



Article Original

Activité Antioxydante de l'*Aloès Schureenfurthii* et Maintien de Vitalité des Cellules Parodontales d'une Dent Permanente Immature Expulsée

Antioxidant activity of Aloe Schureenfurthii and maintenance of vitality of periodontal cells of an expelled immature permanent tooth

Mengong Moneboulou Hortense¹, Ndjoh Jules Julien¹, Nnanga Nga Emmanuel², Aka Louka Kattie³, Bengondo Messanga C¹.

RÉSUMÉ

Introduction. Les polyphénols, tanins, alcoïdes, huiles essentielles sont des composés responsables de l'activité antioxydantes des plantes médicinales. Parmi ces plantes, l'*Aloès schureenfurthii* (AS) a montré son efficacité dans la conservation de la vitalité des cellules du ligament parodontal de dents permanentes immatures expulsées. Selon Buttke et Trope, cet effet serait lié aux antioxydants du gel d'AS. L'objectif de cette étude était de caractériser le gel d'AS et son activité biologique antioxydante à faibles concentrations. **Méthodes.** Cette étude était expérimentale. Les ligaments parodontaux des prémolaires permanentes immatures étaient utilisés et conservés dans des concentrations variées d'AS. Après coloration à l'éosine, la vitalité cellulaire était évaluée toutes les trois heures. Les techniques colorimétriques permettaient la recherche des métabolites secondaires. Les activités biologiques antioxydantes étaient évaluées par l'activité anti-radicalaire DPPH et réductrice FRAP. La comparaison des résultats utilisait le test khi 2. **Résultats.** La survie cellulaire dans le gel d'AS des différentes concentrations était 95% après 24 heures et 67% à 72 heures. Sept familles de composés chimiques étaient identifiées. L'extrait du gel d'AS a montré une activité anti-radicalaire de 224,67 µg/ml et une activité chélatrice des métaux 83,63 µg/ml faisant d'elle un antioxydant. **Conclusion.** Le gel d'AS est une source importante de métabolites secondaires. Il a montré une activité anti radicalaire et une activité chélatrice des métaux faisant de lui un antioxydant capable de maintenir la vitalité des cellules du ligament parodontal d'une dent permanente immature expulsée.

ABSTRACT

Introduction. Polyphenols, tannins, alkaloids, essential oils are compounds responsible for the antioxidant activity of medicinal plants. Among these plants, *Aloes schureenfurthii* (AS) has been shown to be effective in maintaining the vitality of periodontal ligament cells of expelled immature permanent teeth. According to Buttke and Trope, this effect is linked to the antioxidants in AS gel. The objective of this study was to characterize the AS gel and its biological anti-oxidant activity at low concentrations. **Methods.** This study was experimental. Periodontal ligaments from immature permanent premolars were used and stored in varying concentrations of AS. After eosin staining, cell vitality was assessed every three hours. Colorimetric techniques made it possible to search for secondary metabolites. Biological antioxidant activities were assessed by anti-radical DPPH and FRAP reductive activity. The comparison of results used the chi-square test. **Results.** Cell survival in the AS gel of the different concentrations was 95% after 24 hours and 67% at 72 hours. Seven families of chemical compounds were identified. The AS gel extract showed anti-free radical activity of 224.67 µg / ml and metal chelating activity of 83.63 µg / ml making it an antioxidant. **Conclusion.** AS gel is an important source of secondary metabolites. It has shown anti-free radical activity and metal chelating activity making it an antioxidant capable of maintaining the vitality of periodontal ligament cells of an expelled immature permanent tooth.

⁽¹⁾Département de Chirurgie buccale, Maxillo-faciale et Parodontologie, Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales, Université de Yaoundé I.

⁽²⁾Département de pharmacie galénique et législation à la faculté de médecine et des sciences biomédicales de Yaoundé I;

⁽³⁾UFR d'odonto- stomatologie de l'université de Cocody, Côte d'Ivoire.

Auteur correspondant

Mengong Moneboulou Hortense
Département de Chirurgie buccale, Maxillo-faciale et Parodontologie, Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales, Université de Yaoundé I.
Email : hpmengong@yahoo.fr

Key words: Aloes schureenfurthii, antioxydant; dental expulsion, preservation, immature permanent tooth, cellular vitality.

Mots clés :

Aloes schureenfurthii, antioxydant; expulsion dentaire, conservation, dent permanente immature, vitalité cellulaire.

INTRODUCTION

Un antioxydant est une substance capable, à faible concentration, d'entrer en compétition avec d'autres substrats oxydables afin de retarder ou empêcher la détérioration, la rancidité ou la décoloration causée par l'oxydation^[1]. Les cellules humaines ou animales peuvent subir des agressions débouchant sur une expression

commune due à l'exagération d'un phénomène physiologique normalement très contrôlé, il s'agit de la production de radicaux dérivés de l'oxygène conduisant à un état de déséquilibre connu sous le terme de stress oxydant^[2]. Le stress oxydant induit une altération de la fluidité membranaire contribuant inévitablement à la mort

cellulaire^[2]. C'est l'un des facteurs potentialisant la nécrose des ligaments parodontaux des dents expulsées ainsi que la diminution des moyens de défense responsable des infections^[2]. Tous ces phénomènes de stress oxydant peuvent expliquer la perte de la vitalité cellulaire observée lors de l'expulsion dentaire. La survie d'une dent expulsée nécessite un milieu de conservation adéquat^[3]; pour une réimplantation viable. Le but du traitement est de maintenir la vitalité des cellules par un milieu de conservation et limiter la contamination pulpaire^[4]. Buttke et Trope ont suggéré que si le milieu de conservation a des ingrédients antioxydants son efficacité sera augmentée^[5]. Ces ingrédients antioxydant sont constitués de polyphénols, tanins, alcaloïdes, huiles essentielles responsables de l'activité antioxydant des plantes^[6]. De plus, le milieu de conservation doit avoir des propriétés antiseptiques. Dans une étude précédente menée en 2017 nous avons montré l'efficacité de l'*aloès Schureenfurthii* dans la conservation des cellules vivantes^[7].

L'objectif de cette étude était d'évaluer in vitro, l'activité antioxydante de l'*aloès Schureenfurthii* utilisée pour la conservation de la vitalité des cellules des ligaments parodontaux d'une dent permanente immature expulsée.

METHODOLOGIE

Il s'est agi d'une étude expérimentale, transversale, descriptive et analytique effectuée dans les laboratoires multidisciplinaires des Sciences Pharmaceutiques de la FMSB et le laboratoire d'anatomo-pathologie du CHU de Yaoundé 1.

Matériel

-*Matériel végétal*: Gel d'*Aloès Schureenfurthii*

-*Matériel biologique*: Ligaments parodontaux (LP) des prémolaires immatures extraites selon la technique décrite par Thomas et Gopikrishna^[8].

-*Des solvants*: éosine aqueuse, sérum physiologie; eau distillée; acide phosphotungstique, acide phosphomolybdique, réactif de Folin-Ciocalteu.

-*Des instruments de manipulation*: sécheur, spatule à bouche, boîtiers, tamis, tubes à essai, gants d'examen, lames et lamelles, paires de précelles, béchers, erlenmeyer, étuves, mélangeur électrique, réactifs, pH-mètre, balance de précision, microscope optique, spectrophotomètre.

Méthode

Obtention du gel d'AS

Sur les plants identifiés par l'Herbier national comme *Aloès Schureenfurthii*, la feuille a été obtenue par récolte artisanale. L'obtention du gel s'est faite par coupure longitudinale puis raclage la pulpe centrale qui était mixée et tamisée.

Concentration du gel d'AS

Pour plus de commodités nous avons choisi un volume de 100 ml d'éosine aqueuse 1% comme diluant et révélateur chimique de vitalité cellulaire. Une seringue vide de 10 cc pesant $p=9,45\text{mg}$ a servi aux prélèvements successifs de volume d'AS de manière à obtenir des masses grand P de l'ensemble seringue et AS prélevés. Nous avons prélevé 5,25,50g de gel d'AS. La masse d'AS $m=P-p$. La concentration $C = \text{masse d'AS} / \text{volume d'éosine}$. Ainsi nous avons obtenu des concentrations de 5mg/100ml à

50mg/100ml ce qui a été désigné par les concentration de 5 à 50%.

Obtention des cellules des ligaments parodontaux

Les cellules des ligaments parodontaux (CLP) étaient obtenues par raclage du pourtour médian de la racine des prémolaires extraites étaient introduites dans les concentrations d'AS.

Recherche des métabolites secondaires et quantification des antioxydants contenus dans du gel d'AS.

Les composés phytochimiques étaient mis en évidence par les techniques colorimétriques et complexométriques de Harborne, Trease et Evans^[9]. Le principe général était basé sur la formation de complexes insolubles et colorés, utilisant des réactions de coloration et de précipitation. L'intensité de la coloration ou du degré de turbidité était proportionnelle à la quantité de complexes formés. La lecture des résultats se présentent ainsi :

+ : présence, est enregistré si le réactif produit une turbidité et non une floculation.

++ : présence en forte quantité, est enregistré si le réactif produit une floculation ou une légère turbidité.

- : absence des composés, est enregistrée en cas d'absence de turbidité, de floculation et de précipitation.

La quantification de la teneur en polyphénols totaux était basée sur la réduction du chromogène phosphomolybdique par le gel d'AS ; il résultait un changement de coloration virant du jaune au vert-bleu^[10].

La détermination de la teneur en flavonoïdes totaux a consisté à faire réagir le gel d'*aloès Schureenfurthii* avec des solutions de nitrate de sodium et de chlorure d'aluminium pour former des complexes moléculaires qui absorbent la lumière à 510 nm^[11].

Evaluation de l'activité antiradicalaire par la méthode de 1,1-Diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH)

Cette méthode est basée sur le piégeage des radicaux DPPH par un antiradicalaire à travers le transfert d'un atome d'hydrogène^[12]. La réduction s'est traduite par une baisse de l'absorbance à 515 nm due au changement de coloration de la solution qui passe du violet au jaune. L'activité antiradicalaire du gel d'AS a été évaluée telle que décrite par Brand-Williams *et al*^[12]. Un contrôle constitué de DPPH avec l'acide gallique a été utilisé. Le pourcentage de piégeage du radical DPPH par le gel d'AS a été calculé.

Evaluation de l'activité réductrice par la méthode de FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power Assay)

La détermination du pouvoir antioxydant réducteur ferrique du gel d'AS a été réalisée telle que décrite par la méthode de Benzie et Strain^[13].

Détermination de la concentration minimale de l'extrait du gel d'*aloès Schureenfurthii* pour la conservation des dents permanentes immatures expulsées

L'étude de la vitalité des CLP a été réalisée in vitro, sur des LP recueillies sur des dents extraites pour cause orthodontique, selon la technique décrite en 2017^[7]. Nous avons retenu 6 concentrations de gel AS: 50, 25, 20, 15, 10 et 5%. La lecture a été effectuée toutes les 3 heures pendant 72 heures. La méthode de lecture était la suivante :

Colorations rouge : Cellules viables avec l'éosine aqueuse dans un rayon de surface défini.

Coloration marron : Diminution de la quantité de cellules vivantes ou une diminution de la coloration.

Absence de coloration rouge: Cellules mortes voir absence de cellules vivantes dans un rayon défini.

Ces expériences ont été reproduites 3 fois pour chaque concentration utilisée.

Analyses statistiques des données

Les variables ont été exprimées en pourcentage et en heures. Les données obtenues ont été analysées par le logiciel SPSS statistique 26.0 par l'étude des variances et les moyennes significativement différentes avec un seuil de probabilité $p < 0,05$.

RESULTATS

Obtention du gel d'aloès Schureenfurthii

Les 20 feuilles d'aloès Schureenfurthii récoltées avaient un poids moyen 1600g, nous avons obtenu une masse du gel d'aloès Schureenfurthii de 630 g. Soit un rendement de 39,37%.

Profil phytochimique de l'extrait du gel d'AV et quantification des teneurs en antioxydant totaux

Le criblage phytochimique du gel d'Aloès schureenfurthii a révélé que le gel d'Aloès est une source importante de métabolites secondaires. Sept familles ont été identifiées avec une prédominance des phénols comme le montre le tableau I.

Tableau I : Criblage phytochimique de l'extrait du gel d'Aloès schureenfurthii

Famille de composés	Caractérisation qualitative	Caractérisation quantitative
Alcaloïdes	+	
Phénols	++	
Polyphénols	+	
Flavonoïdes	+	
Triterpènes	+	91,47 ± 0,04 µg éqv
Stéroïdes	+	Acgallique/mg MS
Anthocyanines	-	75,28 ± 0,22 µg éqv
Tanins galliques	-	Querc/mg MS
Tanins catéchiqes	-	
Saponines	+	

La quantification des antioxydants primaires et des antioxydants secondaires contenus dans l'extrait du gel d'aloès Vera 50% nous a permis d'obtenir la teneur en antioxydants totaux de l'ordre 91,47 ± 0,04 µg équivalent d'acide gallique/g de MS pour les polyphénols et 75,28 ± 0,22 µg éqv Querc/mg MS pour les flavonoïdes.

Evaluation in vitro de l'activité antioxydante du gel d'aloès Schureenfurthii

Evaluation de l'activité anti-radicalaire in vitro

- Dosage du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazile (DPPH) et FRAP)

La Figure1 ci-dessous représente le pourcentage de piégeage du radical DPPH en fonction des concentrations de l'extrait du gel d'aloès Schureenfurthii et le pourcentage de piégeage du DPPH en fonction des concentrations de l'acide gallique. L'extrait du gel d'aloès Schureenfurthii 50

% possède une activité anti-radicalaire à une concentration de 200 µg/ml, l'acide gallique piège à concentration inférieure à 50µg/ml.

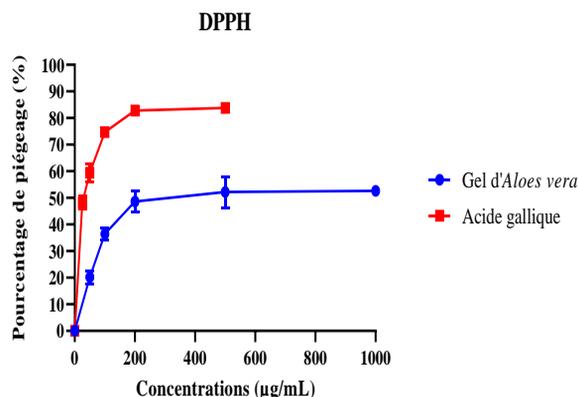


Figure 1 : Variation du pourcentage de piégeage du DPPH en fonction de la concentration d'extrait du gel d'AV et d'acide gallique.

Activité anti-radicalaire in vitro pour IC50 et test de FRAP

Il ressort du tableau II que l'extrait du gel d'aloès Vera 50% présente une concentration en anti-radicalaire pouvant piéger 50% de radicaux libres de 748,90 ± 0,17 µg Ex /mg DPPH supérieure à celle de l'acide gallique. Il possède un pouvoir anti-radicalaire de 0,13 ± 0,00 ($\alpha \times 10^2$) et un pouvoir réducteur de 83,76 ± 1,76 µg éqv acide gallique/mg. Ses activités antiradicalaires sont inférieures à celle de la molécule de référence l'acide gallique.

Tableau II : Activité anti-radicalaire in vitro par le DPPH pour IC50 et test de FRAP

Echantillons	Test de DPPH			Test de FRAP
	IC50 (µg/mL)	EC50 (µg Ex /mg DPPH)	PA ($\alpha \times 10^2$)	PR (µg éqv Ac Gal/mg MS)
Gel d'Aloès Vera	224,67 ± 0,52	748,90 ± 0,17	0,13 ± 0,00	83,76 ± 1,76
Acide gallique	26,59 ± 0,07	88,63 ± 0,23	1,10 ± 0,00	-

IC50 :concentration inhibitrice de 50%, PR: pouvoir réducteur, PA : pouvoir antiradicalaire

Concentration minimale de l'extrait du gel AV pour la conservation des dents permanentes immatures expulsées.

Toutes les concentrations d'aloès Vera maintiennent en moyenne 90% la vitalité des cellules des ligaments parodontaux dans les 24 heures.

Les concentrations de 5% maintiennent 94,3% de cellules vivantes au bout de 24 heures.

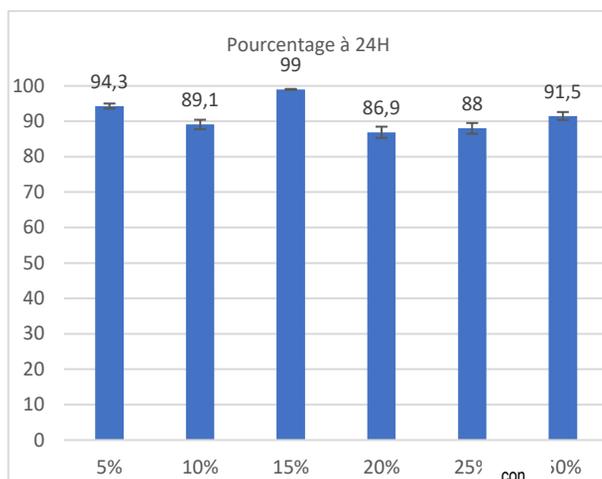


Figure 2 : Pourcentage de cellules parodontales viables pour différentes concentrations d'extrait d'AV au bout de 24h.

DISCUSSION

Toute la pulpe recueillie après récolte de la matière végétale a été recueillie après tamisage d'Aloès ; ce qui nous a permis de travailler avec une masse de 630 g La masse d'aloès *Schureenfurthii* obtenue est due à la forte teneur en eau du gel.

En effet, la présence d'eau dans les organes végétaux augmenterait la perméabilité des tissus végétaux et favoriserait le phénomène de diffusion de masse dans l'étape d'extraction [1].

Le criblage phytochimique et quantification des anti-oxydants

Les résultats de cette étude ont révélé la présence de sept types de métabolites secondaires avec une prédominance des phénols. Notre étude est identique à celle de Seguen Wafa en 2014[14], dans une étude comparative phytochimique et biologique de deux plantes médicinales: aloès *barbadensis* Miller et *Agave Americana*, observait une prédominance des phénols sur les feuilles séchées aloès *barbadensis* et une absence des tanins et des anthocyanes. La matière séchée et la matière sèche contiendraient les mêmes anti-oxydants. Par contre elle est différente en ce que Wafa n'objective pas les flavonoïdes, de même que les saponoides. En effet cette différence peut être liée au climat et à la qualité de l'extraction du gel. La littérature reconnaît que le gel est la partie qui donne ses propriétés à l'aloès et Wafa a utilisé la macération par séchage des feuilles d'aloès *barbadensis* c'est à dire que pendant le séchage, l'oxydation peut se produire, occasionnant la perte des composés actifs du gel. L'ensemble des résultats du criblage phytochimique expliquerait en partie, et ce de façon rationnelle, l'engouement à l'utilisation de l'extrait d'Aloès comme anti septique, antibiotique etc. du faite de la présence des stérols, polyphénols, poly terpènes et les alcaloïdes [15]. La présence de polyphénols observés dans ce travail justifierait l'activité antioxydante du gel.

La quantification des antioxydants totaux évalués nous montrent une teneur en polyphénols totaux de $91,47 \pm 0,04 \mu\text{g éqv Ac gallique/mg MS}$ et une teneur en flavonoïdes totaux de $75,28 \pm 0,22 \mu\text{g éqv Querc/mg MS}$. En effet, les travaux d'Ebrahimzadeh et al. ont montré que les phénols,

alcaloïdes et flavonoïdes possèdent des activités antioxydantes [17]. Le mécanisme d'action antioxydant des flavonoïdes est variable; Ils peuvent avoir des effets pro-oxydants sur la peroxydation des lipides et sur l'ADN [18]. Les flavonoïdes en plus de leurs activités anti-oxydantes, présentent des activités anti-inflammatoires, antibactériennes, [19] pouvant expliquer la survie pendant un temps prolongé des cellules parodontales.

Détermination de l'activité biologique antioxydante de l'extrait du gel d'aloès *Schureenfurthii* dans la conservation des cellules parodontales vivantes.

Les résultats trouvés entrent en droite ligne avec l'étude des activités biologiques des composés phénoliques étudiés par Amior D et al qui montrent que les acides phénols sont antioxydants de même que les flavonoïdes [18].

L'évaluation de l'activité anti-radicalaire par la méthode de 1,1-Diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH·) montre que l'extrait aqueux du gel d'aloès Vera est actif et concentre des constituants chimiques. Sa concentration efficace de piégeage de 50% des radicaux DPPH· était de $224,67 \pm 0,52 \mu\text{g/ mL}$. Donc l'extrait possède la capacité de donner de l'hydrogène à un radical libre. Les polyphénols retrouvés dans l'extrait du gel d'aloès 50%, sont considérés comme un groupe majeur de composés qui contribue aux activités anti-oxydantes des plantes en tant que piègeurs de radicaux libres en raison de leurs groupes hydroxyle [20]. Pour certains auteurs le piégeage permet de balayer les dommages oxydatifs potentiels causés par les radicaux libres [21,22]. En effet il a été démontré que les polyphénols possèdent de très intéressantes propriétés d'inhibition envers la peroxydation des lipides, ainsi que des propriétés capteurs de radicaux libres contre les anions superoxydes [23].

L'évaluation de l'activité réductrice par la méthode de FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power Assay) a montré que l'extrait du gel d'AV avait à une activité chélatrice de métaux avec un pouvoir réducteur de fer ferrique en fer ferreux à $83,76 \pm 1,76 \mu\text{g éqv Ac gallique/mg MS}$. Ce pouvoir réducteur peut être dû à la présence des phénols et des acides flavonoïques. En effet, les composés phénoliques, les terpénoïdes et l'acide ascorbique sont de puissants antioxydants, des piègeurs de radicaux libres (EOR, radicaux hydroxyles et l'oxyde nitrique) qui peuvent agir comme donneurs d'électrons, agents réducteurs, chélateurs de métaux et quencheurs d'oxygène singulet[16]. Ces actions leur permettent ainsi d'éviter l'oxydation et par conséquent la mort cellulaire ; ce qui est un grand atout pour la survie des cellules parodontales.

Concentration minimale de l'extrait du gel AV pour la conservation des dents permanentes immatures expulsées

Toutes les concentrations de 20 à 5 % de l'extrait du gel AV à pH compris entre 7 et 7,2 ont conservé en moyenne 90% la vitalité des cellules des ligaments parodontaux des dents permanentes immatures expulsées pendant 24 heures. Ceci serait en rapport avec la forte concentration des antioxydants comme suggère Buttke et Trope que si le milieu de conservation a des ingrédients antioxydants, l'efficacité du milieu sera augmentée [6]. Ce qui peut expliquer la grande capacité de conservation de vitalité

d'aloès sur toutes les concentrations étudiées. De plus on reconnaît dans la littérature que l'Aloès Vera est constitué d'une grande variété en nutriments et possède des capacités de régénération et de réparation [24]. Tous ces résultats témoignent de l'activité antioxydante de l'extrait d'aloès *Schureenfurthii*. Ceci pourrait donc expliquer sa capacité à empêcher l'apoptose cellulaire et favoriser la conservation des cellules parodontales vivantes. Comparée aux 6 heures recommandées dans la littérature avec autres milieux [4], cette durée est encore plus importante avec la concentration de 50 % qui va jusqu'à 72 heures de conservation de la vitalité. A toutes les concentrations confondues 24 heures semble être le temps maximal efficaces de conservation pour la plus part de concentrations étudiées.

Nos résultats rejoignent ceux de Tudose et al. en 2009[24]. Ils ont expérimenté la capacité de régénération de l'aloès Vera à des concentrations de 10, 30, et 50% à différents intervalles (3 h, 6 h, 12, 24 h et 48 h). Leurs cellules cibles étaient des kératinocytes humains. Leurs investigations ont montré qu'il y avait une augmentation progressive de la croissance cellulaire qui est directement corrélée avec la concentration. Ils ont trouvé que l'extrait d'aloès Vera plus concentré, favorisait la promotion de la croissance cellulaire. Ils concluent que l'aloès Vera a un pouvoir de régénération dose-dépendante sur les cellules de la peau. Cette similitude dans nos résultats nous permet de comprendre pourquoi concentration de 50% étant plus concentrée maintient plus longtemps la vitalité des cellules parodontales au de-là de 72 heures.

CONCLUSION

Le travail a porté sur l'évaluation de l'activité antioxydante de l'aloès Vera dans le maintien de la vitalité des cellules des ligaments parodontaux d'une dent permanente immature expulsée.

- Le Criblage phytochimique a révélé que l'extrait d'AS renferme sept types de composés chimiques avec une prédominance des phénols, La présence de ces composés renforce le potentiel antioxydant observé dans la conservation de la vitalité des cellules de ligaments parodontaux.

- La quantification des phénols totaux qui a montré une prédominance des flavonoïdes qui joueraient donc un rôle de réparation important dans la conservation des cellules vivantes.

- L'activité anti-radicalaire par la méthode de 1,1-Diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH·) montre que l'extrait aqueux du gel d'Aloès *schureenfurthii* concentrée à 50% est actif en piégeant des radicaux DPPH· par un antiradicalaire à travers le transfert d'un atome d'hydrogène. De même l'évaluation de l'activité réductrice par la méthode de FRAP a montré l'habilité du gel d'aloès *schureenfurthii* à réduire le fer ferrique par transfert d'électrons en fer ferreux témoignant ainsi son activité antioxydante dans la conservation des cellules parodontales vivantes.

- Toutes les concentrations d'Aloès *Schureenfurthii* maintiennent environ 90% les cellules vivantes au bout de 24 heures de temps après expulsion dentaire.

En définitive nous pouvons dire que l'Aloès *schureenfurthii* possède un pouvoir antioxydant lui donnant la capacité

d'être un bon milieu de conservation des cellules parodontales vivantes grâce aux nombreuses propriétés et effets protecteurs, réparateurs ainsi que régénérateurs retrouvés et recherchés dans un milieu de conservation d'une dent expulsée.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Professeur Bengondo, Pr kattie, professeur Nanga ont permis l'accès au laboratoire pour la réalisation des travaux et participé à l'élaboration de tout le document en supervisant de près tous les travaux contribuant à la confection du manuscrit. DR Jules Ndjock a permis la réalisation des tests antioxydants en y apportant toute l'aide nécessaire aussi bien sur le plan matériel que financier de même qu'un niveau de la recherche bibliographique.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre du Projet de thèse PhD financé par les auteurs qui expriment leurs remerciements et sentiments de profonde gratitude au CHU de Yaoundé, au laboratoire multidisciplinaire de pharmacologie et pharmacie galénique de la FMSB de l'Université de Yaoundé1 pour leur appui matériel et technique pour avoir servi de cadre d'études. A tous ceux qui ont, de loin ou de près, aidé à réaliser ces travaux.

REFERENCES

- 1) Marc F, Davin A, Deglene-Benbrahim L, Ferrand C, Baccanaud M, Fritsch P. Méthode d'évaluation d'anti-oxydant dans les aliments. *Med Sci (Paris)*. 2004; 20:458-463.
- 2) Haleng J, Pincemail J, Defraigne L O., Charlier C., Chapelle JP. Le stress oxydant. *Revue medicale de Liege.*, 2007; 62 (10) 628-38,
- 3) Anderson I, Anderson J, Day P P. Guidelines for the management of traumatic dental injuries. *Dental Traumatology*. 2012; 88-96.
- 4) Randriamanantena T, Rakotoarivony A, Rakotoarison R, Toure G. Avulsion of permanent teeth: incidence, relocation and containment by Dautrey arc. *Med Buccale Chir Buccale*. 2013. 235-240.
- 5) Buttke TM, Trope M. Effect of catalase supplementation in storage media for avulse teeth. *Dental Traumatology wiley online library google scholar*; 2003.
- 6) Dawidowicz AL, Olszowy M. Mechanism change in estimating of antioxidant activity of phenolic compounds. *Talanta*. 2012 Aug 15;97:312-7. doi: 10.1016/j.talanta.2012.04.036. Epub 2012 Apr 26. PMID: 22841085.
- 7) Mengong H, Nokam A, Ndjoh j, Loukah K, Bengondo M. Milieu de conservation de la dent permanente immature en milieu équatoriale. *Cosca CMF*, 2020
- 8) Thomas T, Gopikrishna V, Kandaswamy D. Comparative evaluation of maintenance of cell viability of an experimental transport media « coconut water » with Hank's balanced salt solution and milk, for transportation of an avulsed tooth: An in vitro cell culture study. *J Conserv Dent*. 2008 ; 11(1):22.
- 9) Harbone J, Chapman and Hall. *Phytochemical methods. A guide to modern techniques of plants analysis*. 3rd ed, London. 1998 ; 317
- 10) Joe A. Vinson, Yong Hao, Xuehui Su, and Ligia ZubikVinson et al. Phenol Antioxidant Quantity and Quality in Foods: Vegetables, *American Chemical Society*. August 1998 ; 46, 9, 3630-3634 <https://doi.org/10.1021/jf980295o>

- 11) Zhishen et al., Experimental studies On the properties before and after corrosion of rebars in basic concrete members.1997.
- 12) Brand-Williams W, Cuvelier M.E, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und –Technologie*; 1995; 28: 25-30.
- 13) Benzie I.F., Strain J.J. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*; 1996; 239:70-76.
- 14) Seguen Wafa. Etude comparative phytochimique et biologique de deux plantes médicinales Aloe barbadensis Miller et Agave americana L. *Sciences de la Nature*. 2014.
- 15) Maleki S., Crespo J, Cabanillas B, Anti-inflammatory effects of flavonoids, *Food Chemistry* 299 ; 2019 ; 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125124>
- 16) Elumalai M, Cholan P, Kaur R, Mangaiyarkarasi S. Benefits of Aloe vera in dentistry. *Journal of Manigandan Pharmacy and Bioallied Sciences*. 2015 ; 257.
- 17) Ebrahimzadeh et al., antioxidant and free radical scavenging activity . *J. Pharm. Sci*. 2010 ; 23(1), 29-34.
- 18) Daas Amieur, S., Alloui-Lombarkia, O., Bouhdjila, F. et al. Étude de l'implication des composés phénoliques des extraits de trois variétés de datte dans son activité antibactérienne. *Phytothérapie* 12.2014 ;135–142 <https://doi.org/10.1007/s10298-014-0843-9> Kueté et al. 2013;
- 19) Maleki S.J., Crespo J.F., Cabanillas B., Anti-inflammatory effects of flavonoids, *Food Chemistry* 299. 2019 ; 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125124>
- 20) Ekou Tchirioua, Kone Mamidou Witabouna, Activité antioxydante de quelques plantes utilisées dans la région de Tiassalé (Côte d'Ivoire) dans le maintien de la santé de la peau. *European Scientific Journal*. 2018;14(30),1857 – 7881, 1857-7431.
- 21) Jamila Hadj Salem. Extraction, identification, caractérisation des activités biologiques de flavonoïdes de *Nitraria retusa* et synthèse de dérivés acylés de ces molécules par voie enzymatique. Autre. Institut National Polytechnique de Lorraine, Mar 2018.