



Original Paper

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

**Etude comparative des teneurs en polyphénols et en antioxydants
totaux d'extraits de graines de 44 variétés de voandzou
(*Vigna subterranea* (L.)Verdcourt)**

Abel MBAIOGAOU¹, Adama HEMA^{1*}, Mahama OUÉDRAOGO², Eloi PALÉ¹,
Michel NAITORMBAIDE³, Yaya MAHAMOUT⁴ et Mouhoussine NACRO¹

¹Laboratoire de Chimie Organique et de Physique Appliquées, Département de Chimie, UFR-SEA,
Université de Ouagadougou; 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

²Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Ouagadougou, Burkina Faso.

³Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement (ITRAD) de Bebedja, Tchad.

⁴Laboratoire de Recherche sur les Substances Naturelles, Faculté des Sciences Exactes et Appliquées (F.S.E.A)
de l'Université de N'Djamena, Tchad.

*Auteur correspondant; E-mail: hemaadama@yahoo.fr

RESUME

44 variétés de *Vigna subterranea* provenant de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, au Burkina Faso et de l'Institut Tchadien de Recherche Agricole pour le Développement au Tchad, ont fait l'objet d'une étude comparative de leurs teneurs en polyphénols et en antioxydants totaux. Les teneurs en polyphénols totaux ont été déterminées par la méthode utilisant le réactif du Folin-Ciocalteu et les teneurs en antioxydants ont été évaluées par trois méthodes courantes, simples et disponibles : Trolox Equivalents Antioxidant Capacity (TEAC), 1,1-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) et Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP). L'étude a montré que les polyphénols, responsables de la couleur des péricarpes contribuent à 94% à la teneur en antioxydants totaux des extraits étudiés. Ainsi, à travers les comparaisons effectuées, les 17 variétés suivantes ont été sélectionnées comme étant les plus riches en polyphénols ($\leq 4,536$ mg d'EAG/g) et en antioxydants totaux ($\leq 10,72$ mg d'ET/g ; FRAP) : KVS350, KVS314, M2, D2, KVS311, M3, KVS109, KVS67, KVS288, KVS153, KVS360, M4, KVS141, M7, KVS225, KVS97, KVS312 ($P < 0,001$). Ces variétés possèdent des teneurs en polyphénols totaux plus élevées que celles de *Vicia faba/faba vulgaris*, *Phaseolus vulgaris*, *vigna unguiculata* et d'autres légumineuses de la même famille des Fabaceae.

© 2013 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: Fabaceae, TEAC, DPPH, FRAP, Folin-Ciocalteu, anthocyanes totales.

INTRODUCTION

La plupart des aliments de l'homme proviennent du règne végétal. Ces produits naturels apportent à l'homme des macronutriments tels que les matières grasses, les sucres rapides, les sucres lents et les protéines dont il a besoin. Outre ces

macronutriments énergétiques bien connus dans les aliments traditionnels, il existe d'autres substances dites secondaires (micronutriments) qui sont de plus en plus populaires pour leurs effets bénéfiques sur la santé des consommateurs.

© 2013 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i2.41>

Les légumineuses du genre *Vigna* font partie des aliments les plus consommés en Afrique au sud du Sahara (Brink et al., 2006). Connue sous les noms courants « *voandzou* » en français, « *souma* » en mooré (au Burkina Faso) et « *oule-ndâ* » en ngambaye (au Tchad), le *voandzou* est la deuxième légumineuse économiquement importante après le niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walpers] dans les pays au sud du Sahara. C'est une plante qui s'adapte bien aux conditions climatiques difficiles (Heller et al., 1997). Les graines sont très nutritives et les analyses chimiques ont montré qu'elles contiennent 32.72% d'acides aminés totaux essentiels et 66.10% d'acides aminés totaux non-essentiels (Minka et al., 2000 ; Mahama et al., 2008). D'autres légumineuses du même genre sont reconnues renfermer des micronutriments responsables des couleurs observées au niveau des graines. Ces micronutriments, généralement antioxydants, sont très abondants dans les fruits et les légumes et interviennent dans la prévention des cancers, des maladies cardio-vasculaires et d'autres maladies dégénératives liées au stress oxydant (Navindra, 2008 ; Yanjun et al., 2008). Dans les pays au sud du Sahara où les légumineuses du genre *Vigna* notamment le *V. subterranea* sont beaucoup consommées, il convient d'avoir une base de données sur leurs teneurs en antioxydants qui informe les consommateurs sur leurs effets bénéfiques sur la santé (Liangli et al., 2005). En effet, ces données sur leurs teneurs en antioxydants totaux constituent des informations nutritionnelles supplémentaires qui faciliteront une meilleure intégration du *voandzou* parmi les aliments locaux à caractère fonctionnel à l'instar d'autres fruits et légumes (Liu et al., 2003; Jimaima et al., 2007).

Plusieurs méthodes ont été fréquemment utilisées pour évaluer les activités antioxydantes dans les extraits végétaux. On peut entre autres citer le DPPH (1,1-diphényl-1-picrylhydrazyl), l'ABTS (2,2'-azinobis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique)), et le FRAP (ferric reducing

antioxidant power). Ces techniques ont montré des résultats différents des échantillons de plante testés à travers les laboratoires. Le réactif de Folin-Ciocalteu est utilisé pour évaluer les teneurs en polyphénols totaux et la méthode du pH-différentiel est utilisée pour évaluer les teneurs en anthocyanes totales.

L'objectif de la présente étude était de déterminer les teneurs en polyphénols et en anthocyanes totaux et d'estimer les teneurs en antioxydants totaux en utilisant les méthodes de DPPH, ABTS, et FRAP (Stephanie et al., 2009) de 44 variétés de *voandzou* du Burkina Faso et du Tchad. Ces trois méthodes basées sur différents mécanismes chimiques ont été choisies pour prendre en compte la large variabilité et de gamme d'action des antioxydants individuels des extraits étudiés. Le TEAC mesure la capacité des antioxydants à piéger le radical-cation ($ABTS^{+\cdot}$) (Pellegrini et al., 2003), le DPPH mesure la capacité de piégeage du radical stable commercial ($DPPH^{\cdot}$) (Brand-Williams et al., 1995) et le FRAP, une méthode directe qui évalue le pouvoir réducteur d'un échantillon (Benzie et al., 1996).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel végétal

L'étude porte sur 30 variétés de *V. subterranea* du Burkina Faso et quatorze variétés du Tchad récoltées en fin octobre. Ces différentes variétés sont fournies respectivement par INERA de Ouagadougou (Burkina Faso) et ITRAD de Deli (Tchad).

Extraction

Les graines des différentes variétés de *V. subterranea* ont été broyées. Ensuite, 3 g de poudre de chaque variété sont extraits avec 15 mL du système acétone-eau-acide acétique (70 : 29,5 : 0,5) par macération pendant 24 heures à 4 °C. Les extraits sont filtrés et les résidus sont extraits de nouveau deux fois avec 10 mL de solvant pendant 24 heures. Les filtrats sont conservés au réfrigérateur à 4 °C pour la détermination des teneurs des

polyphénols et des antioxydants totaux (Asami et al., 2003).

Réactif de Folin-Ciocalteu

Les teneurs en polyphénols totaux des extraits de voandzou ont été déterminées par la méthode de Folin-Ciocalteu (Nihal et al., 2007). Elle consiste à faire réagir 60 µL de l'échantillon étudié avec 60 µL du réactif de Folin (dilué 10 fois). Après 8 min, 120 µL de carbonate de sodium à 7,5% (p/v) y sont ajoutés. Après 30 min d'incubation, l'absorbance est lue à 765 nm. Les blancs sont préparés pour chaque variété en remplaçant le réactif de Folin par de l'eau distillée. L'acide gallique est utilisé comme standard (Tableau 1) et les résultats sont exprimés en mg d'équivalents d'acide gallique (EAG)/g de matériel sec.

pH différentiel

Les teneurs en anthocyanes totales des extraits sont estimées par la méthode de pH-différentiel utilisant deux systèmes tampon : la solution de chlorure de potassium, pH 1,0 (0,025 M) et la solution d'acétate, pH 4,5 (0,025 M). 100 µL de l'extrait sont mélangés à 200 µL des tampons correspondants et l'absorbance est lue par rapport au blanc à 510 nm et à 700 nm 15 minutes plus tard. L'absorbance A a été calculée comme suit :

$$A = (A_{510} - A_{700})_{\text{pH}1.0} - (A_{510} - A_{700})_{\text{pH}4.5}$$

La concentration monomérique en colorants anthocyaniques dans l'extrait est calculée comme la cyanidin-3-glucoside (Sellapan et al., 2002).

$$\left(mg / L = \frac{A \times PM \times FD \times 1000}{\epsilon \times l} \right)$$

où A : absorbance ; PM : poids moléculaire ; (449,2); FD : facteur de dilution ; ε : absorptivité molaire (26900). Les teneurs en anthocyanes totales ont été exprimées en microgrammes de cyanidin-3-glucoside par gramme de matériel sec.

Méthode du TEAC

Le radical-cation ABTS est généré en mélangeant 1 mL de solution à 39,2 mM de

persulfate de potassium K₂S₂O₈ et 5 mL de solution d'ABTS à 7,01 mM, le mélange est conservé à l'abri de la lumière à la température de 4 °C durant 16 heures, temps nécessaire pour la génération du radical-cation. La solution bleu-vert obtenue est diluée pour avoir une absorbance de 0,7±0,5 à 734 nm. À chaque échantillon (50 µL) sont ajoutés 200 µL de solution de ABTS et l'absorbance est mesurée après 10 min à 734 nm. Le résultat est exprimé en mg d'Equivalents de Trolox (ET) (Tableau 1) (Pellegrini et al., 2003).

Méthode de DPPH

Le radical commercial de DPPH est dissout dans du méthanol à une concentration de 0,04 mg/mL et gardé à 4 °C à l'abri de la lumière. À chaque échantillon d'extrait (50 µL) sont ajoutés 200 µL de solution de DPPH et l'absorbance est lue après 10 min à 517 nm. Les résultats sont exprimés en mg d'ET (Tableau 1) (Stephanie et al., 2009).

Méthode du FRAP

Le réactif de la méthode du FRAP (TPTZ) est obtenu en mélangeant une solution de TPTZ (10 nM), une solution tampon d'acétate de sodium (pH3,6) et une solution FeCl₃ (20 nM) dans les proportions 1:10:1. À chaque échantillon d'extrait (20 µL) sont ajoutés 30 µL d'eau et 200 µL de solution de FRAP et l'absorbance est mesurée après 10 min à 595 nm. Les résultats est exprimés en mg d'ET (Tableau 1) (Benzie et al., 1996 ; Proteggente et al., 2002).

Étude statistique

L'étude statistique a été réalisée par le logiciel statistique GentStat14^e Edition au seuil de probabilité de 5%. Toutes les expériences ont été réalisées en triple. Les résultats sont exprimés sous la forme moyenne ± écart type. Les valeurs de p<0,05 sont considérées statistiquement significatives (Athamena et al., 2010).

Tableau 1 : Etablissement des courbes-étalons.

Courbes-étalons	Standard	Equations	coefficients de corrélation
RFC	Acide gallique	$y = 43,57x + 0,200$	$R^2 = 0,990$
ABTS (TEAC)	Trolox	$y = -23,36x + 0,590$	$R^2 = 0,999$
DPPH	Trolox	$y = -26,99x + 0,636$	$R^2 = 0,999$
FRAP	Trolox	$y = 25,47x + 0,068$	$R^2 = 1$

RESULTATS

Il a été systématiquement déterminé les teneurs en antioxydants, en polyphénols et en anthocyanes totaux de 44 variétés de voandzou provenant du Burkina Faso et du Tchad. Ces 44 variétés sont caractérisées par la couleur jaune-crème, noire pourpre ou bigarrée de leur péricarpe. Les différences entre les teneurs en antioxydants, en polyphénols et en anthocyanes totaux (Tableau 2) de ces variétés de voandzou sont souvent très larges. Cette variation des teneurs est probablement liée à la couleur de ces graines.

Teneurs en antioxydants totaux (TAO)

En se basant sur les teneurs en antioxydants, certaines variétés de voandzou présentent des valeurs très différentes. En effet, les trois méthodes utilisées pour déterminer les TAO (DPPH, TEAC et FRAP) révèlent des variations respectives d'environ 28 fois, 13 fois et 50 fois. Par la méthode de DPPH (Tableau 2 ; Figure 1), il ressort que les variétés KVS416, KVS411, KVS358 ont pratiquement la même teneur en antioxydants d'environ 0,072 mg d'ET/g de graines sèches (les différences observées ne sont pas statistiquement significatives). Ces dernières sont moins riches que les variétés KVS358, KVS202, KVS415 présentant une teneur en antioxydants d'environ 0,171 mg d'ET/g de graines sèches. Par cette méthode, les plus riches sont les variétés M4, KVS312, KVS97 présentant une teneur d'environ 2,039 mg d'ET/g de graines sèches. Il en résulte donc

que les teneurs en antioxydants varient largement entre 0,072 et 2,039 mg d'ET/g de graines sèches.

Par la méthode de TEAC, il résulte des différences très significatives ($P < 0,001$) entre les différentes variétés de graines de *V. subterranea*. En effet, les TAO varient de 0,17 pour la variété KVS411 à 2,327 mg d'ET/g de graines sèches pour les variétés M4, M7 (Tableau 1, Figure 2) soit une variation d'environ 13 fois. Par ailleurs, on note une assez bonne corrélation (Tableau 3 ; Figure 4) entre ces deux méthodes ($R = 0,964$) ; ce qui montre que ces deux méthodes, ne divergent pas fondamentalement dans l'explication de la variabilité constatée entre ces variétés de *V. subterranea*.

La troisième méthode, beaucoup plus directe que les deux précédentes, la méthode FRAP est basée sur la réduction des ions ferriques en ions ferreux par les antioxydants des extraits. Elle contribue à expliquer les différences significatives entre les variétés de *V. subterranea*. Ainsi, on observe une variation d'environ 50 fois soit des teneurs variant entre 0,214 pour les variétés KVS411, KVS358, KVS202, KVS415, KVS416, KVS199 à 10,727 mg d'ET/g de graines sèches pour la variété KVS225 qui en est la plus riche (Tableau 2 et Figure 3). Par ailleurs, cette méthode présente d'assez bonnes corrélations ($R = 0,934$; $R = 0,939$) respectivement avec les méthodes DPPH et TEAC (Tableau 3).

Tableau 2: Teneurs en antioxydants (TAO) (par les méthodes de DPPH, TEAC et FRAP), en polyphénols totaux (TPP) et en anthocyanes totales (TAT) dans les différentes variétés des graines de *V. subterranea*.

variétés	TAO (mg/g)			TPP (mg/g)	TAT (mg/g)
	DPPH	TEAC	FRAP	RFC	pH-diff.
KVS141	1,921±0,019uvw	1,923±0,003 t	8,593±0,021 s	3,736±0,051 op	0,053±0,001 r
KVS109	1,793±0,021 t	1,795±0,005 r	6,701±0,155 n	2,828±0,045 n	0,012±0,0008cdefg
KVS61	0,6485±0,003ij	0,656±0,003fgh	1,215±0,008 de	0,405±0,008 de	0,017±0,0004hijk
KVS416	0,071±0,005 a	0,411±0,016 d	0,442±0,015 a	0,125±0,014abc	0,004±0,0005 a
KVS407	0,595±0,018 hi	0,667±0,008gh	0,938±0,030 cd	0,272±0,006bcd	0,015±0,0009efghij
KVS350	1,581±0,009 r	1,474±0,016 op	5,101±0,090 l	1,86±0,072 k	0,161±0,004 t
KVS225	1,906±0,002 w	1,842±0,007rs	10,727±0,043 v	4,406±0,055 q	0,034±0,001 no
KVS311	1,677±0,010 s	1,63±0,026 q	6,027±0,184 m	2,51±0,067 m	0,011±0,0005bcdef
KVS314	1,402±0,013 o	1,404±0,011mn	5,018±0,014 l	2,284±0,021 l	0,02±0,0009klm
KVS358	0,13±0,023abc	0,313±0,006bc	0,37±0,007 a	0,052±0,006 a	0,015±0,0003efghij
KVS32	1,43±0,009 op	1,677±0,035 q	4,276±0,0075jk	1,554±0,072 j	0,041±0,0014pq
KVS415	0,171±0,015 c	0,37±0,025 cd	0,419±0,009 a	0,102±0,013ab	0,007±0,0001abc
KVS120	1,262±0,011 n	1,227±0,015 l	3,148±0,042 i	1,068±0,001 h	0,03±0,0007 n
KVS360	1,836±0,007 tu	1,867±0,005st	9,233±0,219 t	3,595±0,006 o	0,034±0,0008 no
KVS128	0,475±0,002ef	0,586±0,009 e	0,855±0,017 c	0,156±0,015abc	0,006±0,0007 a
KVS199	0,409±0,004 d	0,374±0,012 cd	0,520±0,016ab	0,154±0,002abc	0,018±0,0005ijkl
KVS97	2,038±0,002 x	2,242±0,010 w	8,44±0,010rs	4,533±0,128 q	0,331±0,0023 v
KVS153	1,903±0,016vw	2,107±0,006 v	7,408±0,081pq	2,997±0,051 n	0,01±0,0009bcde
KVS288	1,883±0,016uvw	2,053±0,021uv	6,929±0,101 no	2,964±0,014 n	0,03±0,000008 n
KVS351	0,422±0,020 de	0,633±0,015efg	1,024±0,025 cd	0,316±0,008 cd	0,008±0,0002abc
KVS210	0,58±0,035 h	0,706±0,006 hi	1,148±0,012cde	0,405±0,013 de	0,017±0,0008ghijk
KVS312	2,006±0,021 x	2,239±0,002 w	8,466±0,013rs	4,536±0,089 q	0,03±0,0002 n
KVS67	1,839±0,006tuv	2,038±0,004 u	7,223±0,092 op	2,876±0,027 n	0,012±0,0007cdef
M1	1,42±0,003 op	1,663±0,005 q	3,197±0,031 i	1,101±0,024 hi	0,037±0,0012 op
KVS41	0,851±0,009 kl	1,042±0,031 k	1,715±0,047fg	0,67±0,006fg	0,042±0,0009 q
KVS408	1,208±0,009 n	1,369±0,011 m	3,043±0,088 i	1,183±0,009 hi	0,008±0,0006abc
KVS411	0,093±0,004ab	0,17±0,011 a	0,213±0,010 a	0,046±0,004 a	0,007±0,0005ab
M4	1,991±0,009 x	2,308±0,002 x	8,154±0,085 r	3,673±0,089 o	0,281±0,0015 u
KVS202	0,142±0,020bc	0,253±0,010 b	0,379±0,013 a	0,193±0,006abc	0,005±0,0002 a
KVS410	0,918±0,012 m	1,035±0,020 k	1,772±0,025 g	0,599±0,006ef	0,024±0,0006 m
KVS310	0,497±0,030fg	0,601±0,017ef	0,837±0,009bc	0,285±0,005bcd	0,022±0,0020 lm
KVS414	0,556±0,014gh	0,634±0,008efg	0,944±0,023 cd	0,278±0,003bcd	0,009±0,0006abcd
D2	1,489±0,011pq	2,013±0,012 u	7,616±0,084 q	2,386±0,054 lm	0,016±0,0002fghijk
D7	0,802±0,0004 k	0,832±0,010 j	3,348±0,026 i	0,829±0,023 g	0,014±0,00116efghi
D4	0,671±0,003 j	0,414±0,004 d	1,449±0,002ef	0,286±0,013bcd	0,024±0,0003 m
D6	1,254±0,003 n	1,369±0,001 m	4,093±0,025 j	1,304±0,035 i	0,017±0,0007ghijk
D1	0,893±0,024 lm	0,744±0,012 i	2,133±0,013 h	0,559±0,006ef	0,036±0,0003 o
D3	1,229±0,013 n	1,459±0,009 no	4,527±0,036 k	1,598±0,009 j	0,139±0,0005 s
D5	0,865±0,007klm	0,865±0,002 j	1,998±0,035gh	0,6±0,009ef	0,019±0,0002jkl
M7	1,65±0,001 s	2,326±0,003 x	9,721±0,079 u	3,913±0,083 op	0,03±0,0009 n
M2	1,548±0,001 r	2,071±0,009uv	6,974±0,017 no	2,381±0,002 lm	0,033±0,00008 no
M3	1,54±0,0004qr	2,008±0,010 u	7,704±0,036 q	2,538±0,046 m	0,034±0,0004 no
M5	1,235±0,006 n	1,532±0,006 p	4,546±0,037 k	1,298±0,046 i	0,013±0,0001defgh

Les résultats des teneurs en polyphénols, anthocyanes totaux et des activités antioxydantes (par les méthodes de DPPH, TEAC et FRAP) sont exprimés sous la forme moyenne \pm écart-type. Les comparaisons multiples entre les variétés sont effectuées par le *multivariate analysis* de Genstat version 14. Différentes lettres d'une colonne indiquent une différence significative ($P < 0,001$) entre les variétés de voandzou.

Tableau 3: Corrélation(R) entre les différentes méthodes

	TEAC	DPPH	FRAP	RFC
DPPH	0,964			
FRAP	0,939	0,934		
RFC	0,917	0,923	0,973	
pH-diff.	0,404	0,417	0,364	0,443

Teneurs en polyphénols totaux (TPP)

Ces trois méthodes utilisées pour évaluer les teneurs en antioxydants tendent toutes à montrer qu'un certain nombre de variétés sont homogènes du point de vue de leur teneur en antioxydants tandis que les autres révèlent des différences statistiquement significatives ($P < 0,001$). De nombreux travaux scientifiques contribuent à montrer que l'activité antioxydante des extraits de plantes est largement due à la présence de certains micronutriments tels que les polyphénols en général et des anthocyanes en particulier. Les bonnes corrélations entre les teneurs en polyphénols et les teneurs en antioxydants évaluées par les trois méthodes précédentes confirment les données de la littérature (Tableau 3, Figure 4). Les teneurs en polyphénols totaux varient de 0,046 pour les variétés KVS411, KVS358, KVS415, KVS416, KVS199, KVS128 et KVS202 à 4,536 mg d'EAG/g de graines sèches pour KVS225, KVS97 et KVS312 soit une variation de près de 98 fois.

Teneurs en anthocyanes totales (TAT)

Les teneurs en anthocyanes totales évaluées sont très faibles dans la majorité des extraits des variétés de voandzou étudiées. Leur teneur est certainement liée à la couleur du péricarpe ; certains étant plus colorés que les autres. Ainsi les quatre variétés qui se distinguent par la couleur pourpre ou noire de leur péricarpe possèdent les teneurs les plus élevées en anthocyanes totales (Tableau 1 et Figure 5). Ce sont D3 < KVS350 < M4 < KVS97, de TAT respectives 0,139 ; 0,161 ; 0,281 et 0,331 mg/g de graines sèches ($P < 0,001$).

DISCUSSION

Les analyses systématiques sur les 44 variétés de voandzou collectées au Burkina

Faso et au Tchad montrent qu'il y a une large variation entre les teneurs en antioxydants, en polyphénols et en anthocyanes totaux.

En dehors des travaux d'isolement, de séparation et d'identification de trois anthocyanines monoglucosides de la delphinidine, la pétonidine et de la malvidine (Eloi et al., 1997), nous n'avons pas connaissance d'une étude comparative des teneurs en antioxydants de plusieurs variétés de *V. subterranea* en relation avec leurs teneurs en polyphénols. En revanche, une étude comparative des TAO a été menée sur des légumineuses de la même famille des Fabaceae (Dong et al., 2007) que le *V. subterranea*, montre que *Vicia faba/faba vulgaris* possède la plus haute teneur en antioxydants totaux de 1,86 mmol/100 g (déterminée par la méthode FRAP) ; ce qui correspond à 4,65 mg d'ET/g de graines sèches. Elle est suivie par *Phaseolus vulgaris* (niébé) > *Glycine max* (soja) > *Vigna unguiculata* (niébé) > *Lens culinaris* (lentille) > *Phaseolus vulgaris ssp.* > *Vigna radiata* dont les TAO correspondantes sont respectivement : 2,85 ; 2,05 ; 1,62 ; 1,22 ; 0,95 et 0,87 mg d'ET/g de graines sèches (Bente et al., 2002). Les variétés KVS411, KVS358, KVS202, KVS415, KVS199, KVS416 possédant une TAO moyenne de 0,214 mg d'ET/g de graines sèches sont inférieures à ces graines de la même famille. Cependant, les variétés KVS141, KVS109, KVS225, KVS311, KVS360, KVS97, KVS153, KVS288, KVS312, KVS67, M4, D2, M7, M2 et M3 possèdent des TAO plus élevées (> 6 mg d'ET/g de graines sèches) que celle de *Vicia faba/faba vulgaris* (4,65 mg d'ET/g) comparable aux variétés KVS350, KVS314 et KVS32 (environ 5 mg d'ET/g).

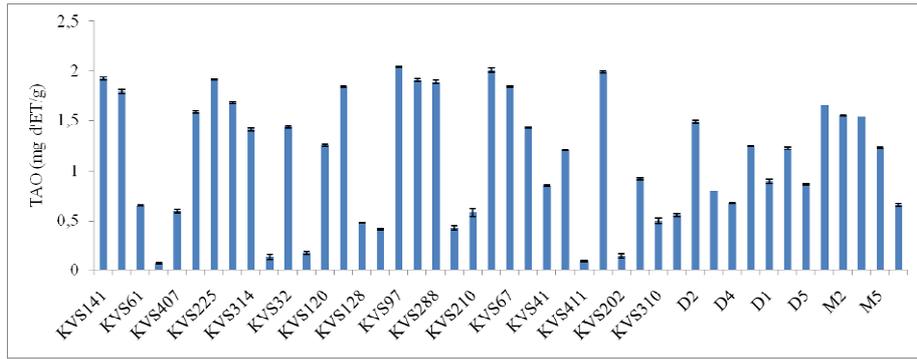


Figure 1: Histogramme comparatif des TAO des différentes variétés des graines de *V. subterranea* (DPPH).

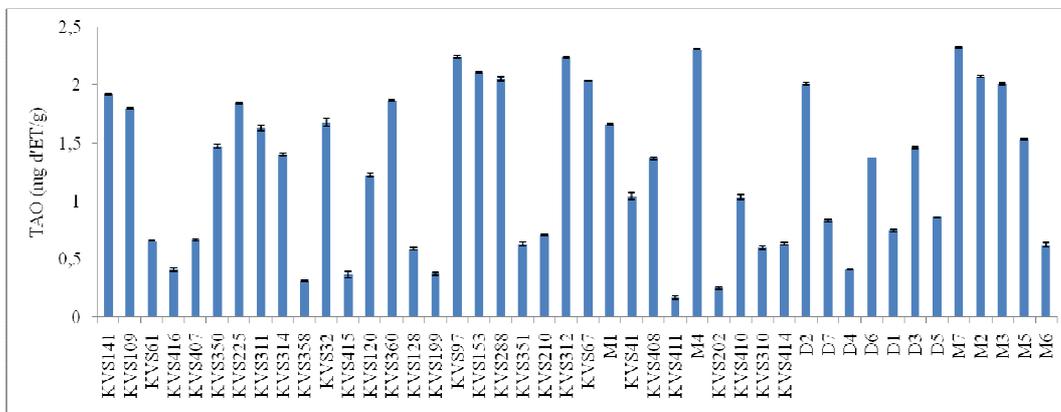


Figure 2: Histogramme comparatif des TAO des différentes variétés des graines de *V. subterranea* (TEAC).

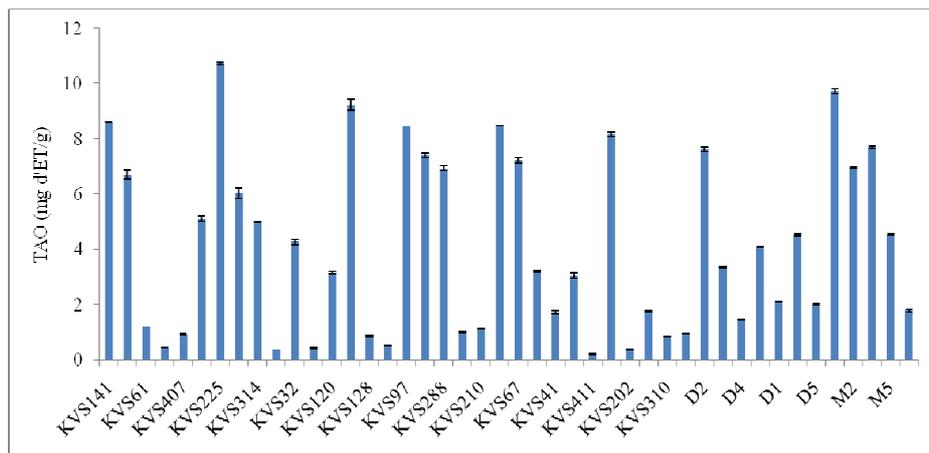


Figure 3: Histogramme comparatif des TAO des différentes variétés des graines de *V. subterranea* (FRAP).

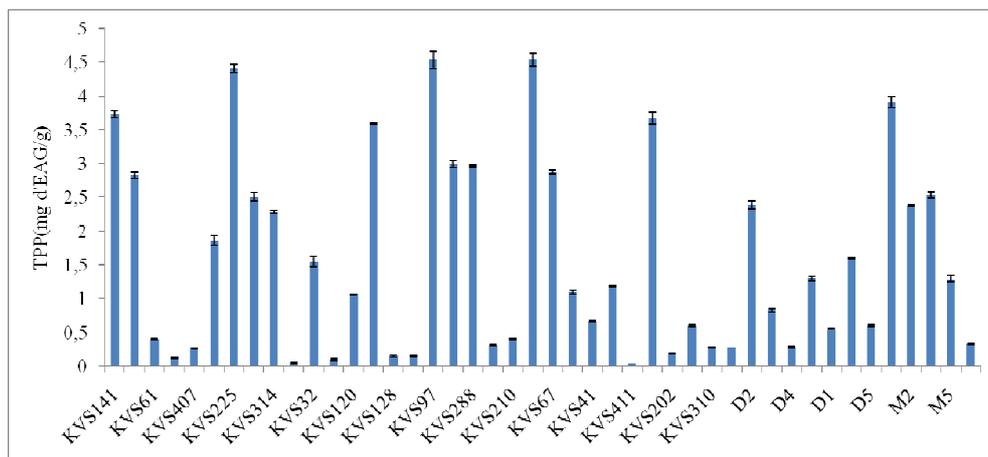


Figure 4: Histogramme des résultats de mesure TPP dans les différentes variétés des graines de *V. subterranea*.

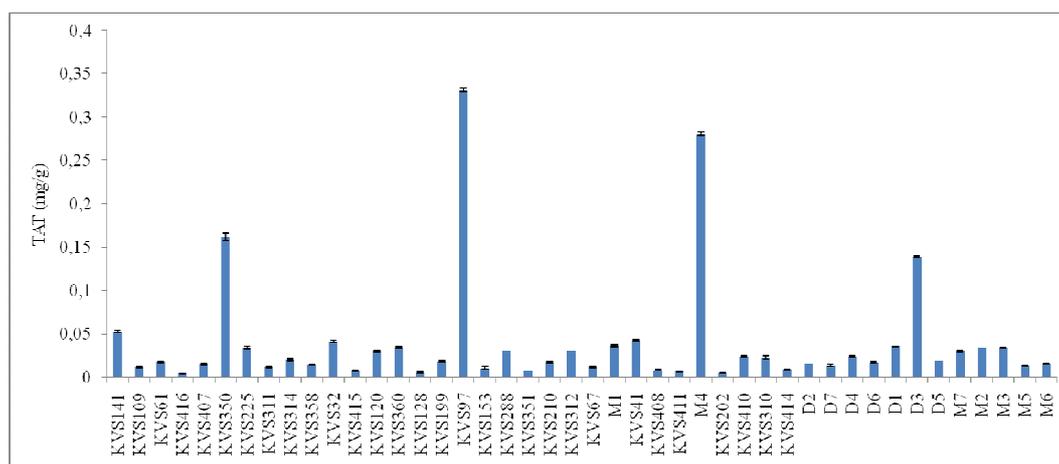


Figure 5: Histogramme des résultats de mesure des TAT des différentes variétés des graines de *V. subterranea*.

La couleur du péricarpe des variétés de *V. subterranea* explique certainement en partie les différences observées entre ces voandzou étudiées. Il est connu que les polyphénols sont responsables à travers des phénomènes de copigmentation intra- ou intermoléculaire (Wigand et al., 1992 ; Leland et al., 2006), de la diversité de couleurs observées (rouge, bleu, mauve, pourpre, etc.) au niveau des feuilles, racines, tiges, écorces, fruits et fleurs des plantes

(Kouda-Bonafos et al., 1994 ; Eloi et al., 1997). De plus, ils sont presque entièrement responsables des activités antioxydantes des extraits botaniques (Ou et al., 2005 ; Wojdylo et al., 2007) ; ceci a été confirmé dans cette étude à travers les bons coefficients de corrélation ($r=0,94$) observés entre les TPP et les TAO (Tableau 3). En effet, il a été mis en évidence que les polyphénols contribuent à près de 94% aux teneurs en antioxydants. C'est ce qui explique que les variétés de *V.*

subterranea les plus colorées surtout en rouge, noir ou plus ou moins bigarrées, présentent les TAO les plus élevées. Un sous-groupe de polyphénols bien connu est celui des anthocyanes caractérisées par leur couleur rouge en milieu acide et bleu en milieu basique (Eloi, 1998), illustrent l'effet de la couleur du péricarpe sur les teneurs en polyphénols et par conséquent sur les teneurs en antioxydants totaux. Parmi les 44 variétés étudiées, il y a seulement les quatre variétés D3, KVS350, M4 et KVS97 dont les teneurs en TAT sont respectivement appréciables : 0,139 ; 0,161 ; 0,281 et 0,331 mg/g de graines sèches. Exceptée D3, ces quatre variétés font partie des 17 variétés possédant un minimum de TAO de 5 mg d'ET/g de graines sèches. Ceci montre que la couleur à elle seule ne saurait expliquer la TAO d'un extrait botanique qui est en réalité un mélange très complexe (de divers composés) (Dejian et al., 2005) du fait que les systèmes de solvant d'extraction ne sont pas toujours spécifiques ; ce qui est un facteur de sous- ou de surestimation dans les dosages.

Ainsi, l'étude menée sur les quarante quatre (44) variétés de graines de *V. subterranea* a permis d'identifier KVS350, KVS314, M2, D2, KVS311, M3, KVS109, KVS67, KVS288, KVS153, KVS360, M4, KVS141, M7, KVS225, KVS97, KVS312 présentant une teneur en antioxydants totaux minimum de 6 mg d'ET/g de graines sèches par la méthode FRAP. Cette méthode et les deux autres (DPPH, TEAC), convergent à montrer que le coefficient de corrélation entre la teneur des extraits des graines de *V. subterranea* en polyphénols et l'activité antioxydante est fortement significatif (environ $R = 0,94$) ; ce qui indique que 94% de la capacité antioxydante de ces extraits est due à la contribution des composés phénoliques. Ces variétés sus-citées possèdent des teneurs en polyphénols totaux comparables à celles de sept variétés de sorgho blancs du Sénégal (Khady, 2010).

La teneur en anthocyanes totales est très faible pour la majorité des variétés étudiées, cette teneur étant liée à la couleur du

péricarpe ; certaines étant plus colorées que d'autres. Ainsi les quatre variétés qui se distinguent par la couleur pourpre ou noire de leur péricarpe présentent les plus fortes teneurs en anthocyanes ; ce sont : D3, KVS350, M4 et KVS97.

Les graines de voandzou ne sont plus seulement perçues comme une source protéino-énergétique mais aussi comme une source de substances phytochimiques « secondaires » dites « antioxydants » et possédant des effets bénéfiques sur la santé des consommateurs. Dans les pays au sud du Sahara, ces légumineuses peuvent donc entrer dans la formulation d'aliments locaux fonctionnels pour la prévention des maladies liées au stress oxydant.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'Université de Ouagadougou, le CNRST/INERA (Burkina Faso) et l'ITRAD (Tchad) pour tous les efforts consentis dans la réalisation de cette étude. Ils remercient par ailleurs "The MCKNIGHT Foundation" pour le financement de ce travail.

REFERENCES

- Asami KD, Yun-Jeong H, Diane MB, Alyson EM. 2003. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *J. Agric. Food Chem.*, **51**: 1237-1241.
- Athamena S, Chalghem I, Kassah-Laouar A, Laroui S, Khebri S. 2010. Activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminum cyminum* L. *Lebanese Science Journal*, **11**(1) : 69-81.
- Bente LH, Kari H, Mari CWM, Ingrid B, Erlend H, Siv FR, Anne-Brit W, Karin H, Halvard B, Lene FA, Jan M, David RJ, Rune B. 2002. A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *J. Nutr.*, **132**: 461-471.
- Benzie IF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of

- “antioxidant power”: the FRAP assay. *Anal. Biochem.*, **239** : 70–76
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant capacity. *Lebensm. Wiss.-Technol.*, **28**: 25-30.
- Brink M, Grubben GJH, Brink M, Belay GA. 2006. *Ressources Végétales de l’Afrique Tropicale 1: Céréales et Légumes Secs*. Edition M. Brink.
- Dejian H, Boxin O, Ronald LP. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J. Agric. Food Chem.*, **53**: 1841-1856.
- Dong M, He XJ, Lieu RH. 2007. Phytochemicals Black Bean Seed Coats; Isolation, Structure Elucidation and Their Antiproliferative and Antioxidative Activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **15**: 6044-6051.
- Eloi P, Kouda-Bonafos M, Mouhoussine N, Maurice V, Rénée V, Ottinger R. 1997. 7-O-methylapigeninidin, an anthocyanidin from *Sorghum caudatum*. *Phytochemistry*, **45**: 1091-1092.
- Eloi P, Mouhoussine N, Maurice V, Renée V. 1997. Anthocyanins from Bambara groundnut (*Vigna subterranea*). *J. Agric. Food Chem.*, **45**: 3359-3361.
- Heller J, Begemann F, Mushonga J, 1997. Bambara groundnut *Vigna subterranea* (L.)Verdc. Conservation and improvement of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.)Verdc.). International Plant, Harare, Zimbabwe.
- Jimaima L, Craig T, Mark W, Naiyama W, Subramaniam S, Robert P. 2007. Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selections of Fijian fruits, vegetables and other readily available foods. *Food Chemistry*, **101**(4): 1319-1326.
- Khady Ba, 2010. Étude comparative des composés phénoliques, du pouvoir antioxydant de différentes variétés de sorgho sénégalais et des enzymes amylolytiques de leur malt. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **14**(1) : 131-139.
- Kouda-Bonafos M, Czyzewska E, Nacro M. 1994. Isolation of apigeninidin from leaf sheaths of *Sorghum caudatum*. *Journal of Chemical Ecology*, **20**: 2123-2125.
- Leland JC, Kirakosyan A, Kaufman PB, Warber SL, Duke JA, Brielmannk HL. 2006. *Natural Products from Plants* (2nd edn), CRC Press.
- Liangli LY, Kequan KZ, John P. 2005. Antioxidant properties of cold-pressed black caraway, carrot, cranberry, and hemp seed oils. *Food Chemistry*, **91**: 723–729.
- Liu RH. 2003. Health benefits of fruits and vegetables are from additive and synergistic combination of phytochemicals. *Am. J. Clin. Nutr.*, **78**: 517-520.
- Mahama O, Jeremy TO, Jean Baptiste T, Didier B, Clémentine BD, Gnissa K. 2008. Characterization and evaluation of accessions of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt) from Burkina Faso. *Sci. Nat.*, **5**(2): 191-197.
- Minka DR, Bruneteau M. 2000. Partial chemical composition of bambara pea (*Vigna subterranea* L. Verdc.). *Food Chem.*, **68**: 273-276.
- Navindra PS. 2008. Berry Fruits: Compositional Elements, Biochemical Activities, and the Impact of Their Intake on Human Health, Performance, and Disease. *J. Agric. Food Chem.*, **56**: 627–629.
- Nihal TY, Sedat V, Ferda S, Gokce P. 2007. Effect of Extraction Conditions on Measured Total Polyphenol Contents and Antioxidant and Antibacterial Activities of Black Tea. *Molecules*, **12**: 484-496.
- Ou B, Prior RL, Huang D. 2005. The chemistry behind dietary antioxidant capacity assays. *J. Agric. Food Chem.*, **53**: 1841-1856.
- Palé E. 1998. Contribution à l’étude des composés anthocyaniques des plantes : cas de *Hibiscus sabdariffa*, *Lannea microcarpa*, *Vigna subterranea* et *Sorghum caudatum* du Burkina Faso.

- Thèse de troisième Cycle, Université de Ouagadougou, Ouagadougou, p. 16-17.
- Pellegrini N, Del Rio D, Colombi B, Bianchi M, Brighenti F. 2003. Application of the 2,2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical-cation assay to a flow injection system for the evaluation of antioxidant activity of some pure compounds and beverages. *J. Agric. Food Chem.*, **51**: 260-264.
- Proteggente AR, Pannala AS, Paganga G, Van Buren L, Wagner E, Wiseman S, Van De Put F, Dacombe C, Rice-Evans CA. 2002. The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. *Free Radical Res.*, **36**(2): 217-33.
- Sellapan S, Akoh CC. 2002. Flavonoids and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. *J. Agric. Food Chem.*, **50**: 2432-2438.
- Stephanie D, Xavier V, Philippe C, Marion W, Jean-Michel M. 2009. Comparative Study of Antioxidant Properties and Total Phenolic Content of 30 Plant Extracts of Industrial Interest Using DPPH, TEAC, FRAP, SOD, and ORAC Assays. *J. Agric. Food Chem.*, **57**: 1768-1774.
- Wigand MC, Dangles O, Brouillard R. 1992. Complexation of a fluorescent anthocyanin with purines and polyphenols. *Phytochemistry*, **31**(12): 4317-4324.
- Wojdylo A, Oszmianski J, Czemerys R. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chem.*, **105**: 940-949.
- Yanjun Z, Navindra PS, Rupo L, Lydia F, David H. 2008. Isolation and identification of strawberry phenolics with antioxidant and human cancer cell antiproliferative properties. *J. Agric. Food Chem.*, **56**: 670-675.