



Original Paper

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Caractérisation physico-chimique de l'eau des noix mûres de nouveaux hybrides améliorés de cocotiers (*Cocos nucifera* L.) grands

Ysidor N'GUESSAN KONAN^{1,2*}, Jean-Louis KONAN², Rebecca Rachel ASSA¹,
Sébastien NIAMKE¹, Allou KOUASSI² et Henri BIEGO¹

¹ Unité de Formation et de Recherche (UFR) Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny,
22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

² CNRA- Station Marc Delorme pour la recherche sur le cocotier, 07 BP 13 Abidjan 07, Côte d'Ivoire.

* Auteur correspondant ; E-mail : haizykonan@yahoo.fr; Tel : (225) 04 63 70 88

RESUME

Des hybrides améliorés de cocotiers grands ont été créés par la Station de recherche Marc Delorme en vue de satisfaire les préférences des grosses noix des acteurs de la filière cocotier. Cependant ils demeurent encore peu étudiés. Le présent travail évalue les caractéristiques physicochimiques de l'eau des noix mûres de ces nouveaux hybrides en vue d'en proposer des voies de valorisation. Les travaux portent sur des noix âgées de treize mois (rang 25) d'hybrides de cocotiers grands GPY⁺ x GOA⁺, GPY⁺ x GRL⁺ et GRL⁺ x GOA⁺ en comparaison avec l'hybride PB121⁺, pris comme témoin. La masse des noix entières et de l'eau de coco ont été déterminés moins de 24 h après la récolte des noix de coco. Puis des échantillons d'eau de coco ont été prélevés et conservés à -15 °C avant leurs caractérisations. Les résultats ont montré que l'eau de coco mûre est plus abondante et plus acide chez les hybrides améliorés de cocotiers grands que chez le PB121⁺. Parmi les trois hybrides grands améliorés, GRL⁺ x GOA⁺ fournit l'eau de coco mûre la plus pourvue en cendres (0,49%). Les hybrides GPY⁺ x GOA⁺ et GPY⁺ x GRL⁺ renferment plus de sucres (29,37 et 28,09 mg/ml) et de polyphénols (58,11 et 65,49 ppm). Il ressort de ces études que l'eau des noix mûres de ces hybrides pourrait être utilisée pour la production d'alcool éthylique et de vinaigre.

© 2013 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Valorisation, eau de coco, caractéristiques, vinaigre, alcool, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

Le cocotier (*Cocos nucifera* L.) est une monocotylédone oléagineuse et pérenne des pays tropicaux. La superficie mondiale des cocoteraies est de 12 millions d'hectares. En Côte d'Ivoire, la cocoteraie couvre une superficie de 50 000 ha (Konan et al., 2006), localisée à 95% sur le littoral. Dans cette région, le cocotier constitue le principal

produit de rente des paysans. En effet, plus de 12500 familles tirent leurs revenus des produits cocotiers (Assa et al., 2006). Face aux faibles rendements des variétés traditionnelles (0,6 à 2,5 t coprah/ha/an) la recherche a créé des hybrides à haut rendements (Konan et al., 2008), tels que le PB113 et le PB121 améliorés qui produisent plus de 4 t coprah/ha/an. Toutefois, la teneur

© 2013 International Formulae Group. All rights reserved.
DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i6.17>

en coprah et en huile par noix de ces hybrides demeurent faibles relativement aux cocotiers Grands (De Nucé et Rognon, 1986). En outre, beaucoup de producteurs et utilisateurs du cocotier préfèrent les grosses noix (Batugal *et al.*, 2005) qui servent également à la fabrication d'objets divers comme les cocoglaces, les tasses, etc. Les cocotiers grands sont encore plus tolérants à la sécheresse et résistent aux grands vents. Pour répondre à ces préoccupations, des hybrides améliorés de cocotiers grands ont été créés et sont en évaluation. En effet, ils produisent de grosses noix qui sont riches en coprah (4 tonnes de coprah/ha/an). Aussi, la teneur en huile de l'amande de leur noix mature est identique à celle du PB121 amélioré en vulgarisation. En plus, leur amande est plus riche en sucres (Konan *et al.*, 2008).

Hormis les travaux ayant aboutit à ces résultats, aucune étude n'a porté sur l'eau de leurs noix mures. En effet, l'eau de coco contient plusieurs minéraux, dont le potassium principalement (Naozuka *et al.*, 2011). Lorsque la noix est immature, son eau est appréciée pour ses potentialités organoleptiques. Cependant au cours de la maturation, divers processus métaboliques convertissent les constituants de l'eau de coco au profit de la formation de l'amande (Jackson *et al.*, 2004). A maturité, l'eau de coco renferme certaines substances dont des hormones, et sert à la culture de tissus cellulaires et au développement d'organes de certains végétaux (Agampodi et Jayawardena, 2009 ; Rethinan et Kumar, 2001).

En Côte d'Ivoire, l'eau de coco mature est rejetée lors de la fabrication du coprah, principal produit commercialisé. La présente étude vise à déterminer les caractéristiques physico-chimiques de l'eau des noix mures de nouveaux hybrides de cocotiers en Côte

d'Ivoire en vue de proposer des voies de valorisation.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Le matériel biologique a été constitué de l'eau de noix mures d'hybrides issus des croisements entre les cultivars de cocotiers Grand Polynésie amélioré (GPY⁺), Grand Rennell amélioré (GRL⁺) et Grand Ouest Africain amélioré (GOA⁺). Il s'est agi des hybrides GPY⁺ x GOA⁺, GPY⁺ x GRL⁺, GRL⁺ x GOA⁺. Le cultivar PB121⁺ a servi de témoin. Il provient du croisement entre le Nain Jaune Malais (NJM) et le Grand Ouest Africain amélioré (GOA⁺).

Méthodes

Echantillonnage

L'eau de coco mature utilisée provient de cocotiers issus de la parcelle 051 plantée en 1995 à la Station de Recherche Marc Delorme du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), en Côte d'Ivoire.

Six cocotiers ont été choisis au hasard par hybride dans une population d'individus sains. Le régime de noix mures, âgé de 13 mois (rang 25) a été récolté par cocotier et trois noix y ont été prélevées. Ainsi, par hybride, 18 noix (3 noix x 6 cocotiers) ont été utilisées au cours d'une campagne de récolte. En considérant les 4 hybrides, 72 noix (18 noix x 4) ont été analysées par campagne. L'étude a été réalisée en deux campagnes de récolte, l'une en saison sèche et l'autre en saison pluvieuse de la même année. L'échantillonnage total est donc constitué de 144 noix de coco (72 noix x 2) provenant de 48 régimes. La masse, le volume, le pH, le degré Brix et l'acidité titrable de l'eau de coco ont été évalués à partir de chaque noix mature. Les autres caractères ont été évalués sur un échantillon du mélange équivolumique de

l'eau des trois noix d'un même régime. Ainsi 48 échantillons d'eau de coco ont été analysés.

Evaluation des caractères physico-chimiques de l'eau des noix de coco mures

Les noix entières ont été pesées sur une balance électronique (Sartorius). Elles ont ensuite été déburrées et cassées. Puis leur eau a été transvasée dans un bécher préalablement taré, et pesée sur la même balance. Le rapport de la masse de l'eau de coco sur la masse de la noix entière a permis de déterminer la contribution de l'eau par rapport à la noix entière. Un réfractomètre manuel a servi à lire le degré Brix. Le pH a été déterminé au moyen d'un pH-mètre portable. L'acidité titrable et la teneur en matière sèche ont été respectivement évaluées à l'aide de la soude et de l'étuve (Memmert, Germany) à partir des normes fixées par AFNOR (1991). La teneur en cendres a été déterminée par incinération au four à moufle selon la méthode décrite par BIPEA (1976).

Les dosages de sucres totaux et réducteurs ont été effectués respectivement par les méthodes au phénol-sulfurique (Dubois et al., 1956) et à l'acide 3,5 dinitrosalicylique (DNS) (Bernfeld, 1955). Les dosages de protéines et de polyphénols totaux ont été effectués par l'utilisation du folin-ciocalteu, respectivement selon Lowry et al. (1951) et Singleton et Rossi (1965) modifiée par Boizot et Charpentier (2006). Les densités optiques ont été mesurées à l'aide d'un spectrophotomètre.

Toutes les analyses ont été répétées 3 fois sur chaque échantillon d'eau de coco mature.

Analyse statistique

Le traitement statistique des données a été effectué à l'aide du logiciel SPSS 12.0. Elle a consisté à réaliser une analyse de variance

(ANOVA) à un facteur de classification à 5% de significativité. Le facteur analysé a été le type d'hybride de cocotier. Pour les caractères discriminant les quatre hybrides, les moyennes ont été comparées à l'aide du test de DUNNETT. L'indice de corrélation (r) de Pearson a permis d'établir les liens entre les caractères évalués. Les deux campagnes de récolte ont constitué des blocs.

RESULTATS

L'analyse statistique n'a révélé aucune interaction significative entre les campagnes de récolte et les hybrides pour les variables analysées. Cependant, une influence hautement significative du type d'hybride ($p < 0,01$) est obtenue sur chaque caractère.

Caractères physiques de l'eau de coco mature

La masse de l'eau de coco, sa contribution dans la noix mature et sa teneur en matière sèche différencient les 4 hybrides. Ainsi, chez l'hybride GPY⁺ x GRL⁺, la masse d'eau de coco mature (293,78±54,82 g) est plus élevée et représente 14,78% de la masse de la noix entière. Les hybrides GPY⁺ x GOA⁺ et PB121⁺ fournissent les plus faibles masses d'eau des noix mures (165,26±40,47 g et 178,07±37,33 g respectivement). La contribution de l'eau dans la noix mature de l'hybride GPY⁺ x GOA⁺ (11,63±1,16%) est plus faible que celles fournies par les autres hybrides.

La teneur en matière sèche de l'eau de coco mature est plus élevée chez le témoin (5,05±0,31 %) que chez les hybrides de cocotiers grands améliorés testés (Figure 1). L'eau des noix de ces hybrides GPY⁺ x GOA⁺, GPY⁺ x GRL⁺ et GRL⁺ x GOA⁺ fournit, à maturité, des teneurs en matière sèche (4,44±0,44%; 4,69±0,27%; 4,47±0,19%, respectivement) statistiquement similaires.

Caractères chimiques de l'eau de coco mature

L'acidité titrable, le pH, le degré Brix et la teneur en protéines différencient le témoin PB121⁺ des hybrides testés. Ainsi, le degré Brix du PB121⁺ (4,82±0,38%) est plus élevé que celui des hybrides grands GPY⁺ x GRL⁺, GPY⁺ x GOA⁺ et GRL⁺ x GOA⁺ (4,33±0,31%, 4,43±0,38% et 4,37±0,3%, respectivement). Les degrés Brix des trois hybrides de cocotiers grands sont statistiquement identiques (Figure 1, Tableau 1).

Par ailleurs, chez le témoin l'eau des noix mures fournit une acidité (284,13±28,78 méq H⁺/100 g) plus élevée et un pH (5,22±0,12) plus bas que chez les hybrides de cocotiers grands améliorés (Figure 2). Au niveau des 3 variétés testées, l'hybride GPY⁺ x GOA⁺ fournit le pH (5,48±0,22) le plus élevé et l'acidité titrable (187,83±25,15 méq H⁺/100 g) la plus faible. Les hybrides GPY⁺ x GRL⁺ et GPY⁺ x GOA⁺ fournissent statistiquement les mêmes valeurs de pH (5,36±0,12 et 5,48±0,22, respectivement) et d'acidité titrable (254,85±20,22 et 187,83±25,15 méq H⁺/100 g, respectivement).

Au niveau des concentrations en protéines, l'eau des noix mures des hybrides grands GPY⁺ x GRL⁺, GPY⁺ x GOA⁺ et GRL⁺ x GOA⁺ en contient (1,1±0,27 mg/ml, 0,95±0,13 mg/ml et 0,92±0,17 mg/ml) plus que le témoin (0,7±0,17 mg/ml). La concentration en protéines ne différencie pas les hybrides évalués.

Concernant les teneurs en cendres, l'hybride GRL⁺ x GOA⁺ (0,49±0,04%) fournit la plus forte valeur. Aussi, l'eau de coco mature des deux variétés GPY⁺ x GOA⁺ et NJM x GOA⁺ disposant du parent mâle GOA⁺ sont plus riches en cendres (0,35±0,13% et

0,38±0,03%, respectivement) que l'hybride GPY⁺ x GRL⁺ (0,31±0,02%).

Les concentrations en sucres totaux et sucres réducteurs ne distinguent pas l'eau des noix mures du témoin PB121⁺ de celle des hybrides grands. Au niveau des sucres totaux, leurs teneurs chez les hybrides GPY⁺ x GOA⁺ (29,37±3,29 mg/ml), GPY⁺ x GRL⁺ (28,09±3,73 mg/ml) et le PB121⁺ (26,1±3,84 mg/ml) sont plus élevées que chez la variété GRL⁺ x GOA⁺ (20,81±2,50 mg/ml). Quant aux sucres réducteurs, le PB121⁺ en fournit (11,91±1,03 mg/ml) autant que l'hybride GPY⁺ x GRL⁺ (11,98 mg/ml). L'eau de coco mature de ces deux hybrides est plus riche en sucres réducteurs que celle du GRL⁺ x GOA⁺ (8,83±1,04 mg/ml) et du GPY⁺ x GOA⁺ (9,16±0,97 mg/ml) (Tableau 2).

Pour les polyphénols totaux, leur concentration est plus importante dans l'eau de coco mature des hybrides GPY⁺ x GOA⁺ (58,11±9,84 ppm) et GPY⁺ x GRL⁺ (65,49±12,34 ppm) que chez l'hybride GRL⁺ x GOA⁺ (34,44±6,48 ppm) et le témoin PB121⁺ (38,24±7,51 ppm).

Corrélations entre les caractères testés

Les indices de Pearson indiquent des corrélations positives et négatives entre les caractères étudiés (Tableau 3). Ainsi, un pH élevé induit de faibles teneurs en acidité ($r = -0,81$) et en matière sèche ($r = -0,56$) alors que de fortes valeurs de degré Brix expriment des teneurs élevées en matière sèche ($r = 0,57$). En outre, une forte teneur en cendres indique la présence de faibles concentrations en sucres totaux ($r = -0,55$) et en composés polyphénoliques ($r = -0,59$) de l'eau de coco mature.

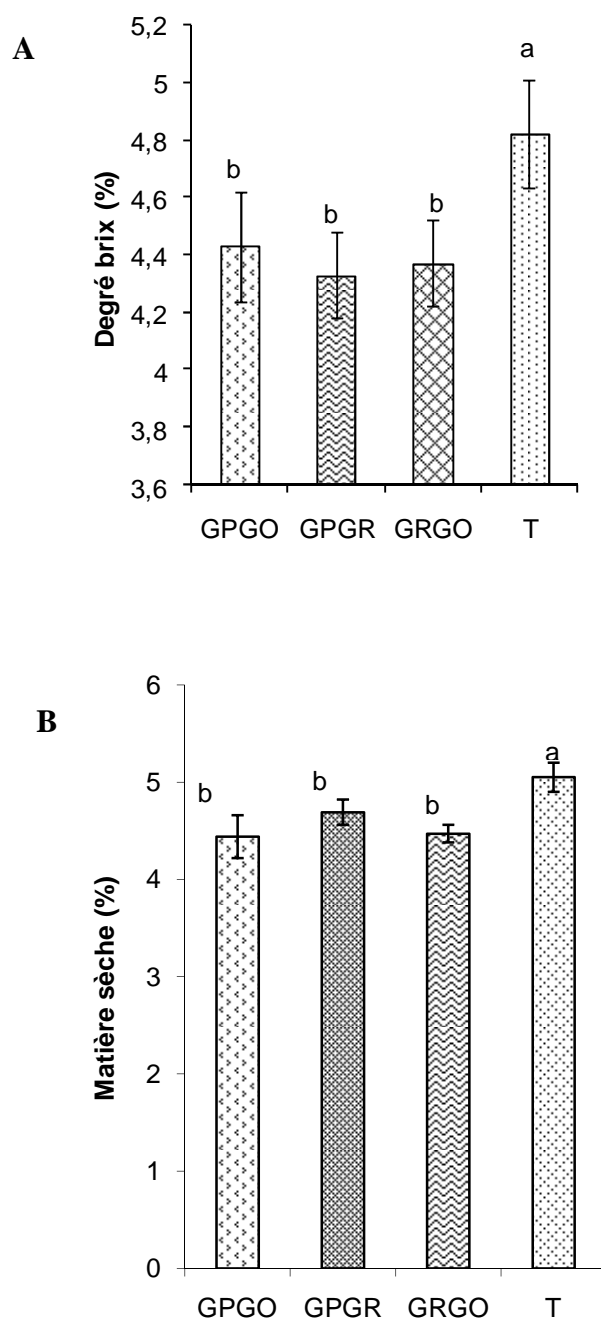


Figure 1: Degré Brix (A) et teneurs en matière sèche (B) de l'eau des noix mûres des quatre hybrides de cocotiers. GPGO : GPY⁺ x GOA⁺, GPGR : GPY⁺ x GRL⁺, GRGO: GRL⁺ x GOA⁺, T: PB121⁺

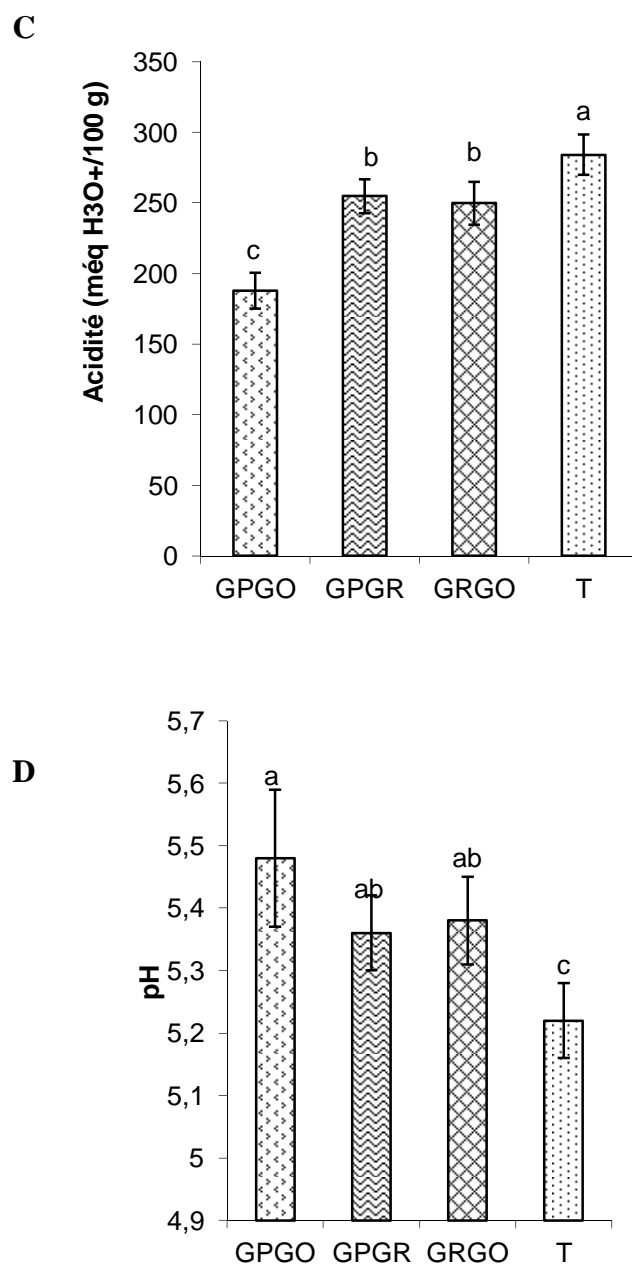


Figure 2: Acidité (C) et pH (D) de l'eau des noix mûres des quatre hybrides de cocotiers. GPGO : GPY⁺ x GOA⁺, GPGR : GPY⁺ x GRL⁺, GRGO: GRL⁺ x GOA⁺, T: PB121⁺

Tableau 1: Données statistiques des caractères physico-chimiques de l'eau de coco mature des hybrides de cocotiers grands étudiés.

			MNE	MEA	MNE/MEA	ACI	pH	DBX	TMS	TCE	CPR	CST	CSR	CPT
HYBRIDES	3	SC	3585474	123167,88	64	75619,4	0,45	1,8	2,88	0,22	1	511,55	104,98	8190,03
		F	32,14	23,04	9,32	46,33	4,6	6,57	10,43	46,19	7,92	16,22	30,17	28,88
		P	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
CAMPAGNE	1	SC	571972,2	17272,94	1,534	5676,09	0,02	0,3	0,02	8,33	0,03	28,44	20,86	8,61
		F	15,38	9,69	0,67	10,43	0,85	3,33	0,25	0	0,71	2,7	17,99	0,09
		P	0,087	0,09	0,42	0,086	0,361	0,075	0,617	0,943	0,404	0,108	< 0,001	0,764
CAMPAGNE x	3	SC	267523,43	349,12	19,02	5452,84	0,09	1,37	0,88	0	0	55,65	10,32	34,79
		F	2,39	0,06	2,77	3,34	1	4,99	3,18	0,41	0,02	1,76	2,96	0,12
		P	0,113	0,978	0,054	0,02	0,4	0,005	0,034	0,74	0,99	0,16	0,043	0,94
ERREUR	40	SC	1487176,8	71251,58	91,60	21758,34	1,31	3,66	3,69	0,06	1,68	420,45	46,38	3780,51
TOTAL	48	SC	131880625	2469038	8598,39	3154618	1378,6	975,8	1053,9	7,48	43,71	33712	5445,4	127623,9

SC, somme des carrés; F, valeur de la statistique; P, valeur de la probabilité; ddl, degré de liberté. MNE, masse de la noix entière ; MEA, masse d'eau de la noix ; MEA/MNE, proportion de la masse d'eau dans la masse de la noix entière ; ACI, acidité titrable ; pH, potentiel d'hydrogène ; DBX, degré Brix; TMS, teneur en matière sèche; TCE, teneur en cendres; CPR, concentration en protéines; CST, concentration en sucres totaux; CSR, concentration en sucres réducteurs ; CPT, concentration en composés polyphénoliques totaux.

Tableau 2: Moyenne de quelques caractères physico-chimiques de l'eau de noix mûres des hybrides améliorés de cocotiers grands étudiés.

Variables physico-chimiques	Moyennes (\pm écart-types)			
	GPY ⁺ x GOA ⁺	GPY ⁺ x GRL ⁺	GRL ⁺ x GOA ⁺	PB121 ⁺
MNE (g)	1411,25 \pm 247,89 ^c	1979,81 \pm 223,33 ^a	1783,5 \pm 192,56 ^b	1305,34 \pm 251,19 ^c
MEA (g)	328,25 \pm 40,47 ^c	510,79 \pm 54,82 ^a	445,54 \pm 45,19 ^b	280,06 \pm 37,33 ^c
MEA/MNE (%)	11,63 \pm 1,16 ^c	14,78 \pm 1,74 ^a	12,85 \pm 1,70 ^{bc}	13,71 \pm 1,70 ^b
TCE (%)	0,35 \pm 0,13 ^b	0,31 \pm 0,02 ^c	0,49 \pm 0,04 ^a	0,38 \pm 0,03 ^b
CPR (mg/ml)	0,95 \pm 0,13 ^a	1,1 \pm 0,27 ^a	0,92 \pm 0,17 ^a	0,7 \pm 0,17 ^b
CST (mg/ml)	29,37 \pm 3,29 ^a	28,09 \pm 3,73 ^a	20,81 \pm 2,50 ^b	26,1 \pm 3,84 ^a
CSR (mg/ml)	9,16 \pm 0,97 ^b	11,98 \pm 1,98 ^a	8,83 \pm 1,04 ^b	11,91 \pm 1,03 ^a
CPT (mg/ml)	58,11 \pm 9,84 ^a	65,49 \pm 12,34 ^a	34,44 \pm 6,48 ^b	38,24 \pm 7,51 ^b

Sur chaque ligne les moyennes portant les mêmes lettres sont statistiquement identiques.

Tableau 3: Matrice de corrélation entre les caractères physico-chimiques de l'eau des noix mûres des hybrides améliorés de cocotiers grands étudiés.

	MNE	MEA	MEA/MNE	ACI	pH	DBX	TMS	TCE	CPRO	CST	CSR	CPT
MNE	1											
MEA	0,89	1										
MEA/MNE	0,33	0,71	1									
ACI	0,31	0,45	0,50	1								
pH	-0,14	-0,23	-0,32	-0,81	1							
DBX	-0,16	-0,02	0,26	0,09	-0,28	1						
TMS	-0,11	-,035	0,17	0,47	-0,57	0,57	1					
TCEN	-0,02	-0,11	-0,16	-0,06	0,04	-0,06	-0,18	1				
CPRO	0,43	0,39	0,14	0,07	-0,07	-0,32	-0,25	-0,18	1			
CST	-0,22	-0,17	-0,09	-0,17	0,11	-0,06	-0,06	-0,56	0,01	1		
CSR	0,01	0,17	0,35	0,45	-0,27	0,01	0,27	-0,41	-0,24	0,39	1	
CPT	0,28	0,23	0,00	-0,12	0,15	-0,19	-0,19	-0,59	0,39	0,49	0,20	1

En gras, les valeurs de corrélations significatives au seuil $\alpha=0,050$ (test bilatéral) ; MNE, masse de la noix entière, MEA, masse d'eau de la noix; MEA/MNE, proportion de la masse de l'eau dans la masse de la noix entière ; ACI, acidité titrable ; pH, potentiel d'hydrogène ; DBX, degré Brix; TMS, teneur en matière sèche; TCE, teneur en cendres; CPRO, concentration en protéines; CST, concentration en sucres totaux; CSR, concentration en sucres réducteurs ; CPT, teneur en composés polyphénoliques totaux.

DISCUSSION

Les noix mûres des hybrides de cocotiers grands améliorés fournissent beaucoup plus d'eau que celles du PB121⁺. Cela proviendrait du fait que les cocotiers grands produisent de grosses noix. En effet, Konan *et al.* (2008) ont montré qu'il y a une corrélation positive entre la masse de la noix et celle de l'eau qu'elle contient. Par ailleurs, du fait de l'effet d'hétérosis qui prévaut chez le cocotier (De Nuce *et Rognon*, 1986), les hybrides issus de croisements entre parents grands produiraient de plus grosses noix, riches en eau, que ceux dont l'un des parents est nain. La classification des cultivars en fonction de la masse d'eau de coco mûre est en accord avec celle indiquée par Konan *et al.* (2008). Toutefois, la contribution de l'eau dans la noix entière trouvée nuance les conclusions de Jayalekshmy *et al.* (1988). Ces auteurs ont indiqué que la masse de l'eau de coco contribue pour 25% à la masse de la noix entière. La différence pourrait être due au stade de maturité de la noix. En effet, lors de la maturation de la noix, la réserve nutritive, que constitue l'eau de coco, est utilisée pour le développement de l'amande (Assa *et al.*, 2006). La contribution de l'eau dans la masse de la noix entière se retrouve plus réduite chez les noix mûres, à 13 ou 14 mois. La différence observée pourrait également provenir du fait que nous n'avons pas travaillé sur le même matériel végétal.

L'eau de coco mûre de l'hybride GPY⁺ x GOA⁺ a la plus faible acidité titrable parmi les trois hybrides testés. Elle a également le pH le plus bas. Ainsi, l'eau de coco mûre de cet hybride contiendrait moins d'ions hydronium ainsi que de résidus d'acides organiques tels que les acides aminés, les acides gras et le dioxyde de carbone (CO₂) qui y sont dissouts (Jayalekshmy *et al.*, 1988). Ces composés proviennent des réactions métaboliques afférentes au développement de la noix de coco, telles que l'oxydation des lipides, des protéines et des glucides. Il a été observé que l'acidité générée par ces réactions diminue au

cours de la maturation de la noix (Jackson *et al.*, 2004). Par ailleurs, il apparaît que l'acidité de l'eau de coco mûre du témoin est identique au résultat d'Assa *et al.* (2006) qui ont travaillé sur le même matériel végétal.

Le degré Brix constitue l'ensemble des solides dissouts dans l'eau de coco. Selon Campos *et al.* (1996), le degré Brix de l'eau de coco est principalement dû à sa teneur en sucres. Toutefois, nos résultats n'indiquent aucune corrélation significative entre ces deux caractères. Cela serait dû au stade de maturité des noix. En effet, le développement de la noix de coco est caractérisé par une baisse progressive de la teneur en sucres alors que celle d'autres molécules telles que les protéines augmente. En conséquence, le degré Brix de l'eau de coco mûre pourrait dépendre de l'ensemble des macromolécules générant la matière sèche. D'où la corrélation positive entre le degré Brix et la teneur en matière sèche de l'eau de coco mûre.

Les faibles valeurs de degré Brix des hybrides de cocotiers grands pourraient suggérer que ces hybrides mobilisent plus de substances de l'eau de coco au cours de la maturation des grosses noix. En général, l'eau des noix des cocotiers grands est moins sucrée que chez les nains. Conséquemment, l'eau des noix des hybrides de cocotiers grands serait de fait moins sucrée que celle des croisements impliquant un parent nain.

La forte teneur en cendres des hybrides GPY⁺ x GOA⁺, NJM x GOA⁺ et GRL⁺ x GOA⁺ par rapport au GPY⁺ x GRL⁺ indique que ce caractère pourrait provenir du géniteur male commun GOA⁺. Les minéraux sont les principaux constituants des cendres. Dans l'eau de coco, les minéraux sont majoritairement constitués de potassium. Toutefois, des quantités considérables de sodium, calcium, magnésium, manganèse et de zinc y figurent (Naozuka *et al.*, 2011).

La forte concentration en protéines des hybrides testés pourrait être due à leur plus grande vigueur par rapport au PB121⁺ qui dispose d'un parent nain. Les valeurs obtenues de ce caractère sont comparables à celles

rapportées par Jayalekshmy et al. (1988). Ces auteurs ont montré que pendant le développement de la noix, la concentration en protéines de l'eau de coco augmente et est plus élevée dans les noix mûres. En outre, l'eau de coco mûre renferme moins de protéines que l'amande (Konan et al., 2008). Néanmoins, selon Matsui et al. (2008), certaines de ces protéines seraient dotées de propriétés enzymatiques et catalyseraient l'ensemble des réactions métaboliques. C'est le cas des peroxydases et des polyphénoloxydases qui provoquent dans la dégradation des polyphénols et l'oxydation des sucres de l'eau de coco. De ce fait, la teneur des polyphénols totaux de l'eau de coco mûre indique que ces composés furent plus présents dans les noix aux stades immatures. Toutefois, on note que la teneur en polyphénols de l'eau de coco est nettement inférieure à celles du dattier, du miel (Bessas et al., 2008), du jus d'orange, du vin rouge, de la tomate fraîche (Bravo, 1998).

Concernant les sucres, les hybrides GPY⁺x GOA⁺ et GPY⁺x GRL⁺ en disposent autant que le témoin (NJM X GOA⁺). Une telle assertion pourrait suggérer que les cocotiers NJM et GPY, parents femelles, contribuent à degré égal à l'expression de la teneur en sucres chez leurs descendants. Il convient d'indiquer que les concentrations en sucres des noix mûres sont inférieures à celles des noix immatures car pendant la maturation de la noix, les sucres de l'eau de coco sont utilisés pour la formation de l'amande (Jackson et al., 2004). La baisse du taux de sucres de l'eau de coco lui confère un goût insipide à maturité. Par ailleurs, la présence de sucres réducteurs dans l'eau de coco mûre traduit l'hydrolyse continue des glucides de l'eau de coco en vue de leur conversion en lipides dans l'amande au cours de la maturation. En effet, les sucres de l'eau de coco se transforment, sous action enzymatique, en sucres réducteurs. Ces derniers migreraient vers l'amande pour reformer des polysaccharides qui seraient utilisés comme précurseurs de la synthèse

lipidique par la voie glycolytique (Jayalekshmy et al., 1988). Selon Assa et al. (2006), les principaux sucres de l'eau de coco mûre sont le sorbitol, le glucose, le fructose et le saccharose.

Conclusion

Il ressort de cette étude des différences entre les hybrides améliorés de cocotiers grands et le témoin par rapport à l'eau de leurs noix mûres. L'eau des trois hybrides testés est moins acide que celle du témoin PB121⁺. Parmi eux, l'hybride GRL⁺x GOA⁺ contient plus de cendres, mais moins de polyphénols et de sucres. L'hybride GPY⁺x GOA⁺ s'est distingué par une plus faible teneur en acidité titrable et un pH plus élevé. Il a aussi renfermé, comme le GPY⁺x GRL⁺, une plus importante concentration en sucres et en polyphénols totaux. En revanche, la teneur en matière sèche, le degré Brix et la concentration en protéines de l'eau de coco mûre des trois hybrides de cocotiers grands améliorés testés sont statistiquement identiques.

L'eau des noix mûres des hybrides GPY⁺x GRL⁺ et GPY⁺x GOA⁺ qui est plus riche en sucres et en composés polyphénoliques est appropriée pour la production de vinaigre et d'alcool éthylique par la voie de la fermentation.

REFERENCES

- AFNOR. 1991. *Recueil des Normes Françaises d'Agro-Alimentaire*. Paris la défense: France; p. 159.
- Agampodi VA, Jayawardena B. 2009. Effect of coconut (*Cocos nucifera* L.) water extracts on adventitious root development in vegetative propagation of *Dracaena purplecompacta* L. *Acta Physiol. Plant.*, **31**: 279 – 284.
- Assa RR, Konan JL, Nemlin J, Prades A, Agbo N, Sié SR. 2006. Diagnostic de la cocoteraie paysanne du littoral ivoirien. *Sci. & Nat.*, **3**: 113-120.
- Batugal P, Ramanatha R, Olivier J. 2005. Coconut genetic resources. In

- International Plant Genetic Resource*. Institute- Regional Office for Asia: the Pacific and Oceania, Malaysia; 106-114.
- Bernfeld P. 1955. Amylase α and β (Assay method). In *Methods in Enzymology I*, Colowick, Kaplan (Eds). Academic Press: New York, USA; 149-154.
- Bessas A, Benmoussa L, Kerarma M. 2008. Dosage biochimique des composés phénoliques dans les dattes et le miel récoltés dans le sud Algérien. Diplôme d'Ingénieur d'Etat en biologie, faculté des sciences, Université Djillah Liabes, Sidi Bel Abbes, Algérie, p. 81.
- BIPEA. 1976. Recueil des méthodes d'analyse des communautés européennes. BIPEA, p. 160.
- Boizot N, Charpentier JP. 2006. Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Le cahier des techniques de l'INRA, numéro spécial, p. 81.
- Bravo L. 1998. Polyphenols: dietary source, metabolism and nutritional significance. *Nutrition*, **31**: 317-333.
- Campos CF, Souza P, Eduardo A, Virgilio JM, Beatriz AG. 1996. Chemical composition, enzyme activity and effect of enzyme inactivation on flavour quality of green coconut water. *J. Food Process. Preserv.*, **20**: 487-500.
- De Nucé DLM, Rognon F. 1986. Cocotiers hybrides ou cocotiers Grands, un choix basé sur des résultats (1). *Oléagineux*, **41**: 549-555.
- Dubois M, Gilles K, Hamilton J, Rebers P, Smith F. 1956. Colorimetric methods for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, **28**: 350-356.
- Jackson JC, Gordon AG, Kayanne MC, Rolle R. 2004. Changes in chemical composition of coconut (*Cocos nucifera* L.) water during maturation of the fruit. *J. Sci. Food Agric.*, **84**: 1049-1052.
- Jayalekshmy A, Arumighan C, Narayaman CS, Mathew AG. 1988. Modification de la composition chimique de l'eau de coco pendant la maturation. *Oléagineux*, **43**: 409-414.
- Konan KJL, Konan BR, Assa RR, Aboua F, Allou K, Amani K, Sangaré A, et N'guetta SPA. 2008. Caractéristiques physico-chimiques de l'amande mature des hybrides de « cocotiers grands » améliorés (*Cocos nucifera* L.). *Agro. Afric.*, **20**(3): 331-344.
- Konan JL, Allou K, N'goran A, Diarassouba L, Ballo K. 2006. Bien cultiver le cocotier en Côte d'Ivoire. Direction des programmes de recherche et de l'appui au développement. Fiche technique sur le cocotier, p 4.
- Lowry OH, Rosebrough NJ, Farrad, Randall RJ. 1951. Protein measurement with folin-phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**: 265-275.
- Matsui KN, Gut JAW, De Oliveira PV, Tadini CC. 2008. Inactivation kinetics of polyphenol oxidase and peroxidase in green coconut water by microwave processing. *J. Food Engin.*, **88**: 169-176.
- Naozuka J, Da Veiga MAMS, Richter EM, Paixão TRLC, Angnes L, Oliveira PV. 2011. Use of Metals and Anion Species with Chemometrics Tools for Classification of Unprocessed and Processed Coconut Waters. *Food Anal. Meth.*, **4**: 49-56.
- Rethinan P, Kumar NTB. 2001. Tender coconut water: an overview. *Indian Coc. Jour.*, **33**: 2-22.
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.*, **16**: 144-158.