



ISSN: 0976-3031

Available Online at <http://www.recentscientific.com>

CODEN: IJRSFP (USA)

International Journal of Recent Scientific Research  
Vol. 8, Issue, 10, pp. 21154-21162, October, 2017

**International Journal of  
Recent Scientific  
Research**

DOI: 10.24327/IJRSR

## Research Article

### EVALUATION OF AGRO-PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF A VARIETY AND FOUR ACCESSIONS OF GOMBO [*ABELMOSCHUS ESCULENTUS* (L.) MOENCH] GROWN UNDER NATURALFIELD CONDITIONS

**Bibata KONATE<sup>1\*</sup>, Rasmata NANA<sup>1</sup>, Koudbi Jacob ZONGO<sup>2</sup>, Badoua BADIÉL<sup>1</sup>, Sékeyoba Léopold NANEMA<sup>1</sup> and et Zoumbiéssé TAMINI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire Biosciences, Equipe d'Ecophysiologie Végétale, Université Ouaga1 Prof Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

<sup>2</sup>Laboratoire d'Enzymologie de la Chimio Résistance Bactérienne, Université Ouaga1 Prof Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

DOI: <http://dx.doi.org/10.24327/ijrsr.2017.0810.1022>

#### ARTICLE INFO

##### Article History:

Received 10<sup>th</sup> July, 2017

Received in revised form 14<sup>th</sup>

August, 2017

Accepted 08<sup>th</sup> September, 2017

Published online 28<sup>th</sup> October, 2017

##### Key Words:

Okra, field, Agro-physiological Parameters, antioxidants.

#### ABSTRACT

The objective of this work was to demonstrate the agronomic and physiological performances as well as the polyphenol contents and the antioxidant potentials of a variety and four accessions of okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] grown in Natural conditions in the field. The experiment was conducted in the rainy season at the Gampela research station at 12 ° 22 west longitude and 12 ° 25 north latitude, 25 km east of Ouagadougou. The UAE 22 variety and the four accessions G259, G263, G264, G271 were sown in a randomized Fisher block system with 3 replicates. The total chlorophyll content, total phenols, total flavonoids, IC<sub>50</sub> (antioxidant concentration of plant extract causing 50% inhibition free radicals of DPPH) leaves and fruits, aerial dry part, Total dry biomass, number of capsules per plant, average dry weight of a capsule and yield were assessed. The results obtained showed the increase in the chlorophyll total content at the flowering stage in all accessions and varieties. The G263 accession with the highest total dry biomass and UAE 22 with the lowest total dry biomass recorded the best yields followed by G271. The study showed a correlation between the total phenol contents and the antioxidant activity in the leaves at the vegetative stage and flowering stage as well as in the fruits. An inversion of proportion between the phenol contents and the flavonoid contents was observed in the organs studied. The antioxidant potential was higher in fruits than in leaves. The leaves and fruits of G271 recorded the best antioxidants potential followed by G263 and UAE22. UAE22 is the richest in flavonoids followed by G271 and G263.

**Copyright © Preeti Sahu et al, 2017**, this is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

#### INTRODUCTION

La sécurité alimentaire des pays d'Afrique tropicale est confrontée à divers problèmes. Ce sont notamment les difficultés financières, le bas niveau des investissements dans le secteur agricole avec comme conséquences la faiblesse des rendements, voire la famine. La population du Burkina Faso à l'instar de celles des autres pays de l'Afrique subsaharienne, région peu industrialisée, dépend de la biodiversité pour 85 à 90 % des besoins de base (Beauval et Grandval, 2011). Malheureusement, le pays reste confronté à des crises alimentaires récurrentes et à une paupérisation des populations rurales. Selon la Commission européenne (2015), 939 000 personnes souffrent d'insécurité alimentaire, 350 000 enfants

de malnutrition aiguë modérée et 149 000 autres de malnutrition aiguë sévère au Burkina Faso.

Jadis considéré comme une culture marginale (Sawadogo et al., 2009), le gombo constitue de nos jours un légume très rémunérateur pour les communautés pauvres du fait de son fort potentiel de vente sur les marchés ruraux et urbains. Il procure des revenus susceptibles de satisfaire de nombreux besoins tant industriels, familiaux que collectifs. Il existe même des variétés recommandées pour faciliter et enrichir la nutrition des malades (Sawadogo. et al., 2006). Le gombo est un légume-fruit riche en calcium, fer, protéines, vitamines A et C et en magnésium (Hamon, 1988 ; Doumbia, 2010) qui sont des compléments alimentaires utiles pour des repas à base de céréales au Burkina

\*Corresponding author: **Preeti Sahu**

ICMR NTF HI Project, Aiiims Raipur, Chhattisgarh

Faso (Sawadogo *et al.*, 2014a). Pour (Nacoulma, 1996), toutes les parties de la plante du gombo ont des utilisations thérapeutiques traditionnelles. Le gombo possède également des vertus thérapeutiques diverses (Oyen et Lemmens, 2002). Des essais menés en Chine suggèrent qu'un extrait alcoolique de feuilles d'*Abelmoschus esculentus* peut diminuer les radicaux libres d'oxygène, soulager les maladies interstitielles des tubules rénaux, améliorer le fonctionnement des reins et diminuer la protéinurie (Oyen et Lemmens, 2002).

Des études phytochimiques ont permis de mettre en évidence des métabolites secondaires à activité antioxydante (composés phénoliques, flavonoïdes...) dans les capsules et les graines de gombo (Huang *et al.*, 2007 ; Arapitas, 2008 ; Adalakun *et al.*, 2009b ; Panadda *et al.*, 2010 ; Foluso *et al.*, 2011). D'autres études ont prouvé que l'activité pharmacologique des fruits et légumes est due à la présence des flavonoïdes et des composés phénoliques (Nuttall *et al.*, 1999). En effet les flavonoïdes et les composés phénoliques qui sont des sources d'antioxydants sont de façon générale très efficaces dans la lutte contre l'oxydation, qui est à l'origine de plus d'une centaine de maladies cardiovasculaires, le diabète et certaines formes de cancers (Duh, 1998; Garcia-Alonso *et al.*, 2004). Malheureusement, très peu d'informations sont disponibles sur les potentialités antioxydantes des différents organes du gombo cultivé au Burkina Faso.

Négligé par la recherche (Sawadogo *et al.*, 2006), considéré comme un légume traditionnel, sa culture est mineure au Burkina Faso du fait des faibles superficies qui lui sont allouées et surtout laissée à la tâche des femmes (Bationo, 2005). En effet sur 200 producteurs de gombo, recensés dans le Centre Ouest du Burkina, 90% sont des femmes (BATIONO, 2005). Dans le contexte agricole du pays, ce légume-fruit est stratégique dans le cadre de la lutte contre la famine et la pauvreté. En effet, la possibilité d'utiliser le gombo dans des projets de diversification alimentaire est prônée par les nutritionnistes (FAO, 2014) au regard de ses potentialités nutritionnelles (Nzikou *et al.*, 2006; Kumar *et al.*, 2010).

Une plus grande production et une valorisation de cette plante pourraient contribuer à améliorer la sécurité nutritionnelle dans un pays comme le Burkina Faso. La présente étude a pour objectif l'évaluation des performances agro-physiologiques de cinq accessions et variété de gombo en vue d'une vulgarisation de leur culture et l'étude des polyphénols ainsi que le potentiel antioxydant des feuilles et capsules afin de recommander ou non leur utilisation comme "aliments-médicaments"

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Matériel végétal

L'étude est portée sur UAE 22 une des 5 variétés obtenues par sélection variétale participative en 2005 par l'équipe d'amélioration génétique de gombo de l'UFR/SVT de l'Université de Ouagadougou. Le choix de cette variété a été effectué d'abord sur la base du fait qu'elle soit une variété locale et en plus du fait qu'elle a été identifiée comme la plus résistante au manque d'eau et la plus productive (Nana, 2010). G259, G263, G264 G271 faisaient parties de 50 accessions sélectionnées parmi 192 collectées par l'Equipe de Génétique et Amélioration des plantes du laboratoire Biosciences de l'Université Ouaga I Professeur Joseph KI-ZERBO. Les

collectes ont été menées d'octobre 2013 à décembre 2014. Les 4 accessions proviennent toutes de la zone soudano-sahélienne. Les semences nous ont été offertes par le laboratoire de génétique de l'UFR/SVT.

### Site expérimental

L'expérimentation a été conduite pendant la saison pluvieuse dans la station agro-pédagogique de Gampela située à 12°22 de longitude Ouest et 12°25 de latitude Nord, à 25 km à l'est de Ouagadougou la capitale du Burkina Faso, sur l'axe Ouaga-Fada. Le climat de la zone est de type soudano-sahélien. Un échantillon de sol dans le champ a subi une analyse au Laboratoire du Bureau National des Sols (BUNASOLS) et les relevés pluviométriques ont été enregistrés du début à la fin de l'expérience.

### Dispositif expérimental et Semis

Le dispositif utilisé a été du type bloc de Fisher à randomisation complète avec 3 répétitions. Chaque ligne d'entrée de 3 m a comporté 11 poquets espacés de 70 cm entre eux. L'intervalle entre les lignes a été de 80 cm. Le bloc a comporté 15 lignes dont 3 par variété ou accession. Chaque bloc est composé de 5 petites parcelles de 7 m de long sur 1,6 m de large. Une allée de 1,5 et 2 m a séparé respectivement les parcelles et les blocs. La surface cultivée d'une superficie de 63 m<sup>2</sup> a contenu 450 plantules soit une densité de 14300 plants à l'hectare.

Les expérimentations se sont déroulées du 15/7/2015 au 15/10/2015. Le lit du champ a été labouré au tracteur, suivi d'un épandage à la fumure organique à 15t/ha (fumier ovin). Le semis a été fait manuellement à une profondeur d'environ 2 cm. Chaque poquet a reçu 3 graines et le démariage a été fait 21 jours après semis à 1 plant par poquet. Le sarclage a été fait à la demande.

### Paramètres évalués

#### Paramètre physiologique

Il s'agit de la teneur en chlorophylle des feuilles (Tchl). Elle est déterminée par la méthode de (MCKINEY, 1941) et consiste à broyer 100 mg de feuilles fraîches en présence d'acétone à 80% pour extraire la chlorophylle. Après filtration, la densité optique (DO) a été mesurée à 663 nm et 645 nm. Les concentrations en chlorophylles sont déduites (en g/kgMF) des formules suivantes:

$$\text{Chl a} = 12x (\text{DO } 663) - 2,67x (\text{DO } 645)$$

$$\text{Chl b} = 22,5x (\text{DO } 645) - 4,68x (\text{DO } 663)$$

La teneur en chlorophylle totale est déduite de la somme des chlorophylles a et b.

#### Paramètres agronomiques

Les paramètres agronomiques ont concerné le nombre de capsules par plante, le poids sec moyen d'une capsule (g), le poids sec de la partie aérienne (g), le poids sec de la partie racinaire (g), la biomasse sèche totale (g) et le rendement.

La production en capsules a été estimée à la suite d'une cueillette progressive chaque trois jours. Les capsules cueillies ont été découpées en rondelles, séchées au laboratoire à une température de 20°C pour évaluer le poids sec. Le poids sec de la partie aérienne végétative et celui de la partie racinaire ont

été déterminés après passage à l'étuve à 80°C pendant 72 h à l'aide d'une balance de précision 0,01g. Le rendement exprimé en tonnes/hectare a été estimé en multipliant le nombre de capsules/plante par le poids sec moyen d'une capsule le tout multiplié par le nombre total de plantes.

#### Paramètres biochimiques

##### Dosage des acides phénoliques totaux

Le dosage des acides phénoliques totaux a été effectué selon la méthode de (Folin-Ciocalteu, 2006): 100 µl d'extrait des feuilles et capsules de gombo sont mélangés avec 500 µl du réactif Folin-Ciocalteu et 400 µl de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> à 7,5% (m/v). Le mélange est agité et incubé à l'obscurité et à la température ambiante pendant 10 mn et l'absorbance est mesurée à 760 nm par un spectrophotomètre Fisher Elison. Les résultats sont exprimés en mg équivalent acide gallique/100 mg de matière végétale sèche en se référant à la courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

##### Dosage des flavonoïdes totaux

La détermination des flavonoïdes totaux a été effectuée selon la méthode décrite par (Dehpour et al., 2009): 500 µl de chaque extrait à analyser sont ajoutés à 1500 µl de méthanol à 95%, 100 µl de AlCl<sub>3</sub> à 10% (m/v), 100 µl d'acétate de sodium 1 M et 2,8 ml d'eau distillée. Le mélange est agité puis incubé à l'obscurité et à température ambiante pendant 30 mn. Le blanc est réalisé en remplaçant l'extrait par du méthanol à 95% et l'absorbance est mesurée à 415 nm au spectrophotomètre Fisher Elison. Les résultats sont exprimés en mg équivalent quercétine/100 mg de matière végétale sèche en se référant à la courbe d'étalonnage de la quercétine.

##### Evaluation de l'activité antioxydante

L'évaluation de l'activité antioxydante a été effectuée par la méthode au 2,2-diphényl-picrylhydrazil (DPPH). La méthode par le DPPH est basée sur la réduction de l'absorbance à 517 nm quand un radical libre stable (le DPPH) réagit avec un antioxydant (Koleva et al., 2002). Cette méthode a été étudiée suivant le modèle de (Velázquez et al., 2003). 0,75 ml de chaque extrait à analyser est mélangé à 1,5 ml de DPPH (20 mg/l dans du méthanol 90%). L'absorbance du mélange a été lue après 15 mn d'incubation contre un blanc (0,75 ml de méthanol et 1,5 ml de DPPH). L'activité antioxydante a été exprimée en pourcentage d'inhibition selon la formule:

$$I\% = [(Absorbance\ blanc - Absorbance\ extrait) / Absorbance\ blanc] \times 100$$

Trois lectures ont été effectuées par échantillon et la moyenne d'IC<sub>50</sub> (Concentration causant 50% d'Inhibition) a été calculée. L'acide gallique et la quercétine ont été utilisés comme témoins. Il faut rappeler que plus la valeur d'IC<sub>50</sub> est faible, plus l'activité antioxydante est grande.

##### Analyse des données

Les données collectées ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA). Les tests de comparaison des moyennes ainsi que les corrélations entre les différents paramètres ont été effectués selon la méthode de Student Newman-Keuls au seuil de 5%. Le logiciel XLSTAT 2007 a été utilisé à cet effet.

## RÉSULTATS

### Analyse de l'échantillon du sol d'étude

Les résultats sont exposés dans le tableau I. Ses résultats révèlent la richesse du sol en matières organiques totales (2,507%) et presque neutre (pH = 6,72).

### Paramètres climatiques

La quantité totale d'eau tombée dans le champ du début à la fin de l'expérience est de 967,6 mm régulièrement répartie dans le temps. Les valeurs des températures ont oscillé entre 21 et 39° C et l'humidité relative entre 43 et 90%.

### La chlorophylle totale

La chlorophylle totale est constituée de chlorophylle *a* et *b*. La figure 1 montre la variation de la teneur en chlorophylle totale des feuilles des différentes accessions et variété au stade végétatif et au stade floraison. Aucune différence significative ( $P < 1,000$ ) n'est révélée entre les différentes accessions et variété (tableau II). Cependant les feuilles des accessions G264 et G271 enregistrent les meilleures teneurs au stade végétatif soit respectivement 29,48 et 31,53g/kgMF tandis qu'au stade floraison les accessions qui ont une forte concentration de chlorophylle totale dans leurs feuilles sont G259 et G271 avec respectivement 44,24 et 37,63 g/kgMF. On remarque que toutes les accessions et variété ont une concentration en chlorophylle totale plus élevée dans les feuilles au stade floraison qu'au stade végétatif.

### Paramètres agronomiques

Le tableau III présente les différents paramètres agronomiques étudiés à savoir le nombre de capsules par plante (NCap/pte), le poids sec moyen d'une capsule (PS/Cap), le poids sec de la partie aérienne, le poids sec de la partie végétative, le poids sec de la partie racinaire, la biomasse sèche totale et le rendement. L'analyse de la variance (tableau II) a fait ressortir une différence hautement significative ( $P < 0,0001^{**}$ ) entre les accessions et variété pour le NCap/pte. Le meilleur NCap/pte est obtenu par UAE22 (environ 12) et le plus faible est celui de G259 (environ 5). Quant au PS/Cap une différence significative ( $P < 0,0001^{*}$ ) est observée entre les accessions et variété qui ont formé deux groupes. G263 et G271 se sont retrouvés dans un groupe homogène ayant les plus forts poids secs de capsules tandis UAE22, G259, G264 ont formé le deuxième groupe homogène avec les faibles poids secs de capsules.

Le tableau III a montré que le rendement est influencé par le NCap/pt, mais surtout le PS/Cap. C'est ainsi que UAE22 et G263 formant un même groupe ont enregistré les meilleurs rendements ; UAE22 à cause de son NCap/pte et G263 pour son PS/Cap. Les accessions G259, G264 et G27 ont obtenu chacun un rendement faible par rapport aux autres. L'analyse de la variance fait donc percevoir une différence seulement significative entre les accessions et variété ( $P < 0,0001^{*}$ ).

La biomasse sèche totale (BST) étant le cumul de la partie sèche aérienne et de la partie sèche racinaire, ces parties évoluent de façon simultanée. L'analyse de la variance a décelé une différence hautement significative ( $P < 0,0001^{**}$ ) entre les accessions et variété. G263 est le plus robuste avec la meilleure BST (275,52 g/plante) résultant d'une forte partie sèche aérienne (216,83 g/plante) et d'un fort poids sec racinaire

(58,70 g/plante). Les plus faibles valeurs sont enregistrées par UAE22 avec une BST égale à 101,11 g/plante.

**Paramètres biochimiques**

Les valeurs de la teneur en phénols totaux, en flavonoïdes totaux et de l'activité antioxydante exprimée en terme de concentration en antioxydants dans les différents extraits de matériel végétal pouvant neutraliser 50% de radicaux libres (IC<sub>50</sub>) sont consignées dans le tableau IV. D'une manière générale les teneurs en phénols totaux des différentes parties de la plante (feuilles, capsules) sont proportionnelles à celles d'IC<sub>50</sub> et inversement proportionnelles à celles des flavonoïdes totaux. L'analyse de la variance (tableau V) a décelé une différence hautement significative (P<0,0001\*\*) entre les accessions et variété pour les phénols totaux, les IC<sub>50</sub> dans les feuilles et capsules. Pour les teneurs en phénols totaux et les capacités antioxydantes, G271 a enregistré les meilleurs résultats ; soit respectivement 0,61±0,02 mg EAG/g d'extrait et 56,19±0,07 mg/ml d'extrait dans les feuilles au stade végétatif, 0,95±0,01 mg EAG/g d'extrait et 55,22±0,09 mg/ml d'extrait dans les feuilles au stade floraison, 1,41±0,01 mg EAG/g d'extrait et 56,19±0,07 mg/ml d'extrait dans les capsules. Les faibles teneurs en phénols totaux et en capacité antioxydante ont été obtenues par G259, soit respectivement 0,39±0,02 mg EAG/g d'extrait et 63,78±0,02 mg/ml d'extrait dans les feuilles au stade végétatif ; 0,46±0,03 mg EAG/g d'extrait et 61,75±0,04 mg/ml d'extrait dans les feuilles au stade floraison ; 0,74± 0,01 mg EAG/g d'extrait et 54,57±0,06 mg/ml d'extrait dans les capsules.

En ce qui concerne les teneurs en flavonoïdes totaux, l'analyse de la variance (tableau V) a décelé une différence hautement significative (P<0,0001\*\*) entre les accessions et variété au niveau des capsules et une différence significative (P<0,0001\*) au niveau des feuilles. Les meilleures concentrations en flavonoïdes totaux ont été celles d'UAE22, dans les feuilles comme dans les capsules. C'est ainsi qu'au stade végétatif les feuilles contiennent 1,51±0,08 mg EAG/g d'extrait et 0,97±0,01 mg EAG/g d'extrait au stade floraison. Les capsules en contenaient 0,57±0,04 mg EQ/g d'extrait. Par contre les faibles teneurs ont été enregistrées au niveau des feuilles par G264,

soit 1,16±0,04 mg EQ/g d'extrait au stade végétatif et 0,60±0,041 mg EQ/g d'extrait au stade floraison. Au niveau des capsules, c'est l'accession G259 qui a enregistré la faible teneur soit 0,07±0,01 mg EQ/g d'extrait.

**Corrélations entre les différents paramètres**

Les résultats de la matrice de corrélation (tableau VI) ont montré que la teneur en phénols totaux dans les feuilles au stade végétatif est significativement et positivement corrélée à celle dans les feuilles au stade floraison (r=0,784\*\*) et à celle dans les capsules (r=0,804\*\*\*). Cette teneur en phénols totaux dans les capsules est à son tour très significativement corrélée (r=0,952\*\*\*) à celle dans les feuilles au stade floraison. La teneur en phénols totaux dans les feuilles est négativement et très significativement corrélée (r=-0,918\*\*\* à IC<sub>50</sub> au stade végétatif ainsi qu'au stade floraison (r=-0,919\*\*\*) alors que cela n'est pas le cas avec les teneurs en flavonoïdes. Par contre les teneurs en phénols totaux et en IC<sub>50</sub> dans les capsules sont négativement et significativement corrélées entre elles (r=-0,919\*\*). Quant à la biomasse sèche totale, elle est significativement et positivement corrélée à la partie sèche aérienne (r= 0,999\*\*\*), ainsi qu'à la partie sèche racinaire (r=0,990\*\*\*); ces deux parties étant liées, sont inévitablement significativement et positivement corrélées entre elles (r=0,983\*\*\*). Le rendement est par contre significativement et positivement corrélé au NCap/pte (r=0,809\*\*\*) et au PS/Cap (r=0,908\*\*\*).

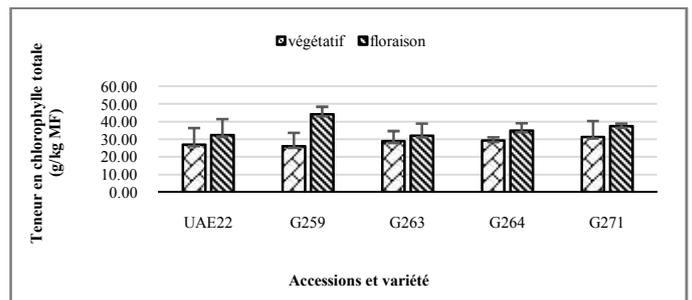


Figure 1 Variation de la teneur en chlorophylle totale des feuilles des cinq accessions et variété de gombo, au stade végétatif et au stade floraison.

**Tableau I** Caractéristiques physico-chimiques du substrat de culture. (Bunasols, 2016)

Composition granulométrique				Composition en éléments organiques et minéraux					
Argiles (%)	Limons (%)	Sables (%)	MOT (%)	C (%)	N (%)	C/N	P (mg/kg)	K (mg/kg)	pH eau (p/v : 1/2,5)
19,61	31,37	49,02	2,51	1,45	0,12	12	22,45	149,09	6,72

Source : Bureau National des Sols (2016)

Légende: MOT = matière organique totale; C= carbone total; N = azote total; P = phosphore assimilable; K = potassium disponible; p/v = poids sur volume; mg = milligramme ; kg = kilogramme.

**Tableau II** Valeurs et analyse de variance des paramètres physiologiques et agronomiques

Paramètres	Fde Fischer	P au seuil de 5%	Accessions et variété				
			UAE22	G259	G263	G264	G271
Chloro-vg(g/kgMF)	0,37	<1,000	25,10 <sup>a</sup>	25,00 <sup>a</sup>	29,05 <sup>a</sup>	29,23 <sup>a</sup>	30,66 <sup>a</sup>
Chloro-flo (g/kgMF)	1,55	<1,000	34,57 <sup>a</sup>	45,47 <sup>a</sup>	32,20 <sup>a</sup>	35,40 <sup>a</sup>	38,49 <sup>a</sup>
NCap/pte	1271,40	< 0,0001**	11,70 <sup>a</sup>	5,44 <sup>e</sup>	9,81 <sup>b</sup>	5,78 <sup>d</sup>	6,44 <sup>c</sup>
PS/Cap (g)	13,91	< 0,0001*	1,97 <sup>b</sup>	1,79 <sup>b</sup>	2,43 <sup>a</sup>	2,03 <sup>b</sup>	2,31 <sup>a</sup>
PSPA (g)	116,04	< 0,0001**	80,87 <sup>c</sup>	144,10 <sup>b</sup>	216,82 <sup>a</sup>	151,86 <sup>b</sup>	141,90 <sup>b</sup>
PSR (g)	82,01	< 0,0001**	20,23 <sup>c</sup>	40,39 <sup>b</sup>	58,69 <sup>a</sup>	43,94 <sup>b</sup>	39,72 <sup>b</sup>
BST (g)	125,60	< 0,0001**	101,11 <sup>c</sup>	184,50 <sup>b</sup>	275,52 <sup>a</sup>	195,80 <sup>b</sup>	181,62 <sup>b</sup>
R (t/ha)	110,31	< 0,0001*	1,64 <sup>a</sup>	0,70 <sup>b</sup>	1,70 <sup>a</sup>	0,84 <sup>b</sup>	1,06 <sup>b</sup>

Légende: Chloro-vg=teneur en chlorophylle des feuilles au stade végétatif, Chloro-flo=teneur en chlorophylle des feuilles au stade floraison ; NCap/pte = nombre de capsules par plante ; PS/Cap = poids sec par capsule ; PSPA = poids de la partie sèche aérienne ; PSR = poids sec racinaire ; BST = biomasse sèche totale ; R = rendement ; t = tonne ; ha = hectare ; g = gramme ; F = variable de Fischer ; P = probabilité associée ; \* = différence significative au seuil de 5% ; \*\* = différence hautement significative au seuil de 5%.

**Tableau III Paramètres agronomiques**

Paramètres	NCap/pt	PS/Cap (g)	PSPA (g)	PSR (g)	BST (g)	Rendement (t/ha)
<b>Ac et Vt</b>						
UAE22	11,67	1,97	80,88 ± 7,09	20,24 ± 1,22	101,11±7,16	1,64
G259	5,44	1,79	144,11 ± 9,17	40,39 ± 2,01	184,50 ±11,18	0,70
G263	9,78	2,43	216,83 ± 6,28	58,70 ± 1,72	275,52±7,75	1,70
G264	5,78	2,03	151,86 ± 3,69	43,94 ± 3,22	195,80±6,34	0,84
G271	6,44	2,31	141,90 ± 3,63	39,72 ± 2,03	181,62±5,35	1,06

**Légende** :Ac = accessions ; Vi = variété ; NCap/pt = nombre de capsules par plante ; PS/Cap = poids sec par capsule ; PSPA = poids de la partie sèche aérienne ; PSR = poids sec racinaire ; BST = biomasse sèche totale ; t = tonne ; ha = hectare ; g = gramme.

**Tableau III Paramètres agronomiques**

Paramètres	NCap/pt	PS/Cap (g)	PSPA (g)	PSR (g)	BST (g)	Rendement (t/ha)
<b>Ac et Vt</b>						
UAE22	11,67	1,97	80,88 ± 7,09	20,24 ± 1,22	101,11±7,16	1,64
G259	5,44	1,79	144,11 ± 9,17	40,39 ± 2,01	184,50 ±11,18	0,70
G263	9,78	2,43	216,83 ± 6,28	58,70 ± 1,72	275,52±7,75	1,70
G264	5,78	2,03	151,86 ± 3,69	43,94 ± 3,22	195,80±6,34	0,84
G271	6,44	2,31	141,90 ± 3,63	39,72 ± 2,03	181,62±5,35	1,06

**Légende** :Ac = accessions ; Vi = variété ; NCap/pt = nombre de capsules par plante ; PS/Cap = poids sec par capsule ; PSPA = poids de la partie sèche aérienne ; PSR = poids sec racinaire ; BST = biomasse sèche totale ; t = tonne ; ha = hectare ; g = gramme.

**Tableau V Valeurs et analyse de variance des paramètres biochimiques**

Paramètres	Fde Fischer	P au seuil de 5%	Accessions et variété				
			UAE22	G259	G263	G264	G271
Phéno-vg (mg EAG/g)	28,08	< 0,0001**	4,56 <sup>c</sup>	3,96 <sup>d</sup>	5,36 <sup>b</sup>	4,83 <sup>c</sup>	6,13 <sup>a</sup>
Phéno-flo (mg EAG/g)	91,50	< 0,0001**	8,46 <sup>b</sup>	4,58 <sup>d</sup>	9,36 <sup>a</sup>	5,90 <sup>c</sup>	9,53 <sup>a</sup>
Phéno-gb (mg EAG/g)	351,72	< 0,0001**	12,941 <sup>b</sup>	7,45 <sup>d</sup>	13,10 <sup>b</sup>	10,82 <sup>c</sup>	14,08 <sup>a</sup>
IC <sub>50</sub> -vg (mg/ml)	6314,30	< 0,0001**	49,65 <sup>b</sup>	53,78 <sup>a</sup>	48,07 <sup>c</sup>	49,75 <sup>b</sup>	46,19 <sup>d</sup>
IC <sub>50</sub> -flo (mg/ml)	4171,13	< 0,0001**	48,97 <sup>c</sup>	51,75 <sup>a</sup>	46,16 <sup>d</sup>	49,75 <sup>b</sup>	45,22 <sup>c</sup>
IC <sub>50</sub> -gb (mg/ml)	10089,23	< 0,0001**	42,98 <sup>c</sup>	44,57 <sup>a</sup>	36,70 <sup>d</sup>	43,75 <sup>b</sup>	36,19 <sup>c</sup>
Flavo-vg (mg EQ/g)	8,33	< 0,0001*	15,09 <sup>a</sup>	13,29 <sup>b</sup>	13,08 <sup>a</sup>	11,59 <sup>b</sup>	13,08 <sup>a</sup>
Flavo-flo (mg EQ/g)	16,99	< 0,0001*	9,69 <sup>a</sup>	8,47 <sup>a</sup>	9,59 <sup>a</sup>	6,04 <sup>b</sup>	9,37 <sup>a</sup>
Flavo-gb (mg EQ/g)	56,94	< 0,0001**	5,72 <sup>a</sup>	0,75 <sup>c</sup>	5,19 <sup>a</sup>	1,12 <sup>c</sup>	2,23 <sup>b</sup>

**Légende**: Phéno vg = teneur en phénols totaux des feuilles au stade végétatif ; Phéno flo = teneur en phénols totaux des feuilles au stade floraison ; Phéno gb = teneur en phénols totaux des capsules ; Flavo vg = teneur en flavonoïdes totaux des feuilles au stade végétatif ; Flavo flo = teneur en flavonoïdes totaux des feuilles au stade floraison ; Flavo gb = teneur en flavonoïdes totaux des capsules ; EAG = équivalent acide gallique ; EQ = équivalent quercétine ; mg = milligramme ; ml = millilitre ; g = gramme ; F = variable de Fischer ; P = probabilité associée ; \* = différence significative au seuil de 5% ; \*\* = différence hautement significative au seuil de 5%.

**Tableau VI Matrice de corrélation entre les différents paramètres**

	Phéno vg	phéno flo	phéno gb	NCap/pte	PS/Cap	PSPA	PSR
phéno flo	0,784						
phéno gb	0,804	0,952					
Flavo vg	-0,064	0,368	0,267				
Flavo flo	0,258	0,607	0,409				
Flavo gb	0,200	0,702	0,634				
IC <sub>50</sub> vg	-0,918	-0,881	-0,945				
IC <sub>50</sub> flo	-0,914	-0,919	-0,898				
IC <sub>50</sub> gb	-0,867	-0,842	-0,758				
NCap/pte	0,030	0,594	0,549				
PS/Cap	0,767	0,765	0,711	0,233			
PSPA	0,311	0,134	0,026	-0,210	0,559		
PSR	0,321	0,068	-0,023	-0,310	0,500	0,983	
BST	0,314	0,120	0,015	-0,233	0,548	0,999	0,990
Rendement	-0,208	0,299	0,331	0,809	0,908	-0,305	-0,409

En gras, valeurs significatives au seuil alpha = 0,050 (test bilatéral).

## DISCUSSION

La teneur en matières organiques totales ainsi que le pH (6,72) presque neutre du sol d'étude, sont des atouts pour le développement harmonieux du gombo car des études antérieures ont montré que le gombo se développe bien sur un sol où le pH est compris entre 6 et 7 (Konaté, 2013). L'intervalle des valeurs de pH acceptable se situe entre 5,8 et 7,5 avec un idéal de 6 à 7 (MAE-CIRAD, 2002).

La quantité totale d'eau tombée (967,6 mm) répond favorablement aux exigences du gombo: les besoins en eau

pour un cycle cultural sont de l'ordre de 900 à 1 200 mm ; ces besoins varient en fonction des stades phénologiques de la plante, de la saison et de la nature du sol (MAE-CIRAD, 2002). La croissance de la plantule est rapide à haute température, par contre, elle présente une croissance ralentie quand la température nocturne est inférieure à 15°C. Les températures inférieures à 15°C et supérieures à 35°C sont létales pour la croissance du gombo (Dombia *et al.*, 2008).

Les chlorophylles, pigments verts des feuilles sont des composés organiques logés dans les chloroplastes des cellules

végétales. Ces pigments réalisent les premières étapes de la photosynthèse. L'activité photosynthétique est plus importante dans les feuilles jeunes que dans les feuilles âgées. La concentration en chlorophylle totale dans les feuilles est plus élevée au stade floraison qu'au stade végétatif ce qui favorise une photosynthèse plus appréciable. Cette hypothèse est corroborée par Nana (2010) qui a affirmé qu'une diminution de la teneur en chlorophylle peut induire une réduction de l'activité photosynthétique et par là affecter la disponibilité en photoassimilats.

La production en fruits (capsules) a permis de mettre la variété UAE22 en première position soit environ 12 capsules par plante dépassant de loin toutes les accessions. Cette valeur est supérieure à celle obtenue par Konaté (2013) avec la même variété, soit environ 4 capsules par plante et à celle obtenue par Nana (2009) soit 2 capsules en période froide et 2,33 capsules en période chaude pour des cultures en pots. Cet écart de production observé pour la même variété pourrait être dû aux différences de conditions de culture et celles climatiques car les productions de nos prédécesseurs sont obtenues à partir des cultures dans des pots alors que les nôtres sont obtenus dans des conditions de culture en plein champ. Le meilleur rendement 11,70 est obtenu après une culture au champ pendant la saison pluvieuse avec un amendement du sol à la fumure organique tandis que Konaté (2013) a cultivé la même variété en contre saison sous conditions de serre dans des pots avec un apport de la fumure organique. Nana (2009) affirme que le fait de ne pas cueillir les capsules au fur et à mesure a probablement inhibé l'apparition de nouveaux boutons floraux et par conséquent la formation de nouvelles capsules. Cependant les différences de rendement observées entre la variété UAE22 et les quatre accessions pourtant soumises aux mêmes conditions de culture, seraient liées aux facteurs intrinsèques de chaque plante. Cette justification est confirmée par Radhouane et al. (2014) qui ont affirmé que les processus impliqués dans l'élaboration du rendement d'une culture sont influencés par deux types de facteurs : ceux génétiques (intrinsèques à la plante) et ceux environnementaux. Les interactions génotypes-milieu jouent également un rôle important. La variété UAE22 qui a la BST la plus faible c'est-à-dire un faible développement végétatif a produit beaucoup plus de capsules ; chez cette variété les réserves auraient été détournées vers les organes reproducteurs pour la formation des fruits au détriment des organes végétatifs. Lafon et coll. (1998) justifient ce phénomène par une corrélation négative entre organes. Le poids sec d'une capsule semble être déterminant dans le rendement du gombo. Il ne suffit pas d'avoir un nombre élevé de capsules si à terme la masse sèche totale est insignifiante. Un bon rendement du gombo se joue donc sur le nombre et surtout la taille des capsules. C'est ainsi que le rendement de l'accession G263 (1,7) a rattrapé celui de la variété UAE 22 (1,64) à cause du poids élevé de ses capsules. Le nombre et le poids des capsules constituent de bons indicateurs de rendement de gombo (Sawadogo et al., 2006). L'accession G263 aurait des valeurs intrinsèques sur le plan végétatif, qui la différencient des autres. Cette propriété pourrait être exploitée à savoir la vigueur, en vue d'une production quantitative plus importante.

Les polyphénols (phénols totaux et flavonoïdes totaux) sont des métabolites secondaires à activité antioxydante. Les teneurs en phénols totaux et en flavonoïdes totaux dans les feuilles et les capsules ont révélé que toutes les cinq accessions et variété en

contiennent à des proportions variables selon les différentes parties de la plante. Ceci est attesté par Raven et al. (2000) qui ont affirmé que contrairement aux métabolites primaires qui sont présents dans toutes les cellules et qui sont indispensables à la vie de la plante, les métabolites secondaires ont une répartition limitée dans la plante elle-même. Aussi constatons-nous que chez toutes les accessions et variété, les capsules contiennent des proportions plus élevées de phénols totaux, ensuite les feuilles au stade floraison et enfin les feuilles au stade végétatif. Par ailleurs, ces teneurs sont inversement proportionnelles à celles des flavonoïdes. Des teneurs élevées en phénols totaux dans les organes étudiés correspondent à des teneurs faibles en flavonoïdes. Des résultats similaires ont été obtenus par Bationo (2007) avec les fruits de *Ficussycomorus*, *Lannea microcarpa* et *Ximenia americana*. Les métabolites secondaires sont inégalement répartis selon les organes et le stade de développement de la plante ; on les retrouve dans des compartiments particuliers des plantes qui les possèdent à des moments précis de la vie végétale (Raven et al., 2000). Etant donné que les polyphénols ne sont pas produits directement lors de la photosynthèse mais résultant de réactions chimiques ultérieures, nous pouvons admettre que la biosynthèse des phénols se fait de façon accrue dans les organes au moment où leur développement est maximal pour assurer leur protection et la fructification. Cette assertion est corroborée par Gautier et al. (2009) qui ont affirmé que tout comme les composés primaires, la composition des organes en métabolites secondaires évolue avec leur degré de maturité. Des études réalisées par Panadda et al. (2010) ont montré que les graines de fruits murs frais de gombo sont riches en phénols ( $1,42 \pm 0,02$  mg EAG/g d'extrait). Aussi Foluso et al. (2011) ont montré que la composition en phénols totaux de la farine de fleurs de *Musa paradisiaca* est améliorée par la poudre de graines séchées de fruits murs de gombo (de 7,32 mg EAG/g à 14,14 mg EAG/g). Cette accumulation des phénols dans les graines et les fruits au détriment des feuilles dans le cas de notre étude est la preuve d'un rôle particulier joué par les phénols totaux dans la graine tel que leur dispersion comme l'ont attesté Raven et al. (2000). Les flavonoïdes sont présents dans la cuticule foliaire et dans les cellules épidermiques des feuilles assurant ainsi la protection des tissus contre les effets nocifs du rayonnement solaire (Gehin, 2006). Leur inégale répartition et leur grande proportion dans les feuilles pourrait s'expliquer par le fait que les feuilles sont plus exposées à l'ensoleillement que les fruits. Mamyrbékova-Békro et al. (2011) ont trouvé des résultats similaires avec les feuilles, les écorces et tiges de 10 plantes médicinales. En définitif, nous pouvons dire que les polyphénols sont inégalement répartis selon les organes et stade de développement de la plante. La répartition inégale des polyphénols dans les différents organes d'une plante a été rapporté par plusieurs auteurs (Raven et al., 2000 ; Falleh et al., 2006 ; Gehin et al., 2006 ; Boubekri, 2014).

L'activité antioxydante d'un composé correspond à sa capacité à l'oxydation. En effet, la plupart des antioxydants de synthèse ou d'origine naturelle possèdent des groupes hydroxyphénoliques dans leur structure et les propriétés antioxydantes sont attribuées en partie à la capacité de ses composés naturels à piéger les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyles (OH<sup>•</sup>) et superoxydes (O<sup>2+</sup>) Bartosz (2003).

Dans la présente étude, les résultats de l'activité antioxydante sont exprimés en tant qu'activité anti-radicalaire ( $IC_{50}$ ) ou la concentration (mg/ml) en antioxydants de l'extrait pouvant causer 50% d'inhibition des radicaux libres du DPPH. La capacité antioxydante d'un composé est d'autant plus élevée que son  $IC_{50}$  est petite et sa teneur en phénols totaux est forte. A des fins comparatives, deux antioxydants de référence ont été utilisés dans cette étude : l'acide gallique et la quercétine. Ils ont ainsi montré une activité anti-radicalaire puissante avec des  $IC_{50}$  de 0,3 mg/ml et 0,38 mg/ml respectivement. Il ressort que l'activité anti-radicalaire des feuilles et capsules de gombo des cinq accessions et variété dont les  $IC_{50}$  qui ont varié entre 46,19 mg/ml et 63,76 mg/ml est faible par rapport à celle des substances de référence. Cependant, les  $IC_{50}$  obtenus nous permettent de dire que les feuilles et les fruits de gombo présentent un potentiel antioxydant intéressant et pourraient être utilisés dans la prévention des maladies liées au stress oxydatif. En effet les antioxydants interviennent dans la prévention et le traitement des maladies liées au stress oxydatif tel que les cancers, la cataracte, l'athérosclérose, le diabète, l'hypertension artérielle, les maladies neurodégénératives, l'arthrite, les pathologies du cœur, la maladie d'Alzheimer (Sikorski et Kolakowska, 2003 ; Liu, 2003 ; Riboli et Norat, 2003 ; Cole et al., 2005 ; Chun et al., 2005). Le plus bas  $IC_{50}$  (46,19 mg/ml) pour 1,407 mg EAG/g de phénols totaux obtenu dans notre étude et qui correspond à l'activité antioxydante la plus forte est enregistrée au niveau des fruits de l'accession G271 suivi de ceux de G263 (46,70 mg/ml pour 1,310 mg EAG/g de phénols totaux). Ces résultats sont en accord avec ceux de Panadda et al. obtenus en 2010 avec une  $IC_{50}$  de 44,1 mg/ml dans les graines de fruits murs de gombo. La légère différence entre les valeurs est due au fait que nous avons utilisé le fruit entier tandis que ces auteurs ont utilisé les graines uniquement qui sont par excellence le lieu de stockage des phénols totaux, source de l'activité anti-radicalaire. Nos résultats sont par contre différents de ceux de Folluso et al. (2011) qui ont obtenu une teneur en phénols totaux de 25,24 mg EAG/g dans la farine de graines séchées extraits de fruits murs de gombo. Cette différence confirme une fois de plus la concentration des phénols totaux dans les graines de gombo au détriment des autres parties de la plante. Les phénols totaux joueraient sans doute en plus de leur rôle de dispersion, la protection des graines durant la vie ralentie en retardant la dégradation des substances nutritives contenues dans la graine, et par conséquent le vieillissement. Tiwari (2004) a souligné que dans les systèmes biologiques, un antioxydant est une substance qui, à faible concentration comparativement à la quantité des substances oxydantes, retarde significativement ou prévient l'oxydation des substances comme les lipides, les protéines, les ADN et les carbohydrates.

La corrélation observée entre les phénols totaux et les  $IC_{50}$  des différentes parties de la plante indiquent que les composés phénoliques peuvent être la cause principale du pouvoir antioxydant des échantillons de plantes. Cette assertion est soutenue par Panadda et al. (2010) dans leur étude sur le gombo. Boubekri (2014) avait confirmé que l'activité antioxydante des aubergines étudiées est due principalement à leur composition phénolique et que les composés phénoliques sont des donneurs puissants de protons dans les légumes et fruits. D'autres auteurs comme Bonina et al. (2002), N'guessan et al. (2007), Hsu et al. (2007), Adedapo et al. (2008), Borneo

et al. (2009) et l'équipe de Meddour (2011) ont fait ressortir cet état de fait dans leurs études. Cependant, des valeurs élevées de phénols totaux ne correspondent pas de façon linéaire à une forte activité antioxydante. Le réactif Folin-Ciocalteu n'est pas spécifique aux phénols seulement mais à d'autres substances telles que les flavonoïdes, qui pourraient être également oxydés par ce produit. L'activité antioxydante ne peut donc être attribuée seulement aux phénols totaux mais à d'autres composés ayant un effet antioxydant telles que les tocophérols, les caroténoïdes, les flavonoïdes et les glucosinolates (Germano et al., 2002 ; Matthäus et Özcan, 2005 ; Zhi et al., 2008 ; Tlili et al., 2009).

## CONCLUSION

Au terme de ce travail dont l'objectif était d'apprécier les performances agronomiques, et physiologiques ainsi que les teneurs en polyphénols et les potentiels antioxydants d'une variété et quatre accessions de gombo, nous pouvons dire que les feuilles et les fruits de gombo contiennent des polyphénols sources d'activité anti-radicalaire. Les teneurs en phénols totaux ainsi que le potentiel antioxydant augmentent dans les feuilles en fonction du stade de développement de la plante et encore plus dans les fruits, avec une possibilité de reconversion entre les phénols totaux et les flavonoïdes. L'aptitude d'un système à piéger les radicaux libres du DPPH traduit sa capacité à inhiber la peroxydation des lipides (Nijidveldt et al., 2001). Au regard de leurs potentiels antioxydants enregistrés, les feuilles et fruits de gombo pourraient être utilisés pour piéger les radicaux libres de l'organisme, inhiber ainsi la peroxydation des lipides membranaires des cellules et prévenir les maladies liées au stress oxydatif. La teneur en chlorophylle totale des feuilles évolue aussi avec la croissance de la plante. Des cinq accessions et variété étudiées la plus productive est UAE22 ; celles qui ont des rendements appréciables sont G263 et UAEcf22 ; celles possédant les meilleurs potentiels antioxydants sont respectivement G271, G263, UAE22 et méritent qu'on leur accorde une attention particulière pour une vulgarisation de leur culture.

## Références bibliographiques

1. Adedapo A.A., Jimoh F.O., Afolayan A.J., Masika P.J., 2008. Antioxydant activities and phenolic contents of the methanol extracts of the stems of *Acokanthera oppositifolia* and *Adeniagummifera*. *BMC Complement Altern Med.*, 8 : 54 doi: 10.1186/1472-6882-8-54.
2. Adelakun O.E., Oyelade O.J., Ade-Omowaye B.I., Adeyemi I.A., Van de Venter M., Koekemoer T.C., 2009a. Influence of pre-treatment on yield chemical and antioxidant properties of a Nigerian okra seed [*Abelmoschus esculentus* (L) Moench] flour. *Food Chem. Toxicol.*, 46 (3): 657-661.
3. Arapitas P., 2008. Identification and quantification of polyphenolic compounds from okra seeds and skins. *Food Chem.*, 110, 1041-1045.
4. Bationo J.H., 2007. Etude phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante des fruits de *Ficus sycomorus* L. (Moraceae), *Lannea microcarpa* Engl. Et K.Kr. (Anacardiaceae), et de *Ximenia americana* L. (Olacaceae). Mem. DEA, Univ. Ouagadougou, 43p.

5. Beauval V., Grandval F., 2011. Les semences : intrant stratégique pour les agriculteurs. Grains de sel N° 52-53. La Revue d'Inter- réseaux ; Développement Rural.
6. Bonina F., Puglia C., Ventura D., Aquino R., Tortora S., Sacchi A., Saija A., Tomanio A., Pellegrino M.L., De Carparis P., 2002. In vitro antioxidant and in vivo photoprotective effects of a lyophilized extract of *Capparis spinosa* L. buds. *Journal of Cosmetic Science*, 53: 321-335.
7. Borneo R., Leon A.G., Aguirre A., Ribotta, P. et Cantero J.J., 2009. Antioxidant capacity of medicinal plants from the Province of Cordoba (Argentina) their in vitro testing in a model food system. *Food Chemistry*, 112 : 664 – 670.
8. Boubekri C., 2014. Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de *Solanum melongena* par des techniques électroniques. Thèse de doctorat de l'Université Mohamed khider-Biskra, 176p.
9. Chun S.S., Vattem D.A., Lin Y.T., Shetty K., 2005. Phenolic antioxidants from clonaloregano (*Origanum vulgare*) with antimicrobial activity against *Helicobacter pylori*. *Process Biochemistry*, 40,809-816.
10. Cole G.M., Lim G.P., Yang F., Teter B., Begum A., Ma Q., Harris-White M.C., Frautschy A., 2005. Prevention of Alzheimer's disease: omega-3 fatty acid and phenolic antioxidant interventions. *Neurobiol. Aging*, 26 : S133-S136.
11. Dehpour A.A., Ibrahimzadeh M.A., Fazel Seyed N. et Mohammad Seyed N., 2009. Antioxydant activity of the methanol extract of *Ferula assafoetida* and its essential oil composition. *Grasas Y Aceites*. Vol. 60. pp. 405-412.
12. Doumbia S., 2010. Produits de saison, Le gombo frais, *Les Echos*.
13. Duh P.D., 1998. Antioxydant of Burdock : Its scavenging effect on free-radical and active oxygen. *J.Am. Oil Chem. Soc.*, 75, 455-463.
14. Falleh H., Ksouri R., Abdelly C., 2006. Activité antioxydante et contenu en polyphénols dans les différents organes de l'artichaut sauvage *Cynara cardunculus*. *Revue des Régions Arides*, 341-344.
15. FAO, 2015. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
16. Foluso O., Adetuyi and Eniayo A. Komolafe, 2011. Effect of the addition of okra seed (*Abelmoschus esculentus*) flour on the antioxidant properties of plantain (*Musa paradisiaca*) flour. *Annual Review & Research in Biology*, 1 (4): 143-152.
17. Free radical scavenging activity, flavonoid and phenolic contents of selected Ivoirian plants. *IJONAS*, 4: 425-429.
18. Garcia-Alonso M., Pascual-Terasa, Santos-Buelga C., Rivas-Gonzalo J.C., 2004. Evaluation of the antioxidant properties of fruits. *Food Chemistry*, 84, 13-18.
19. Gautier H., Massot C., Stevens R., Serino S., Génard M., 2009. Regulation of tomato fruit ascorbate content is more highly dependent on fruit irradiance than leaf irradiance. *Annals of Botany*, 103, 495-504.
20. Gehin A., Guyon C., Nicod L., 2006. Glyphosate-induced antioxidant imbalance in Hacat: The protective effect of vitamins C and E. *Environ Toxicol Pharmacol*, 22, 27-34.
21. Germano M.P., De Pasquale R., D'Angelo V., Catania S., Silvari V., Costa C., 2002. Evaluation of extracts and isolated fraction from *Capparis spinosa* L. buds as antioxidant source. *J. Agric. Food Chem.*, 50 : 1168-1171.
22. Hamon S., 1988. Organisation évolutive du genre *Abelmoschus* (gombo). Coadaptation et évolution de deux espèces de gombo cultivées en Afrique de l'Ouest, *A. esculentus* et *A. cailli*. Paris, France : ORSTOM, Travaux et documents microédités n° 46. 191pp
23. Hsu C.Y., Chan Y.P., Chang J., 2007. Antioxidant activity of extract from *Polygonum cuspidatum*. *Biol Res*, 40:13-21.
24. Huang Z., Wang B., Eaves D.H., Shikani J.M., Pace R.D., 2007. Phenolic compound profile of selected vegetables frequently consumed by African American in the Southeast United States. *Food Chem.*, 103: 1395-1402.
25. Koleva I. I., Beck V. A. T., Linssen P. H. J., De Groot A., Evstatieva N. L., 2002. Screening of plants extracts for antioxidant activity: comparative study on three testing methods. *Phytochem. Anal.*, 13, 8-17.
26. Konaté B., 2013. Biofertilisation et stress hydrique du gombo [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]. Mém. DEA, Univ. Ouagadougou, 66p.
27. Koulibaly F., Traoré H., Tiendrebéogo L., 2002. Le riz au Burkina Faso, commercialisation, consommation, recherche. *Eureka*, pp. 77.
28. Kumar S., Dagnoko S., Haougui A., Ratnadass A., 2010. Okra (*Abelmoschus* spp.) in West and Central Africa: Potential and progress on its improvement. *African Journal of Agricultural Research*, 25, 3590-3598.
29. Lafon J. P., Tharaud-prayer C., Levy G., 1998. Biologie des plantes cultivées : physiologie du développement et amélioration. Tome 2, ANGERS, ISBN 2 – 7430 – 0259 – X, 150 p.
30. Liu R.H., 2003. Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *Am. J. Clin. Nutr.*, 78 : 517S - 520S.
31. MAE–CIRAD, 2002. Mémento de l'agronome. Jouve. ISBN 2-87614-522-7, 1691p.
32. Mamyrbékova-Békro J.A., N'Guessan A.H.O., Déliko C.E.D., Békro Y.A., 2011. Teneurs en composés phénoliques de 10 plantes médicinales employées dans la thérapie de l'hypertension artérielle, une pathologie émergente en Côte d'Ivoire. *Revue de génie industriel*, 6, 55-61.
33. Matthäus B. et Özcan M., 2005. Glucosinolates and fatty acid, sterol, and tocopherol composition of seed oils from *Capparis spinosa* Var. *spinosa* and *Capparis ovata* Desf. Var. *canescens* (Coss.) Heywood. *J. Agric. Food Chem.*, 53(18): 7136-7141.
34. Mckinney G., 1941. Absorption of light by chlorophyll solutions. *Biol. Chem.* 140: 315-332.
35. Meddour A., Yahia M., Benkiki N. Ayachi A., 2011. Etude de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits d'un ensemble des parties de la fleur du *Capparis spinosa* L. *Lebanese Science Journal*, Vol. 14, No. 1, 2013.
36. N'guessan J.D., Zirihi G.N., Kra A.K.M., Kouakou K., Djaman A.J., Guede-Guina F., 2007.

37. Nacoulma / Ouédraogo Odile Germaine, 1996. Plantes médicinales et pratiques médicales traditionnelles au Burkina Faso: cas du plateau central. Thèse de Doctorat de l'Univ. de Ouagadougou, 288p.
38. Nana R., 2010. Evaluation de la réponse au stress hydrique de cinq variétés de gombo [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]. Thèse de Doctorat de l'Univ. de Ouagadougou, 144p.
39. Nana R., Tamini Z., Sawadogo M., 2009. Effet d'un stress intervenu pendant le stade végétatif et la phase de floraison chez le gombo. *Int. J. Biol.Chem. Sci.*, 3 (5): 1161-1170.
40. Nijveltd R. J., Van Nood E., Van Hoorn R. E. C.; Boelens P. G., Van Norren K. and Van Leeuwen P. A. M., 2001. Flavonoids a review of probable mechanisms of action and potential applications. *American Journal of Clinicat Nutrition*, 74, 418-425.
41. Nutall S.L., Kendall M.J., Martin U., 1999. Antioxidant therapy for the prevention of cardiovascular disease. *The Quarterly Journal of medicine*, 92, 239-244.
42. Nzikou J.M., Mvoula T., Matouba E., Ouamba J. M., Kapseu C., Parmentier M., Desobry S., 2006. A study on gumbo seed grown in Congo Brazzaville for its food and industrial applications African, *Journal of Biotechnology*. 5(24), 2469-2475.
43. Oyen L.P.N., Lemmens R.H.M.J., 2002. Ressources végétales de l'Afrique tropicale. *PROTA précurseur*, ISBN 90-77114-03-3.
44. Panadda K., Walaiporn T., Noppakun P., Maître S., Piyanete C., 2010. Antioxidative activities and phenolic content of extracts from Okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Research Journal of Biological Sciences*, 5 (4): 310-313.
45. Radhouane L., Aissa N., Romdhane L., 2014. Effets d'un stress hydrique appliqué à différents stades de développement sur l'aspect quantitatif et qualitatif des semences chez un écotype autochtone de sorgho grain (*Sorghum bicolor*). *J. Appl. Biosci.* 74: 6149-6156.
46. Raven P., Ray F.E., Susan E.E., 2000. Biologie végétale. Eds. De Boeck Université. 944p. ISBN : 2-74750102-6.
47. Riboli E., Norat T., 2003. Epidemiologic evidence of the protective effect of fruit and vegetables on cancer risk. *Am. J. Clin. Nutr.*, 78 : 559S -569S.
48. Sarni-Manchado P., Cheyner V., 2006. Les polyphénols en agroalimentaire. Ed. Tec & Doc, 398p. ISBN: 2-7430-0805-9.
49. Sawadogo M., Balma D., Zombré G., 2006. Expression de différents écotypes de gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) au déficit hydrique intervenu pendant la boutonnisation et la floraison. *Base, Biotechnol. Agon. Soc. Environ.*, 10 (1): 43-54.
50. Sawadogo M., Balma D., Nana R., Sumda R. M. T., 2009. Diversité agromorphologique et commercialisation du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) à Ouagadougou et ses environs. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 3 (2): 326-336.
51. Sawadogo N., Nébié B., Kiébré M., Kando-Bationo P., 2014a. Caractérisation agro-morphologique des sorghos à grains sucrés (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8(5) : 2183-2197
52. Sikorski Z.E., Kołakowska A., 2003. Chemical a functional properties of food antioxidants on reactive oxidant and plasmalipid level. *Food Science and Biotechnology*, 2, 83-88.
53. Tiwari A.K., 2004. Antioxidant neo-generation therapeutic base for treatment of polygenic disorder. *Currence*, 86 (8), 1092-1102.
54. Tlili N., Nasri, N., Saadaori E., Khalidi A. et Triki S., 2009. Carotenoid and tocopherol composition of leaves, buds, and flowers of *Capparis spinosa* grown wild in Tunisia. *J. Agric. Food. Chem.*, 57(12): 5381-5385.
55. Velasquez E., Tournier H. A., Mordujovich de Buschiazzo P., Saavedra G., Schinnella G. R., 2003. Antioxidant activity of paraguay plant extracts. *Fitoterapia*, 74, 91-97.
56. Zhi P.R., Liang L.Z., Yi M. L., 2008. Evaluation of the Antioxydant Activity of *Syzygium cumini* Leaves. *Molecules*, 13:2545-2556.

**How to cite this article:**

Preeti Sahu *et al.* 2017, Environmental Noise Level And Its Control In The Healthcare Setup. *Int J Recent Sci Res.* 8(10), pp. 21154-21162. DOI: <http://dx.doi.org/10.24327/ijrsr.2017.0810.1022>

\*\*\*\*\*