicaux, UFR des Sciences et Technologie des Aliments, Université Nangui-Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This study involved the use of polypropylene packaging for the conservation of plantain. Two plantain cultivars *French* and *Horn* harvested at 70 and 75 days after inflorescence were stored at 25 °C in polypropylene packaging of 0.235 and 0.303 mm thick. The green life, color of skin, firmness and soluble solids were determined. The results showed that the bananas stored in the polypropylene packaging containers had a significantly the green life longer than the unpackaged bananas. The green life witnesses (unpackaged fruits) was 4 to 6 days for the *Horn* variety and 5-8 days for the *French* variety, respectively 70 and 75 days. In packaged fruit, the green life of the *French* was 14 to 15 days and 18 to 20 days respectively in packages of 0.235 and 0.303 mm thick. *Horn* variety gave green life 13 to 14 days and 17 to 18 days respectively with the packaging of 0.235 and 0.303 mm thick. The green life of the *French* variety is significantly higher than that of the *Horn* variety. Fruits packed in polypropylene bags remained green longer, firmer and slowly accumulated soluble sugars that non-packaged fruit. Generally, these characteristics have evolved significantly in control from the 7th day of storage, and in samples packed in polypropylene bags of 0.235 and 0.303 mm thickness from the 14th and 20th day respectively.

KEYWORDS: Banana, conservation, green life, firmness and soluble solids.

RESUME: La présente étude a porté sur l'utilisation des emballages en polypropylène pour la conservation de la banane plantain. Deux cultivars de banane plantain *French* et *Corne* récoltés à 70 et 75 jours après l'inflorescence, ont été conservés à 25 °C dans des emballages en polypropylène de 0,235 et 0,303 mm d'épaisseur. La durée de vie verte, la couleur de la peau, la fermeté et l'extrait sec soluble ont été déterminées. Les résultats ont montré que les bananes stockées dans les emballages en polypropylène ont eu une durée de vie verte significativement plus longue que les bananes non emballés. La durée de vie verte des témoins (fruits non emballés) a été de 4 à 6 jours pour la variété *Corne* et 5 à 8 jours pour la variété *French* respectivement à 70 et 75 jours. Chez les fruits emballés, La durée de vie verte de la *French* a été de 14 à 15 jours et 18 à 20 jours respectivement dans les emballages de 0,235 et 0,303 mm d'épaisseur. *Corne* a donné des durée de vie verte de 13 à 14 jours et 17 à 18 jours respectivement avec les emballages de 0,235 et 0,303 mm d'épaisseur. La durée de vie verte de la variété *French* est significativement plus élevée que celle de la variété *Corne*. Les fruits emballés dans les sacs en polypropylène restaient longtemps vert, plus fermes et accumulaient lentement les sucres solubles que les fruits non-emballés. D'une façon générale ces caractéristiques ont évolué de manière significative dans les témoins à partir du 7^{ème} jour de stockage, et dans les échantillons emballés dans les sacs en polypropylène d'épaisseur 0,235 et 0,303 mm à partir du 14^{ème} et 20^{ème} jour respectivement.

MOTS-CLEFS: banane plantain, conservation, Durée de Vie Verte, Fermeté, Extrait sec soluble.

1 INTRODUCTION

Les pertes considérables des fruits enregistrées entre le producteur et le consommateur sont attribuées à de problèmes de manutention, de distribution et de conservation. La banane plantain est l'un des fruits qui subit d'énormes pertes post récoltes qui atteignent environ 43% de la production totale en Côte d'Ivoire [1] en raison des mauvaises conditions de récolte, de transport et de conservation [2]. En générale, ce fruit est récolté au stade vert. La couleur de la peau est souvent le principal critère utilisé par les producteurs et les consommateurs pour déterminer le stade de mûrissement du fruit [3]. Pendant le stockage, les bananes restent fermes et vertes, sans qu'aucun changement significatif n'intervienne dans la couleur de la peau ou dans la texture et la composition du fruit pendant une période de temps plus ou moins longue (selon la température, l'humidité et l'âge à la récolte), jusqu'à ce que le fruit commence à mûrir. Cette période bien précise après la récolte, pendant laquelle les fruits demeurent verts et fermes, est appelée stade pré climactérique ou vie verte [4]. Le mûrissement des bananes au plan visuel, se caractérise par le virage progressif de l'épicarpe du vert au jaune selon plusieurs stades dont l'importance contribue à raccourcir ou à prolonger la durée totale du processus [5]. Le temps écoulé entre la coupe du fruit et le début de sa crise climactérique, est appelé durée de vie verte (DVV). Cette durée doit être suffisamment élevée pour permettre l'envoi de fruits des zones de production vers la ville avant le début de leur crise climactérique.

Les paysans, pour prolonger la durée de vie verte de la banane plantain, utilisaient depuis toujours quelques techniques traditionnelles de conservation. Ces techniques leur permettaient d'avoir une DVV allant jusqu'à 8 jours. Ensuite des méthodes améliorées utilisant des emballages plastiques en association avec les méthodes traditionnelles ont été élaborées. Ces méthodes ont fait l'objet de plusieurs études dont celles de [6] qui ont conservé la banane plantain entre 14 et 18 jours dans des films de polyéthylène. Les études menées par [7] ont permis de conserver la banane plantain dans des sacs en polyéthylène pendant vingt (20) jours à 12°C et 25°C. [8] ont utilisé des sachets de polyéthylène de 100 µm d'épaisseur pour conserver la banane plantain à température ambiante après traitement avec l'acide gibbéréllique.

L'utilisation des emballages plastiques dans la conservation de la banane plantain a beaucoup porté sur les sachets en polyéthylène ([9], [8], [6]). Or de plus en plus les emballages plastiques en polypropène sont utilisés pour la conservation des aliments en tant que barrière contre les gaz et l'humidité. Ainsi dans ce présent travail nous voulons tester l'efficacité des emballages en polypropylène sur quelques caractéristiques tels que la couleur de la peau, la fermeté, l'extrait sec soluble et la durée de vie verte de la banane plantain.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

L'étude a été faite sur deux variétés de banane plantain (*Musa* × AAB) consommées en Côte d'Ivoire. A savoir le cultivar *Corn* type I (*Corne*) et le cultivar *French* (*Agrin*). Ces fruits récoltés à 70 et 75 jours de maturité proviennent des plantations de la zone de Yamoussoukro, localité située au centre de la Côte d'Ivoire.

2.2 MÉTHODES

2.2.1 ÉCHANTILLONNAGE

Les plants ont été étiquetés dans le champ immédiatement après émission de l'inflorescence. Ensuite le nombre de jours entre l'anthèse et la récolte a été calculé pour connaître précisément l'âge des régimes. Ainsi, des régimes des cultivars de banane plantain *Corne* et *French* ont été récoltés chacun à un degré de maturité (DM) de 70 et 75 jours après l'émergence de l'axe floral tout en les préservant de toutes blessures. Les fruits des deuxièmes et troisièmes mains ont été détachés du régime, pesés et emballés dans des sacs en polypropylène (PP) d'épaisseur 0,235 et 0,303 mm en raison de 10 kg par sac. L'extrémité des sacs a été solidement fermée à l'aide d'une ficelle. Dix (10) kg de bananes non emballées ont servi de témoin. L'ensemble des bananes emballées et non emballées ont été stockées dans des conditions ambiantes à 25 °C. Toutes les semaines, un fruit a été retiré et soumis à différentes analyses physico-chimiques.

L'échantillonnage a été composé de trois lots de banane plantain :

- Lot 1 : témoin ou fruits non-emballés (A70 T, A75 T, C70 T et C75 T)
- Lot 2 : fruits emballés dans les sacs en PP d'épaisseur 0,235 mm (A70 SPI, A75 SPI, C70 SPI et C75 SPI)
- Lot 3 : fruits emballés dans les sacs en PP d'épaisseur 0,303 mm (A70 SPII, A75 SPII, C70 SPII et C75 SPII)

2.2.2 DETERMINATION DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

La détermination de la durée de vie verte (DVV) a été effectuée selon l'échelle colorimétrique par la méthode de [10]. Les stades de mûrissement ont été déterminés par les méthodes de [11] et de [12]. La mesure de la couleur de la peau a été effectuée à l'aide d'un colorimètre Minolta CR 300 selon la méthode de [13]. La mesure de la fermeté des fruits entiers a été faite à l'aide d'un pénétromètre (WHF-600/Kg.N⁻¹) selon la méthode décrite par [14]. L'extrait sec soluble (°Brix) a été mesuré à l'aide d'un réfractomètre (Atago N-20, modèle N, McCormick Fruit Tech) selon la méthode décrite par [14].

2.2.3 ANALYSE STATISTIQUE

Les données d'analyse ont été traitées avec le logiciel STATISTICA 7.0. Une analyse de variance (ANOVA) a été effectuée pour évaluer l'effet du type d'emballage sur les paramètres physico-chimiques des deux variétés. Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% a été ensuite utilisé pour classer les moyennes

3 RESULTATS

3.1 LA DUREE DE VIE VERTE DE LA BANANE PLANTAIN

La durée de vie verte varie significativement d'un stade de maturité à un autre. Le degré de maturité (70 et 75 jours) a significativement influencé ($p < 0,05$) la DVV des fruits témoins au niveau de chaque variété (**Figure 1**).

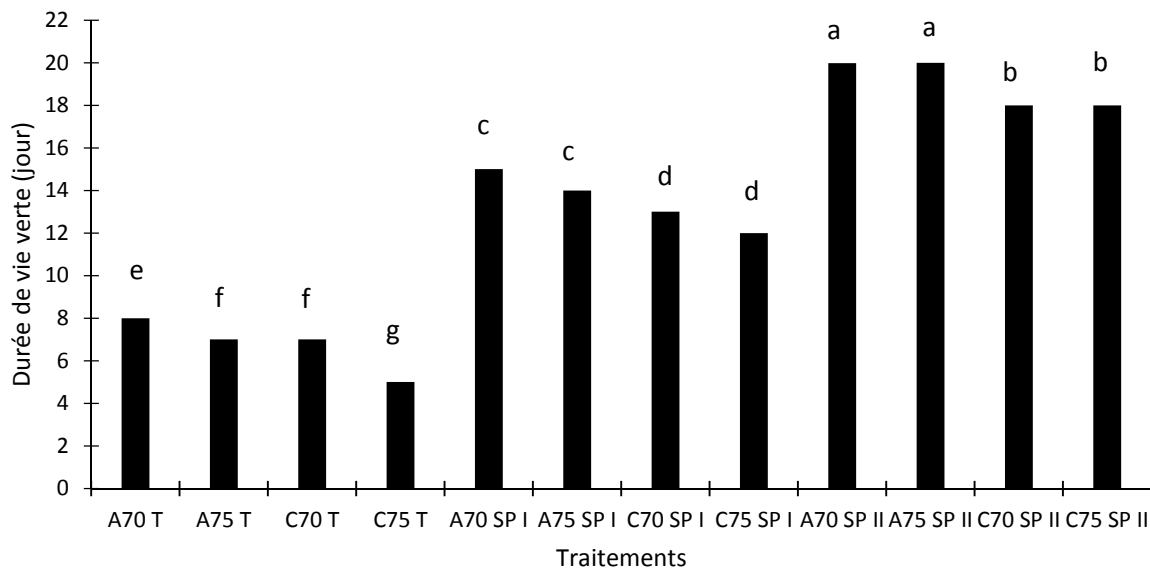


Fig. 1. Durée de vie verte (DVV) des deux cultivars (Corne et French) au cours de la conservation à 25°C.

A70 T : Agnrin Témoin DM 70, A70 SP I : Agnrin DM 70, emballages en PP (0,235 mm), A70 SP II : Agnrin DM 70, emballages PP (0,303 mm), A75 T : Agnrin Témoin DM 75, A75 SP I : Agnrin DM 75, emballages en PP (0,235 mm), A75 SP II : Agnrin DM 75, emballages en PP (0,303 mm) ; C70 T : Corn Témoin DM 70, C70 SP I : Corn DM 70, emballages en PP (0,235 mm), C70 SP II : Corn DM 70, emballages PP (0,303 mm), C75 T : Corn Témoin DM 75, C75 SP I : Corn DM 75, emballages en PP (0,235 mm), C75 SP II : Corn DM 75, emballages en PP(0,303 mm)

Ainsi, la DVV des fruits non emballés a été de 6 à 7 et 4 à 5 jours respectivement pour C70 T et C75 T et 6 à 8 jours pour A70 T et 5 à 7 jours pour A75 T. Pendant ces périodes, la couleur de la banane n'a pas changé.

Les fruits du cultivar *French* conservés dans les sacs en PP d'épaisseur 0,235 mm (A70 SP I et A75 SP I) ont une DVV de 14 à 15 jours, par contre ceux conservés dans les emballages d'épaisseur 0,303 mm (A70 SP II et A75 SP II) ont une DVV de 20 jours.

Quant au cultivar *Corne*, les fruits conservés dans les sacs en polypropylène d'épaisseur 0,235 mm ont une DVV de 12 à 13 jours, par contre celle des fruits conservés dans les sacs en PP d'épaisseur 0,303mm est de 18 jours.

La durée de vie verte des fruits conservés dans les sacs en polypropylène varie en moyenne de 12 à 20 jours pour les deux variétés étudiées. Par contre les échantillons témoins ont une DVV moyenne de 4 à 8 jours. Avec le sac en PP d'épaisseur 0,303mm, près de 80% des fruits prélevés ont présenté une DVV comprise entre 18 et 20 jours respectivement pour le cultivar *Corne* et le cultivar *Agnrin*. L'analyse statistique a révélé que les sacs en PP ont prolongé significativement ($p < 0,05$) la durée de vie verte des fruits lors du stockage.

La DVV du cultivar *French* est significativement ($p < 0,05$) plus élevée que celle du cultivar *Corne*. Le Degré de Maturité a une influence significative ($p < 0,05$) sur la DVV des fruits conservés dans les sacs en PP d'épaisseur 0,235mm.

3.2 STADES DE MÛRISSEMENT ET MESURE COLORIMÉTRIQUE DE LA COULEUR DE LA PEAU

Les résultats indiquent que le temps que met chaque fruit pour passer d'un stade de mûrissement à un autre varie statistiquement selon les traitements (**Tableaux 1 et 2**).

Tableau 1. Stades de mûrissement et mesure colorimétrique de la peau de banane du cultivar *Corne*

Traitements	Durée de stockage (jour)	Stade de mûrissement	Couleur de la peau		
			L	a	b
C70 T	1	1	32,5 ± 0,6	-7,5 ± 0,1	19,9 ± 0,3
	7	4	37,3 ± 0,7	+0,7 ± 0,8	28,7 ± 1,4
	14	8	26,2 ± 0,2	+4,4 ± 0,9	27,3 ± 0,3
	20	9	25,4 ± 0,4	+4,4 ± 0,6	22,5 ± 0,6
	25	9	25,1 ± 0,7	+4,3 ± 0,5	22,5 ± 0,4
C70 SPI	1	1	32,5 ± 0,6	-7,5 ± 0,1	19,9 ± 0,3
	7	3	36,1 ± 1	-6,2 ± 0,4	24,2 ± 0,8
	12	3	36,8 ± 0,8	-6,4 ± 1,1	24,1 ± 0,1
	14	6	31,8 ± 0,8	+3,1 ± 1,1	35,1 ± 0,7
	20	7	28,4 ± 0,2	+4,4 ± 0,1	30,1 ± 0,5
C70 SP II	1	1	32,5 ± 0,6	-7,5 ± 0,1	19,9 ± 0,3
	7	1	32,5 ± 0,6	-7,5 ± 0,1	19,9 ± 0,3
	14	3	36,6 ± 1	-6,2 ± 0,7	23,2 ± 0,7
	18	3	36,8 ± 0,2	-6,3 ± 0,3	23,7 ± 1
	20	5	39,6 ± 0,2	+1,9 ± 0,2	25,7 ± 0,1
C75 T	1	1	31,2 ± 0,1	-7,3 ± 0,1	20,2 ± 0,4
	7	6	33,5 ± 0,8	+3,5 ± 1	36,7 ± 0,6
	14	8	26,2 ± 0,2	+4,4 ± 0,9	27,8 ± 0,3
	20	9	24,4 ± 0,4	+4,4 ± 0,6	22,5 ± 0,6
	25	9	24,1 ± 0,7	+4,3 ± 0,5	21,9 ± 0,4
C75 SP I	1	1	31,2 ± 0,1	-7,3 ± 0,1	20,2 ± 0,4
	7	3	36,6 ± 1	-6,2 ± 0,7	23,2 ± 0,7
	12	4	38,3 ± 0,7	+1,2 ± 0,8	28,6 ± 1,4
	14	6	33,5 ± 0,8	+3,5 ± 1	36,7 ± 0,6
	20	7	28,4 ± 0,2	+4,4 ± 0,1	30,1 ± 0,5
C75 SP II	1	1	31,2 ± 0,1	-7,3 ± 0,1	20,2 ± 0,4
	7	1	31,2 ± 0,1	-7,3 ± 0,1	20,2 ± 0,4
	14	3	31,5 ± 0,4	-6,7 ± 0,6	20,6 ± 0,5
	18	3	36,3 ± 1	-6,1 ± 0,7	24,2 ± 0,7
	20	5	39,6 ± 0,2	+1,9 ± 0,2	25,7 ± 0,1
C75 SP II	1	1	31,2 ± 0,1	-7,3 ± 0,1	20,2 ± 0,4
	7	1	31,2 ± 0,1	-7,3 ± 0,1	20,2 ± 0,4
	14	3	31,5 ± 0,4	-6,7 ± 0,6	20,6 ± 0,5
	18	3	36,3 ± 1	-6,1 ± 0,7	24,2 ± 0,7
	25	6	33,5 ± 0,8	+3,5 ± 1	36,7 ± 0,6

C70 T : *Corne* Témoin DM 70, C70 SPI : *Corne* DM 70, emballages en PP (0,235 mm), C70 SPII : *Corne* DM 70, emballages PP (0,303 mm), C75 T : *Corne* Témoin DM 75, C75 SPI : *Corne* DM 75, emballages en PP (0,235 mm), C75 SPII : *Corne* DM 75, emballages en PP (0,303 mm)

Tableau 2. Stades de mûrissement et mesure colorimétrique de la peau de banane du cultivar Agnrin

Traitements	Durée de stockage (jour)	Stade de mûrissement	Couleur de la peau		
			L	a	b
A70 T	1	1	33,6 ± 0,5	-6,8 ± 0,1	20,5 ± 0,6
	7	3	35,6 ± 0,1	-6,4 ± 0,2	22,4 ± 0,1
	14	8	27,8 ± 0,2	+3,5 ± 0,6	27,7 ± 1,1
	20	9	26,1 ± 0,4	+3,9 ± 0,1	23,5 ± 0,4
	25	9	26,5 ± 0,7	+4,2 ± 0,4	22,8 ± 0,1
A70 SPI	1	1	33,6 ± 0,5	-6,8 ± 0,1	20,5 ± 0,6
	7	3	35,6 ± 0,1	-6,4 ± 0,2	22,4 ± 0,1
	14	3	34 ± 0,2	-6,1 ± 0,2	21,8 ± 0,4
	16	4	36,5 ± 0,7	+0,9 ± 0,2	28,3 ± 1,4
	20	6	34,1 ± 0,3	+1,8 ± 0,1	38,5 ± 0,7
	25	8	28,7 ± 0,4	+3,8 ± 0,4	24,4 ± 0,1
A70 SPII	1	1	33,6 ± 0,5	-6,8 ± 0,1	20,5 ± 0,6
	7	1	33,8 ± 0,5	-6,7 ± 0,6	21,5 ± 0,6
	14	2	34,1 ± 0,7	-6,7 ± 0,2	21,6 ± 0,4
	18	3	34 ± 0,2	-6,4 ± 0,2	21,8 ± 0,4
	20	3	34,2 ± 0,4	-6,4 ± 0,2	22,7 ± 0,1
	25	6	33,1 ± 0,3	+1,7 ± 0,1	38,8 ± 0,7
A75 T	1	1	33,5 ± 0,5	-6,7 ± 0,1	20,9 ± 0,6
	7	3	35,4 ± 0,1	-6,4 ± 0,2	21,4 ± 0,1
	14	8	27,8 ± 0,2	+3,5 ± 0,6	27,7 ± 1,1
	20	9	26,1 ± 0,4	+3,9 ± 0,1	23,5 ± 0,4
	25	9	26,5 ± 0,7	+4,2 ± 0,4	22,8 ± 0,1
A75 SPI	1	1	33,5 ± 0,5	-6,7 ± 0,1	20,9 ± 0,6
	7	3	35,4 ± 0,1	-6,4 ± 0,2	21,4 ± 0,1
	14	3	34,8 ± 0,1	-6,7 ± 0,2	21,8 ± 0,1
	16	4	36,5 ± 0,7	+0,9 ± 0,2	28,3 ± 1,4
	20	7	29,1 ± 0,3	+1,8 ± 0,1	31,5 ± 0,7
	25	8	28,9 ± 0,2	+3,5 ± 0,6	27,1 ± 1,1
A75 SPII	1	1	33,5 ± 0,5	-6,7 ± 0,1	20,9 ± 0,6
	7	1	33,9 ± 0,3	-6,2 ± 0,4	21,1 ± 0,1
	14	2	33,5 ± 0,5	-6,7 ± 0,1	20,9 ± 0,6
	18	3	34,8 ± 0,1	-6,7 ± 0,2	21,8 ± 0,1
	20	3	34,1 ± 0,1	-6,6 ± 0,2	20,8 ± 0,1
	25	6	37,5 ± 0,7	+1,5 ± 0,6	38,5 ± 0,4

A70 T : Agnrin Témoin DM 70, A70 SPI : Agnrin DM 70, emballages en PP (0,235 mm), A70 SPII : Agnrin DM 70, emballages PP (0,303 mm), A75 T : Agnrin Témoin DM 75, A75 SPI : Agnrin DM 75, emballages en PP (0,235 mm), A75 SPII : Agnrin DM 75, emballages en PP (0,303 mm)

Chez le cultivar *Corne*, à partir de 7 jours de conservation, la peau des fruits non emballés passe de la couleur verte au jaune-vert et de la couleur verte au jaune respectivement pour des degrés de maturité de 70 et 75 jours. Cette perte totale de la couleur verte de la peau se traduit par l'augmentation de la valeur de a* qui passe de -7,5 au 1^{er} jour à -0,7 au 7^{ième} jour de stockage pour le témoin *Corne* récolté à 70 jours et +3,5 pour le témoin *Corne* récolté à 75 jours.

Chez le cultivar *French*, les témoins récoltés à 70 et 75 jours gardent toujours la couleur verte au 7^{ième} jour (a* = -6,4). Les valeurs de L* baissent du 14^{ième} jusqu'au 25^{ième} jour de stockage dans tous les échantillons témoin de *Corne* et *Agnrin*. Cette baisse correspond à l'apparition progressive des couleurs jaune-tigré, plus jaune que noir et plus noir que jaune.

Quant aux fruits stockés dans les emballages en PP d'épaisseur 0,235 mm on observe un maintien de la couleur verte (vert-clair) jusqu'au 12^{ième} jour pour la variété *Corne* (C SPI 70; C SPI 75) et 14^{ième} pour le cultivar *French* (A SPI 70; A SPI 75) avec des valeurs de a* (-6,4 et -6,1) respectivement pour les cultivars *Corne* et *French*.

Après 14 jours de stockage on note l'apparition du stade jaune ($a^* = +3,4$) et des valeurs croissantes de b^* (de 19,9 à 37,1 et de 20,5 à 38,8) respectivement pour le cultivar *Corne* et *French* dans les emballages d'épaisseur 0,235 mm (SP I)

Par contre, les fruits emballés dans les sacs en PP d'épaisseur 0,303 mm (SP II) gardent toujours leur couleur verte jusqu'au 20^{ème} jour de stockage ($a^* = -6,9$ et $b^* = 24,7$) sauf dans C SP II 75 ($a^* = +0,9$ et $b^* = 35,7$).

Les résultats montrent que le délai d'apparition des stades de mûrissement est plus rapide dans le cultivar *Corne* que dans le cultivar *French*.

3.3 FERMETÉ DU FRUIT AU COURS DE LA DURÉE DE CONSERVATION

De façon générale, la fermeté baisse progressivement au cours de la durée de conservation (**Figure 2A et 2B**).

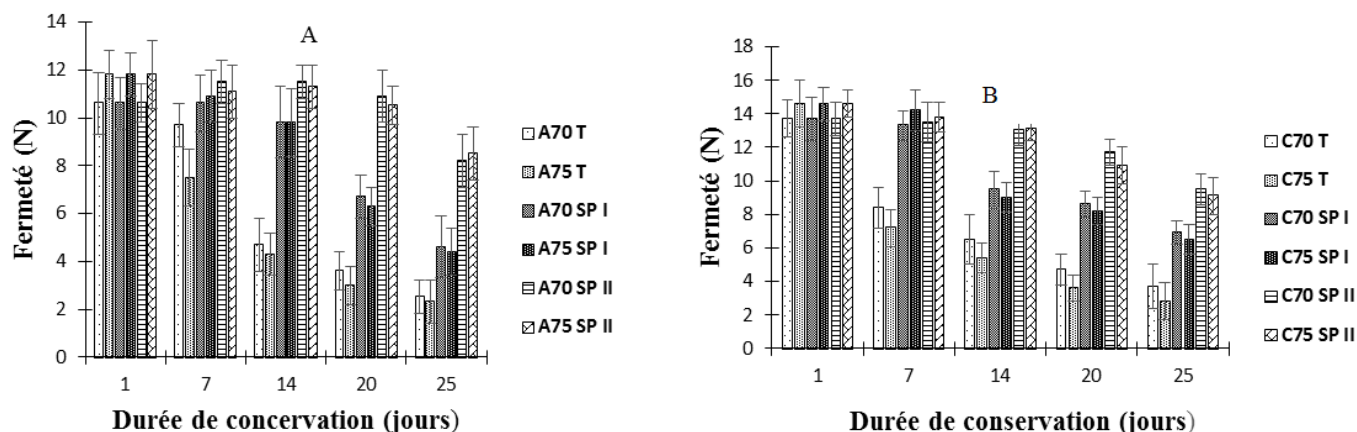


Fig. 2. Fermeté du fruit au cours de la durée de conservation du cultivar Agnrin (A) et du cultivar Corne (B) à 25°C

A70 T : Agnrin Témoin DM 70, A70 SP I : Agnrin DM 70, emballages en PP (0,235 mm), A70 SP II : Agnrin DM 70, emballages PP (0,303 mm), A75 T : Agnrin Témoin DM 75, A75 SP I : Agnrin DM 75, emballages en PP (0,235 mm), A75 SP II : Agnrin DM 75, emballages en PP (0,303 mm) ; C70 T : Corn Témoin DM 70, C70 SP I : Corn DM 70, emballages en PP (0,235 mm), C70 SP II : Corn DM 70, emballages PP (0,303 mm), C75 T : Corn Témoin DM 75, C75 SP I : Corn DM 75, emballages en PP (0,235 mm), C75 SP II : Corn DM 75, emballages en PP(0,303 mm)

Ainsi, la fermeté est de 11 N pour le cultivar *French* et de 14 N pour le cultivar *Corne* au 1^{er} jour de conservation. Ensuite, cette fermeté baisse significativement au cours de la conservation dans les échantillons témoins. Elle est de 8 N et 6,5 N respectivement au 7^{ème} et 14^{ème} jour dans les cultivars *Corne*, et de 7,5 N et 4,7 N respectivement au 7^{ème} et 14^{ème} jour dans le cultivar *French*.

Dans les fruits emballés dans les sacs en PP d'épaisseur 0,235 mm, la baisse de la fermeté devient significative à partir du 14^{ème} jour. Elle est de 9,8 N et 9,5 N respectivement dans les cultivars *French* et *Corne*. Les fermetés au 14^{ème} jour de conservation des fruits emballés dans les sacs en PP d'épaisseur 0,235 mm, sont plus élevées que celles des fruits témoins au 7^{ème} jour de conservation. Au 20^{ème} jour de conservation, la fermeté des fruits emballés dans les sacs en PP d'épaisseur 0,303 mm est de 11 N et 10 N respectivement dans les cultivars *Corne* et *French*.

Au 20^{ème} jour de conservation, les fermetés des fruits emballés dans les sacs en PP d'épaisseur 0,303 mm, sont presque identiques à celles des fruits emballés dans les sacs en PP d'épaisseur 0,235 mm, au 14^{ème} jour et plus élevées que celles des fruits témoins au 7^{ème} jour.

3.4 EXTRAIT SEC SOLUBLE AU COURS DE LA DURÉE DE CONSERVATION

L'extrait sec soluble (ESS) augmente statistiquement lors de la conservation (**Figure 3A et 3B**).

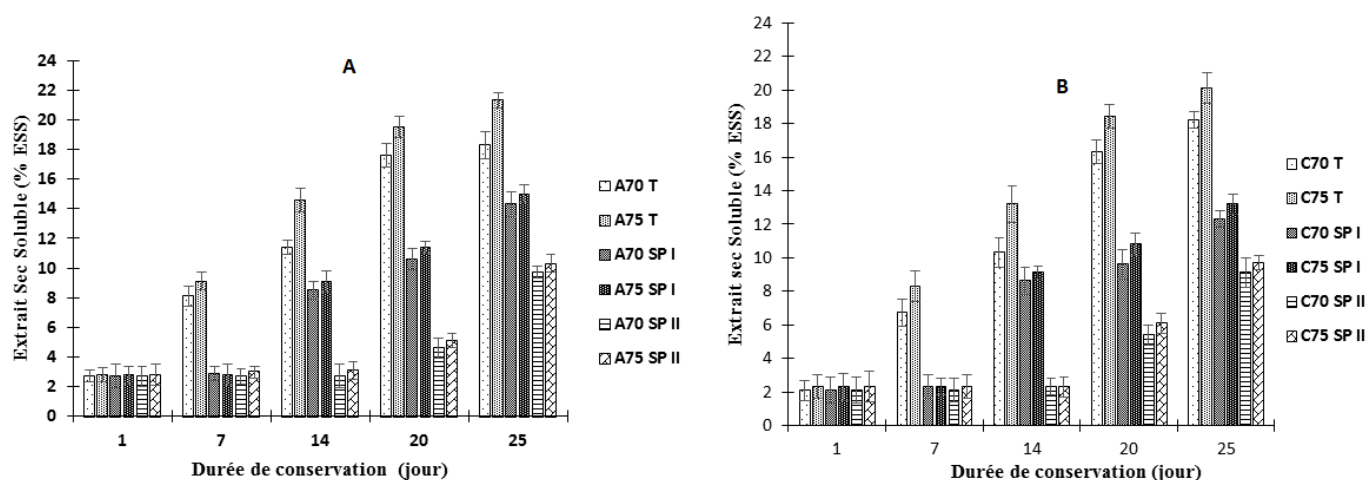


Fig. 3. Teneur en extrait sec soluble au cours de la conservation du cultivar Agnrin (A) et du cultivar Corne (B) à 25°C

A70 T : Agnrin Témoin DM 70, A70 SP I : Agnrin DM 70, emballages en PP (0,235 mm), A70 SP II : Agnrin DM 70, emballages PP (0,303 mm), A75 T : Agnrin Témoin DM 75, A75 SP I : Agnrin DM 75, emballages en PP (0,235 mm), A75 SP II : Agnrin DM 75, emballages en PP (0,303 mm) ; C70 T : Corn Témoin DM 70, C70 SP I : Corn DM 70, emballages en PP (0,235 mm), C70 SP II : Corn DM 70, emballages PP (0,303 mm), C75 T : Corn Témoin DM 75, C75 SP I : Corn DM 75, emballages en PP (0,235 mm), C75 SP II : Corn DM 75, emballages en PP(0,303 mm)

L'ESS augmente de 2 % (1^{er} jour) à 8 % (7^{ième} jour) dans C70 T et C75 T et de 2,8 % (1^{er} jour) à 9 % (7^{ième} jour) dans A70 T et A75 T.

L'ESS augmente significative à partir du 14^{ième} jour dans les fruits emballés dans les sacs en PP d'épaisseur 0,235 mm pour atteindre 9 %. Cet ESS au 14^{ième} jour de conservation est identique à celui des fruits témoins au 7^{ième} jour de conservation.

Par contre, l'ESS des fruits emballés dans sacs en PP d'épaisseur 0,303 mm augmente significativement qu'à partir du 20^{ième} jour de conservation.

4 DISCUSSION

L'étude de la durée de vie verte (DVV) au cours du stockage a révélé que les fruits témoins conservés à 25°C ont eu une durée de vie verte courte comprise entre 5 et 7 jours. Ces résultats sont en accord avec ceux de [6], qui ont observé le début du mûrissement des bananes exposés à l'air 4 à 5 jours après le début de l'expérimentation. Cette variation est due au degré de maturité des fruits qui exerce un effet significatif sur la durée de vie verte des bananes. La conservation des deux cultivars de banane plantain dans les emballages en polypropylène a permis de prolonger significativement la DVV des fruits jusqu'à 15 et 20 jours selon le type de sacs tissés utilisés. Des résultats similaires ont été obtenus par plusieurs auteurs avec l'utilisation des sachets en polyéthylène. Les travaux menés par [9] ont permis de prolonger la durée de vie pendant plus de 20 jours des fruits emballés dans les sachets en polyéthylène. De même [6] ont rallongé la DVV de 20 jours des fruits des variétés *Corn* et *Orishelé* récoltés 67 et 80 jours après l'émission florale et emballés dans des sachets en polyéthylène d'épaisseurs 70µm. Le prolongement de la DVV serait dû à l'utilisation des sachets en polypropylène dont les propriétés de perméabilité sélective aux gaz atmosphériques ont contribué à assurer les échanges respiratoires à l'intérieur des emballages (taux importants de CO₂ et faibles taux de O₂) ([15], [16]). [17] et [9] ont montré que l'utilisation des sachets de polyéthylène peut créer un micro environnement riche en CO₂ et pauvre en O₂, dans le milieu de conservation, qui permet de retarder la maturation. Selon [18] la présence de fortes teneurs en CO₂ inhibent la synthèse de l'éthylène, de même que l'activité respiratoire des fruits ; ce qui ralentit fortement le mûrissement. Nos travaux ont également montré que la DVV des fruits dans les sacs en polypropylène d'épaisseur de 0,303 mm est significativement plus élevée que dans les sacs en polypropylène d'épaisseur 0,235 mm. Ces résultats sont accord avec ceux de [6]. Selon ces auteurs la perméabilité des sachets est, en général, inversement proportionnelle à leur épaisseur. Plus l'épaisseur est grande, moins le sachet est perméable. La quantité de CO₂ accumulée sera donc plus élevée dans les sacs en polypropylène d'épaisseur 0,303 mm que ceux de 0,235 mm.

La fin de la DVV est marquée par la perte de la couleur verte des fruits au cours du stockage. L'augmentation de la valeur de a* et b* indique respectivement la perte de la couleur verte et l'apparition de la couleur jaune. En effet lors du

mûrissement, l'épicarpe des fruits du plantain passent du vert au jaune. Cette évolution serait due à la dégradation des chlorophylles par un ensemble d'oxydases dont ferait partie la chlorophylle oxydase ([19], [20], [21]). La destruction des pigments chlorophylliens aurait pour effet de laisser apparaître les caroténoïdes initialement présents dans les organes verts. Le délai d'apparition des stades de mûrissement est plus long dans les fruits emballés dans les sacs en polypropylène que dans les fruits témoin. Les valeurs négatives de a^* des fruits emballés obtenues jusqu'au 14^{ème} et 20^{ème} jour indiquent que ces fruits conservent leur couleur verte plus longtemps que les fruits non emballés (5 à 7 jours). En effet la destruction de la chlorophylle est due à son oxydation. Ce processus serait ralenti dans les emballages à cause du faible taux d'O₂ enregistré dans ces emballages. Des résultats similaires ont été rapportés par [22] qui ont observés des baisses de réactions d'oxydation de la chlorophylle chez les dattes dorées conservées en conditions d'oxygène appauvri (1%).

La fermeté des fruits a diminué progressivement au cours de la conservation. Ce processus a été plus rapide dans les fruits témoins que dans les fruits emballés dans les sacs en polypropylène. L'emballage a influencé de manière significative l'évolution de la fermeté des fruits pendant la période de stockage. Les Fruits emballés dans les sacs en polypropylène ont maintenu plus longtemps leur fermeté que les fruits témoins non emballés. Le processus de ramollissement a également été un peu plus lent dans les emballages d'épaisseur 0,303 mm que ceux de 0,235 mm. Des résultats similaires ont été rapportés par [2] et [23] qui ont montré l'effet significatif des emballages sur la fermeté des fruits de banane au cours du stockage. La baisse de la fermeté est due au ramollissement de l'épicarpe au cours du mûrissement. Les fortes teneurs en CO₂ obtenues dans les emballages inhibent la dégradation des substances pectiques de la paroi par les cellulases [24] ce qui permet de garder ferme les fruits pendant une période plus longue.

L'ESS des fruits augmente progressivement au cours de la période de conservation dans les échantillons témoins. Cette augmentation de l'ESS au cours du mûrissement pourrait s'expliquer par une dégradation de l'amidon contenu dans la pulpe. L'emballage présente un effet significatif sur l'accumulation de sucres solubles au cours de la période de stockage. L'ESS augmente plus rapidement dans les fruits non emballés que dans les fruits emballés. Des résultats similaires ont été rapportés par [25] et [8] qui ont observé un retardement de l'accumulation des sucres dans les fruits de plantain emballés dans des sacs en polyéthylène. Selon [26] et [27] le CO₂ présent dans les emballages freinait également l'activité des enzymes de la chaîne de dégradation de l'amidon notamment, les phosphorylases, les phosphohexoisomérasés, et les phosphofructokinases, retardant ainsi l'accumulation des sucres solubles dans la pulpe de banane.

5 CONCLUSION

La conservation des bananes plantain cultivars *Agnrin* et *Corn* dans des sacs en polypropylène a permis de prolonger significativement leur durée de vie verte. Cette durée de vie verte est située entre 14 et 20 jours respectivement dans les sacs en polypropylène d'épaisseur 0,235 et 0,303 mm. Le prolongement de la DVV des fruits emballés se traduit par la stabilité des caractéristiques physico-chimiques telles que la fermeté, la couleur et l'extrait sec soluble. Toutefois, cette étude a montré que les emballages en polypropylène d'épaisseur 0,303 mm donnaient les meilleurs résultats que ceux d'épaisseur 0,235 mm.

REFERENCES

- [1] Agbo NG et Coulibaly M, "Recensement des techniques traditionnelles de conservation de la banane plantain en Côte d'Ivoire", Projet CRDI n° 3-A-874994. Rapport final, p. 52, 1989.
- [2] Lépengué AN, Activités enzymatiques et troubles de maturation des bananes plantain entreposées aux températures élevées. Diplôme d'Etudes Approfondies, en Physiologie Végétale (Agrophysiologie), UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, p.68, 1999.
- [3] Medlicott A. P, Semple A. J, Thompson A. J, Blackbourne H. R, and Thompson A. K, "Measurement of colour changes in ripening bananas and mangoes by instrumental, chemical and visual assessments", *Trop. Agric.* (Trinidad), vol. 69, no. 2, pp 161-166, 1992.
- [4] Blake J. R, and Peacock, B. C, "Effects of temperature on the preclimacteric life of bananas", *Queensland Jou. Agric. Anim. Sci.*, vol.28, pp.243-248, 1971.
- [5] Marchal J. and Nolin J, Bananes, "Qualité des fruits, Physiologie avant et après récolte", *Fruits*. Spécial Bananes, pp.119-122, 1990.
- [6] Yao A.K, Koffi D M, Irié Z B and Niamké S L, "Conservation de la banane plantain (*Musa AAB*) à l'état vert par l'utilisation de films de polyéthylène de différentes épaisseurs", *Journal of Animal & Plant Sciences*, vol. 23, no.3, pp. 3677-3690, 2014.

- [7] Dick E and Yao KA, "Effect of polyethylene packaging on the preservation of plantain stored at low temperature", *Agron. Afr*, vol. 9, no.3, pp.163-169, 1997.
- [8] Dongo R K, Dick E, Fatogoma S, Camara B and Kone D, "Preserving treatments of physicochemical properties of the plantain stored at an ambient temperature", *Agric. Biol. J. N. Am*, Vol. 2, no.5, pp. 761-766, 2011
- [9] Dick E, Contribution à l'étude de la physiologie du mûrissement, de l'entreposage et de la conservation de la banane plantain après récolte. Thèse d'Etat, Université de Cocody-Abidjan, p.243, 2006.
- [10] Wainwright, H. and Hughes, P, "Changes in banana pulp colour during ripening", *Fruits* vol.45, no.1, pp. 25-28, 1990.
- [11] IRFA. Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes, "La qualité de la banane, la Réglementation française et son Interprétation". Rapport final, p.74, 1980.
- [12] Lii C.Y, Chang S.M, and Young Y.L, "Investigation of the physical and chemical properties of banana starches", *J. Food Sci.*, vol.47, pp.1493-1497, 1982.
- [13] Francis. F. J, "Colour quality evaluation of horticultural crops", *Hort Sci*, vol.15, pp.58-59, 1980.
- [14] Dadzie B. K, and Orchard J. E, "Evaluation post-récolte des hybrides de bananiers et bananiers plantain : critères et méthodes". *Guides Techniques Inibap*, p.77, 1997.
- [15] Varoquaux P, Gouble B, Ducamp M, and Self G, "Méthode permettant d'optimiser l'emballage des fruits sous atmosphère modifiée", *Fruits*, vol. 57, no.5-6, pp. 313-322, 2002.
- [16] Elkashif M. E, Elamin O. M, and Ali S. A, "Effect of packaging method and storage temperature on quality and storability of four introduced banana clones", *Gezira Journal of Agricultural Science*, vol.3, no. 2, pp.185-195, 2005.
- [17] Bayeri K. P, "Variable light transmission through four polyethylene colours used for plantain Musa sp. AAB fruits storage as influencing its postharvest and culinary qualities", *Int. Agrophy*, vol.19, pp. 19-25, 2005.
- [18] Happi Emaga T, Wathelet B, and Paquot M, "Changements texturaux et biochimiques des fruits du bananier au cours de la maturation. Leur influence sur la réservation de la qualité du fruit et la maîtrise de la maturation", *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, vol. 12, no.1, pp. 89-98, 2008.
- [19] Matile P, "Catabolism of chlorophyll: involvement of peroxydase", *Z. Pflanzenphysiol*, vol. 99, pp. 475-478, 1980.
- [20] Martinoia E, Dalling M.J, and Matile P, "Catabolism of chlorophyll, demonstration of chloroplast localised peroxydative and oxydative activities", *Z. Pflanzenphysiol*, vol. 109, pp. 269-279, 1982.
- [21] Blackburn H. D, John P, and Jeger M. J, "Ultrastructural and biochemical changes accompanying degreening in bananas and plantains at tropical temperatures", *Aspects Appl. Biol*, vol. 20, pp. 83-84, 1989.
- [22] Moshen A, and Naoufel B, "Effet des conditions d'entreposage sur la dégradation de la couleur des dattes tunisiennes de type Deglet-Nour". *Fruits*, vol.60, no.1, pp. 41-46, 2005.
- [23] Hailu M, Seyoum T, Workneh S.T, and Belew D, "Effect of packaging materials on shelf life and quality of banana cultivars (Musa spp.)", *J Food Sci Technol*, vol. 51, no. 11, pp. 2947-2963, 2012.
- [24] Salunkhe D. K, and Desai B, Postharvest biology of fruits. 1 CRC Press, Boca Raton, Florida, p.78, 1984.
- [25] Lépengué A N, Mouaragadja I, and Dick E, "Amélioration de la durée de conservation des bananes plantain aux températures ambiantes". *International Journal Biology Chemical Sciences*. Vol. 4, no. 3, pp. 730-737, 2010.
- [26] Dupin H, Alimentation et Nutrition Humaines. Edition ESF : Paris, France, p.1533, 1992.
- [27] Chamara D, Illeperuma K, Theja Galappatty P, and Sarananda KH, "Modified atmosphere packaging of 'Kolikuttu' bananas at low temperature", *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, vol.75, no.1, pp. 92-96, 2000.