

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire de fin d'études

Présenté par

DEDDACHE Fairouz

&

DELLA Malika

Pour l'obtention du diplôme de

Master en Biologie

Spécialité: Pharmaco-Toxicologie

Thème

Analyse phytochimique et activité antioxydante de différentes parties de *Scolymus hispanicus* L.

Soutenue publiquement le/...../2021

Devant le Jury:

Présidente	: Salima DOUCHENE	Grade: MCA	Univ. de Mostaganem
Rapporteur	: Wahiba RACHED	Grade: MCA	Univ. de Mostaganem
Examinatrice	: Hadria GRAR	Grade: MCA	Univ. de Mostaganem

Thème réalisé au Laboratoire de Pharmacognosie et Api Phytothérapie

Année universitaire: 2020 - 2021

introduction

Introduction

Le bassin méditerranéen regorge d'espèces indigènes qui ont été traditionnellement utilisé par les habitants à des fins médicinales et thérapeutiques au cours des siècles, tandis que l'Algérie, en particulier, prospère avec de nombreux écotypes de ces espèces en raison du terrain morphologie Plusieurs études rapportent la importance de ces espèces dans l'alimentation humaine, car elles ont été considérées comme des famines la nourriture pendant les périodes difficiles de l'histoire(**Petropoulos et al ., 2018**).

Les plantes sauvages sont souvent associées à des périodes de famine ou de pénurie alimentaire. Apparemment, parce que des informations inadéquates sur leur contenu nutritionnel et leur potentiel à servir de l'alimentation, les légumes non cultivés n'ont pas reçu beaucoup d'attention. Récemment, intérêt pour la nature les légumes à feuilles ont considérablement augmenté dans le monde, en raison de la récente enquêteet des preuves de haute valeur nutritionnelle associée à des avantages potentiels pour la santé (**Sánchez-Mata et al., 2012**).

L'art de se soigner par les plantes, désigné par le fameux terme classique «phytothérapie», repose sur une panoplie de coutumes thérapeutiques aussi bien traditionnelles que scientifiques qui se sont développées au cours des siècles en exploitant la relation ininterrompue entre l'être humain et la flore. Au fait, selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), 80% de la population mondiale ont recours aux plantes médicinales pour soigner les problèmes de santé primaire faisant de la phytothérapie une branche alternative dans la prévention et le traitement de certaines pathologies (**référence**).

Les antioxydants naturels font l'objet de nombreuses recherches et une nouvelle voie vers l'exploitation des métabolites secondaires généralement et les polyphénols particulièrement tant dans la santé et vis-à-vis des maladies pernicieuses (cancer) que dans l'industrie agro-alimentaire. Ces composés qui sont représentés par la famille des polyphénols sont largement recherchés pour leurs propriétés biologiques: antioxydants, anti inflammatoires, antiallergiques et anti-carcinogènes (**Macheix et al., 2005**) . Notant que l'efficacité puissante de ces substances à stopper les réactions radicalaires en neutralisant les radicaux libres est due principalement à leurs structures phénoliques avec la présence des groupements hydroxyyles. Pour cela, les progrès dans le domaine des antioxydants sont accentués d'où le nombre de plantes médicinales disponibles commercialement est de l'ordre de 1800 espèces aux Etats-Unis. (**Small et Catling, 2000**).

Le chardon doré, *Scolymushispanicus* L. (Asteraceae), est une plante épineuse, herbacée vivace trouvée en Méditerranée est l'un des légumes sauvages les plus utilisés dans le centre de l'Espagne, L'Europe autres régions de nord d'Afrique (**Polo et al., 2009**). Il est également consommé dans d'autres Pays méditerranéens, comme le Portugal, le Maroc, la France, l'Italie, Grèce, Chypre et Turquie (**Polo et al., 2009**). De plus, ses fleurs sont utilisé comme alternative colorante au safran et à l'ensemble la plante est traditionnellement utilisée comme cholérétique(**Polo et al., 2009; Sanz et al., 1993**)

L'objectif principal de ce travail a été faire un analyse phytochimique et activité antioxydantes de différentes parties de *Scolymus hispanicus*. Ce travail présente une synthèse bibliographique permettant de définir plusieurs termes abordés dans notre sujet de travail et une partie qui exprime les déférents méthodes utilisé dans ce travail en rappel aussi les matériels utilisé ,après en a la parties des résultats et discussion qui permet de discutez notre résultat trouvé et faire une petit comparaison avec d'autres résultats trouvés par des autres chercheurs, finalement il y a la conclusion ou nous concluons notre travail on donne un petit verre dans le sujet que nous avons travaillé dessus.

Synthèse
Bibliographique

I. Plantes comestibles sauvages méditerranéenne set Présentation de *Scolymus hispanicus* L.

I.1. Plantes comestibles sauvages méditerranéennes

Les plantes médicinales et les plantes sauvages comestibles sont utilisées depuis longtemps dans le processus de stress oxydatif et la lutte contre les maladies infectieuses. Mais la découverte des antioxydants synthétiques et des antibiotiques a provoqué le déclin de la médecine à base des plantes et l'a reléguée à un rang secondaire.

Les plantes sauvages ne sont ni cultivées ni gérées (**Sõukand et al., 2016**). Ils sont souvent associés à des périodes de famine ou de pénurie alimentaire. Ils ont contribué à la biodiversité, et leur consommation permet de lutter contre la malnutrition et de diversifier l'alimentation grâce à leurs savoirs traditionnels des populations locales. Cependant, ces plantes non cultivées n'ont pas reçu beaucoup d'attention en raison de l'abondance d'autres aliments et des changements dans les habitudes alimentaires (**Luczaj et al. 2012**). De plus, le manque d'informations sur leur contenu nutritionnel et leur potentiel à servir d'aliment sûr signifie qu'elles sont sous-utilisées et que leurs vertus ne sont pas valorisées (**Marmouzi et al., 2017**). Les propriétés nutritionnelles des plantes sauvages ont été rapportées dans plusieurs études (**Kibar et al., 2017; Sánchez-Mata et al., 2016**), et dans plusieurs pays : en Turquie (**Kibar et al., 2017**), en Inde (**Datta et al. 2016**), en Grèce (**Zeghichi et al., 2003**), en Éthiopie (**Getachew et al., 2013**), au Bangladesh (Alam et al., 2020), au Maroc (**Tbatou et al., 2018**) et en Espagne (**Morales et al., 2015**). En Algérie, les plantes sauvages alimentaires avaient plusieurs usages mais étaient délaissés par la communauté scientifique, qui concentrait ses recherches sur les plantes médicinales. Par conséquent, peu d'articles ont étudié les activités pharmacologiques, y compris l'activité antioxydante que ces plantes alimentaires peuvent avoir.

I.2. Présentation de *Scolymushispanicus* L.

I.2.1. Classification botanique

La position systématique de *Scolymushispanicus* L. est représentée d'après **Tison et al. (2014)** comme suit:

Régne	:Plantae
Sous-Régne	:Viridaplantae
Infra-Régne	:Streptophyta
Clade	:Tracheophyta
Classe	:Equisetopsida
Sous classe	:Magnoliidae
Super-Ordre	:Asteranae

Ordre	:Asterales
Famille	:Asteraceae
Sous-Famille	:Cichorioideae
Genre	: <i>Scolymus</i>
Espèce	: <i>Scolymushispanicus</i>

I.2.2. Nomenclatures et synonymes

- ▶ **Synonymes:** *Myscolushispanicus* (L.) D.Dietr., *M. microcephalus*Cass., *Scolymusangiospermos*Gaertn., *S. grandiflorus*Desf.,*S. congestus*L am., *S. perennis* Gérard, *S.theophrasti*Bubani.
- ▶ **Noms arabe/ Kabyle:** guernina, Taghiwt, Jeniz.
- ▶ **Noms français :**Scolyme d'Espagne, Épine jaune, chardon d'Espagne.
- ▶ **Nom anglais:** Golden Thistle

I.2.3. Description botanique

C'est une plante bisannuelle qui atteint plus de 1 20 m (**Figure01**), elle est caractérisée par des tiges a ailles interrompues, très rameuse. Bractées externes de l'involucre non cupides, ses capitules sont plus petits que les deux autres espèces (*S. maculatus* et le *S. grandiflorus*) à involucre non supplémentaire de 3 bractées, feuille caulinaire, largement amplexicaules, fleurs dorées de mai à septembre (**Quezel et Santa, 1963**).



Figure 01. Photographie de *Scolymushispanicus* L.

I.2.4. Distribution géographique et habitat

Cette espèce vit dans des habitats très diversifiés allant du niveau de la mer à une altitude de 1000 m, à la fois sur des sols sableux ou argileux, dans des zones avec une période de gel ou sans gel, etc (**Quezel et Santa, 1963**). Il pousse sur les terrains secs (**Tardío et al., 2016**). Le Chardon d'Espagne est une espèce méditerranéenne présente en particulier en Afrique du Nord. Il est commun dans toute l'Algérie, il pousse sur les terrains secs. Elle est également commune au sud de la Méditerranée (Égypte, Libye, Maroc, Tunisie) et au nord de la Méditerranée (Albanie, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Croatie, France, Grèce, Italie, Monténégro, Portugal, Roumanie, Saint-Marin, Russie, Espagne, Suisse du Sud, et de Turquie). Elle se trouve également à l'est de la Méditerranée (Palestine, Liban, Syrie et aux Îles méditerranéennes (Îles Baléares, Corfou, Corse, Chypre, Crète, Malte, Sardaigne, Sicile) (**Quezel et Santa, 1963; Vazquez, 2000; Tardío et al., 2016**).

1,2,5. Utilisation traditionnelle et propriétés pharmaceutiques de la plante

Bien que *S.hispanicus* L. est généralement consommé comme légume avec jeune feuille et racine, il est également utilisé en médecine alternative. Une enquête menée auprès des herboristes a montré que le *S.hispanicus* L. s'emploie traditionnellement contre les calculs rénaux (**Tunalier et al., 2006; Polat et Satil, 2012**). Les racines sont utilisées comme substitut du café et les fleurs comme alternative du safran (**Polo et al., 2009**). Les racines de *S.hispanicus* en décoction, sont recommandées comme antidiabétique (**Lahsissene et al., 2009**). Les tiges sont utilisées pour les soins de l'appareil digestif, les emménagogues, les antidiarrhéiques, les bronchites et anorexie (**Hseini et al., 2007; Polat et satil, 2012; Meddour et Meddour-Sahar, 2015**). La consommation des côtes (de nervure principale et de pétiole) de cette plante, à l'état vert ou cuit, est recommandée dans les maladies du foie, les reins et des intestins (**Belakhdar, 1997; Polat et Satil, 2012**). La plante adulte a un goût amer, mais les jeunes feuilles sont consommées, en Algérie, dans les salades, les soupes ou les ragoûts. Elles peuvent soulager les maux d'estomac. Au Maroc, la plante adulte est utilisée contre l'obésité et le cholestérol, les maladies du foie et des intestins, des désordres digestifs, la fièvre et les infections des yeux. Elle possède des propriétés diurétiques, cholagogue, cholérique, tonique, antirhumatismales, antiscorbutique, hypoglycémique, et appétissante (**Siddhuraju et al., 2007; Altiner et Sahan 2016, Tardío et al., 2016**).

Les propriétés antioxydants de l'extrait phénolique de cette plante ont été testées, et il a été découvert qu'une concentration de composés phénoliques de *S.hispanicus* de 10 g/ml présentait des propriétés antioxydants et une protection de l'ADN d'environ 20 % dans les

lymphocytes, où des dommages oxydatifs à l'ADN ont été introduits en utilisant peroxyde d'hydrogène (**Kapiszewska et al., 2005**). Ont trouvé que les racines de *S.hispanicus* contiennent du taraxastérol et des triterpénodes d'acétate de taraxastérol, et que les triterpénodes ont des effets anticancéreux, stoppant les cycles cellulaires dans les cellules cancéreuses. Ils améliorent également la croissance des cellules fibroblastiques (**Sari et Tutar 2010; Shirai et al., 2015**). Les propriétés anti-inflammatoires et antimicrobiennes sur les différentes parties de la plante ont été également prouvées par plusieurs travaux de recherche récente (**Petropoulos et al., 2018 ; Aboukhalaf et al., 2020; Kandil et al., 2020; Marmouzi et al., 2021**)

I.2.6. Phytochimie de la plante

Plusieurs études phytochimiques antérieures des parties aériennes de *S.hispanicus* ont été démontrés la présence des composés phénoliques comme les acides phenoliques (acides hydroxycinnamiques, flavonoïdes et anthocyanines). Des travaux ont été établis sur l'isolement et la caractérisation de certains flavonoïdes tels que 6 8-di-C-glucosylapigénine, biorobine, trifoline et Saxifragine (**Romussi et Ciarallo 1978**) Flavonoïdes glycosidiques tels que la quercétine-3-O-rhamnoside ou O-rutine, quercétine-3-O-glucoside ou isoquercitrine, Isorhamnétine-3-O-glucoside, quercétine-5-O-glucoside et quercétine-3-O-galactoside (**Rubio et Diaz 1995**) et les flavonols rutinosides tels que Isorhamnétine-3-O- α' -L-rhamnopyranosyl- β -D-Glucopyranoside et kaempférol-3-O- α' -L-rhamnopyranosyl- β -D-glucopyranoside qui ont été isolés à partir de feuilles et de fleurs de cette plante (**Rubio et al. 1995**). L'apparition de l'acide rosmarinique, l'orientine, la quercétine 5-glucoside et l'isorhamnétine-3-galactoside ont été signalés dans les pétales (**Rubio Et al. 1991**). N-Nonacosane, α' -amyrine, α' -amyrine Acétate, tétratriacontanoate d' α' -amyrine, oléanoliqueacide, β -sitostérol, stigmastérol, fructose, galactose, et le mannitol ont été isolés et caractérisés de l'écorce de racine de cette plante (**Baysal 1988; Erciyes, et Baysal 1989**). Les feuilles contiennent également luteoline, luteoline-O-glucoside; hydroxycoumarines (cichoriine et scopoletine). L'apigénine-O-glucoside a été obtenu par les feuilles et les branches. les feuilles contiennent des caroténoïdes (b carotène), flavonoïdes (lutéine), vitamines (B9, C, acide dehydroascorbique, E et K), tocophérols, acides organiques (oxalate, glutamate, malate, citrate, et fumarate) (**Sánchez-Mata et al., 2012; Morales et al., 2014; Morales et al., 2015; Altiner et Sahan, 2016; Marmouzi et al., 2021**). Les parties aériennes sont également riche en huiles essentielles (**Servi, 2019**)

II. Radicaux libres, Stress oxydatif et antioxydants

Les réactions radicalaires sont omniprésentes chez les êtres vivants, et sont impliquées plus ou moins directement dans la reproduction, la modification des gènes et la défense contre les maladies. Le stress oxydant est la cause de plusieurs dommages dans la fonction des cellules et même de plusieurs maladies tel que : les inflammations, le diabète, les maladies neurodégénératives et le cancer.

II.1. Radicaux libres

II.1.1. Définition

Les radicaux libres sont des atomes ou des molécules qui possèdent un ou plusieurs électrons non appariés sur leurs couches externes (Halliwell, 2009). Ils apparaissent soit au cours de la rupture d'une liaison covalente pendant laquelle chaque atome conserve son électron, soit au cours d'une réaction redox avec une perte ou un gain d'électron à partir d'un composé non radical (Denisov et al., 2005; Phaniendra et al., 2015). Du fait de leurs instabilités énergétiques, les radicaux libres ont tendance à revenir immédiatement à l'état stable en donnant un électron ou en prenant un à une autre molécule, ils peuvent donc être réducteurs ou oxydants, c'est-à-dire ils ont la propriété d'être extrêmement réactifs vis-à-vis des molécules environnantes, et ils possèdent un temps de demi-vie extrêmement court (Halliwell, 2001; Koechlin-Ramonatxo, 2006). Les radicaux libres qui proviennent de l'O₂ sont appelés les espèces réactives de l'oxygène (ERO) alors que les radicaux libres qui sont générés de la réaction de l'oxygène avec l'azote sont considérés comme une sous-classe des radicaux libres appelée les espèces réactives de l'azote (ERZ) (Penna C., Mancardi D., Rastaldo R., Pagliaro P. 2009). Les principaux radicaux libres l'oxygène est normalement transformé en molécules d'eau au niveau de la chaîne respiratoire (mitochondries). Ce processus n'est toutefois pas parfait car 2 à 5% de l'oxygène est consommé et transformé en O₂ par une réduction univalente, et de ce fait il en résulte une production inévitable d'intermédiaires très réactifs (Olinescu et Smith, 2002; Pincemail et al., 2002, Finaud et al., 2006). Les principaux radicaux libres L'oxygène et d'azote sont cités dans le tableau 1.

Tableau02 : Principaux radicaux libres L'oxygène et d'azote (Bensakhria.2018).

Radicaux libres oxygénés	Radicaux libres azotés
l'oxygène singlet (¹ O ₂)	l'ozone O ₃
l'anion superoxyde (O ₂ • ⁻)	le monoxyde d'azote NO•
le peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂)	l'anhydride nitreux N ₂ O ₃

II.1.2. Rôle des radicaux libres

Le rôle des radicaux libres et de l' O_2 actif dans le vieillissement et dans certains processus pathologiques, l'arthrite inflammatoire, les cardiopathies, l'altération du système immunitaire et les cancers, a fait l'objet d'une attention particulière au cours des dernières années. Le stress oxydant correspond à un déséquilibre entre un niveau accru de dérivés réactifs de l' O_2 et une activité antioxydant réduite. Une augmentation du stress oxydant peut entraîner des destructions tissulaires et provoquer des lésions au niveau des structures cellulaires.

II.2. Stress oxydatif

II.2.1. Définition

Le stress oxydatif apparaît dans une cellule quand l'équilibre entre les espèces pro-oxydantes et antioxydantes est rompu en faveur des pro-oxydants (**Figure02**). Dans les systèmes vivants, une production physiologique d'espèces réactives de l'oxygène (ROS) se fait de manière continue. Dans des conditions pathologiques ou provoquées par des facteurs exogènes, une surproduction de ces réactifs est possible. Les défenses antioxydantes, dont une partie est dépendante de l'alimentation, peuvent être insuffisantes pour empêcher les dégâts cellulaires que peuvent causer les radicaux libres de l'oxygène. (**Valko et al., 2007**)

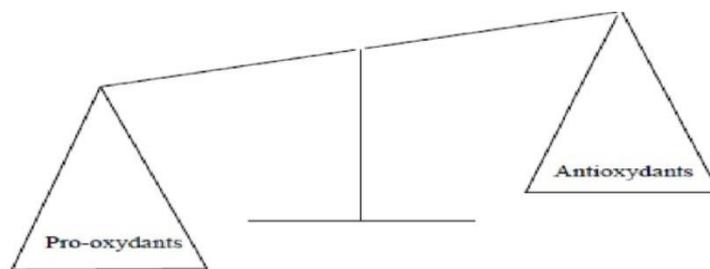


Figure02.Déséquilibre de la balance entre antioxydants et pro-oxydants.

II.2.2. Conséquence du stress oxydant :

Un déséquilibre entre la production des ROS et leur dégradation sont assurés par les systèmes de défense antioxydants conduit à une accumulation des ROS, cela entraîne des dommages irréversibles sur les biomolécules notamment l'ADN (oxydation de l'ADN), les lipides (peroxydation lipidique) et les protéines (carbonylation des protéines) (**Mougeolle, 2015**). Des concentrations élevées en ERO peuvent être un important médiateur de dommages des structures cellulaires, des acides nucléiques, des lipides et des protéines (**Valko et al., 2006**). Le stress oxydant sera la principale cause initiale de plusieurs maladies comme le cancer, la cataracte,

sclérose latérale amyotrophique, syndrome de détresse respiratoire aigu, œdème pulmonaire, vieillissement accéléré, Alzheimer, Parkinson, infections intestinales, rhumatisme, athérosclérose et le diabète (Atawodi, 2005, Favier, 2006, Tan et al., 2018).

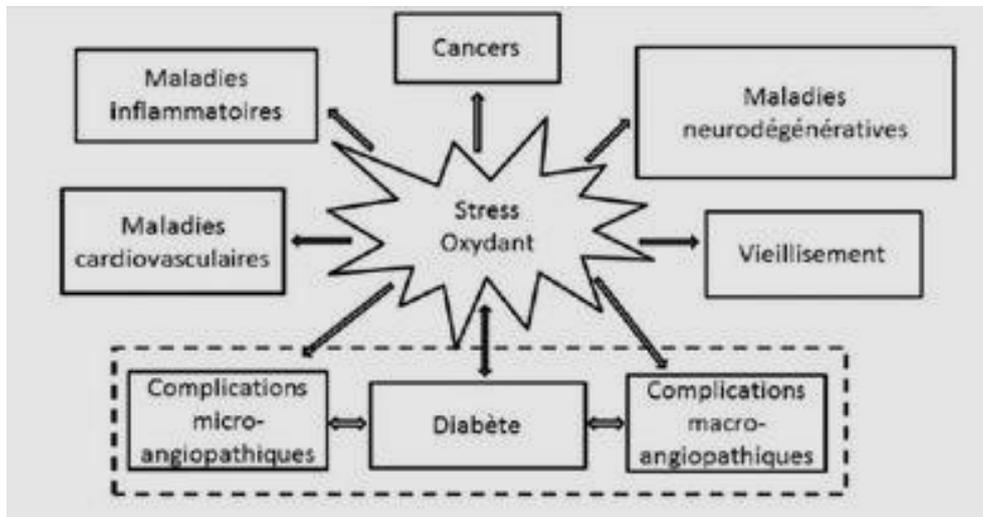


Figure 03.Conséquences du stress oxydatif (Favier, 2006 ; Tan et al., 2018)

II.3. Antioxydants

II.3.1. Définition

L'organisme a développé des systèmes de défense très efficaces contre la production des RL. Les molécules contrôlant cette production sont désignées par le terme «antioxydant». Du point de vue biologique, les antioxydants sont toute substance qui, présente à faible concentration par rapport à celle du substrat oxydable, retarde ou inhibe significativement l'oxydation de ce substrat (Rizzo et al., 2011)

Les antioxydants sont des composés puissants qui peuvent neutraliser les radicaux libres impliqués dans la dégradation cellulaire, et nous aident ainsi à garder une vie active et saine. Quelques antioxydants sont fabriqués par le corps humain, d'autres tels les vitamines et poly phénols, doivent être apportés par notre alimentation. (Pincemail et Defraigne, 2004)

II.3.2. Mode d'action

Ces antioxydants peuvent agir contre la lipopéroxidation de deux façons : soit en protégeant les lipides cibles (les acides gras polyinsaturés ou AGPI) contre les effets délétères des espèces réactives de l'oxygène (ERO) : ions superoxyde, oxygène singulet, NO• et peroxy-nitrite, produites notamment par les cellules de l'inflammation, soit en empêchant la propagation de la lipopéroxidation une fois qu'un peroxyde d'acide gras (le radical acylperoxy) est apparu. Dans le premier cas, ils fonctionnent comme des pièges à ERO (caroténoïdes, vitamine C, polyphénols). Dans le second cas, ils interrompent directement la

chaîne de lipo-péroxydation (a-tocophérol) ou participent indirectement à cette interruption (acide ascorbique, polyphénols). (Léger.2006)

III.3.3. Classification

L'organisme a un complet système de défense antioxydant. Il existe deux types de sources d'antioxydants :

III.3.3.1. Antioxydants endogènes

Les antioxydants endogènes sont regroupés en fonction du type moléculaire, enzymatique et non enzymatique

- Antioxydants enzymatiques

La production physiologique d'EOA est régulée par des systèmes de défense composés d'enzymes (SOD, hème oxygénase, peroxyrédoxine...), des molécules antioxydantes de petite taille (glutathion, acide urique, bilirubine, ubiquinone, ...) Et de protéines (transferrine, ferritine, ...). Enfin, un système secondaire de défense composé de phospholipases, d'ADN Endonucléases, de ligases et de macroxyprotéinases empêche l'accumulation dans la cellule de lipides, d'ADN et de protéines oxydés et participe à l'élimination de leurs fragments toxiques. (Pincemail et al., 2002)

-Antioxydants non enzymatiques

► Glutathion : c'est un thiol majoritaire, largement présent sous forme réduite, qui est capable de réagir, in vivo, avec les radicaux $\text{OH}\cdot$, $\text{RO}_2\cdot$, $\text{RO}\cdot$, $^1\text{O}_2$, $\text{ONOO}\cdot$, des radicaux centrés sur le carbone, mais aussi l'acide hypochloreux HOCl (Delattre et al., 2005).

► Acide lipoïque : c'est composé appartenant aux thiols, ses deux formes oxydée et réduite présentent des propriétés antioxydantes in vitro en piégeant les $\text{OH}\cdot$, $\text{RO}_2\cdot$, l' HOCl et l' $^1\text{O}_2$. En se liant à des métaux comme le fer et le cuivre, il permet de les désactiver d'un point de vue catalytique, et a la capacité de régénérer certains antioxydants endogènes et exogènes (Packer et al., 2001).

► Acide urique: présent sous forme d'urate à pH physiologique, il possède des propriétés antioxydantes in vitro contre les $\text{OH}\cdot$ et $\text{RO}_2\cdot$, tout comme la bilirubine, les mélanines et la mélatonine (Delattre et al., 2005).

III.3.3.2. Antioxydants exogènes

- Antioxydants synthétiques :

Dans l'industrie alimentaire, les antioxydants synthétiques, tel que le butylhydroxyanisole (BHA), butylhydroxytoluène (BHT) gallate propylée (PG) et le tétra-butylhydroquinone (TBHQ), sont largement utilisés parce qu'ils sont efficaces et moins chers que les antioxydants naturels. Cependant, leur sécurité est très discutée car ils génèrent un besoin de recherche comme matière de substitution d'après des sources naturelles comme antioxydants de la nourriture (**Lugasi et al, 2003**)

- **Antioxydants naturels**

► **Vitamine C ou acide ascorbique:** c'est une molécule hydrosoluble présente dans la plupart des fruits et légumes et elle est non synthétisée par l'homme. Elle est connue pour son action protectrice contre l'oxydation membranaire (**Retsky et al., 1999**). Elle se trouve dans le cytosol et dans le fluide extracellulaire; elle peut capter directement l' $O_2^{\bullet-}$ et l' OH^{\bullet} . Elle peut aussi réduire le radical α -tocophérol et ainsi permettre une meilleure efficacité de la vitamine E (**Evans, 2002, Packer et al, 1997**).

► **Vitamine E:** c'est le terme générique utilisé habituellement pour désigner les différents tocophérols et tocotriénols (ensemble de 8 molécules, dont 4 tocophérols et 4 tocotriénols) (**Yoshida et al., 1993**)

► **Caroténoïdes:** ce sont des pigments issus des plantes et microorganismes, et sont regroupés en deux grandes familles, les carotènes et les xanthophylles. On en dénombre environ 600 présents dans la nature.

► **Les composés phénoliques:** Les polyphénols constituent les principes actifs de nombreuses plantes médicinales. Ils sont synthétisés par l'ensemble des végétaux et ils participent aux réactions de défense face à différents stress biotiques (agents pathogènes, blessures, symbiose) ou abiotiques (lumière, rayonnements UV, faible température, carences). Les polyphénols contribuent à la qualité organoleptique des aliments issus des végétaux (couleur, astringence, arôme, amertume) (**Visioli et al., 2000**).

Les polyphénols sont caractérisés par la présence d'au moins un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle, libre ou engagé dans une autre fonction : éther, ester, hétéroside (**Visioli F. et al., 2000**). Sont classés en deux groupes : les composés flavonoïdes et les composés non flavonoïdes. Les composés flavonoïdes sont regroupés en diverses familles : flavonols, flavanols, flavones, isoflavones, flavanones et anthocyanes. Les non flavonoïdes sont divisés en acides phénols et dérivés, lignanes et stilbènes. Ils sont

considérés comme substances phytochimiques avec des effets antioxydants, anticancéreux, antimicrobiens et antiinflammatoires. Leur toxicité est très faible (**Bhuyan et Basu, 2017**).

Matériel Et Méthodes

I. Matériel végétal et extraction

Notre étude expérimentale a été réalisée au sein du laboratoire Pharmacognosie Api phytothérapie, Département de biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université AbdEl HamidIbnbadis «Mostaganem».

Elle porte sur une étude biologique par une évaluation in vitro de l'activité antioxydante par le test de DPPH, des extraits aqueux bruts de deux parties du guaranina: *Scolymushispanicus* (parties aériennes et racines) ainsi une étude phytochimique par un dosage spectrophotométrique des polyphénols totaux.

I.1. Récolte du matériel végétal

Les différentes parties de *S.hispanicus* a été récoltée le mois d'Avril 2021, dans la wilaya d'Oran. Les organes végétaux choisis pour la réalisation des expérimentations de cette étude sont les parties aériennes et les racines qui ont été séchées à l'abri de la lumière et à une température ambiante, puis elle est finement broyée pour obtenir une poudre fine, qui a servi pour la préparation des extraits aqueux de chaque partie de plante étudiée.

I.2. Préparation des extraits

-Décoction

Le matériel végétal est mélangé avec l'eau distillée (5%, m/v) dans un bécher et à l'aide d'une plaque chauffante. Le mélange est chauffé à une température 50°C pendant 15 min. Le décocté refroidi a été filtré. Cette étape a été répétée deux fois.

-Lyophilisation

Après filtration on prend les filtrats et on les met dans la lyophilisation pendant 14 jours pour le principe de la vapeur d'eau (ou de tout autre solvant) quitte le produit et on la capture par congélation à l'aide d'un condenseur, ou piège froid. Cette technique permet de conserver à la fois le volume. L'aspect et les propriétés de la plante traitée.

II. Évaluation de l'activité antioxydante et dosage des polyphénols totaux

II.1. Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl)

L'activité antioxydante des extraits de *S.hispanicus* a été mesurée en employant le radical libre stable DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) de couleur violette qui absorbe à 517 nm est due au fait qu'il possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote. En présence d'agents antioxydants qui sont des donneurs d'hydrogène (AH), se réduit en 2,2-diphényl-1-picrylhydrazine de couleur jaune, ce qui entraîne une diminution de son absorbance. (**Brand-Williams et al., 1995; Maataoui et al., 2006**).

Cette méthode colorimétrique est effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre (UViline 9400, Secomam). Elle consiste à mixer 100 µL de différentes concentrations d'extrait avec 900 µL (0,019 – 5 mg/mL) de solution méthanolique de DPPH à une concentration de 0,06

mmol/L, donnant un blanc pour chaque concentration (le méthanol). En parallèle, un contrôle négatif est réalisé en mélangeant 100 µL de méthanol avec 900 µL d'une solution méthanolique de DPPH à la même concentration que le contrôle positif. Après l'incubation pendant une heure dans l'obscurité et à température ambiante, les absorbances sont mesurées à l'aide d'un spectrophotomètre à 517 nm.

Le pourcentage d'inhibition (PI) est calculé selon la formule suivante:

$$\text{PI \%} = (\text{Abs control} - \text{Abs test}) / \text{Abs control} \times 100$$

I (%): Pourcentage d'inhibition de l'activité anti-radicalaire; **Abs control**: Absorbance de la solution du DPPH à la longueur d'onde 517 nm, **Abs test**: Absorbance de l'échantillon à la longueur d'onde 517 nm.

Les résultats de l'activité antioxydante sont exprimés par IC₅₀ (aussi appelée EC₅₀ pour Efficient concentration 50). La valeur IC₅₀ est définie comme étant la concentration du substrat qui cause la perte de 50% de l'activité du DPPH. Les IC₅₀ sont calculées graphiquement par les régressions linéaires des graphes tracés; pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations des extraits en utilisant le logiciel Sigma-plot (**Bertoncelj et al., 2007; Marxen et al., 2007; Scherer et Godoy, 2009; Fabri et al., 2009**).

II.2. Dosage des poly phénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux des extraits des parties aériennes et des racines a été effectué selon la méthode de Singleton et Rossi (1965) avec des modifications mineures en utilisant un spectrophotomètre UV-Visible (UV line 9400, Secomam) qui repose sur le réactif de Folin-Ciocalteu (**Singleton et Rossi, 1965**). Ce réactif decouleur jaune est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique. Lorsque les polyphénols sont oxydés, ils réduisent le réactif Folin-Ciocalteu en un complexe ayant une couleur bleue constitué d'oxyde de tungstène et de molybdène.

Pour évaluer la teneur en polyphénols des extraits 100 µL d'extrait sont mélangés à 500 µL de Folin-Ciocalteu réactif (1/10, eau distillé) et conservés à température ambiante. Après 5 minutes, 1 mL de solution de carbonate de sodium (2% dans l'eau distillé) sont ajoutés, la solution finale est bien agitée, et l'absorbance est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre à 765 nm après 1 heure d'incubation.

La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique (0-200 µg /mL). Les résultats des teneurs en polyphénols totaux sont exprimés en milligramme d'équivalent d'acide gallique par un gramme de l'extrait lyophilisé sec (mg Eq AG/g d'extrait lyophilisé). Les teneurs totaux sont calculées

à partir d'une droite (équation de régression linéaire: $y = 4,2333 x + 0,0163$; $R^2 = 0,9996$) préparée une série de concentrations d'acide gallique (0,02; 0,04; 0,06; 0,08 et 0,1 mg/mL, H₂O) (**Figure 4**).

Le dosage des polyphénols totaux par le réactif de Folin-Ciocalteu a été déterminé par un spectrophotomètre UV-Visible (UV line 9400, Secomam). Son utilisation s'est largement répandue pour caractériser les extraits végétaux. Le dosage est reposé sur la quantification de la concentration totale de groupement hydroxyles présents dans l'extrait. Cette courbe est réalisée dans les mêmes conditions opératoires que les échantillons étudiés. Les dosages sont effectués en triplicata.

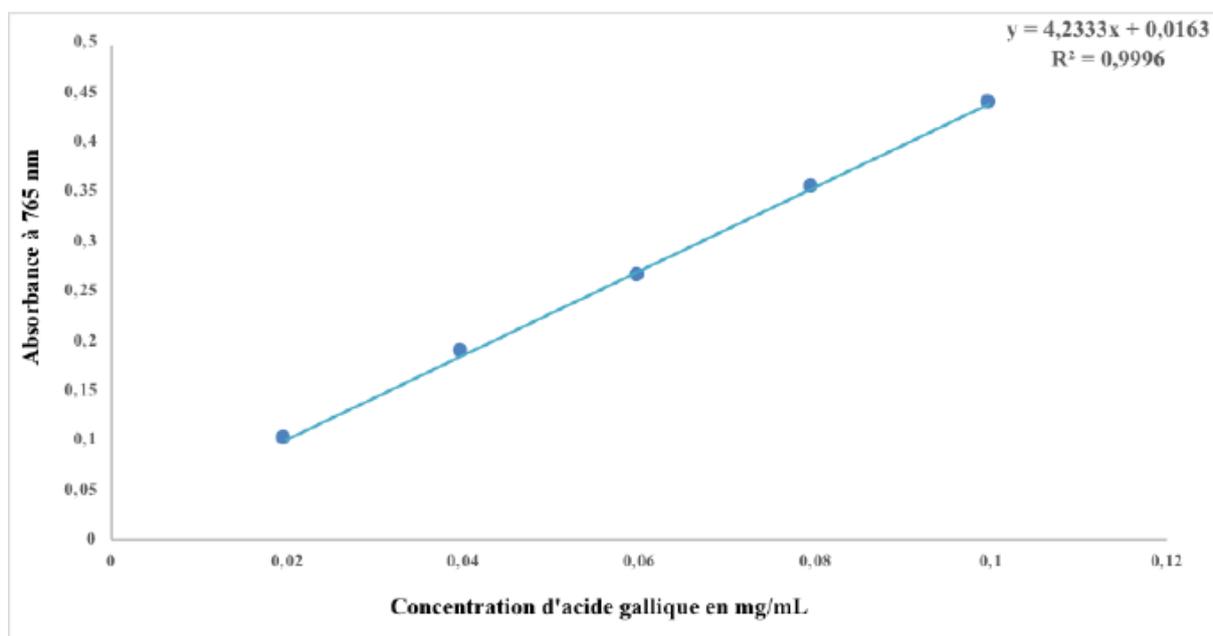


Figure04. Courbe d'étalonnage d'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux (TPT).

Résultats Et Discussion

I. Activité antioxydante

L'activité antioxydante exprime la capacité de réduction des radicaux libres tant décrite dans diverses pathologies. Dans le but de pallier le système de défense endogène, les recherches s'orientent dans la découverte de molécules antioxydantes. Ainsi pour évaluer l'activité

antioxydante de nos extraits, nous avons employé la méthode au DPPH (**Ebrahimzadeh et al., 2010**).

Les résultats obtenus sont exprimés en pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des concentrations des extraits.

Les figures 5 et 6 rapportent les pourcentages d'inhibition obtenus en fonction des concentrations utilisées des parties aériennes et des racines respectivement, avec les représentations graphiques tracées par l'Excel.

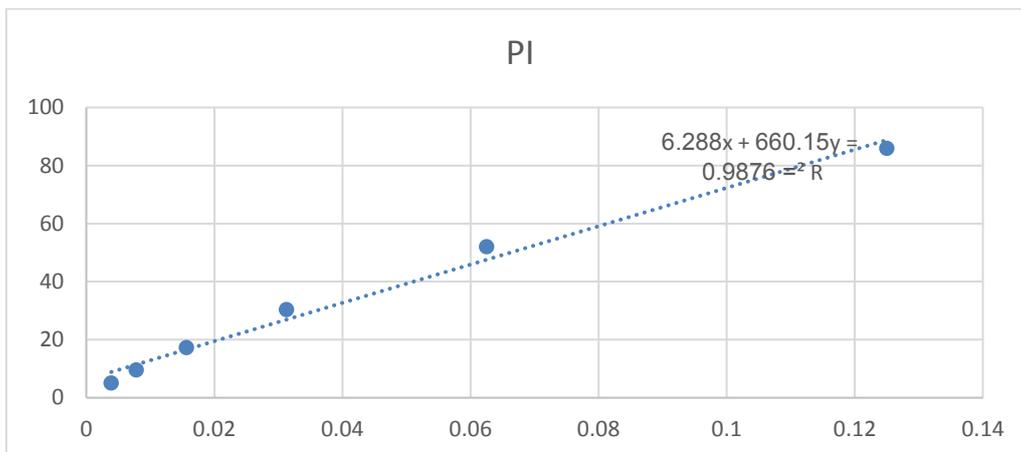


Figure05. Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations d'extrait (Feuilles).

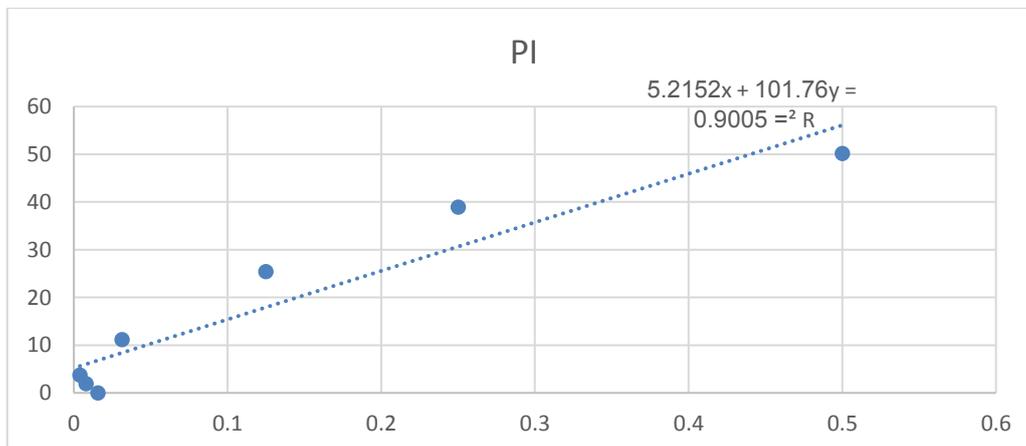


Figure06. Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations d'extrait (Racines).

II. Dosage des polyphénols totaux

Les résultats obtenus pour le dosage des polyphénols totaux sont exprimés en mg équivalent acide gallique par un gramme de matière sèche lyophilisée. Nous avons établi une courbe d'étalonnage en utilisant l'acide gallique comme composé de d'étalonnage .

Tableau 01. Activité antioxydant par DPPH et teneurs en polyphénols totaux des extraits aqueux des parties aériennes et des racines de *S.hispanicus*.

	Parties aériennes	Racines	Acide ascorbique*	Catéchine*	Trolox*
Activité antioxydant (valeurs d'IC ₅₀ en µg/mL)	480± 0 02	212±0 06	0 45±0 02	1 05 ±0 01	2 8 ±0 04
Polyphénols totaux (mg/g)	13 20± 0 3	31 12±0 24	-	-	-

acide ascorbique, catéchine et trolox sont des substances de référence utilisées comme des témoins positifs pour l'activité antioxydante qui a été exprimée sous la forme de valeurs IC₅₀ (moyenne ± SD), ce qui signifie que plus cette valeur est faible, plus le pouvoir antioxydant est fort. IC₅₀: la concentration d'extrait correspondant à 50% de l'activité antioxydant ou à 0 5 de l'absorbance dans le test du pouvoir réducteur. Les différentes lettres signifient des différences significatives entre les différents extraits des espèces étudiées (p <0 05).

Discussion :

D'après ces résultat on observe Les standards utilisés montré une activité anti radicalaire puissante avec des IC₅₀ de l'ordre de 0 45 µg/ml pour l'acide ascorbique; 1 05 µg/ml pour la rutine et 2 8 µg/ml pour trolox.

L'évaluation de l'activité antioxydant a été réalisée par le test à DPPH (1 1-Diphenyl-1-picrylhydrazyl). Les résultats montrent que l'extrait aqueux de parties aériennes de *scilymus hispanicus* ont les meilleures activités antioxydantes avec des valeurs respectives de 480µg/ml. Les plus faibles activités antioxydantes sont observées dans les extraits des racines de cette plante avec des valeurs respectives de 212µg/ml.

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué selon la méthode de Folin Ciocalteu. Les résultats montrent que les polyphénols totaux sont plus abondants dans les extraits de racines de *scolymus hispanicus* a été estimée à 31 12±0 24 mg/ml, par rapport à le polyphénol totaux de la partie aérienne on observe une faible teneur avec une valeur 13 20±0 3 mg/ml.

CONCLUSION

Conclusion

Le rôle joué par les plantes dans la médecine traditionnelle est connu depuis Longtemps et L'Algérie dispose d'une très grande variété végétale qui possède de nombreuses plantes

utilisées en médecine traditionnelle et qui ne sont pas évaluées scientifiquement. Parmi elles, la plante utilisée dans notre étude *Scolymus hispanicus*(Astéracées) qui est riche des métabolites secondaires.

L'utilisation d'une plante en toute sécurité nécessite une connaissance non seulement de ces effets bénéfiques mais aussi des complications graves qu'ils peuvent engendrer son utilisation non contrôlée. Le présent travail, consiste à réaliser d'une étude phytochimique, et d'évaluation de l'activité antioxydant d'une plante connue traditionnellement pour ces valeurs nutritives et ces propriétés médicinales ;*Scolymushispanicus*. Connue sous le nom « Guarnina».

L'analyse phytochimique effectués sur nos extraits ont révélés la présence en quantité relativement importante de polyphénols d'intérêt biologiques et thérapeutiques. la capacité antioxydant totale des extraits de cette plante a été déterminée par le pouvoir réducteur du radical DPPH révèle que Les différentes parties de plante sont actives et ont montrés une activité antioxydante différente d'une partie de plante à une autre qui est corrélé par la présence de quantité différente des polyphénols.

D'après les résultats on peut dire que cette espèce locale *Scolymushispanicus* peut constituer une source naturelle de composés naturels à usage biologique et thérapeutique intéressant.

A la fin de cette étude, on peut conclure que *Scolymus hispanicus*, est une plante médicinale, très riche en métabolites secondaires. Parmi eux, les composés phénoliques , qui possèdent un pouvoir antioxydants déterminés par plusieurs tests dont l'activité « scavenging » du radical DPPH .

Les références :

A

- Aboukhalaf, A., El Amraoui, B., Tabatou, M., da Rocha, J. M. F., Belahsen, R. (2020). Screening of the antimicrobial activity of some extracts of edible wild plants in Morocco. *Functional Foods in Health and Disease*, 10(6), 265-273.

<https://doi.org/10.31989/ffhd.v10i6.718>

- Altiner, D. D., & Sahan, Y. (2016). A functional food additive: *Scolymus Hispanicus* L. Flour. *International Journal of Food Engineering*, 2(2), 124-27. doi: 10,18178/ijfe.2,2,124-127.
doi: 10,18178/ijfe.2,2,124-127
- **Atawodi SE; 2005. Antioxidant potential of African plants. *African J of Biotec*; 4 (2): 128-133.**

B

- Baysal, M. 1988. *Scolymus hispanicus* L., Ego University Faculty of Pharmacy, Ph.D. Thesis, Izmir.
- Bensakhria, A. 2018. *Toxicologie Générale-Le Stress Oxydatif*. Universidad Católica San Antonio de Murcia. 70-86.
- Bellakhdar, J., 1997. *La pharmacopée Marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires*. Edition le Fennec et Ibis Press.
- Bertoncelej J, Doberšek U, Jamnik M, et Golob T ; 2007. Evaluation of the phenolic

content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry*; (105): 822-828.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.060>

- **Bhuyan, D.J., & Basu, A. (2017). Phenolic compounds potential health benefits and toxicity. In Utilisation of bioactive compounds from agricultural and food production waste. CRC Press, pp. 27-59.**
- Brand-william W., Cuvelier M.E. and Berset C. (1995). Use of a free radical Method to evaluate antioxidant activity. *LebensmittelWissenschaft und Technologie*, 28: 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)

D

- Datta, S., Sinha, B. K., Bhattacharjee, S., and Seal, T. (2019). Nutritional composition, mineral content, antioxidant activity and quantitative estimation of water soluble vitamins and phenolics by RP-HPLC in some lesser used wild edible plants. *Heliyon*, 5(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01431>
- DELATTRE J. J., BEAUDEUX L., BONNEFONT D., ROUSSELOT L. Radicaux libres et stress oxydant, aspects biologiques et pathologiques. Editions médicales Internationales, 2005, 1- 108.
- **Denisov, E. T., Denisova, T. G., & Pokidova, T. S. (2005). Handbook of free radical initiators. John Wiley & Sons.**
- **Diallo A. (2005). Etude de la phytochimie et des activités biologiques de Syzygium guineense Willd. (MYRTACEAE). Thèse de Doctorat. Mali**

E

- Edenharter, R., Grünhage, D. (2003). Free radical scavenging abilities of flavonoids: A mechanism of protection against mutagenicity induced by tert-butylhydroperoxide or cumenehydroperoxide in *Salmonella typhimurium* TA102. *Mutat. Res*, 540 : 1–18. [https://doi.org/10.1016/S1383-5718\(03\)00114-1](https://doi.org/10.1016/S1383-5718(03)00114-1)
- Erciyes, E., and M. Baysal. 1989. a-Amyrin tetracontanoate, a new triterpene from *Scolymus hispanicus*, *Pharmazie* 44:58.
- Evans R.J et Reynhout G.S (1992). Alternates to synthetic antioxidants. *Food Science and human Nutrition*. P 29: 27-42. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-88834-1,50008-9>

F

- Fabri RL, Nogueira MS, Braga FG, Coimbra ES et Scio E; 2009. *Mitracapus frigidus* aerial parts exhibited potent antimicrobial, antileishmanial, and antioxidant effects. *Bioresource Technology*; 100: 428-433.

<https://doi.org/10,1016/j.biortech.2008,05,053>

- Favier A. Stress oxydant et pathologies humaines. In Annales pharmaceutiques françaises, Elsevier Masson, Paris, France, 2006. 64(6):390—396 p.
[https://doi.org/10,1016/S0003-4509\(06\)75334-2](https://doi.org/10,1016/S0003-4509(06)75334-2)
- Finaud, J., Lac, G., Filaire, E. (2006). Oxidative Stress. Relationship with Exercise and Training. Sports Medicine .36 (4) : 327-358. <https://doi.org/10,2165/00007256-200636040-00004>

H

- Halliwell, B. (2001). Role of free radicals in the neurodegenerative diseases. Drugs & aging, 18(9), 685-716.
<https://doi.org/10,2165/00002512-200118090-00004>
- Halliwell, B. (2009). The wanderings of a free radical. Free Radical Biology and Medicine, 46(5), 531-542.
<https://doi.org/10,1016/j.freeradbiomed.2008,11,008>
- Hseini, S. & Kahouadji, A. (2007). Étude ethnobotanique de la flore médicinale dans la région de Rabat (Maroc occidental). Lazaroa 28 :79-92.

K

- Kandil, Z. A., Esmat, A., El-Din, R. S., & Ezzat, S. M. (2020). Anti-inflammatory activity of the lipophilic metabolites from *Scolymus hispanicus* L. South African Journal of Botany, 131, 43-50.
<https://doi.org/10,1016/j.sajb.2020,01,022>
- Kapiszewska, M., Soltys, E., Visioli, F., Cierniak, A., Zajac, G. (2005). The protective ability of the Mediterranean plant extracts against the oxidative DNA damage. The role of the radical oxygen species and the polyphenol content. Journal of Physiology and Pharmacology. Supplement.56(1) : 183-197.
- Koechlin-Ramonatxo C. 2006. Oxygène, stress oxydant et suppléments Antioxydantes ou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoires. Nutrition Clinique et métabolisme. 20, 165–177.
<https://doi.org/10,1016/j.nupar.2006,10,178>

L

- Lahsissene, K., Kahouadji, A., Tijane, M., Hseini, S. (2009). Catalogue des plantes médicinales utilisées dans la région de Zaër (Maroc Occidental). Revue de botanique. 186(2) :457-484.
- Lugasi, A ; Hovari, J ; Sagi, K.V ; et Biro, L. (2003). The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. Acta. Biologica Szegedensis 1-4: 119-125.

M

- Maataoui BS, Hmyene A et Hilali S; 2006. Activités anti-radicalaires d'extraits de jus de fruits du figuier de barbarie (*Opuntia ficus indica*). Lebanese Science Journal ; 7(1): 3-8.

- Macheix, J.-J. ;Fleuriet, A. ; Jay-Allemand, C, (2005). Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique.PPUR presses polytechniques.
- Marmouzi, I., El Karbane, M., El Hamdani, M., Kharbach, M., NaceiriMrabti, H., Alami, R., ... &Faouzi, M. E. A. (2017). Phytochemical and pharmacological variability in Golden Thistle functional parts: comparative study of roots, stems, leaves and flowers. Natural product research, 31(22), 2669-2674. DOI: [10.1080/14786419.2017.1283494](https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1283494)
- Marxen K, Vanselow KH, Lippermeir S, Hintze R, Ruser A et Hansen UP; 2007. Determination of DPPH radical oxidation caused by methanolic extracts of some microalgal Species by Linear regression analysis of spectrophotometric measurements. Sensors; 7 : 2080-2095. <https://doi.org/10.3390/s7102080>
- Meddour, R., &Meddour-Sahar, O. (2015). Medicinal plants and their traditional uses in Kabylia (TiziOuzou, Algeria). Arabian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 1(2), 137-151. <https://doi.org/10.48347/IMIST.PRSM/ajmap-v1i2.4331>
- Morales P, Ferreira ICFR, Carvalho AM, Sánchez-Mata MC, Cámara M, Fernández-Ruiz V, Pardo-de-Santayana M, Tardío J (2014) Mediterranean non-cultivated vegetables as dietary sources of compounds with antioxidant and biological activity. LWT-Food Sci Technol 55:389–396. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.08.017>
- Morales, P., Fernández-Ruiz, V., Sánchez-Mata, M.C. et al. Optimization and Application of FL-HPLC for Foliates Analysis in 20 Species of Mediterranean Wild Vegetables. Food Anal. Methods 8, 302–311 (2015). <https://doi.org/10.1007/s12161-014-9887-6>
- Mougeolle, A. (2015). Effet du stress oxydant sur les cavéoles dans les cellules musculaires squelettiques. Thèse, Biochimie, école doctorale des sciences de la vie et de la santé, Université de Bordeaux.46.

N

- **Nickavar B, Alinaghi A et Kamalinejad M; 2008. Evaluation of the antioxidant properties of five Mentha species. Iranian Journal of Pharmaceutical Research; 7(3) : 203- 209**

O

- Olinescu, R., & Smith, T. L. (2002). Free radicals in medicine. Nova Publishers.

P

- PACKER L., KRAEMER K., RIMBACH G."Molecular aspects of lipoic acid in the prevention of diabetes complications. Nutrition, 2001, 17(10), 888-895. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(01\)00658-X](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(01)00658-X)
- Penna C., Mancardi D., Rastaldo R., Pagliaro P. 2009. Cardio protection : A radical view Free radicals in pre and post conditioning. Biochimica et Biophysica Acta. 1787, 781–793.

<https://doi.org/10,1016/j.bbabbio.2009,02,008>.

- Petropoulos, S. A., Fernandes, Â., Tzortzakis, N., Sokovic, M., Ciric, A., Barros, L., & Ferreira, I. C. (2018). Bioactive compounds content and antimicrobial activities of wild edible Asteraceae species of the Mediterranean flora under commercial cultivation conditions. *Food Research International*, 119, 859-868.
<https://doi.org/10,1016/j.foodres.2018,10,069>
- **Phaniendra, A., Jestadi, D. B., & Periyasamy, L. (2015). Free radicals: properties, sources, targets, and their implication in various diseases. *Indian journal of clinical biochemistry*, 30(1), 11-26.**
- Pincemail, J ; Defraigne, J.D. (2004). Les antioxydants un vaste réseau de défenses pour lutter contre les effets toxiques de l'oxygène. Service de Chirurgie Cardio-vasculaire, Pro biox SA. Sart Tilman 4000 Liège, Belgique.
- Pincemail, J., Jacques, L., Emmanuel, C, Castiaux, J.P., Defraigne J.O. (2002). Stress oxydant, et exercice physique. *Vaisseaux, Cœur, Poumons* .6 : 1-3.
- Pincemail, J., Bonjean, K., Cayeux, K., Defraigne, J.O. (2002) Mécanismes Physiologiques de la défense anti-oxydante *Physiological action of antioxidant Defences. Nutrition clinique et métabolisme*. 16: 233-239.
- Polat, R., & Satil, F. (2012). An ethnobotanical survey of medicinal plants in Edremit Gulf (Balikesir–Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 139(2), 626-641.
<https://doi.org/10,1016/j.jep.2011,12,004>
- Polo, S., Tardío, J., Velez-del-Burgo, A., Molina, M., Pardo-de-Santayana, M., 2009. Knowledge, use and ecology of golden thistle (*Scolymus hispanicus* L.) in Central Spain. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 5 :42.
<https://doi.org/10,1186/1746-4269-5-42>

Q

- Quezel, P., Santa, S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 2. Ed. C.N.R.S.

R

- RETSKY K. L., CHEN K., ZEIND J., FREI B. Inhibition of copper-induced LDL oxidation by vitamin C is associated with decreased copper-binding to LDL and 2-oxo-histidine formation. *Free Radical Biology and Medicine*, 1999, 26(1-2), 90-98.
[https://doi.org/10,1016/S0891-5849\(98\)00151-8](https://doi.org/10,1016/S0891-5849(98)00151-8)
- (Rizzo AM., Berselli P., Zava S., et al. (2011). Endogenous antioxidants and radical scavengers. *Adv Exp Med Biol*, Vol. 698; pp: 52-67.)

DOI: 10,1007/978-1-4419-7347-4_5

- Romussi G., Ciarallo G. (1978) Flavonoid ver bindungen aus *Scolymus hispanicus* L. *Die Pharmazie* 33:685-686.
- Rubio, B., and A.M. Diaz. 1995. Flavonoid glycosides in leaves and flowers from *Scolymus hispanicus*, *Pharmazie* 50 (9):629-631.

S

- Sánchez-Mata, M. C., Loera, R. D. C., Morales, P., Fernández-Ruiz, V., Cámara, M., Marqués, C. D., ... Tardío, J. (2012). Wild vegetables of the

Mediterranean area as valuable sources of bioactive compounds. Genetic Resources and Crop Evolution, 59(3), 431–443. <https://doi.org/10.1007/s10722-011-9693-6>

- Sánchez-Mata M., Matallana-González M., Morales P. (2016) The Contribution of Wild Plants to Dietary Intakes of Micronutrients (I): Vitamins. In: Sánchez-Mata M., Tardío J. (eds) Mediterranean Wild Edible Plants. Springer, New York. 111-139. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3329-7_6
- Sanz, M.-J., Terencio, M.-C., Manez, S., Rios, J.-L., Soriano, C., 1993. A new quercetin- ~ acylglucuronide from *Scolymus hispanicus*. Journal of Natural Products 56, 1995–1998. <https://doi.org/10.1021/np50101a022>
- Sari, A. O., Tutar, M. (2010). Effects of Light, Cold Storage, and Temperature on Seed Germination of Golden Thistle (*Scolymus hispanicus* L.). Journal of herbs, spices and medicinal plants. 15(4) : 318-325. <https://doi.org/10.1080/10496470903507858>
- Shirai, A., Onitsuka, M., Maseda, H., Omasa, T. (2015). Effect of polyphenols on reactive oxygen species production and cell growth of human dermal fibroblasts after irradiation with ultraviolet-A light. Biocontrol science. 20(1) : 27-33. <https://doi.org/10.4265/bio.20.27>
- Siddhuraju P., Becker K. 2007. The antioxidant and free radical scavenging activities of Processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seed extracts. Food Chemistry, 101(1), 10-19. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.004>.
- Small, E., Catling, P.M. (2000). Les cultures médicinales canadiennes. Presses scientifiques du CNRC, Ottawa (Ontario) ; Canada . 281.

T

- Tan BL, Norhaizan ME, Liew WP. Nutrients and oxidative stress: friend or foe?. Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2018; Volume 2018, Article ID 9719584, 24 pages. <https://doi.org/10.1155/2018/9719584>
- Tardío, J., de Cortes Sánchez-Mata, M., Morales, R., Molina, M., García-Herrera, P., Morales, P., ... & Boussalah, N. (2016). Ethnobotanical and food composition monographs of selected Mediterranean wild edible plants. In Mediterranean Wild Edible Plants (pp. 273-470). Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3329-7_13
- Tison, J.M. P., Jauzein, H., Michaud, H., Michaud. (2014). Flore de la France méditerranéenne continentale. -Magazine du professeur ; Édition 210.
- Tunalier Z., Kirimer N., Husnu Can Bafier K. 2006. Demise of a 60-year old Turkish Herbal medicine : liazolcemil. 213-216.

V

- Valko, M., Rhodes, C.J., Moncol, J., Izakovic, M., et Mazur, M. (2006). Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. Chemico-Biological Interactions. 160 : 1-40. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2005.12.009>
- Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MT, Mazur M and Telser J (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. Int J Biochem Cell Biol, 39(1), 44-84.

- Vazquez, F.M. (2000). The Genus *Scolymus* L. (Asteraceae) taxonomy and distribution. *Anales jardin botanico Madrid*. 58(1) : 83-100.
- Visioli, F., Borsani, L., Galli, C., 2000. Diet and prevention of coronary heart disease : the Potential role of Phytochemicals. *Cardiovascular Research* 47, 419–425.
[https://doi.org/10.1016/S0008-6363\(00\)00053-5](https://doi.org/10.1016/S0008-6363(00)00053-5)

Y

- YOSHIDA H., KAJIMOTO G., EMURA S. Antioxidant effects of d-tocopherols at different concentrations in oils during microwave heating." *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 1993, 70(10), 989-995.
- Sõukand R, Kalle R: What Is Wild Food Plant. In. *Changes in the Use of Wild Food Plants in Estonia*. Switzerland: Springer; 2016: 5-11.
- Luczaj L, Pieroni A, Tardío J, Pardo-de-Santayana M, Sõukand R, Svanberg I, Kalle R: Wild food plant use in 21 st century Europe, the disappearance of old traditions and the search for new cuisines involving wild edibles. *Acta Soc Bot Pol* 2012, 81.
<https://doi.org/10.5586/asbp.2012.031>
- Marmouzi I, El Karbane M, El Hamdani M, Kharbach M, Naceiri Mrabti H, Alami R, Dahraoui S, El Jemli M, Ouzzif Z, Cherrah Y: Phytochemical and pharmacological variability in Golden Thistle functional parts: comparative study of roots, stems, leaves and flowers. *Nat Prod Res* 2017, 31:26692674.
<http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2017.1283494>
- Kibar B, Kibar H: Determination of the nutritional and seed properties of some wild edible plants consumed as vegetable in the Middle Black Sea Region of Turkey. *S Afr J Bot* 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2016.10.011>
- **María de Cortes Sánchez-Mata MCM-G, Morales aP: The Contribution of Wild Plants to Dietary Intakes of Micronutrients (I): Vitamins. In. Mediterranean Wild Edible Plants Ethnobotany and Food Composition Tables. Edited by María de Cortes Sánchez-Mata JT. New York: Springer; 2016: 111-140.**
- Zeghichi S, Kallithraka S, Simopoulos AP, Kypriotakis Z: Nutritional composition of selected wild plants in the diet of Crete. *World Rev Nutr Diet* 2003, 91:22-40.
- Getachew GA, Asfaw Z, Singh V, Woldu Z, Baidu-Forson JJ, Bhattacharya S: Dietary values of wild and semi-wild edible plants in Southern Ethiopia. *Afr J Food Agric Nutr Dev* 2013, 13.

- **Alam MK, Rana ZH, Islam SN, Akhtaruzzaman M: Comparative assessment of nutritional composition, polyphenol profile, antidiabetic and antioxidative properties of selected edible wild plant species of Bangladesh. Food Chem 2020:126646.**
- **Tbatou M, Kabil M, Belahyan A, Belahsen R: Dietary potential of some forgotten wild leafy vegetables from Morocco. Int Food Res J2018, 25:1829-1836.**
- **Morales P, Fernández-Ruiz V, Sánchez-Mata M, Cámara M, Tardío J: Optimization and application of FL-HPLC for folates analysis in 20 species of mediterranean wild vegetables. Food Anal methods2015, 8:302-311.**

La première personne que nous tenons à remercier est mdm Rachad d'avoir accepté de nous encadrer et qui a su nous laisser la liberté nécessaire à l'accomplissement de notre recherche, tout en y gardant un Sil critique et avisé. Merci pour votre rigueur scientifique et vos conseils toujours judicieux et aussi d'avoir eu la patience de corriger notre mémoire et de nous avoir responsabilisées du début jusqu'à la fin de notre travail.

J'exprime ma gratitude à Monsieur le Professeur djebli , directeur du laboratoire de science biologique .