



ISSN NO. 2320-5407

Journal Homepage: -www.journalijar.com

INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)

Article DOI:10.21474/IJAR01/8023
DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/8023>



INTERNATIONAL JOURNAL OF
ADVANCED RESEARCH (IJAR)
ISSN 2320-5407
Journal Homepage: <http://www.journalijar.com>
Journal DOI:10.21474/IJAR01

RESEARCH ARTICLE

ANTI ULCER ACTIVITY OF PRICKLY PEAR (*OPUNTIA FICUS INDICA*) CLADODES EXTRACTS.

S. B. Maataoui¹, R. B. Maataoui², B. Almesrar³ and S. Hilali¹.

1. Laboratoire Eco-conception, Energie Environnement et Innovation. Université Hassan I, Faculté des Sciences et Techniques, Settat, Maroc.
2. Hôpital de proximité de Roummani, Délégation de Khemissat, Maroc.
3. Centre hospitalier provincial Temara, Délégation de Skhirat-Temara, Maroc.

Manuscript Info

Manuscript History

Received: 06 September 2018

Final Accepted: 08 October 2018

Published: November 2018

Keywords:-

Prickly pear; antiulcer activity; superoxide dismutase; mucilage.

Abstract

The medicinal valorization of prickly pear has been evaluated by the survey of the anti-ulcer of the some functional compounds of the plant. The antiulcer activity has been valued, in vivo, on animal model whose ulceration has been provoked by ethanol. Resulted macroscopic and microscopic exams of the stomachs of rats, showed that the powder of cladodes as well as purified mucilage, possess a protective action against ulceration. When these compounds are administered at curative title, the organism doesn't manage to regenerate completely the damages provoked by the ethanol. These results have been confirmed besides by the survey of superoxide dismutase (SOD) activities, after purification. The SOD activities were normal among the rat's witnesses and those treated by the excerpts at preventive title. On the other hand the ulcerous rats and those treated to preventive title present some SOD activities more elevated.

Copy Right, IJAR, 2018,. All rights reserved.

Introduction:

Le figuier de Barbarie (*Opuntia ficus indica*) est originaire des régions aride et semi aride du Mexique. Il est utilisé comme plante ornementale, pour la production fourragère et celle de fruits exotiques. C'est une plante dotée d'activités biologiquement pertinentes.

Généralement, les cladodes sont riches en pectine, mucilage et minéraux, alors que les fruits sont de bonnes sources de vitamines, d'acides aminés et de bêtaïnes [1].

Les raquettes de cette espèce, sont caractérisées par la présence de mucilage [2,3] pouvant représenter jusqu'à 35 % de la matière sèche [4]. Il s'agit d'un polyoside dont les structures sont très variables [2,4,5] et aux quels on attribue différentes propriétés. Ainsi, ils possèderaient des effets hypoglycémiant [6,7] et favoriseraient l'élimination du cholestérol et des triglycérides du sang [8, 9,10]. Ces actions anti-inflammatoires et analgésiques ont été rapportées [11], les effets bénéfiques du figuier de Barbarie sur les fonctions gastro-intestinales sont également décrits [12,13]. Les fleurs d'*Opuntia ficus-indica* sont aussi utilisées pour traiter les maux des reins [14]. En plus, les préparations de cactus pourraient exercer des effets préventifs et thérapeutiques contre l'alcoolisme [15].

De nombreuses études suggèrent que les pigments alimentaires de figuier de Barbarie peuvent influencer directement sur les mécanismes inflammatoires de l'intestin [16].

Corresponding Author:-S. M. Maataoui.

Address:-Laboratoire Eco-conception, Energie Environnement et Innovation. Université Hassan I, Faculté des Sciences et Techniques Settat, Maroc.

Le cactus a aussi un potentiel thérapeutique pour la stéatose hépatique non alcoolique (NAFLD), les rhumatismes, l'ischémie cérébrale, les cancers, et les infections bactériennes et virales [17,18].

Au Maroc, *Opuntia ficus-indica* est connue par le fait qu'elle atténue les coliques et les diarrhées, mais provoquant une constipation opiniâtre chez les personnes qui en consomment beaucoup [19].

Suite à plusieurs recherches qui ont montré un effet cicatrisant des raquettes d'*Opuntia ficus indica*, nous nous sommes alors intéressés à l'étude d'un éventuel effet antiulcéreux du mucilage et poudre de raquette, sur un modèle animal.

Matériel et Méthodes :

Matériel biologique

Des échantillons de raquette ont été prélevés sur des pieds de figuier de Barbarie épineux de la région de Settat (centre du Maroc) pendant le mois d'août 2017.

Déshydratation des raquettes

Les raquettes du figuier de Barbarie ont été lavées, débarrassées des épines et de l'épiderme puis découpées en morceaux et portées à l'étuve à une température de 65°C. Lorsque le poids des échantillons devient constant, les résidus secs ont été broyés jusqu'à obtention de poudres très fines, qui ont été conservées à l'abri de l'humidité.

Extraction et purification du mucilage

Des raquettes fraîches du figuier de Barbarie ont été lavées, débarrassées des épines et de l'épiderme puis découpées en fines lamelles. Après saupoudrage avec du saccharose en poudre, elles ont été laissées une nuit à température ambiante [20]. Le liquide visqueux ayant diffusé des lamelles de raquettes a été récupéré puis dialysé une nuit contre l'eau distillée. Le dialysat a été précipité à l'acétone puis a subi une chromatographie sur une colonne Sephadex G 200 (50 cm x 1.5 cm). Les différentes fractions éluées par l'eau distillée ont été repérées, après dosage des sucres totaux par la méthode au phénol sulfurique [21].

Animaux

Des rats mâles ayant un poids de 200 à 220 g ont été maintenus en conditions de stabulation contrôlées, sous un régime alimentaire standard. Vingt quatre heures avant l'expérimentation, les rats ont été mis à jeun, avec un libre accès à l'eau.

Traitements

Les traitements appliqués sont ceux décrit par [22]. Pour cela, les rats ont été divisés en huit groupes de cinq animaux.

1. Le premier lot contient des rats ayant reçu, de l'éthanol à 90% à la dose de 0.5 ml/ rat (control).
2. Le deuxième lot renferme des rats ayant reçu, par gavage, le mucilage du figuier de Barbarie purifié à une dose de 1g/kg. Une heure après, chaque rat a reçu 0.5 ml d'éthanol à 90% (traitement préventif).
3. Le troisième lot contient des animaux ayant reçu par gavage de l'éthanol 90% à la dose de 0.5 ml / rat. Après 15 min de l'administration de l'agent ulcérogène, les rats ont été traités avec le mucilage purifié d'*Opuntia ficus-indica* à la dose de 1g/kg (traitement curatif).
4. Le quatrième lot renferme des rats n'ayant reçu que le mucilage purifié.
5. Le cinquième lot renferme des rats ayant reçus, par gavage, la poudre des raquettes déshydratées à une dose de 1g/kg. Une heure après, les rats ont reçu 0.5 ml d'éthanol à 90% (traitement préventif).
6. Le sixième lot contient des animaux ayant reçu par gavage de l'éthanol 90% à la dose de 0.5 ml / rat. Après 15 min de l'administration de l'agent ulcérogène, les rats ont été traités avec la poudre des raquettes déshydratées d'*Opuntia ficus-indica* à la dose de 1g/kg (traitement curatif).
7. Le septième lot renferme des rats n'ayant reçu que la poudre des raquettes déshydratées.
8. Le huitième lot renferme des rats n'ayant subi aucun traitement.
9. Une heure après chaque traitement, les animaux ont été sacrifiés, sous anesthésie, et leurs estomacs ont été récupérés.

Examens macroscopiques

Une fois récupérés, les estomacs ont été examinés visuellement (forme, taille), ouverts par incision, le long de la grande courbure puis lavés par une solution saline à 9‰. La sévérité de l'ulcération obtenue a été évaluée par notation visuelle, grâce à une échelle arbitraire allant de 0 à 6 selon [23]: 0 = pas de lésions, 1 = 1-3 petites lésions (≤ 10 mm longueur), 2 = 1-3 grandes lésions (≥ 10 mm longueur), 3 = 1-3 lésions épaisses, 4 = plus que 3 petites lésions, 5 = plus que 3 grandes lésions, 6 = plus que 3 lésions épaisses. Il est à noter que cette notation est cumulative.

Examens histologiques

Après examen macroscopique, des fragments d'estomac ont été pris le long de la petite courbure et non pas dans le site de la lésion, pour étudier les modifications histologiques survenues.

Les fragments ont été fixés dans la paraformaldéhyde à 4% dans 0.2% du tampon phosphate pendant 4 heures à 4°C [24]. Les échantillons ont été ensuite déshydratés graduellement dans différentes solutions d'éthanol (30 à 100%). Après inclusion dans la paraffine, des coupes fines de 5 μm ont été réalisées au microtome. Les échantillons ont été déparaffinés par deux bains successifs de toluène puis réhydratés dans des solutions aqueuses d'alcool de degrés décroissants suivi d'une coloration au carmin à 2 % dans l'acide acétique [25].

Les observations microscopiques ont été alors effectuées, par un microscope muni d'un moniteur.

Mesure des activités superoxyde dismutase

Extraction et purification du superoxyde dismutase (SOD) cuivre-zinc dépendante

La purification de la SOD a été effectuée selon la méthode [26]. Les estomacs prélevés ont été immédiatement lavés par une solution de Tris-HCl 50 mM, pH 8.2 puis découpés en petits morceaux et relavés une deuxième fois par le même tampon puis stockés à -28 jusqu'à utilisation. Après décongélation, les échantillons d'estomacs ont été placés dans un volume égal d'une solution de Tris - HCl 50 mM, EDTA 0.1 mM à pH 8.2. Un broyage est effectué à l'aide d'un ultra turax. Les broyats obtenus ont été passés à trois reprises au Potter à une vitesse de 1000 tours / min puis centrifugés à 10 000 tours / min pendant une heure à 4°C. Après centrifugation, le culot obtenu est lavé par un volume égal du tampon d'extraction puis centrifugé dans les mêmes conditions. Le deuxième surnageant récupéré est additionné au premier et le tout à subi une ultracentrifugation à 22 000 tours / min pendant une heure à 4°C.

0.4 volume d'éthanol froid et 0.2 volume de chloroforme sont ajoutés au surnageant et le tout est mélangé magnétiquement pendant une heure. Après centrifugation, on ajoute du K_2HPO_4 (300g/l) sous une agitation magnétique suivie d'une centrifugation pendant 20 minutes. Au surnageant, qui contient le S.O.D, on ajoute 0.75 volume d'acétone froide pour précipiter la protéine. Le précipité ainsi obtenu a été dissout dans un volume minimal d'eau distillée puis dialysé toute une nuit.

Dosage des protéines

Le dosage des protéines totales, contenues dans extraits purifiés obtenus, a été effectué par la méthode [27] en utilisant la Sérum Albumine Bovine comme référence.

Test d'activité

Activité sur gel de polyacrylamide

La révélation de la S.O.D sur gel de polyacrylamide a été effectuée en conditions non dénaturantes selon la méthode décrite par [28]. Après séparation, le gel est placé dans une solution de NBT 2 mM (Nitro Bleu de Tetrazolium). Après 30 minutes, la solution du NBT est éliminée par lavage à l'eau distillée et le gel est mis ensuite dans une solution contenant 30 μM de riboflavine. Après 45 minutes d'incubation, le gel est illuminé par une lampe à fluorescence jusqu'à ce qu'il devient uniformément bleu, sauf la bande protéique à activité S.O.D qui reste incolore.

Activité par spectrophotométrie

Cette méthode est basée sur l'habilité de la superoxyde dismutase à inhiber la réduction du NBT par les radicaux superoxydes générés par le transfert d'énergie à l'oxygène, lors de l'excitation de la riboflavine par la lumière [26].

Les résultats obtenus pour chaque traitement sont exprimés en activité spécifique ($\text{DO}_{518\text{ nm}}/\text{mg}$ de protéines).

Résultats et Discussion:

Effet anti ulcéreux des extraits des raquettes du figuier de Barbarie

Le mucilage : propriétés physico-chimiques et purification

Le mucilage des raquettes du figuier de Barbarie est un hydrocolloïde à forte capacité de rétention d'eau. C'est un polymère glucidique ramifié contenant essentiellement de l'arabinose, galactose, rhamnose, xylose et l'acide galacturonique. Son poids moléculaire est très variable allant de 2 à 4×10^6 . Il fait partie des fibres solubles des fruits et légumes telles que les pectines, gomme et hémicellulose [29].

Après extraction, précipitation à l'acétone et dialyse, le dialysat a subi une chromatographie sur une colonne G 200. Le profil d'élution obtenu, après dosage des sucres totaux a montré que la majorité du mucilage a été élue entre les fractions 18 et 20. Le contenu de chacune de ces fractions a été réuni puis précipité à l'acétone et solubilisé dans de l'eau distillée à une concentration de 0.1 g / ml. Le rendement d'extraction obtenu a été évalué à un gramme pour 100 grammes de raquettes fraîches. [30] ont obtenu des rendements de 1.02 %, par contre [10,26] n'ont obtenu que 0.07 %.

Analyse macroscopique

Après chaque traitement, les estomacs de rats ont été prélevés puis analysés par observations visuelles. Chez les rats ayant reçus de l'éthanol seul ou ceux traités par les extraits (mucilage et poudre) de raquettes du figuier de Barbarie à titre curatif, on a remarqué que les estomacs sont gonflés et se présentent comme des poches de gaz. De même, on a noté des endroits dans la muqueuse qui sont pratiquement translucides. Cet état est sûrement dû à la dissolution du mucus gastrique par l'éthanol. Par contre, chez les rats témoins et ceux ayant reçus un traitement préventif contre l'ulcération, par les extraits d'*Opuntia ficus-indica*, les estomacs présentent des aspects et tailles normaux.

Les résultats des notations des sévérités des lésions, sur la face interne des estomacs de rats, après incision le long de la grande courbure, sont représentés sur le Tableau 1.

Tableau 1: Index de sévérité des lésions provoquées par les différents traitements effectués.

Traitement	Index de sévérité
Témoin (sans traitement)	0
éthanol seul	8.6 ± 2
Traitement préventif par le mucilage	2.1 ± 1
Traitement préventif par la poudre	1.7 ± 1
Traitement curatif par le mucilage	4.2 ± 1.5
Traitement curatif par la poudre	3.8 ± 2
Traitement par le mucilage seul	0
Traitement par la poudre seule	0

Chez les rats ayant reçus de l'éthanol seul, l'index de sévérité de l'ulcération est évalué à 8.6 ± 2 . Cette notation maximale est justifiée par les lésions sévères observées et qui s'étendent au niveau de toute la muqueuse gastrique (figure 1 a). De même et comparé au témoin, on observe des zones à foyers ulcéreux localisés (U) et des zones qui présentent des inflammations et des saignements étendus (S) (figure 1 b).

Le prétraitement des rats avec du mucilage extrait et purifié des raquettes du figuier de Barbarie révèle un effet protecteur contre l'ulcération induite par l'éthanol. L'index d'ulcération dans ce cas a été estimé à 2.1 ± 1 . En effet, la muqueuse des estomacs ainsi traités montre un aspect proche de la normale, un mucus abondant et une absence de zones d'inflammations (figure 2a).

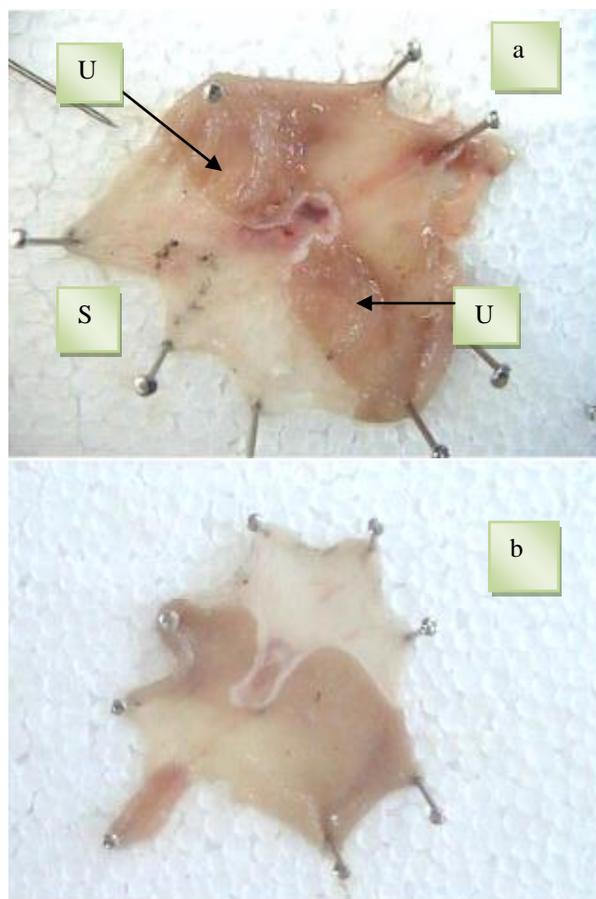


Figure 1:-Coupe longitudinale des estomacs de rats traités avec de l'éthanol seul (a) et témoin (b) (U : foyers ulcéreux, S : saignement)

L'action protectrice de la poudre des raquettes d'*Opuntia* est similaire à celle du mucilage, avec un indice de 1.7 ± 1 . Il est à noter que la poudre de raquette, en plus du mucilage, contient d'autres composés protecteurs tels que les composés phénoliques et flavonoïdes. Quand le mucilage et la poudre sont administrés aux rats après celle de l'éthanol, les indices d'ulcérations déterminés sont de 4.2 ± 1.5 et 3.8 ± 2 respectivement. L'état initial de la muqueuse gastrique (figure 2b) n'est pas totalement rétabli, étant donné que les séquelles de l'action de l'éthanol sont encore visibles (inflammation et saignement) mais avec une ampleur moindre que celles observées chez les estomacs de rats traités uniquement avec l'éthanol.

Analyse microscopique

L'observation au microscope photonique des coupes d'estomacs issues de rat ayant subi les différents traitements, après coloration au carmin, montre que :

Chez les rats traités avec de l'éthanol seul, on remarque une désorganisation des structures glandulaires et une érosion en surface. Des granulations intracellulaires bien visibles à la surface glandulaire et à l'intérieure des portions glandulaires. L'espace glandulaire est dilaté (figure 3 A). Cet effet est dû à la dissolution des constituants du mucus gastrique, par l'éthanol.

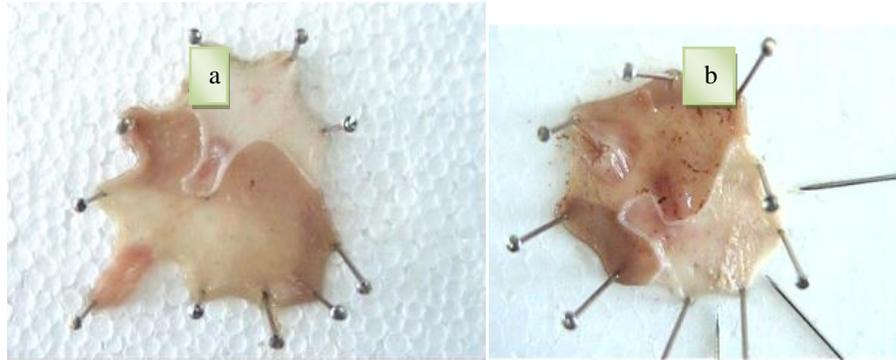


Figure 2:-Coupe longitudinale d'estomac de rat traité par du mucilage avant et après administration de l'éthanol (traitement préventif (a) et curatif (b))

Chez les rats traités avec le mucilage d'*Opuntia ficus indica* seul, la muqueuse gastrique montre des particularités normales et la couche du mucus apparaît bien étalée sur toute la surface de l'épithélium à côté des noyaux glandulaires (figure 3 B).

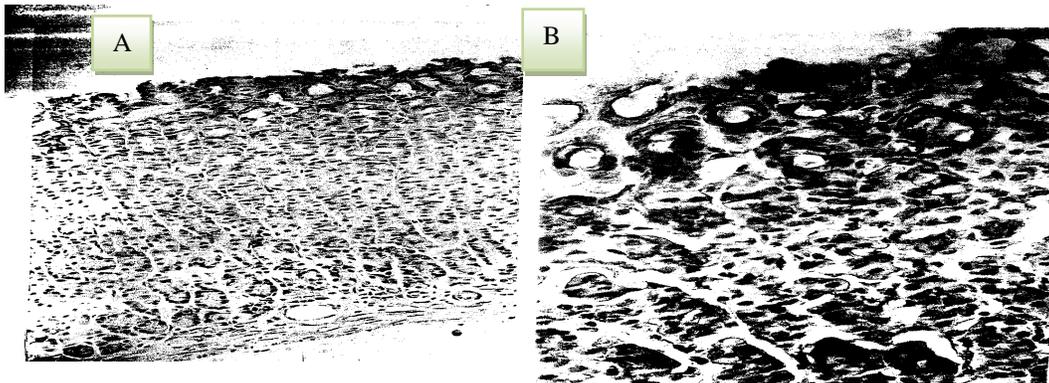


Figure 3:-Observations microscopiques de coupes histologiques de muqueuses gastriques des rats. (A) Rats traités avec l'extrait du mucilage d'*Opuntia ficus indica* (B) Rats traités avec de l'éthanol

Chez les rats ayant subi un traitement préventif, on remarque que la surface de l'épithélium est intacte, continue et restaurée. On note également une couche régulière et épaisse du mucus. L'espace glandulaire est réduit et les fibroblastes sont présents (figure 4 C).

Chez les rats traités avec de l'éthanol suivi du mucilage (traitement curatif) le mucus intracellulaire semble être localisé à l'intérieur des cellules des glandes gastriques. Les espaces glandulaires sont réduits (figure 4 D).

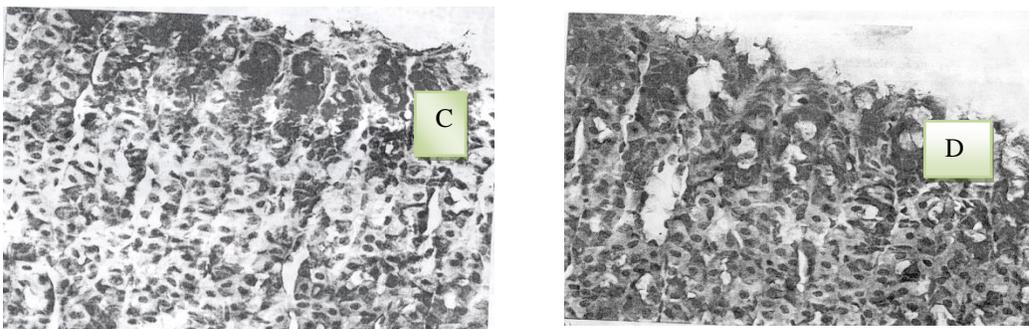


Figure 4:-Observations microscopiques de coupes histologiques de muqueuses gastriques des rats. (C) Rats ayant subi un traitement préventif (40x). (D) Rats ayant subi un traitement curatif (40x).

L'ulcération chez les rats induite par l'éthanol provoque donc une altération au niveau des cellules de la muqueuse gastrique, par dissolution des composants de la membrane de la muqueuse de l'estomac et baisse du niveau de protéines des tissus et arrêt du flux sanguin gastrique [31]. Ceci est probablement dû au développement des radicaux libres et une hyperoxydation des lipides. Le mucilage d'*Opuntia ficus-indica* semble maintenir l'architecture cellulaire de la muqueuse gastrique et stimule la production du mucus. Administré à titre préventif, le mucilage laisse la muqueuse gastrique sous conditions normales, ce qui la protège contre l'effet de l'éthanol. Cet effet cytoprotecteur du mucilage d'*Opuntia ficus-indica* est sûrement attribué à ses propriétés physico-chimiques.

On remarque aussi que la production du mucus a augmenté considérablement. Cette production est peut-être due, en partie, à l'action des fibroblastes qui sont plus nombreuses chez les rats ayant subi un traitement préventif que ceux ayant subi un traitement curatif. En effet, les fibroblastes jouent un rôle clé dans la guérison de l'ulcère en favorisant la régénération de l'épithélium supérieur et la portion apicale des glandes gastriques qui produisent le mucus glandulaire [32]. Administré à titre curatif, l'effet protecteur du mucilage est moins important, étant donné que les cellules n'ont pas eu le temps de reconstituer les dégâts provoqués par l'éthanol. Les cellules épithéliales de la muqueuse gastrique paraissent lésées après l'administration de l'agent ulcéreux. De ce fait, il apparaît donc que le mucilage participe soit à la production du mucus soit empêché la pénétration de l'agent ulcéreux vers la muqueuse gastrique. Cependant, et vu la nature physico-chimique du mucilage (haut poids moléculaire, viscosité élevée, électrolyte chargé négativement) [33, 34,35], il est probable à ce que le mucilage formerait une couche protectrice et empêcherait la survenue des lésions nécrotiques profondes et une exfoliation étendue de l'épithélium de surface provoquée par l'éthanol.

Le rôle du mucilage direct ou indirect dans l'induction de la production du mucus n'est pas à écarter, en agissant en synergie avec les facteurs endogènes de la défense et la restauration de la muqueuse gastrique.

De même, les résultats similaires obtenus après administration de poudres des raquettes n'écartent pas le rôle éventuel des autres constituants de la raquette tels que les composés phénoliques et flavonoïdes dans la protection de la muqueuse contre l'ulcération. Cette hypothèse est d'autant plus probable que ces mêmes composés ont des effets antioxydants considérables par le test au DPPH* [36].

Evaluation des activités superoxyde dismutase

Après chaque traitement, précédemment décrit pour l'évaluation des activités anti-ulcéreuses des extraits de raquettes du figuier de Barbarie, la superoxyde dismutase contenue dans les estomacs de rats a été partiellement purifiée et son activité spécifique a été déterminée. Il est à noter que cette activité spécifique a été déduite par mesures des densités optiques du témoin blanc ne contenant pas de riboflavine de celle du contrôle qui en contient et de celle du test contenant l'extrait enzymatique et la riboflavine. Les résultats obtenus sont représentés sur le Tableau 2.

Tableau 2:-Activités spécifiques de la S.O.D en fonction des traitements effectués

Traitement	Témoin	ulcéreux	Mucilage seul	Poudre seule	Mucilage préventif	Mucilage curatif	Poudre préventive	Poudre curative
A.S (DO/ mg)	13.5	50	15.4	14.2	19.2	34.6	18.3	32.5

L'analyse des résultats obtenus montre que la capacité de la S.O.D. à inhiber la réduction de NBT par les radicaux superoxydes issus de l'excitation de la riboflavine par la lumière est nettement supérieure chez les rats ulcéreux que chez les témoins. En effet, l'activité spécifique, chez les rats ulcéreux, est 3.7 fois plus élevée que chez les rats n'ayant pas subi d'ulcération. De même, aucune différence n'a été observée chez les rats témoins et ceux ayant subi un traitement préventif que ce soit par le mucilage ou par la poudre de raquettes déshydratées. Par contre, chez les rats ayant subi un traitement curatif, l'activité superoxyde dismutase reste assez élevée mais à des taux inférieurs que ceux obtenus chez les rats ulcéreux. Cette diminution des activités S.O.D varie de 15 à 25 % pour les rats ayant reçu la poudre de raquette et le mucilage purifié respectivement. Les mêmes résultats ont été d'ailleurs enregistrés quant les activités S.O.D ont été révélées in situ sur gel de polyacrylamide (figure 9). En effet, on remarque la présence de bandes plus intenses pour les extraits d'estomacs de rats ulcéreux, comparés au témoin. De même et de façon globale, l'activité S.O.D est moins intense dans le cas des traitements préventifs que ceux à titres curatifs.

Conclusion:-

Les résultats que nous avons obtenus confirment que l'effet antiulcéreux est en relation avec l'activité S.O.D des extraits d'*Opuntia ficus-indica*. Ceci renforce encore plus l'hypothèse d'un éventuel rôle de la S.O.D dans le processus de l'ulcération provoquée par l'éthanol. De même, une relation entre activités S.O.D - effet antiulcéreux et effet antioxydant des extraits de figuier de Barbarie est à développer, surtout que plusieurs auteurs ont posé l'hypothèse d'une éventuelle relation entre ulcère et radicaux libres. Le mucilage a montré des activités protectrices contre l'ulcération. A-t-il agit en tant protecteur gastrique ? Ou a-t-il agit contre les radicaux libres ? De telles hypothèses feront l'objet d'une nouvelle étude.

Références:-

1. Habibi Y., M. Mahrouz & M.R. Vignon: Arabinan-rich polysaccharides isolated and characterized from the endosperm of the seed of *Opuntia ficus-indica* prickly pear fruits. *Carbohydr Polymers* 60, 319-329 (2005)
2. Retamal, N., Duran, J.M., and Fernandez, J. (1987): Seasonal variations of chemical composition in prickly pear (*Opuntia ficus indica* L. Mill.). *J. Food Sci. Agric.* 38: 303-311.
3. Trachtenberg, S. and Mayer, A.M. (1981): Composition and properties of *Opuntia ficus-indica*. *Phytochem.* 20 (12): 1665-1668.
4. Nobel, P.S., Cavelier, J. and Andrad, J. L. (1992): Mucilage in cacti: its apoplastic capacitance, associated solutes, and influence on tissue water relations. *J. Exp. Bot.* 43:641-648.
5. Paulsen, B. S. and Lund, P. S. (1979): Water – soluble polysaccharides of *Opuntia ficus-indica* cv. "Burbank's Spinless". *Phytochem.* 18: 569-571.
6. Periago, M. J., Ros, G., Lopez, G., Martinez, M. C. and Rincon, F. (1993) : Componentes de la fibra dietética y sus efectos fisiológicos. *Rev. Esp. Cienc. Technol. Aliment.* 33, 3: 229-246.
7. Maataoui, B. S. et Hilali, S. (2004): Anti-hyperglycémiant effect of mucilage from *Opuntia ficus-indica*. *Metabolic Syndrome, type II Diabetes and Atherosclerosis Congress. Société Marocaine d'Athérosclérose. Marrakech, Maroc.*
8. Ibanes, C. R. and Meckes, L.M. (1983): Effet of semi-purified product obtained from *Opuntia streptacantha* L. (a cactus) on glycemia and triglyceridemia of rabbit. *J. Chromtogr.* 913: 415-420.
9. Cardenas, A., Higuera, C. I. and Goycoolea, F. (1997): Rheology and agregation of cactus (*Opuntia ficus indica*) mucilage in solution. *J. Professional Ass. Cactus Dev.* 2 : 152-159.
10. Maataoui, B. S., Hmyene, A. et Hilali, S. (2005) : Contribution à la valorisation médicinale des composés fonctionnels d'*Opuntia ficus-indica*. *Congrès International sur les Plantes Médicinales. Faculté des Science et Techniques, Errachidia, Maroc 2005.*
11. Park, E. H., Kahng, J. H. And Paek, E. A. (1998): Studies on the pharmacological action of cactus : identification of its anti- inflammatory effect. *Arch. Pharm. Res.*, 21, 1: 30-34.
12. Rosado, J. L. and Diaz, M. (1995) Physico - chemical properties related to gastrointestinal function of 6 sources of dietary fiber. *Rev. Invest. Clin.* 47, 4: 283-289.
13. Lee, E.B., Hyan, J. E., Lida, W. and Moon, Y. I. (2002): Effet of *Opuntia ficus-indica* var. Saboten stem on gastric damages in rats. *Arch. Pharm. Res.* 25, 1: 67-70.
14. Meyer, N. B. and Melaughin J. L. (1981): Economic uses of *Opuntia*. *Cactus and Succulent Journal* 53: 107-112.
15. Tomezyk, M., Zovko-Koncié, M. and Chrostek, L. *Phytotherapy of alcoholism. Nat. Prod. commun.* 7, 273-280.
16. Tesoriere, L., Attanzio, A., Allegra, M., Gentile, C., and Livera, M.A. *Indicaxanthin inhibits NADPH oxidase (NOX)-1 activation and NF-kB-dependent release of inflammatory mediators and the increase of epithelial permeability in IL-1B-exposed Caco-2 cells. Br. J. Nutr.* 111, 415-423 (2014).
17. Ahmad, A.; Davies, J.; Randall, S.; Skinner, G.R.B. 1996. Antiviral properties of extract of *Opuntia streptacantha*. *Antivir. Res.* 30: 75–85.
18. Lee, J.-A.; Jung, B.-G.; Lee, B.-J. 2012. Inhibitory effects of *Opuntia humifusa* on 7, 12-dimethylbenz[a]anthracene and 12-O-tetradecanoylphorbol-13- acetate induced two-stage skin carcinogenesis. *Asian Pac. J. Cancer Prev.* 13, 4655–4660.
19. Sijelmassi, A. *Les plantes médicinales du Maroc. 4^{ème} édition. Edition le Fennec. Casablanca, Maroc. 1996.*
20. S. B. Maataoui, A. Hmyene, S. Hilali, *Activité antiulcéreuse du mucilage extrait des raquettes du figuier de Barbarie (Opuntia ficus-indica). Cahier du Symposium Doctoral National, Biologie, Santé et Environnement, 1 (2004): 117-120.*
21. J. E. Hodge, B. T. Hofreiter, *Determination of reducing sugars and carbohydrates. 'Methods in carbohydrate chemistry'. Edition Whistler et Wolform. Academic press, New york, USA. 1962.*

22. V. F. Delgado, A. R. Jimenes, L.O. Paredez, Natural pigments: Carotenoids, anthocyanins and betains – characteristics, Biosynthesis, processing and stability. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 40 (2000): 173-189
23. M. J. Magistretti, M. Conti, A. Cristoni, Antiulcer activity of an anthocyanidin from *vaccinium myrtillus*. *Arzneimittelforschung Drug Research*, 38 (1988): 686-690.
24. E. M. Galati, S. Pergolizzi, N. Miceli, M. T. Monforte, M. M. Tripodo. Study on the increment of the production of gastrique mucus in rats treated with *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. cladodes. *Journal of Ethnopharmacology*, 83 (2002): 229-233.
25. H. G. Burkitt, B. Young, J. W. Heath, *Histologie Fonctionnelle* Wheater 3^{ème} Edition. Paris 1993.
26. Fridovich, Superoxide dismutase. [Review], *Advances in Enzymologie and Related Areas of molecular Biology*. 41 (1974): 35-97.
27. O. H. Lowry, N. J. Rosenberg, A. L. Farr, R. J. Randal, Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193 (1951): 265-275.
28. K. Osatoni, Y. Masuda, K. Hara, T. Ishihara, Purification, N terminal of Cu – Zn superoxide dismutase from japenes flounder (*Paralichthys olivaceus*) hepato-pencreas. *Comp. Bioch. Physiol. Part B*, 128 (2001) : 751-760.
29. F. C. Stintzing, Cactus stems (*Opuntia* spp.): a review on their chemistry, technology, and uses. : *Mol Nutr Food Res.* 49 (2005) 2:175-94.
30. C. Saenz, E. Sepulveda, Alternative de indistrualizacion de la tuna (*Opuntia ficus indica*). *Alimentos*. 18 (1993) 3: 29-32.
31. S. Szabo, J. S Trier, A. Brown, J. Schnoor, Early vascular injury and increased vascular permeability in gastric mucosal injury caused by ethanol in the rat. *Gastroenterology*. 88 (1985): 228-236
32. J. L. Wallace, Mecanisme of protection and healing: current knowledge and future research. *The American Journal of Medicin*, 110 (2001) (8): 19S-23S.
33. K. Saag, G. R Sanderson, P. Mona, G. Ramos, Cactacea mucilage composition. *Journal of Agricultural Science*. 26 (1975): 993-1000.
34. E. Clarke, R. L. Anderson, B. A. Stone, From and function of arabinogalactans and arabinogalactan-proteins. *Phytochemistry*, 18 (1979): 521-540.
35. S. Trachtenberg, A.M. Mayer, Biophysical property of *Opuntia ficus-indica* mucilage. *Phytochemistry*, 21 (1982): 2835-2843.
36. E. M. Galati, M. R. Mondello, D. Giuffrida, G. Dugo, N. Miceli, M. F. Pergolizzi. Taviano, Chemical characterisation and biologie effects of sillician *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. Fruit juice: Antioxidant and antiulcerogenic activité. *J. Agric. Food Chem.* 51(2003): 4903-4908.