



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

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

Potentiel thérapeutique et nutritionnel de quelques échantillons de thé vert consommé dans la région de Dakar au Sénégal

Mohamed EL BECHIR NACO^{1,2*}, Harouna TIRERA¹, Benoit Yaranga KOUMARE¹,
Dougoutigui Job TANGARA², Serigne Omar SARR¹, Djibril FALL¹,
Yerim Mbagnick DIOP, Bara NDIAYE et Amadou DIOP¹

¹ Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, Laboratoire de Chimie analytique et Bromatologie, B.P. 5005
Dakar, Sénégal.

² Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Laboratoire de Chimie analytique et
Bromatologie, B.P. 1805, Bamako, Mali.

*Auteur correspondant ; courriel : elbassinaco2000@gmail.com

Received: 06-04-2023

Accepted: 06-06-2023

Published: 30-06-2023

RESUME

Le thé vert (*Camellia sinensis*) est une boisson largement consommée au Sénégal en de multiples occasions comme les rencontres religieuses ou politiques, les cérémonies familiales (mariage, baptême, funérailles...). Ainsi l'objectif général de cette étude était de contribuer à une meilleure connaissance de la qualité nutritionnelle et du potentiel thérapeutique du thé vert vendu dans le marché dakarois. Les teneurs en éléments minéraux, en alcaloïdes, en composés phénoliques et en flavonoïdes de huit échantillons de thé vert ont été déterminées par Spectrophotométrie. La méthode AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1990) a également été utilisée. Par ailleurs, une évaluation du pouvoir antioxydant d'extraits d'échantillons de thé a été faite selon la méthode au DDPH. Les résultats des analyses a montré que dans tous les échantillons le potassium était l'élément minéral majoritaire avec une teneur de $1351,34 \pm 0,052$ mg/100 g tandis que la plus faible valeur a été obtenue avec le cuivre ($0,17 \pm 0,004$ mg/100 g). Les teneurs en alcaloïdes totaux variaient entre $0,71 \pm 0,0010$ g et $0,32 \pm 0,0020$ g tandis que celles en polyphénols totaux étaient comprises entre 103,18 mg et 67,14 mg. La teneur en flavonoïdes totaux la plus élevée dans le thé vert était de 49,31 mg et la plus faible était de 33,68 mg. Les extraits de thé ont montré une activité antioxydante modérée avec une CI_{50} minimal de $3,1 \pm 0,016$ mg/mL comparativement à l'acide ascorbique ($CI_{50} = 0,09 \pm 0,002$ mg/mL) utilisé comme standard. Cette étude nous a permis de montrer que nos échantillons de thé vert sont riches en éléments minéraux (potassium, sodium, calcium, magnésium, fer, zinc, et cuivre) et en composés phytochimiques (alcaloïdes, flavonoïdes, polyphénols totaux). Ce qui pourrait expliquer leur large consommation dans la région dakaroise et forte qualité antioxydante.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Thé vert, éléments minéraux, alcaloïdes, polyphénols, flavonoïdes, activité antioxydante.

Therapeutic and nutritional potential of some samples of green tea consumed in the Dakar region of Senegal

ABSTRACT

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v17i4.6>

9408-IJBCS

Green tea (*Camellia sinensis*) is a drink widely consumed in Senegal on many occasions such as religious or political meetings, family ceremonies (marriage, baptism, funeral, etc.). Thus the general objective of this study was to contribute to a better knowledge of the nutritional quality and the therapeutic potential of green tea sold in the Dakar market. The contents of mineral elements, alkaloids, phenolic compounds and flavonoids of eight green tea samples were determined by spectrophotometry. The AOAC (Association of Official Analytical Chemists) method (1990) was also used. In addition, an evaluation of the antioxidant power of extracts of tea samples was made according to the DDPH method. The results of the analyzes showed that in all the samples potassium was the major mineral element with a content of 1351.34 ± 0.052 mg/100 g while the lowest value was obtained with copper (0.17 ± 0.004 mg /100 g). The contents of total alkaloids varied between 0.71 ± 0.0010 g and 0.32 ± 0.0020 g while those of total polyphenols were between 103.18 mg and 67.14 mg. The highest total flavonoid content in green tea was 49.31 mg and the lowest was 33.68 mg. Tea extracts showed moderate antioxidant activity with a minimum IC_{50} of 3.1 ± 0.016 mg/mL compared to ascorbic acid ($IC_{50} = 0.09 \pm 0.002$ mg/mL) used as a standard. This study allowed us to show that our green tea samples are rich in mineral elements (potassium, sodium, calcium, magnesium, iron, zinc, and copper) and in phytochemicals (alkaloids, flavonoids, total polyphenols). This could explain their wide consumption in the Dakar region and their high antioxidant quality.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Green tea, mineral elements, alkaloids, polyphenols, flavonoids, antioxidant activity.

INTRODUCTION

Le thé vert (*Camellia sinensis*) est connu depuis plusieurs millénaires, en particulier par les populations asiatiques qui lui attribuaient des propriétés médicinales. C'est la boisson la plus populaire au monde après l'eau, préparée par infusion de feuilles de théier ou *Camellia sinensis*. Il est consommé en raison de sa saveur, ses caractéristiques aromatiques et ses effets bénéfiques pour la santé Krieps (2009). Le marché du thé est un marché singulier étant donné que les principaux pays producteurs, la Chine et l'Inde, sont également les principaux consommateurs. Selon une étude publiée par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture FAO (2018), la consommation et la production mondiales de thé devraient continuer à augmenter dans les dix prochaines années grâce à une forte demande provenant des pays en développement et des pays émergents. Le thé noir connaîtra une croissance de 2,2% par an pour atteindre 4,4 millions de tonnes de feuilles en 2027 (FAO, 2018). Le thé vert, très prisé en raison de ses bienfaits sur la santé, atteindra dans dix ans un taux de croissance de 7,5% par an, pour une quantité de 3,65 millions de tonnes (FAO, 2018). Une situation qui pourrait largement profiter à l'Afrique, qui, toujours d'après la FAO, sera l'un des marchés

les plus dynamiques de la consommation mondiale de thé.

La consommation de thé pourrait offrir une protection contre plusieurs types de cancers et réduire les risques de maladies cardiovasculaires et d'accidents vasculaires cérébraux ainsi que sa forte qualité antioxydante supérieure à celle de nombreux fruits et légumes (Balasundram et al., 2006). A Dakar, le thé est consommé par plus de la moitié de la population tout âge et sexe confondus (Bisilliat et al., 1983). L'augmentation de cette consommation est observée dans les différents quartiers où il rentre dans les mœurs alimentaires notamment, dans les regroupements de causerie, les cérémonies de mariage, de baptême. Cependant même si elle est très consommée aucune étude n'a été faite au Sénégal ni pour étayer ses bienfaits ou au contraire mettre en évidence ses problèmes de qualité. Or on assiste à une explosion de la publicité de cet aliment à travers différents média publics et privés.

C'est dans ce contexte que cette étude a été entreprise avec pour objectif de contribuer à une meilleure connaissance de la qualité nutritionnelle et du potentiel thérapeutique du thé vert vendu dans le marché dakarois.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Matériel végétal

Huit échantillons de différentes marques de thé vert (*Camellia sinensis*) importé de Chine et commercialisé au Sénégal ont été collectés au niveau des marchés de Dakar selon leur disponibilité et leur fréquence de consommation. Chaque échantillon était composé d'un paquet de dix (10) boîtes de 25 mg dont les contenus ont été mélangés pour constituer l'échantillon final.

Réactifs et solvants

Les réactifs utilisés dans cette étude étaient composés de solutions standards d'éléments minéraux à 1000 ppm, de poudre de quinine (pureté 99,0%), de thiourée (pureté 99,0%), de sulfate de sodium (pureté 99,0%), d'acide ascorbique (pureté 99,0%), de rutine (pureté 99,0%) et de 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (pureté 99,0%).

Les solvants comprenaient l'alcool éthylique (95°), l'eau distillée et l'acide nitrique (extra pure 60%) dilué à 10%. Ces réactifs et solvants, de qualité analytique, ont été achetés auprès de fournisseurs locaux.

Méthodes

Préparation de l'extrait aqueux

Après broyage de l'échantillon de thé vert à l'aide d'un broyeur électrique, l'extrait aqueux a été préparé par infusion de 20 g de poudre de thé dans 200 mL d'eau distillée portée à ébullition (100°C) pendant 10 minutes. La solution obtenue a été filtrée sur du coton hydrophile. Le filtrat a ensuite été concentré à l'aide d'un évaporateur rotatif et enfin séché à l'étuve à une température de 35°C.

Le rendement d'extraction de 20 g de feuilles de thé a été calculé en utilisant la formule suivante:

$$R\% = \frac{Mes}{Mpi} \times 100$$

- R%: Rendement en pourcentage;
- Mes: Masse d'extrait sec;
- Mpi: Masse de poudre de feuilles initiales.

Dosages des composés phytochimiques

Les alcaloïdes, les polyphénols totaux et les flavonoïdes, ont été dosés selon les méthodes spectrophotométriques décrites par Sreevidya et al. (2003); Vermerris et al. (2006) et Kumar et al. (2008) respectivement.

Les teneurs des différents composés phytochimiques ont été évaluées à partir de droites de régression linéaire obtenues à la suite de l'analyse de solutions standards de quinine (alcaloïdes), de rutine (flavonoïdes) et d'acide ascorbique (polyphénols).

Dosages des composés minéraux

Les éléments minéraux dans l'extrait aqueux de thé vert ont été analysés par la méthode AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1990). Les teneurs ont été obtenues à partir d'une droite d'étalonnage résultant de l'analyse d'une gamme d'étalonnage (0,5 à 5 ppm) préparée à partir des solutions standards à 1000 ppm des différents minéraux. La lecture par spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA) a été faite aux longueurs d'onde suivantes: 766,6 nm pour le potassium, 589,1 nm pour le sodium, 422,8 nm pour le calcium, 285,3 nm pour le magnésium, 248,5 nm pour le fer, 213,9 nm pour le zinc et 324,9 nm pour le cuivre.

La teneur en composé minéraux est calculée à partir de l'expression ci-dessous et exprimée en mg/100g d'extrait:

$$\text{Teneur en mg/100 g} = \frac{C \times 50 \times 100}{PE \times 100}$$

- C: Concentration de l'élément à doser en mg/l lue au SAA;
- PE: Prise d'essai en g.

Evaluation de l'activité antioxydante

A un volume de 50 µL d'extraits aqueux à différentes concentrations (0,5; 1; 2,5 et 5 mg/mL) est ajouté 1,95 mL de la solution du DPPH (10 mg dans 250 mL d'éthanol à 95°) conservée pendant 12 heures au frais. Parallèlement, un contrôle négatif a été préparé en mélangeant 50 µL d'éthanol avec 1,95 mL de la solution de DPPH. La lecture de l'absorbance était faite contre un blanc préparé pour chaque concentration à 517 nm après 30 minutes d'incubation à l'obscurité. Le contrôle positif représenté par une solution d'acide ascorbique a été testé à des concentrations

inférieures à celles des échantillons de thé (0,04; 0,06; 0,08; 0,1 et 0,12 mg/mL) car son activité était déjà maximale à 0,15 mg/mL (proche de 100%). Trois mesures ont été réalisées pour chaque échantillon Gheffour et al. (2015).

Les concentrations inhibitrices (CI50) ont été calculées graphiquement par la méthode des régressions logarithmiques des pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations de chacun des extraits testés (Garel, 2006; Scherer et al., 2009).

$$PI \% = \left[\frac{\{Abs\ contrôle - Abs\ test\}}{Abs\ contrôle} \right] \times 100$$

- Abs contrôle: Absorbance du contrôle (solution du DPPH sans extrait);
- Abs test: Absorbance en présence d'extrait;
- PI %: Pourcentage d'inhibition.

L'activité antiradicalaire (AAR) a été déterminée selon la formule proposée par Maisuthisakul et al. (2007).

$$AAR = \frac{1}{CI}$$

Analyse statistique

Les analyses statistiques des résultats ont été effectuées grâce au logiciel STATISTIA 7.1 (six sigma). Une analyse de variance a été effectuée pour calculer les différences significatives au niveau des données au seuil $\alpha = 0,01$. Toutes les analyses sont faites en trois répétitions et les résultats sont présentés sous forme de moyenne \pm écart type standard à la moyenne (ESM). Les présentations graphiques ont été réalisées au moyen de Microsoft Office Excel 2010.

RESULTATS

Rendements d'extraction

L'extraction de 20 g de poudre de thé par infusion des échantillons à donner des rendements compris entre 18,4 et 23,2% (Figure 1). Le rendement le plus élevé est celui retrouvé avec Thé La Force (%) et le faible celui du thé vert de Chine (%).

Teneurs en alcaloïdes

Les teneurs en alcaloïdes totaux des extraits aqueux d'échantillons de thé vert sont données dans le Tableau 1. Les résultats

montrent que les teneurs en alcaloïdes totaux varient d'un échantillon de thé à un autre avec des valeurs situées entre $0,32\% \pm 0,0020$ et $0,71\% \pm 0,0010$. La teneur en alcaloïdes totaux la plus faible est celle du thé Forté ($0,32\% \pm 0,0020$) et la plus élevée est celle du thé Koutam ($0,71\% \pm 0,0010$).

Polyphénols totaux

Les teneurs en polyphénols totaux des échantillons de thé analysés variaient entre 67,14 et 103,18 mg EAA/g MS. Le thé Maleka avec 103,18 mg EAA/g MS est plus riche en polyphénols totaux que les autres marques de thé. Le thé Flécha a enregistré la plus faible teneur qui était de 67,14 mg EAA/g MS (Figure 2).

Flavonoïdes

Les extraits étudiés ont présenté des teneurs en flavonoïdes totaux variables avec la valeur la plus élevée pour le thé vert de Chine (49,31 mg ER/g MS). Le thé Koutam a enregistré la plus faible valeur avec 33,68 mg ER/gMS (Figure 3).

Teneurs en éléments minéraux

Le calcul des valeurs moyennes des teneurs en éléments minéraux des huit échantillons montre que la valeur est élevée pour le Forté ($1539,22 \pm 0,0859$) et plus faible pour le thé Flécha ($1124,14 \pm 0,0675$) sont donnés dans le Tableau 2.

Teneurs en potassium

Les résultats de notre étude nous indiquent que le potassium est l'élément le plus abondant dans nos échantillons de thé analysés avec des teneurs comprises entre $936,64 \pm 0,0016$ et $1351,34 \pm 0,052$ mg/100 g de MS; la teneur la plus élevée est celui du thé Forté et la plus faible celui du thé Flécha.

Teneurs en sodium

Les teneurs en sodium étaient comprises entre $89,38 \pm 0,001$ et $189,79 \pm 0,018$ mg/100 g de MS; la teneur la plus élevée a été retrouvée avec le thé Koutam et la plus faible avec le thé Flécha.

Teneurs en calcium

Les teneurs en calcium des échantillons de thé variaient entre $15,95 \pm 0,048$ et $35,58 \pm 0,016$ mg/100 g de MS. La teneur en calcium est plus élevée dans le thé Forté et plus faible dans le thé La Force.

Teneurs en magnésium

Les teneurs en magnésium des échantillons de thé étaient comprises entre $13,67 \pm 0,0004$ et $18,18 \pm 0,0011$ mg/100 g de MS. Elles sont plus élevées dans le thé vert de Chine et plus faible dans le thé Flécha.

Teneurs en fer

Les teneurs en cet oligo-élément essentiel des échantillons de thé variaient entre $7,13 \pm 0,0037$ et $13,09 \pm 0,009$ mg/100 g de MS; ces taux sont plus élevés dans le thé La Force et plus faible dans le thé Flécha.

Teneurs en zinc

Les teneurs en zinc des échantillons de thé sont comprises entre $1,19 \pm 0,002$ et $4,41 \pm 0,002$ mg/100 g de MS avec des taux plus élevés dans le thé Maleka et plus faible dans le thé Azawad.

Teneurs en cuivre

Les teneurs en cuivre des échantillons de thé variaient entre $0,17 \pm 0,004$ et $1,43 \pm 0,010$ mg/100 g de MS; Ces taux sont plus élevés dans le thé Koutam et plus faible dans le thé Forté.

Activité antioxydante des échantillons de thé

L'activité antioxydante des extraits de thé est illustrée dans la Figure 4. Les résultats ont montré une augmentation des pourcentages d'inhibition en fonction des concentrations des extraits aqueux et de l'acide ascorbique.

Aux concentrations de 0,5 à 2,5 mg/mL, il est observé une activité antioxydante moyenne des différents extraits avec un PI de l'absorbance plus important pour le thé Koutam.

À 5 mg/mL, les extraits aqueux des échantillons de thé vert ont révélé une activité importante avec des pourcentages d'inhibitions variant entre 52,0 et 70,3%.

Pour une meilleure illustration de l'activité antioxydante, les CI_{50} des extraits aqueux testés ainsi que le produit de référence (Acide ascorbique) ont été déterminés (Tableau 3). L'activité antioxydante de l'acide ascorbique avec une CI_{50} de $0,09 \pm 0,002$ mg/mL.

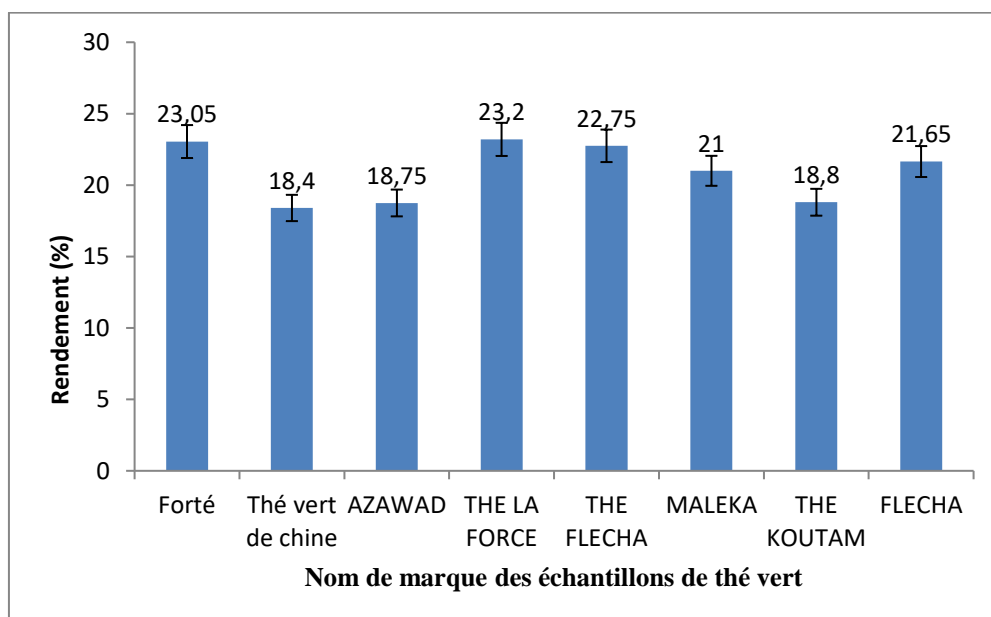


Figure 1: Rendement des différents extraits aqueux des marques de thé vert.

Tableau 1: Teneurs en alcaloïdes totaux des extraits aqueux d'échantillons de thé vert exprimées en g équivalent de quinine pour 100 g de produits bruts.

Echantillons de thé	Teneurs en alcaloïdes totaux (%)
Forté	0,32±0,0020
Thé vert de chine	0,45±0,0010
Azawad	0,56±0,0015
Thé la force	0,34±0,0020
Thé Flécha	0,35±0,0020
Maleka	0,44±0,0015
Thé Koutam	0,71±0,0010
Flécha	0,58±0,0010

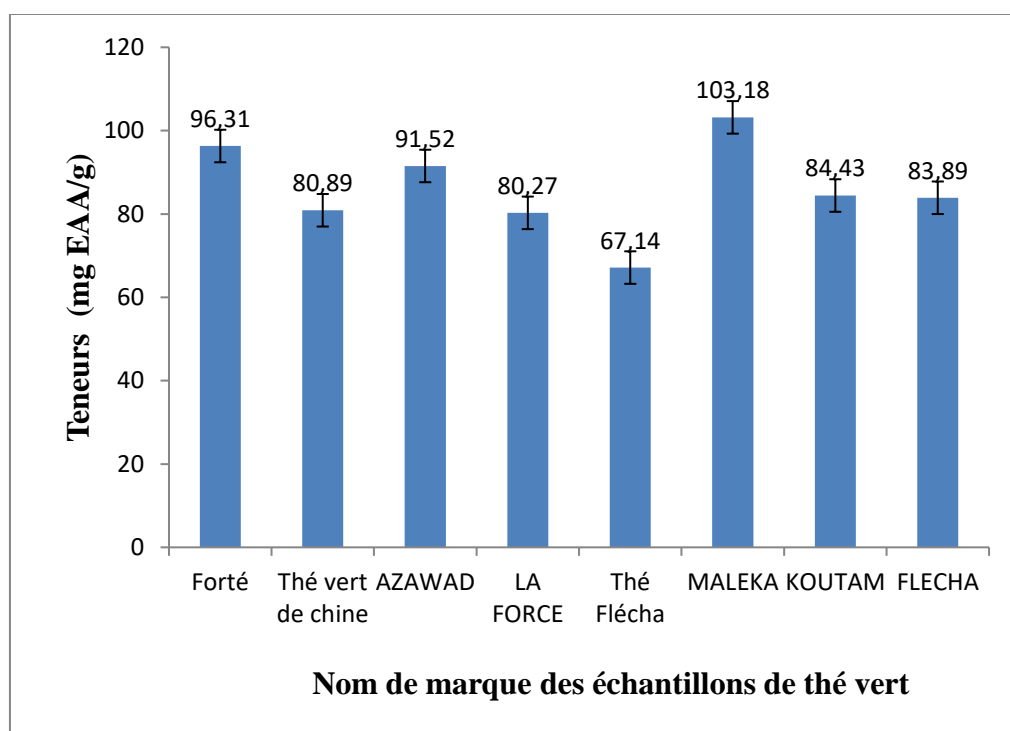


Figure 2: Teneurs en polyphénols totaux (mg EAA/g MS) des extraits aqueux.

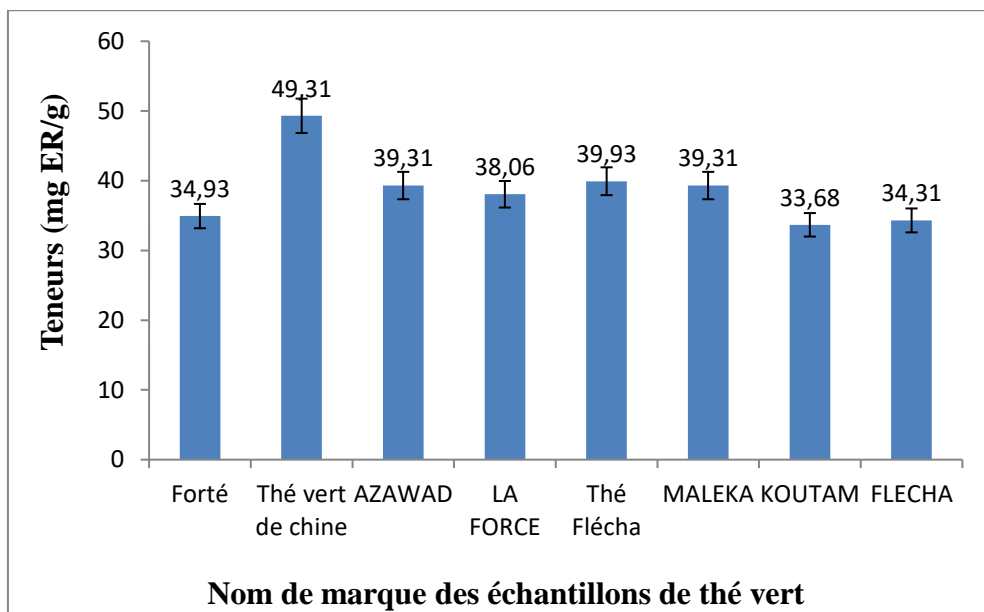


Figure 3: Teneurs en flavonoïdes totaux des extraits aqueux.

Tableau 2: Teneurs en éléments minéraux (mg/100g) des huit échantillons de thé vert.

Echantillons de thé	Potassium	Sodium	Calcium	Magnésium	Fer	Zinc	Cuivre
teneurs en mg/100g							
Forté	1351,34±0,052	122,60±0,005	35,58±0,016	17,04±0,0004	11,27±0,0049	1,22±0,003	0,17±0,004
Thé vert de chine	1281,56±0,002	181,75±0,002	28,81±0,007	18,18±0,0011	11,14±0,0041	2,78±0,011	0,88±0,027
Azawad	1235,48±0,0002	107,23±0,008	20,87±0,006	15,21±0,064	12,73±0,008	1,19±0,002	1,06±0,042
Thé la Force	1170,30±0,0006	171,64±0,001	15,95±0,048	14,84±0,005	13,09±0,009	2,21±0,001	1,07±0,013
Thé Flécha	936,64±0,0016	126,81±0,0059	21,51±0,030	15,01±0,016	11,96±0,019	1,93±0,002	0,87±0,007
Maleka	1080,84±0,0014	160,89±0,002	19,65±0,047	15,64±0,003	10,38±0,009	4,41±0,002	1,41±0,004
Thé Kouram	1168,42±0,003	189,79±0,018	24,07±0,010	17,41±0,002	07,87±0,0037	2,48±0,0004	1,43±0,010
Flécha	993,32±0,0005	89,38±0,001	17,97±0,009	13,67±0,0004	07,13±0,018	1,88±0,001	0,79±0,038

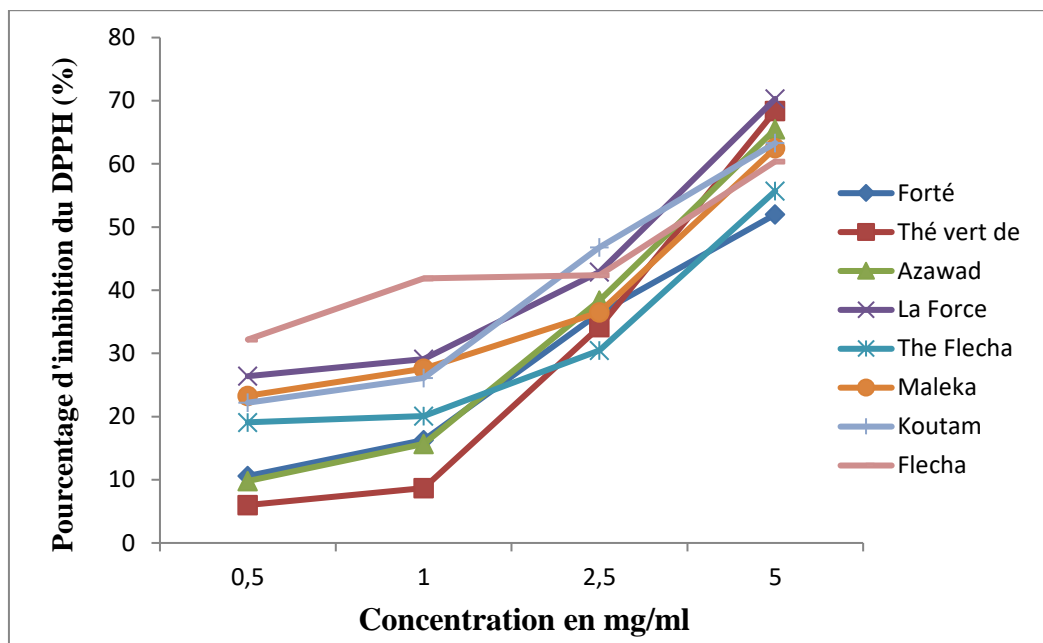


Figure 4: Pourcentages d'inhibition du DPPH des extraits aqueux de thé.

Tableau 3: CI_{50} et activité antiradicalaire des extraits aqueux et de l'acide ascorbique.

Nom de marque des échantillons	Concentration d'inhibition (CI_{50}) en mg/ml	Activité antiradicalaire mg/ml ⁻¹
Forté	4,8±0,022	0,208
Thé vert de chine	3,7±0,018	0,270
Azawad	3,8±0,019	0,263
Thé la Force	3,1±0,016	0,322
Thé Flécha	4,4±0,011	0,227
Maleka	3,6±0,010	0,277
Koutam	3,6±0,003	0,277
Flécha	3,5±0,010	0,285
Acide ascorbique	0,09±0,002	11,1

DISCUSSION

L'extraction de la poudre des échantillons de thé par infusion a donné des rendements compris entre 18,4 et 23,2%, ces valeurs sont proches de celles trouvées par Hayet (2016), qui avait obtenu un rendement de 23% avec la même méthode. Cependant, Selma (2010), a trouvé une valeur légèrement supérieure à celle de cette étude (31,5%). Ceci pourrait s'expliquer par les différences de température et de durée d'infusion. Toutefois, les rendements obtenus ne sont pas négligeables et pourraient témoigner de la richesse en composés phytochimiques (alcaloïdes, composés phénoliques, flavonoïdes, polyphénols totaux) des échantillons de thé vert. La présence de ces composés pourrait expliquer certaines propriétés thérapeutiques du thé. Les teneurs en alcaloïdes totaux retrouvés dans les échantillons de thé varient les uns des autres et sont proches de celles rapportées par d'autres auteurs avec d'autres plantes telles *Datura innoxia* Mill, *Balanites aegyptiaca*, *Berberis aristata* et *Piper longum* par (Sreevidya et al., 2003; Garel, 2006; Togola, 2015). Cela peut s'expliquer par différents facteurs qui peuvent influencer la qualité du thé vert notamment les facteurs agronomiques, l'âge du théier ainsi que les facteurs technologiques d'élaboration du thé vert. Par exemple, Togola et al. (2019), ont montré que le taux d'alcaloïdes totaux dans les feuilles de *Datura innoxia* Mill. augmente de façon régulière au cours du développement pour atteindre son pic à la 8^{ème} semaine avant de régresser de façon continue jusqu'à la 13^{ème} semaine (Griffin et al., 2000), ont mené des études sur *Balanites aegyptiaca*, qui est une espèce ligneuse sauvage, et ont montré que les feuilles âgées sont plus riches en alcaloïdes que les jeunes feuilles; de même les jeunes racines sont plus riches en alcaloïdes que les jeunes feuilles. Ainsi le processus de production des alcaloïdes et leur localisation au cours du développement de la plante peuvent varier d'un organe à l'autre et au sein du même organe d'un stade et à un autre. En effet, des études ont rapporté que les alcaloïdes présentent des propriétés antibactériennes (sur le *Staphylococcus aureus* surtout le tartrate de

borreverine), des propriétés analgésiques et antispasmodiques. Les résultats de la teneur en polyphénols totaux varient d'un échantillon à un autre, ces variations de teneurs peuvent être expliquées par l'origine géographique des thés analysés et la différence au niveau des standards utilisés lors de l'analyse. Les résultats de notre étude se rapprochent de ceux de Izzreen et al. (2013), qui ont trouvé des valeurs comprises entre 63,87 et 80,3 mg EAG/g MS (Dereje et al., 2016), ont obtenu des résultats nettement inférieurs avec des teneurs comprises entre 31,6 et 42,1 mg EAT/g MS. Des études faites par Aganga et al. (2003); Pedneault et al. (2001), ont montré que les facteurs extrinsèques (géographiques et climatiques), les facteurs génétiques, mais également le degré de maturation de la plante et la durée de stockage ont une forte influence sur le contenu en polyphénols. Ces différences de teneurs peuvent être aussi dues à la faible spécificité du réactif de Folin-Ciocalteu qui est l'inconvénient principal du dosage colorimétrique. Le réactif est extrêmement sensible à la réduction de tous les groupes hydroxyles, non seulement ceux des composés phénoliques, mais également de certains sucres et arômes (Vermerris et al., 2006). Les variations de la teneur en flavonoïdes dans nos extraits de thé peuvent être liées aux conditions climatiques (température élevée, exposition solaire, sécheresse et salinité) qui stimulent la biosynthèse des métabolites secondaires tels que les flavonoïdes (Fallah et al., 2008), la région et la date de la récolte, la méthode d'extraction et les solvants utilisés Tirichine (2010). Nos résultats sont supérieurs à ceux trouvés par (Izzreen et al., 2013; Sheikh et al., 2015), qui ont trouvé des teneurs respectives de 20,90 et 22,61 mg EQ/g MS, mais ils avaient utilisé un procédé extractif différent, tandis que Bizuayehu et al. (2016), ont enregistré une teneur de 23,2 mg EC/g MS. L'analyse de la composition minérale a révélé la présence du potassium, du sodium, du calcium, du magnésium, du fer, du zinc, et du cuivre à des concentrations de différentes d'un extrait de thé à un autre. Le calcul des valeurs moyennes de nos différents extraits de thé nous a donné des valeurs plus élevées pour thé Forté et la

plus faible le thé Flécha respectivement $1539,22 \pm 0,0859$ et $1124,14 \pm 0,0675$ mg/100 g de MS. Cela pourrait expliquer une forte présence des éléments minéraux dans le thé Forté par rapport aux autres thés.

Les teneurs en potassium de nos extraits de thé sont de l'ordre de (936,64 et 1351,34 mg/100 g de MS), ces résultats sont proches de celles trouvées par Banerjee et al., (2005); Mossion. (2007) qui ont trouvé des concentrations de l'ordre de 20 mg/g ou 9000-34000 ppm. La teneur en potassium du thé dépend de l'origine, de la situation topologique du jardin de thé, et du savoir-faire général apporté à la production des différents types de thés verts. Le potassium fait partie des différents éléments minéraux dont la plante a besoin pour sa croissance. Le taux élevé en potassium des feuilles pourrait s'expliquer par le fait que la plante absorbe et véhicule le maximum de potassium vers les parties aériennes afin d'assurer l'ajustement osmotique et par conséquent assurer la survie des plantes. L'apport quotidien recommandé pour le potassium est de 800 à 5000 mg/j pour enfant et 3000 à 4000 mg/j pour adulte CSS (Conseil Supérieur de la Santé) (2016). Les thés constitueraient de bonnes sources de potassium. Les teneurs en sodium de nos extraits de thé sont faibles et varient entre 89,38 à 189,79 mg/100 g de MS. La faible teneur en sodium des extraits de thé pourrait être utilisée dans le traitement de l'hypertension et des maladies rénales selon Emebu et Anyika. (2011). Le taux de potassium des feuilles étant plus élevé que celui de sodium, cela signifierait que nos extraits de thé pourraient prévenir l'hypertension artérielle (Adepoju et Oyewole., 2008). Car l'effet bénéfique d'une restriction sodée sur le contrôle de l'hypertension artérielle est accru par une augmentation concomitante de l'apport en potassium (Geleijns et al., 2003).

Le calcium fait partie des éléments minéraux essentiels à la croissance de la plante et sont fonction du nombre de récoltes, de l'âge des feuilles, de la partie de la plante récoltée, et des techniques de transformation Mossion, (2007). La composition minérale de nos extraits de thé en calcium est faible et varie

(15,95 à 35,58 mg/100 g de MS), ces résultats sont nettement inférieurs ceux trouvés par Fremaux (2001) et Mossion (2007) respectivement 80 mg/100 g de MS et 360 à 550 mg/100 g de MS. Les teneurs en magnésium de nos extraits de thé varient (13,67 à 18,18 mg/100 g MS). La présence du magnésium dans le thé vert peut s'expliquer par son apport comme fertilisant lors de la culture qui augmenterait la biomasse (1,4 fois pour un théier de 2 ans), la concentration en acides aminés et l'activité du nitrate réductase dans la feuille du thé. Les feuilles matures sont plus riches en magnésium. Nos résultats sont proches de ceux trouvés par Falade et al. (2005); Aluko et al. (2012). Le fer est un oligo-élément indispensable pour la croissance humaine. Il intervient dans plusieurs fonctions biologiques, en particulier dans le transport de l'oxygène par les globules et son stockage dans les muscles (Alais et al., 2008). Les teneurs en fer de nos extraits de thé varient (7,13 à 13,09 mg/100 g de MS), ces résultats sont proches de ceux trouvés par Matsuura et al., (2001). Cependant, Mossion (2007) a rapporté des teneurs supérieures à celles trouvées dans notre étude comprise entre 33,1 et 70,2 mg/100 g de MS. Ces variations pourraient être dues à la disparité des sols de culture mais aussi aux différents apports en pesticides et/ou engrais.

Le zinc est un oligo-élément essentiel pour la croissance, le développement et le maintien de la fonction immunitaire, ce qui renforce la prévention et la guérison de maladies infectieuses. Les produits carnés sont les meilleures sources de zinc (Walker et al., 2005), et par conséquent, les carences en zinc sont habituellement observées chez les populations qui consomment une alimentation pauvre en protéines animales. Le taux de zinc des différents extraits est de l'ordre de 1,22 à 4,41 mg/100 g MS. Ces valeurs sont proches de celles obtenues par Falade et al. (2005); Chen et al. (2009) qui étaient comprises entre 24,19 à 31,86 mg/kg. Cependant Fremaux (2001); Matsuura et al. (2001); Mossion (2007), ont rapporté des teneurs de l'ordre du $\mu\text{g/g}$ de MS inférieures à celles de cette étude. Les thés seraient de bonnes sources de zinc car l'apport nutritionnel minima est de 1,6 à 3,6 mg/j

(enfants) et 4 à 5 mg/j (adultes) (Alais et al., 2008).

Le cuivre est un oligo-élément qui joue un rôle vital dans divers métabolismes dont la qualité des cartilages, la minéralisation des os, la synthèse et la régulation des peptides neurotransmetteurs, l'immunité et le métabolisme du fer, au niveau du métabolisme oxydatif du glucose et est donc à ce titre essentiel au fonctionnement du myocarde. (Alais et al., 2008). Les taux en cuivre dans nos extraits de thé varient de 0,17 à 1,43 mg/100 g MS. Ces teneurs sont semblables à celles obtenues par Chen et al. (2009) qui ont travaillé sur huit variétés du théier *Camellia sinensis*. Cependant nos résultats sont inférieurs à ceux de Mossion (2007) qui étaient compris entre 1,9 et 2,8 mg/100 g de MS. La présence du cuivre dans le thé trouve son explication selon Jin et al. (2008) dans l'utilisation, pendant la transformation du thé, de plaques en cuivre qui semblent être une source de contamination.

L'évaluation de l'activité antioxydante nous indique que nos extraits de thé relèvent une activité importante avec des PI variant entre (50,0 à 70,3%). Le thé Forté a présenté le meilleur PI à une concentration de 5 mg/mL ($70,2 \pm 0,005$) avec une CI_{50} à l'ordre de $3,1 \pm 0,01$ mg/mL. Une activité plus puissante a été observée par l'acide ascorbique, avec $CI_{50} = 0,09 \pm 0,002$ mg/mL. Cette activité antioxydante est fortement liée à la richesse de thé vert en polyphénols et en alcaloïdes. Nos résultats sont moins bons que ceux de Izzreen et Mohd Fadzelly (2013) et de Pereira et al. (2014), Lan et al. (2014) qui ont trouvé des valeurs de CI_{50} plus faibles de l'ordre de 0,04; 0,26 et 1,4 µg/mL, respectivement. La variation du pouvoir antioxydant des différents extraits pourrait s'expliquer par leur richesse différentielle en polyphénols et plus particulièrement la nature de ces composés. En effet, les polyphénols possèdent une structure chimique idéale pour capturer les radicaux libres et d'après certaines études, ils sembleraient être responsables de l'activité de piégeage de ces derniers (Santos-Gomes et al., 2002; Babu et al., 2006; Karou et al., 2011).

Conclusion

L'objectif de cette étude était de contribuer à une meilleure connaissance de la qualité nutritionnelle et du potentiel thérapeutique du thé vert vendu dans le marché dakarois. Les résultats de l'étude révèlent que le thé vert commercialisé sur le marché dakarois peut constituer une bonne source d'éléments nutritionnels à type de minéraux et possède un potentiel thérapeutique lié à la présence de composés phénoliques et d'alcaloïdes à l'origine d'une certaine activité antioxydante. Au vu de ces résultats, il est nécessaire d'élargir et d'approfondir le travail analytique par une augmentation de la taille de l'échantillon, la poursuite de l'analyse minérale ou la recherche de contaminants notamment les métaux lourds, les pesticides ou les moisissures.

CONFLIT D'INTERÊTS

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts relatif à ce travail.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

MEIBN et HT ont initié les travaux pour contribuer à une meilleure connaissance de la qualité nutritionnelle et du potentiel thérapeutique du thé vert vendu dans le marché dakarois, exploité les résultats. MEIBN a rédigé l'article. SOS et DF ont supervisé le travail au laboratoire. YMD et BYK ont autorisé la réalisation du travail au laboratoire. SOS, DF, YMD BYK et AD ont contribué à la connaissance de la qualité nutritionnelle et du potentiel thérapeutique du thé vert. AD a relu et corrigé l'article.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les responsables du laboratoire de Chimie Analytique et Bromatologie de la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontologie de l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar et les techniciens pour leur aide à la bonne réalisation des travaux.

REFERENCES

Adepoju OT, Oyewole EO. 2008. Nutritional importance and micronutrient potentials

- of two non-convectonal indigenous green leafy vegetables from Nigeria". *Agricultural Journal*, **3**(5): 362-365.
- Aganga AA, Mosase KW. 2001. Tannins content, nutritive value and dry matter digestibility of *Lonchocarpus capassa*, *Ziziphus mucronata*, *Sclerocarya birrea*, *Kirkia acuminata* and *Rhus lancea* seeds. *Animal Feed Science and Technology*, **91**(1): 107-113. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00235-8](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00235-8).
- Alais C, Linden G, Miclo L. 2008. *Biochimie Alimentaire* (6e édn). Dunod : Paris ; p.260.
- Aluko BT, Oloyede OI, Afolayan AJ. 2012. "Phytochemical and nutrient compositions of the leaves of *Ocimum canum* Sims". *African Journal of Biotechnology*, **11**(63): 12697-12701. DOI: 10.5897/AJB11.3418.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis* (15th edn), Helrich K (ed). Association of Official Analytical Chemists: Arlington, Virginia 22201, USA.
- Babu PVA, Sabitha KS, Shyamaladevi CS. 2006. Therapeutic effect of green tea extract on oxidative stress in aorta and heart of streptozotocin diabetic rats. *Chemico-Biological Interactions.*, **162**(2): 114-120. DOI: doi.org/10.1016/j.cbi.2006.04.009.
- Balasundram N, Sundram K, Samman S. 2006. Phenolic compounds in plants and agriindustrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, **99**(1): 191-203. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.07.042.
- Banerjee M, Vats P. 2014. Métabolites réactifs et polymorphismes des gènes antioxydants dans le diabète de type 2. *Biologie Redox.*, **2**: 170-177.
- Bisilliat J, Fiéloux M. 1983. *Femmes du Tiers-Monde*. Le Sycomore: Paris; p.122 (Actuels). DOI:10.3917/machr1.101.0119.
- Bizuayehu D, Atlabachew M, Ali MT. 2016. Determination of some selected secondary metabolites and their in vitro antioxidant activity in commercially available Ethiopian tea (*Camellia sinensis*). *Springer Plus.*, **5**(1): 412. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40064-016-2056-1>.
- Chen Y, Yu M, Xu J, Chen X, Shi J. 2009. Differentiation of eight tea (*Camellia sinensis*) cultivars in China by elemental fingerprint of their leaves. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **89**: 2350-2355. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.3716>.
- CSS. 2016. Recommandations nutritionnelles pour la Belgique 2016: Nouveaux repères pour les nutriments et l'énergie. N°9285. <https://www.health.belgium.be/fr/avis-9285-recommandations-nutritionnelles-pour-la-belgique-2016>.
- Dereje G, Adisu T, Mengesha M, Bogale T. 2016. The Influence of Intercropping Sorghum with Legumes for Management and Control of Striga in Sorghum at Assosa Zone, Benshangul Gumuz Region, Western Ethiopia, *East Africa. Adv Crop Sci Tech.*, **4**: 238. DOI: 10.4172/2329-8863.1000238.
- Emebu PK, Anyika JU. 2011. Proximate and mineral composition of Kale (*Brassica oleracea*) grown in delta state, Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition.*, **10**(2): 190-194.
- Falade OS, Otemuyiwa IO, Oladipo A, Oyedapo OO, Akinpelu BA, Adewusi SRA. 2005. The chemical composition and membrane stability activity of some herbs used in local therapy for anemia. *Journal of Ethnopharmacology.*, **102**(1): 15-22. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.04.034>.
- Falah, S, Suzuki T, Katayama T, 2008. Chemical constituents from *Swietenia macrophylla* bark and their antioxidant activity. *Pakistan Journal of Biological Sciences.*, **11**(16): 2007-2012.
- FAO. 2018. Current market situation and medium-term outlook. Intergovernmental Group on Tea, 23rd session, Hangzhou, the People's Republic of China, 17-20 May 2018.

- Fremaux S. 2001. Les vertus de thé vert Thèse Doct. Pharm., Lille.
- Garel E. 2006. Sources et intérêt de la théanine présente dans le thé et ses préparations. Thèse d'exercice de Pharmacie. Université de Rennes I, p.85.
- Geleijnse JM, Kok FJ and Grobbee DE. 2003. Blood pressure response to changes in sodium and potassium intake : a meta-regression analysis of randomised trials. *Journal of Human Hypertension*, **17**(7): 471-480. DOI: <https://doi.org/10.1038/sj.jhh.1001575>.
- Gheffour K, Boucherit K, Boucherit OZ. 2015. Étude phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante des extraits d'*Echinops spinosus*. *Phytothérapie*, **13**: 288-294. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10298-015-0917-8>.
- Griffin WJ, Lin GD. 2000. Chemotaxonomic and geographical relationship of tropane alkaloid producing plants. *Phytochemistry*, **53**: 623-637. Hafner Press. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(99\)00475-6](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(99)00475-6).
- Hayet E, Kaouthar L, Fatma Th, Fethia S, Mahjoub A, Maha M. 2016. *In Vitro* Anticandidal, Antiviral and Antioxidant Activities of *Cucumis melo* L. var. cantalupensis Naud Extracts. *Journal of Food and Nutrition Research*, **4**(9): 596-599. DOI: 10.12691/jfnr-4-9-6.
- Izzreen NQMN, Fadzelly MAB. 2013. Phytochemicals and antioxidant properties of different parts of *Camellia sinensis* leaves from Sabah Tea Plantation in Sabah. *International Food Research Journal*, **20**(1): 307-312.
- Karou SD, Tchacondo T, Ouattara L, Anani K, Savadogo A, Agbonon A, Ben Attaia M, De Souza C, Sakly M, Simpore J. 2011. Antimicrobial, antiplasmodial, haemolytic and antioxidant activities of crude extracts from three selected Togolese medicinal plants. *Asian Pacific J. Tropical Med.*, **4**(10): 808-813. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(11\)60199-5](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(11)60199-5).
- Kriepps M. 2009. Le thé: origine, actualité et potentialités. Thèse d'exercice de pharmacie. Université Henri Poincaré de Nancy 1, p.213.
- Kumar J, Surh Y. 2008. Cancer chemopreventive and therapeutic potential of resveratrol: Mechanistic perspectives. *Cancer Lett*, **269**: 243--246. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2008.03.057>.
- Lan SB, Wu L, Zhang DL, Hu CX, Liu YD. 2010. Effects of drought and salt stresses on man-made cyanobacterial crusts. *European Journal of Soil Biology*, **46**(6): 381-386. DOI: 10.1016/j.ejsobi.2010.08.002.
- Maisuthisakul P, Suttajit M, Pongsawatmmit R. 2007. Assessment of phenolic content and free radical scavenging capacity of some Thai indigenous plants, *Food Chemistry*, **100**: 1409-1418. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.11.032>.
- Matsuura H, Hokura A, Katsuki F, Itoh A, Haraguchi H. 2001. Multielement determination and speciation of major-to-trace elements in black tea leaves by ICP-AES and ICP-MS with the aid of size exclusion chromatography. *Analytical sciences : The International Journal of the Japan Society for Analytical Chemistry*, **17**(3): 391-398. DOI: <https://doi.org/10.2116/analsci.17.391>.
- Mossion A. 2007. Etude de la composition minérale et organique des liqueurs de thé et de leurs caractéristiques organoleptiques: Influence des paramètres physico-chimiques de l'eau. Thèse: Sciences de la Matière: Institut National de Polytechnique de Toulouse, 213p.
- Pedneault K, Leonhart S, Angenol L, Gosselin A, Ramputh A, Arnason JT. 2001. Influence de la culture hydroponique de quelques plantes médicinales sur la

- croissance et la concentration en composés secondaires des organes végétaux. Texte de conférence, 5^{ème} colloque sur les produits naturels d'origine végétale, Université Laval, Qc, Canada, 1-5.
- Pereira S, Micheletti E, Zille A, Santos A, Moradas FP, Tamagnini P. 2011. Using extracellular polymeric substances (EPS) - producing cyanobacteria for the bioremediation of heavy metals: Docations compete for the EPS functional groups and also accumulate inside the cell, *Microbiology-Sgm.*, **157**: 451-458. DOI:10.1099/mic.0.041038-0.
- Santos-Gomes PC, Seabra RM, Andrad EPB, Fernandes-Ferreira M. 2002. Phenolic antioxidant compounds produced by in vitro shoots of sage (*Salvia officinalis* L.). *Plant Science*, **162**(6): 981-987. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00052-3](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00052-3).
- Selma MV, Martinez-Culebras PV, Aznar R. 2008. Real-time PCR based procedures for detection and quantification of *Aspergillus carbonarius* in wine grapes. *International Journal of Food Microbiology*, **122**: 126-134. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.11.049>.
- Scherer R, Godoy HT, 2009. Antioxydant Activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method, *Food Chemistry*, **112**: 225-230. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.026>.
- Sheikh R, Amin AS, Atwa MA, Gouda AA, Abdullah AA. 2015. Determination of Phenolic components and antioxidant activity of some Egyptian tea samples. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, **7**(4): 198-202. <https://journals.innovareacademics.in/index.php/ijpps/article/view/4685/8580>.
- Sreevidya N, Mehrotra S. 2003. Spectrophotometric Method for Estimation of Alkaloids Precipitable with Dragendorff's Reagent in Plant Materials. *J. AOAC.*, **86**: 1124-1127. DOI ; <https://doi.org/10.1093/jaoac/86.6.1124>
- Togola I. 2015. Evaluation des effets cytotoxiques et anti-inflammatoires d'extraits alcaloïdiques de trois espèces de Datura (D. *stramonium* L., D. *innoxia* Mill et D. *ferox* L.) provenant de trois localités du cercle de Kolondièba au Mali. Thèse de Doctorat Faculté des Sciences et des Techniques/Université des Sciences des Techniques et des Technologies de Bamako, p.153.
- Tirichine HS. 2010. Etude ethnobotanique, activité antioxydante et analyse phytochimique de quelques cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) du Sud-Est Algérien: Université Ahmed Ben Bella d'Oran1 Es Senia.
- Vermerris W, Nicholson R. 2006. Phenolic Compounds and Their Effects on Human Health. In: Phenolic Compound Biochemistry, Springer, Dordrecht, pp. 235-255. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5164-7_7.
- Walker CF, Kordas K, Stoltzfus JR, Black RE. 2005. Interactive effects of iron and zinc on biochemical and functional outcomes in supplementation trials. *American Journal of Clinical Nutrition.*, **82**(1): 5-12. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/82.1.5>.