

Variabilité de quelques caractères biochimiques des fruits de *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. au Burkina Faso

Pauline BATIONO/KANDO^{1*}, Adama HILOU², Ernest R. TRAORE¹, Romaric K. NANEMA¹, Jean Didier ZONGO¹

¹ Lab. Génét. Biotechnol. Vég. (LGBV), Unité Form. Rech. Sci. Vie Terre, Univ. Ouagadougou, 09 BP 848, Ouagadougou 09, Burkina Faso
pauline_bationo@univ-ouaga.bf, bationopauline@yahoo.fr

² Lab. Bioch. Chimie Appl. (LABIOCA) Unité Form. Rech. Sci. Vie Terre, Univ. Ouagadougou, 09 BP 848, Ouagadougou 09, Burkina Faso

Variability of some biochemical traits of *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. fruits in Burkina Faso.

Abstract — Introduction. *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. subsp. *birrea* is an indigenous fruit tree very widespread in Burkina Faso. Although very appreciated by the rural populations for its fruit, it remains not domesticated and underutilized. Until now, studies regarding fruit variation and quality have been focused on *S. birrea* subsp. *caffra* originating in Southern Africa. **Materials and methods.** Fruit biochemical composition of 106 *Sclerocarya birrea* trees was studied in Burkina Faso along a North-South transect (climatic gradient) starting from five quantitative characters of the fruit and seed. The reducing sugar and total sugar rate, the total free acidity content and the [total free acidity / total soluble sugars] ratio were defined for the pulp. The lipid content of seeds was measured. **Results and discussion.** For the studied characters, the analysis of the results highlighted a great inter- and intra-population variability. The inter-population variability is explained by the climatic gradient which characterizes the sampling zone. **Conclusion.** The highlighted variability of the *S. birrea* subsp. *birrea* fruit composition could be used as a basis for a breeding program.

Burkina Faso / *Sclerocarya birrea* / fruits / proximate composition / chemical composition / site factors / agroclimatic zones

Variabilité de quelques caractères biochimiques des fruits de *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. au Burkina Faso.

Résumé — Introduction. *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. subsp. *birrea* est un fruitier sauvage très répandu au Burkina Faso. Bien que très apprécié par les populations rurales, il demeure non domestiqué et sous utilisé. Jusqu'à présent, les études sur la variation et la qualité des fruits se sont concentrées sur la sous espèce *caffra*, originaire de l'Afrique australe. **Matériel et méthodes.** La composition biochimique des fruits de 106 arbres de *Sclerocarya birrea* au Burkina Faso a été étudiée le long d'un transect Nord-Sud (gradient climatique) traversant le Burkina Faso à partir de cinq caractères quantitatifs du fruit et de la graine. Le taux en sucres totaux et en sucres réducteurs, la teneur en acidité libre totale et le rapport [acidité libre totale / sucres solubles totaux] ont été définis dans la pulpe. La teneur en lipides des graines a été déterminée. **Résultats et discussion.** Pour les caractères étudiés, l'analyse des résultats a mis en évidence une grande variabilité inter- et intra-population. La variabilité inter-population s'explique par le gradient climatique qui caractérise la zone d'échantillonnage. **Conclusion.** La variabilité de la composition des fruits de *Sclerocarya birrea* subsp. *birrea* mise en évidence pourra servir de base pour un programme d'amélioration.

Burkina Faso / *Sclerocarya birrea* / fruits / composition globale / composition chimique / facteur lié au site/ zone agroclimatique

* Correspondance et tirés à part

Reçu le 16 janvier 2009
Accepté le 24 avril 2009

Fruits, 2009, vol. 64, p. 351–360
© 2009 Cirad/EDP Sciences
All rights reserved
DOI: 10.1051/fruits/2009031
www.fruits-journal.org

RESUMEN ESPAÑOL, p. 360

1. Introduction

Dans les régions sahéliennes et soudanaises, de nombreux fruitiers à usage alimentaire sont exploités par cueillette dans les formations végétales. Ceux-ci sont importants sur le plan de l'équilibre nutritionnel et de la sécurité alimentaire [1, 2]. De plus, la vente de ces fruits sur les marchés locaux constitue, pour de nombreux ménages, un revenu d'appoint loin d'être négligeable [3, 4]. La dégradation des écosystèmes constitue une menace pour la ressource en fruits de cueillette et pour la diversité génétique de ces espèces. Ces dernières années, des politiques de promotion des fruitiers sauvages ont été développées dans divers pays, dont le Burkina Faso. Elles consistent à mettre en place des vergers de production et à gérer *in situ* des populations végétales naturelles. De telles stratégies nécessitent en

effet de bien connaître le potentiel génétique du matériel existant sur l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce et de prendre en compte les besoins des populations vivant de ces produits forestiers.

Au Burkina Faso, en zone sahélienne, *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. fait l'objet de multiples usages. La plante est considérée par les populations de certaines zones du sahel comme une des essences ligneuses prioritaires [5]. C'est l'un des ligneux spontanés les plus exploités pour l'alimentation humaine [6]. Le principal produit utilisé est le fruit. Les analyses de la composition nutritionnelle et minérale de ce fruit se sont concentrées sur la production des arbres de l'extrême sud de son aire de répartition, à savoir l'Afrique australe ; elles ont porté uniquement sur *S. birrea* subsp. *caffra*. Ces travaux ont montré que la pulpe, utilisée comme édulcorant [7] et pour produire une bière locale ou de la liqueur [8, 9], était très riche en vitamine C [10]. Sa teneur en saccharose varierait de 7 % à 16 % [11, 12]. Les graines contiendraient environ 56 % de lipides [13–15] constitués principalement d'acides gras insaturés (70 % d'acide oléique et 8 % d'acide linoléique) et de seulement 11 % d'acides gras saturés [13, 16].

Notre travail a porté sur *Sclerocarya birrea* subsp. *birrea*, le prunier d'Afrique, espèce très répandue en Afrique occidentale ; il a eu pour objectif d'étudier la composition biochimique du fruit, sur un échantillon récolté sur des arbres le long d'un transect Nord-Sud du Burkina Faso.

2. Matériels et méthodes

L'étude effectuée a concerné 106 individus de *S. birrea* subsp. *birrea* échantillonnés sur onze sites répartis du nord au sud du Burkina Faso et s'étendant du climat sud-soudanien au climat nord-sahélien en passant par des zones nord-soudanienne et subsahélienne (figure 1). Chaque arbre a été identifié par les initiales de son site de collecte accompagné d'un chiffre. Les caractéristiques physico-chimiques du sol des onze sites et le nombre d'arbres échantillonnés par site ont été relevés (tableau 1). Un lot de trente

Figure 1. Présentation de l'axe Nord-Sud échantillonné au Burkina Faso pour étudier la production de 106 individus de *Sclerocarya birrea*.

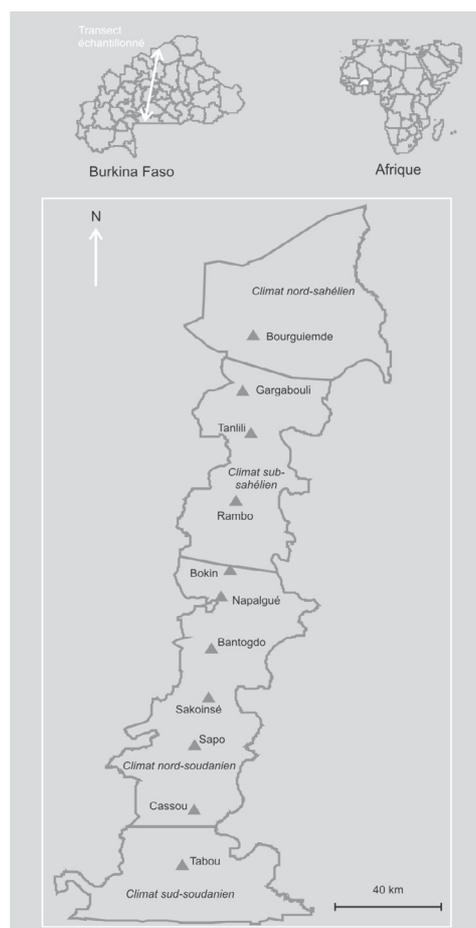


Tableau I.

Caractéristiques physico-chimiques de onze sites d'échantillonnage des fruits de *Sclerocarya birrea* subsp. *birrea* répartis selon un transect Nord-Sud du Burkina-Faso.

Sites	Climat	Coordonnées géographiques	Nombre d'échantillons collectés	Caractéristiques du sol
Tabou	Sud-soudanien	11° 21' N 02° 10' W	10	Sol ferrugineux lessivé tropical à peu lessivé
Cassou	Nord-soudanien	11° 34' N 02° 02' W	2	
Sapo	Nord-soudanien	11° 56' N 02° 02' W	13	
Sakouinsé	Nord-soudanien	12° 11' N 01° 59' W	12	
Bantogdo	Nord-soudanien	12° 29' N 01° 57' W	13	
Napalgué	Nord-soudanien	12° 41' N 01° 54' W	11	
Bokin	Nord-soudanien	12° 20' N 01° 47' W	11	Sols peu évolués d'érosion sur matériaux gravillonnaires
Rambo	Sud-sahélien	13° 14' N 01° 48' W	11	
Tanlili	Sud-sahélien	13° 35' N 01° 44' W	10	
Gargabouli	Sud-sahélien	13° 47' N 01° 48' W	11	Sols sodiques à structure dégradée, solonetz sur matériaux argilo-sableux
Bourguièmdé	Sahélien	14° 06' N 01° 44' W	2	

(30) fruits mûrs a été collecté au mois de mai 2007 sous la couronne de chaque arbre pour constituer un échantillon de base. De cet échantillon de base, six (6) fruits ont été prélevés au hasard pour effectuer des analyses biochimiques en laboratoire. En se basant sur les travaux de Soloviev *et al.* [17], cinq paramètres ont été utilisés pour caractériser la variabilité biochimique de *S. birrea* subsp. *birrea* :

- la teneur en sucres solubles totaux et en sucres réducteurs de la pulpe a été déterminée par dosage spectrophotométrique, respectivement à 492 nm et 546 nm [18, 19],
- l'acidité libre totale a été déterminée par titrage à l'aide d'une solution de soude 0,1N nécessaire à la neutralisation de 10 mL de jus à la température ambiante, en présence de phénolphthaléine (exprimée en g d'équivalents d'acide citrique par 100 g de pulpe fraîche),

- le rapport [acidité libre totale / sucres totaux] du jus a été calculé à la suite des mesures précédentes,

- la teneur en lipides totaux des graines extraites des fruits a été évaluée par la méthode d'extraction des lipides par solvants à reflux dans un extracteur de type Soxhlet.

Le logiciel XLSTAT-pro a été utilisé pour le traitement des données. Les variables ont été décrites pour l'ensemble des échantillons et pour chaque site à partir des moyennes, des valeurs minimales et maximales, des écarts types et des coefficients de variation de chacun des paramètres étudiés. Les valeurs moyennes intersites et intrasites ont été calculées pour les sites ayant au moins dix (10) arbres prospectés. Ainsi, les sites de Cassou et de Bourguièmdé inclus dans les onze sites considérés par l'étude ont été écartés. Une analyse de la variance à un

Tableau II.

Analyse globale des fruits de *Sclerocarya birrea* subsp. *birrea* analysés à partir de cinq caractères quantitatifs (Burkina Faso). Résultats d'une analyse de variance avec $p < 0,0001$.

Résultats des analyses	Sucres totaux	Sucres réducteurs	Lipides totaux	Acidité libre totale (% équivalents acide citrique par 100 g de matière fraîche)	Rapport [acidité libre / sucres totaux]
	(g par 100 g de matière fraîche)				
Valeur minimale	6,56	1,03	46,10	1,61	0,25
Valeur maximale	20,69	3,03	67,40	17,24	3,04
Valeur moyenne	12,67	2,12	56,73	7,68	1,16
Écart type	3,89	0,47	4,16	2,77	0,51
Coefficient de variation (%)	30,70	22,00	7,33	36,00	44,00

Tableau III.

Comparaison entre neuf sites d'échantillonnage pour les caractères biochimiques de fruits de *Sclerocarya birrea* subsp. *birrea* analysés à partir de cinq caractères quantitatifs (Burkina Faso).

Site échantillonné	Sucres totaux	Sucres réducteurs	Lipides totaux	Acidité libre totale (% équivalents acide citrique par 100 g de matière fraîche)	Rapport [acidité libre / sucres totaux]
	(% par 100 g de matière fraîche)				
Tabou	12,63 ab	2,24 cde	56 a	6,80 a	0,99 a
Sapo	13,51 b	2,20 cde	56,13 a	7,03 a	1,01 a
Sakouinsé	14,44 c	2,25 de	60,68 bc	9,01 b	1,13 ab
Bantogdo	11,19 ab	1,92 ab	62,90 c	6,47 a	1,19 ab
Napalgué	11,53 ab	2,13 bcd	57,48 b	7,17 ab	1,56 b
Bokin	14,47 c	2,37 e	55,79 a	9,05 b	1,20 ab
Rambo	10,60 a	1,94 abc	55,60 a	6,79 a	1,23 ab
Tanlili	10,78 ab	1,78 a	53,82 a	8,81 b	1,41 b
Gargabouli	13,98 c	2,06 abcd	55,38 a	8,01 ab	1,13 ab

Pour une même colonne, les moyennes suivies d'une lettre différente sont significativement différentes (méthode de Duncan, $p < 0,0001$).

facteur a été effectuée pour tester les différences entre les arbres. Le test de Duncan a été utilisé pour comparer les moyennes.

3. Résultats

3.1. Analyse descriptive

3.1.1. Teneur en sucres totaux

L'analyse de la teneur en sucres totaux de la pulpe des fruits de *S. birrea* subsp. *birrea*

pour l'ensemble de la zone étudiée a révélé des différences très hautement significatives (*tableau II*) et une forte variation entre les arbres. La teneur moyenne en sucres totaux a été de 12,67 g par 100 g de pulpe fraîche et l'écart type a été très élevé. La valeur du coefficient de variation, 30,7 %, a été également élevée.

Les résultats de l'analyse de variance ont montré également un effet très hautement significatif entre les sites et à l'intérieur des sites pour ce caractère (*tableau III*).

Les teneurs en sucres totaux entre les sites ont varié de 10,60 % pour les fruits collectés

Tableau IV. Statistiques élémentaires par site, pour neuf sites d'échantillonnage, pour les caractères biochimiques de fruits de *Sclerocarya birrea* subsp. *birrea* analysés à partir de cinq caractères quantitatifs (Burkina Faso).

Site échantillonné	Sucres totaux (ST)			Sucres réducteurs			Acidité libre totale (AC)			Rapport [AC / ST]			Lipide		
	Moyenne ¹	Écart type	Coefficient de variation (%)	Moyenne ¹	Écart type	Coefficient de variation (%)	Moyenne ²	Écart type	Coefficient de variation (%)	Moyenne	Écart type	Coefficient de variation (%)	Moyenne ¹	Écart type	Coefficient de variation (%)
Tabou	12,63	4,31	34,0	2,24	0,54	24,0	6,80	1,42	20,9	0,99	0,25	23,9	56,00	1,37	2,4
Sapo	13,51	4,45	33,0	2,20	0,20	28,4	7,03	2,68	38,0	1,01	0,17	56,9	56,13	2,57	4,6
Sakouinsé	14,44	3,47	24,0	2,25	0,31	13,7	9,01	2,21	24,6	1,13	0,40	35,4	60,68	4,19	6,9
Bantogdo	11,19	3,10	27,7	1,92	0,40	21,0	6,47	3,68	56,9	1,19	0,64	54,2	62,90	3,67	6,4
Napalgué	11,53	2,07	21,5	2,13	0,28	13,1	7,17	2,17	30,3	1,56	0,50	32,2	57,48	1,82	3,2
Bokin	14,47	3,27	22,6	2,37	0,34	14,2	9,05	3,49	38,5	1,20	0,50	41,8	55,79	4,63	6,3
Rambo	10,60	3,13	29,5	1,94	0,38	19,8	6,79	1,64	24,2	1,23	0,36	29,4	55,60	3,39	6,1
Tanlili	10,78	2,87	26,6	1,78	0,49	27,5	8,81	2,76	31,3	1,41	0,51	36,3	53,82	3,08	5,7
Gargabouli	13,98	4,62	33,0	2,06	0,49	23,9	8,01	2,12	26,4	1,13	0,33	29,0	55,38	2,37	4,3

¹ Ces moyennes sont exprimées en % par 100 g de matière fraîche.

² Cette moyenne est exprimée en % équivalents acide citrique par 100 g de matière sèche.

à Rambo à 14,47 % pour ceux produits à Bokin (*tableau III*). D'une façon générale, les teneurs en sucres totaux ont semblé plus faibles pour les récoltes faites dans le nord du pays.

À l'intérieur des sites, les écarts types ont également été élevés. Il en est de même pour les valeurs du coefficient de variation qui ont varié de 21,5 % pour les fruits du site de Napalgué à 34,0 % pour ceux de Tabou (*tableau IV*).

3.1.2. Teneur en sucres réducteurs

Les résultats de l'analyse de variance (*tableau II*) montrent qu'il existe une différence très hautement significative pour la teneur en sucres réducteurs au sein de la population. La valeur moyenne a été de 2,12 % par 100 g de pulpe fraîche, avec un écart type de 0,47, peu élevé, et un coefficient de variation de 22 %, élevé.

Cette différence très hautement significative de la teneur en sucre réducteur des fruits de *S. birrea* subsp. *birrea* échantillonnés du nord au sud du Burkina Faso existe entre les sites et à l'intérieur des sites (*tableaux III, IV*). Les écarts types de 0,20 à 0,54 à l'intérieur des sites sont peu élevés. Le coefficient de variation est, en revanche, variable [(13,1 à 28,4) %]. Il est peu élevé pour les fruits de trois sites (Sakouinsé, Napalgué et Bokin) et élevé pour ceux des six autres sites. La teneur en sucres réducteurs intersite, qui a varié de 1,78 % pour les fruits du site de Tanlili à 2,37 % pour le site de Bokin (*tableau III*), est presque identique à celle de l'ensemble de la population qui est comprise entre 1,03 % et 3 % (*tableau II*). Cependant les fruits les plus sucrés proviennent des arbres échantillonnés sur les sites au sud du pays.

3.1.3. Teneur en acidité libre

Comme pour la teneur en sucres totaux, il existe également une différence très hautement significative de la teneur en acidité libre pour l'ensemble de la zone d'étude. Les valeurs moyennes obtenues pour les fruits de *S. birrea* subsp. *birrea* ont varié de 1,61 % à 17,24 % par 100 g de pulpe fraîche, avec une moyenne de 7,68 %, et un écart type de 2,77, élevé (*tableau II*). La valeur du

coefficient de variation, de 36 %, a été également très élevée.

L'analyse de variance effectuée révèle une différence très hautement significative entre les sites pour ce caractère (*tableau III*). La teneur en acidité libre a varié de 6,47 % pour les fruits du site de Bantogdo à 9,05 % pour ceux du site de Bokin. Les sites favorables à une forte teneur en acide seraient surtout localisés au nord du pays.

À l'intérieur des sites, les écarts types ont été élevés (*tableau IV*), de même que les valeurs du coefficient de variation qui ont varié de 20,9 % pour les fruits des arbres échantillonnés à Tabou à 56,9 % pour ceux du site de Bantogdo.

3.1.4. Rapport [acidité libre totale / sucres totaux]

L'analyse du rapport [acidité libre totale / sucres totaux] révèle des différences très hautement significatives entre les fruits échantillonnés sur l'ensemble de la zone d'étude (*tableau II*). La valeur moyenne du rapport, comprise entre une valeur minimale de 0,25 et une valeur maximale de 3,04, a été de 1,16 ; l'écart type a été relativement faible, de 0,51, alors que le coefficient de variation, de 44 %, a été très élevé.

Un effet très hautement significatif entre les arbres a été également observé au sein d'un même site et entre les sites pour cette variable (*tableaux III, IV*). Le rapport a été plus important pour les fruits récoltés dans les sites situés au nord que dans ceux récoltés au sud du pays.

Au sein des sites, les écarts types, variant de 0,25 à 0,64, ont également été faibles. En revanche, les valeurs de coefficients de variation (23,9 % à 56,9 %) ont été élevées (*tableau IV*).

3.1.5. Teneur en lipides totaux

La valeur moyenne de la teneur en lipides totaux pour l'ensemble de la zone d'étude a été de 56,73 %, avec des valeurs extrêmes de 46,1 % pour le minimum et 67,40 % pour le maximum (*tableau II*). La plupart des individus, soit 72 % ont eu une teneur en lipides comprise entre 53 % et 62 % (*figure 2*).

Les résultats de l'analyse de variance montrent que la différence de teneur en lipides totaux entre les arbres dans l'ensemble de la zone d'étude (tableau II) et entre les sites (tableau III) est très hautement significative. Elle est également hautement significative à l'intérieur de tous les sites.

Pour l'ensemble de la zone d'étude, l'écart type des mesures de cette variable, de 4,16, a été élevé (tableau II). Il en est de même de l'écart type des teneurs en lipides totaux à l'intérieur des sites qui a varié de 1,37 % à 4,63 % (tableau IV). En revanche, les coefficients de variation ont été très faibles : 7,33 % pour l'ensemble de la zone d'étude (tableau II) et de 2,4 % à 6,9 % à l'intérieur des sites (tableau IV).

Entre les sites de collecte, la valeur moyenne de la teneur en lipides totaux a varié de 55,38 % pour les fruits échantillonnés sur le site de Gargabouli à 62,9 % pour ceux du site de Bantogdo, avec de plus fortes teneurs obtenues pour les fruits des sites localisés en climat soudanien.

3.2. Corrélations entre les caractères

La matrice de corrélation entre les caractères biochimiques (tableau V) fait apparaître une seule corrélation significative qui existerait entre la teneur en sucres totaux et la teneur en sucres réducteurs ($r = 0,49$).

4. Discussion

Les écarts types des valeurs obtenues pour la mesure des teneurs en sucres totaux et en lipides totaux et pour celle des acidités libres totales ont été très élevés, ce qui montre que les valeurs ont été très dispersées autour des moyennes pour ces variables. En revanche, avec des écarts types sur l'ensemble de la zone d'étude de 0,47 pour la teneur en sucres réducteurs et de 0,51 pour le rapport [acidité totale / sucres totaux], les valeurs ont été peu dispersées autour de la moyenne.

Les fortes valeurs du coefficient de variation, tant au niveau de l'ensemble de la zone d'étude qu'à l'intérieur des sites, pour les teneurs en sucres totaux, en sucres réducteurs et en acidité libre, ainsi que pour le rap-

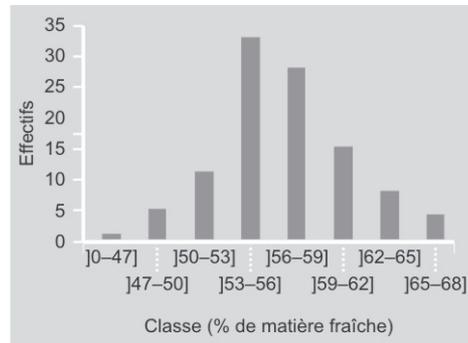


Figure 2.

Distribution des arbres de *Sclerocarya birrea* échantillonnés au Burkina Faso par rapport à la teneur en lipides de la graine de leurs fruits.

Tableau V.

Corrélations entre les caractères biochimiques mesurés sur fruits de *Sclerocarya birrea* subsp. *birrea* collectés au long d'un transect Nord-Sud au Burkina Faso.

Caractère considéré	Sucres totaux	Sucres réducteurs	Acidité libre totale
Sucres réducteurs	0,49*	–	–
Acidité libre totale	– 0,01	– 0,07	–
Lipides totaux	0,18	0,11	– 0,11

* Valeur significative.

port [acidité totale / sucres totaux], témoignent de l'existence d'une hétérogénéité interpopulation et intrapopulation. En revanche, pour la teneur en lipides totaux, les faibles valeurs du coefficient de variation, indiquent une faible variabilité entre les arbres pour ce caractère. Nous sommes donc en présence de populations homogènes pour la teneur en lipides totaux.

De façon générale, à l'exception de quelques sites, les valeurs du coefficient de variation des variables ont été plus élevées pour l'ensemble de la zone d'étude qu'à l'intérieur des sites, montrant que la variation interpopulation était plus importante que la variation intrapopulation. Cette différenciation est peut être liée à des facteurs génotypiques, car les processus de reproduction jouent un rôle assez important dans l'organisation et la structure de la différenciation intra et interpopulation. Cela semblerait indiquer que, chez *S. birrea* subsp. *birrea*, le flux de gènes entre les sites serait plus faible que celui existant au sein d'un même site. *S. birrea* est une espèce à pollinisation entomophile. Le principal pollinisateur est une Apidae (*Apis mellifera*) [20]

qui ne peut assurer des mouvements de pollen que sur de courtes distances (quelques centaines de mètres).

Les principaux sucres de la pulpe du fruit de *S. birrea* subsp. *birrea* appartiennent à deux types : le saccharose et, en faibles quantités, les sucres réducteurs que sont le glucose et le fructose [21]. En tenant compte des teneurs en sucres réducteurs, la variation de 6,56 % à 20,69 % obtenue pour les teneurs en sucres totaux de l'ensemble de la population est comparable à celle que Taylor et Kwerpe [12], ainsi que Jeanicke et Thiong'o [11], ont pu observer pour *S. birrea* subsp. *caffra* (teneurs en saccharose comprises entre 7 % et 16 %). La valeur moyenne trouvée pour la teneur en sucres totaux, de 12,67 %, est également comparable à celle trouvée pour d'autres fruits sauvages comme *Adansonia digitata*, les dattes du désert [17], et *Ziziphus mauritiana* [22].

Nerd et Mizrahi ont montré que la teneur en sucres réducteurs augmentait avec la température de conservation des fruits [23]. La valeur moyenne de cette teneur trouvée pour l'ensemble de la zone d'étude a été de 2,12 % et elle a varié de 1,78 % à 2,37 % entre les sites ; ces mesures sont supérieures à celle de 1,1 % notée par Nerd et Mirzrahi pour des fruits mûrs stockés pendant 14 jours à une température de 20 °C. Les résultats obtenus pourraient donc être expliqués par la température de conservation utilisée qui a été supérieure à 20 °C. Les fruits analysés étaient donc plus mûrs que ceux analysés par Nerd et Mizrahi. Néanmoins, ces valeurs restent faibles, confirmant ainsi les observations de Thiong'o et Edje selon lesquelles la pulpe du fruit de *S. birrea* contiendrait de faibles quantités de sucres réducteurs [21]. Ainsi, le saccharose serait le majeur constituant des sucres totaux que nous avons trouvés.

Selon Weinert *et al.*, l'acide citrique est l'acide organique le plus abondant dans les fruits de *S. birrea* [13]. Avec une valeur moyenne de 7,68 % d'équivalents d'acide citrique, le fruit de *S. birrea* apparaît être un fruit moyennement acide comparable à celui d'*Adansonia digitata* [17] dont l'acidité est légèrement plus marquée que celles des raisins secs et des fruits de *Ziziphus mauritiana* [24]. Thiong'o et Edje signalent à ce

propos que le jus des fruits mûrs est légèrement acide [21].

Bien que la teneur en sucres soit variable avec le degré de maturité du fruit, la croissance de la teneur en sucres totaux ou en sucres réducteurs selon un gradient allant du nord au sud de la zone de collecte et la diminution de la teneur en acide mise en évidence conjointement seraient influencées par des facteurs environnementaux. En effet, au cours de la formation des fruits charnus, les acides organiques (malique, tartrique, citrique, etc.) synthétisés au niveau des feuilles migrent vers la pulpe où ils s'accumulent afin d'élever la pression osmotique du suc vacuolaire et d'accroître la résistance à la sécheresse. Ainsi les caractéristiques climatiques, notamment la pluviométrie et la nature des sols, pourraient expliquer les variations observées le long du transect.

Le rapport [acidité libre totale / teneur en sucres solubles totaux] a varié fortement de 0,25 à 3,04 dans l'ensemble de la zone. Cette variation montre que les fruits de certains arbres ont une pulpe acide alors que chez d'autres elle serait plus sucrée [22]. Le fruit de *S. birrea* subsp. *birrea* serait donc l'un des fruits pouvant être sucrés ou acides. Les sites localisés au nord ont eu les rapports [acidité libre totale / teneur en sucres solubles totaux] les plus élevés, ce qui confirmerait que les fruits les plus acides proviendraient des arbres échantillonnés au nord. Selon Nerd et Mizrahi, l'acidité de la pulpe diminuerait avec la maturité [25], ce qui pourrait être un caractère intéressant pour une valorisation technologique du fait que la pulpe est utilisée dans la fabrication de boissons fermentées, de confitures et de gelées.

La valeur moyenne de la teneur en lipides totaux obtenue, de 56,73 % par 100 g de pulpe fraîche, corrobore celle observée par Weinert *et al.* [13], Glew *et al.* [14] et Zharare et Dhlamini [15]. La variation de cette teneur, de 46,1 % (valeur minimale observée) à 67,4 % (valeur maximale observée), est comprise dans l'intervalle indiqué par Leakey et Lombard pour les graines de *S. birrea* subsp. *caffra* d'Afrique du Sud (45–72 %) et de Namibie (50–64 %) [26]. Par rapport à des graines de référence comme le sont les

amandes de karité dont la teneur en lipides varie de 46,3 % à 51,6 % [22], la graine de *S. birrea* subsp. *birrea* aurait une bonne teneur en lipides. Bationo/Kando *et al.* ont montré que la variation du nombre de graines par noyau serait due entre autre à une mauvaise pollinisation [27] ; une meilleure pollinisation permettrait donc d'augmenter le rendement en matières grasses.

La corrélation significative trouvée entre la teneur en sucres totaux et la teneur en sucres réducteurs indiquerait que le taux en sucres réducteurs augmente avec celui en sucres totaux. Cela s'explique par le fait que les sucres réducteurs (glucose et fructose) constituent une fraction des sucres totaux. En effet, dans les fruits charnus, au cours de la maturation, le saccharose des vacuoles est hydrolysé en glucose et fructose sous l'action d'une invertase acide. En revanche, l'absence de corrélation entre la teneur en sucres de la pulpe et celle en lipides des graines met en évidence la différence du rôle métabolique de ces deux types de substances organiques chez le fruit. En effet, alors que les sucres de la pulpe servent à appâter les animaux disséminateurs de graines, les lipides des graines agissent comme réserves énergétiques pour la germination et les premiers développements de la plantule.

5. Conclusion

L'analyse de la variation de la composition de la pulpe et de la graine des fruits de *S. birrea* subsp. *birrea* récoltés au Burkina Faso, effectuée lors des travaux de recherche présentés, montre qu'il existe une différence hautement significative et une grande variabilité entre les arbres au sein de cette population pour les teneurs en sucres totaux, en sucres réducteurs et pour l'acidité libre. En revanche, la variabilité de la teneur en lipides est très faible. La variabilité observée s'est révélée plus faible à l'intérieur des sites que dans l'ensemble de la zone d'étude. Ces résultats comparables à ceux de la sous-espèce *S. birrea* subsp. *caffra* et à ceux de beaucoup d'autres fruits sauvages d'Afrique de l'Ouest s'expliquent par le gradient climatique existant au sein de la zone d'étude.

Références

- [1] Becker B., The contribution of wild plants to human nutrition in the Ferlo (Northern Senegal), *Agrofor. Syst.* 1 (1983) 257–267.
- [2] Bergeret A., Ribot J.C., L'arbre nourricier en pays sahélien, La Maison des Sciences de l'Homme (Eds.), Paris, France, 1990.
- [3] Guinko S., Pasgo L.J., Harvesting and marketing of edible products from local woody species in Zitenga, Burkina Faso, *Unasyuva* 43 (1992) 16–19.
- [4] Madge C., Ethnography and agroforestry research: a case study from the Gambia, *Agrofor. Syst.* 32 (1995) 127–146.
- [5] Ouédraogo S.J., Bélem M., Prioritisation ou préférence paysanne de la production des espèces agroforestières du Burkina Faso, in : Ouédraogo A.S., Boffa J.-M. (Eds.), Vers une approche régionale des ressources génétiques forestières en Afrique sub-saharienne, IPGRI, Rome, Italie, 1999, pp. 219–226.
- [6] Bélem B., Boussim J.I., Bellefontaine R., Guinko S., Stimulation du drageonnage de *Bombax costatum* par blessure des racines au Burkina Faso, *Bois For. Trop.* 295 (2008) 71–79.
- [7] Zoungrana I., Zoungrana C., Millogo-Rasolodimby J., Les plantes alimentaires et plantes utiles du Burkina Faso et leurs préparations alimentaires, Univ. N. U. (Tokyo-Japon), Inst. Res. Nat. Afr. (Nairobi-Kenya), Univ. Ouagadougou, Burkina Faso, 1992.
- [8] Shackleton S., The informal marula beer traders of Bushbuckridge, Limpopo Province, South Africa, Rep. UK DFID For. Res. Programme (Proj. No. R7795), Rhodes Univ., Dep. Environ. Sci., Grahamstown, S. Afr., 2002.
- [9] Mander M., Cribbin J., Lewis F., The commercial marula industry: a sub-sector analysis, Report UK DFID For. Res. Programme (Proj. No. R7795), Inst. Nat. Resour., Scottsville, S. Afr., 2002.
- [10] Eromosele I.C., Eromosele C.O., Kuzhukuzha D.M., Evaluation of mineral elements and ascorbic acid contents in fruits of some wild plants, *Plant Food Hum. Nutr.* 41 (1991) 151–154.
- [11] Jeanicke H., Thiong'o M.K., Preliminary nutritional analysis of marula (*Sclerocarya birrea*) fruits from two Kenyan provenances, *Acta Hort.* 531(2000) 245–249.
- [12] Taylor F.W., Kwerpe B., Towards domestication of some indigenous fruit trees in Botswana, in: Maghembe J.A, Ntupanyama Y., Chirwa P.W. (Eds.), Improvement of

- indigenous fruit trees of the miombo woodlands of southern Africa, Int. Cent. Res. Agrofor., Nairobi, Kenya, 1995.
- [13] Weinert I.A.G., van Wyk P.J., Holtzhausen L.C., Marula, in: Nagy S., Shaw P.E., Wardowski W.F. (Eds.), Fruit of tropical and subtropical origin: Composition, properties and uses, Fla. Sci. Source, Inc., Lake Alfred, Fla., USA, 1990.
- [14] Glew R.H., Vanderjagt D.J., Lockett C., Grivetti L.E., Smith G.C., Pastuszyn A., Millson M., Amino acid, fatty acid, and mineral composition of 24 indigenous plants of Burkina Faso, J. Food Compos. Anal. 10 (1997) 205–217.
- [15] Zharare P., Dhlamini N., Characterization of marula (*Sclerocarya caffra*) Kernel oil and assessment of its potential use in Zimbabwe, J. Food Technol. Afr. 5 (2000) 126–128.
- [16] Ogbobe O., Physico-chemical composition and characterisation of the seed and seed oil of *Sclerocarya birrea*, Plant food Hum. Nut. 42 (1992) 201–206.
- [17] Soloviev P., Niang T.D., Gaye A., Totte A., Variabilité des caractères physico-chimiques des fruits de trois espèces ligneuses de cueillette, récoltés au Sénégal : *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica*, Fruits 59 (2003) 1–18.
- [18] Fox J.D., Robyt J.F., Miniaturization of three carbohydrate analyses using a microsample plate reader, Anal. Biochem. 195 (1991) 93–96.
- [19] Miller G.L., Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar, Anal. Chem. 31 (1959) 426–428.
- [20] Hall J.B., O'Brien E.M., Sinclair F.L., *Sclerocarya birrea*: a monograph, Sch. Agric. For. Sci., Univ. Wales, Bangor, UK, 2002.
- [21] Thiong'o M., Edje O.T., Food security and nutrition, in: Hall J.B., O'Brien E.M., Sinclair F.L. (Eds.), *Sclerocarya birrea*: a monograph, Sch. Agric. For. Sci., Univ. Wales, Bangor, UK, 2002.
- [22] Leakey R.R.B., Potential for novel food products from agroforestry trees: A review, Food Chem. 66 (1999) 1–14.
- [23] Nerd A., Mizrahi Y., Domestication and introduction of marula (*Sclerocarya birrea* subsp. *caffra*) as a new crop for the Negev desert of Israel, in: Janick J., Simon J.E. (Eds.), New crops, Wiley, N. Y., USA, 1993, pp. 496–499.
- [24] Favier J.C., Ireland-Ripert J., Laussucq C., Feinberg M., Répertoire général des aliments, Tome 3, Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique, Tec & Doc Lavoisier, Inra, Orstom, Paris, France, 1993.
- [25] Nerd A., Mizrahi Y., Introduction of marula, an unexploited fruit tree from southern Africa, to the Israeli Negev, Isr. J. Plant Sci. 48 (2000) 217–222.
- [26] Leakey R.R.B., Lombard C., Domestication potential of marula (*Sclerocarya birrea* subsp. *caffra*) in South Africa and Namibia. 2. Phenotypic variation in nut and kernel traits, Agrofor. Syst. 64 (2005) 37–49.
- [27] Bationo/Kando P., Zongo J.-D., Nanéma K.R., Traoré R.E., Étude de la variation de quelques caractères morphologiques d'un échantillon de *Sclerocarya birrea* au Burkina Faso, Int. J. Biol. Chem. Sci. 4 (2008) 549–562.

Variabilidad de ciertos caracteres bioquímicos de los frutos de *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. en el Burkina Faso.

Resumen — Introducción. *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. subsp. *birrea* es un árbol frutal silvestre muy expandido en el Burkina Faso. A pesar de ser muy apreciado por las poblaciones rurales, permanece indomesticado e infrautilizado. Hasta el momento, los estudios sobre la variación y la calidad de los frutos se concentraron en la subespecie *caffra*, originaria del África austral. **Material y métodos.** La composición bioquímica de los frutos de 106 árboles de *Sclerocarya birrea* en el Burkina Faso se estudió por todo lo largo de una transección norte-sur (gradiente climático), que atraviesa el Burkina Faso, a partir de cinco caracteres cuantitativos del fruto y de la semilla. El índice en azúcares totales y en azúcares reductores, el contenido en acidez libre total, así como la relación [acidez libre total / azúcares solubles totales] se definieron en la pulpa. El contenido en lípidos de las semillas se determinó. **Resultados y discusión.** Para los caracteres estudiados, el análisis de los resultados puso de evidencia una gran variabilidad inter- e intrapoblación. La variabilidad interpoblación se explica mediante el gradiente climático que caracteriza la zona de muestreo. **Conclusión.** La variabilidad de la composición de los frutos de *Sclerocarya birrea* subsp. *birrea* mostrada podrá servir de base para un programa de mejora.

Burkina Faso / *Sclerocarya birrea* / frutas / composición aproximada / composición química / características del sitio / zonas agroclimáticas