

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique**  
**Université Abderrahmane Mira de Bejaïa**



**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département de Biologie Physico-chimique**

## **Mémoire**

**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER**

**Spécialité : Biochimie appliquée**

**Thème**

**Evaluations des activités biologiques des extraits de la partie  
aérienne de *Fumaria officinalis* et des feuilles de *Ficus carica***

**Présentée par : Mlle SIDI ALI Lydia & Mlle BALIT Ouanissa**

**Soutenue le : 11 septembre 2022**

**Devant le jury composé de :**

**Président : Mr OUCHEMOUKH Salim** Professeur

**Examinatrice : Mme AMIR-METROUH Hassiba** MCA

**Promotrice : Mme ABDERRAHIM Sabiha** MCB

**Co-promotrice : Mlle YAHIAOUI Sonia**

**Année universitaire : 2021/2022**

## **Remerciements**

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant, pour nous avoir protégé, guidé et donné la patience et la volonté pour réaliser ce travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à Mme Abderrahim Sabiha de nous avoir encadré et aidé dans la réalisation de ce travail ainsi que pour sa gentillesse, ses conseils et ses qualités humaines. Pour tout cela, nous tenons à lui exprimer notre gratitude.

A cette même occasion nous tenons à remercier les professeurs : Mr Ouchemoukh Salim pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury et Mme Amir Hassiba pour avoir accepté d'examiner et d'évaluer ce travail en dépit de leurs nombreuses autres obligations. Nous vous sommes très reconnaissantes.

Nous souhaitons exprimer nos sincères remerciements et notre profonde gratitude à Mme Yahiaoui Sonia pour sa collaboration à ce travail par ses encouragements et son enthousiasme, son dynamisme, sa disponibilité, ses pertinents conseils et pour les efforts qu'elle a consentis durant la réalisation de ce travail. Elle a toujours été présente pour nous relancer dans les périodes les plus difficiles malgré ses nombreuses obligations.

Nous remercions sincèrement et de façon infinie, Mme Aouane Meriem, ingénieur de laboratoire pédagogique B.P.C II, pour ses accueils, sa gentillesse, ses conseils, aussi pour nous avoir guidée, soutenue et encouragée pendant toute la pratique.

Ce travail n'aurait pas été possible sans le soutien permanent de nos familles et de nos proches qui ont toujours été là pour nous.

A tous ceux qui nous ont soutenus, aidés d'une manière ou d'une autre pendant cette année pleine d'émotion et de stress parfois, on vous dit MERCI, veuillez trouver ici notre sincère reconnaissance.

**Merci.**

# Dédicaces

Louange à Dieu, le Tout Puissant, qui nous a permis de mener à bien ce modeste travail.

C'est avec amour, respect et gratitude que je dédie ce modeste travail aux personnes les plus chères au monde :

A mes très chers parents, je n'arriverai jamais à vous remercier autant que vous le méritiez pour votre amour inconditionnel, votre soutien, vos sacrifices et encouragements tout au long de ma vie. Des mots ne pourront jamais exprimer la profondeur de mon respect, ma considération, ma reconnaissance et mon amour que Dieu vous procure bonne santé et longue vie.

A mon frère Saïd et ma petite sœur Rania, merci pour votre amour sans limite que Dieu vous réserve un avenir rayonnant.

A mes grands-parents, à toute la famille Fedila, merci pour vos conseils et votre soutien. Que Dieu vous bénisse et vous garde en bonne santé.

A ma chère unique Tata Houria et à toute sa famille (mes cousins, mes cousines), que Dieu vous préserve, vous comble de santé, de bonheur et vous procure une longue vie rayonnante.

Merci à mes amies : Hamimi, Aziza, El Djida, Kahina, Kenza et Lydia.

Beaucoup de doutes et d'hésitation se sont souvent dissipés grâce à votre soutien. Soutien infailible dans les bons comme les mauvais moments. Je vous adresse mes plus affectueuses pensées.

Que ce travail soit le témoignage sincère et affectueux de ma profonde reconnaissance pour tout ce que vous avez fait pour moi.

**Ouanissa**

# Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A la lumière de mes yeux, qui m'apporté son appui durant toutes mes années d'études, pour son sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance, courage, et sécurité. Ma chère mère **Hassiba**, que dieu te garde pour moi maman.

À mon bras droit, à celui qui m'a aidé à devenir ce que je suis aujourd'hui.  
Mon cher père **Brahim** que Dieu te garde pour moi papa.

A ma chère petite sœur **Siham** et mon cher grand frère **Bouhou**  
Qui ne cessent pas de m'apporter de la joie, sourire, courage et de la positivité dans  
ma vie  
Je vous aime inconditionnellement.

A mon cher grand père et ma chère grande mère

A Mes chers oncles et tantes

A mes amies : Samira, Lamia, Kenza, Sophia, Belynda, Ouanissa, Cylia,  
Lilia et Lila.

A celui, à celle qui m'ont aidé à la réalisation de ce projet par un simple geste et  
conseil  
Je vous remercie infiniment

**Lydia**

# Sommaire

## *Partie I : Synthèse bibliographique*

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b><i>I.1. Fumaria officinalis L.</i>.....</b>	<b>2</b>
I.1.1 Taxonomie et étymologie.....	2
I.1.2. Répartition géographique et origine.....	3
I.1.3. Description botanique .....	3
I.1.3.1. Appareil végétatif.....	3
I.1.3.2. Appareil reproducteur.....	3
I.1.4. Composition chimique .....	4
I.1.5. Usage thérapeutique .....	4
<b><i>I.2. Ficus carica L.</i>.....</b>	<b>5</b>
I.2.1. Taxonomie et étymologie.....	5
I.2.2. Répartition géographique et origine.....	6
I.2.3. Description botanique .....	6
I.2.4. Classification et variétés de figuier.....	8
I.2.5. Composition chimique .....	8
I.2.6. Utilisation thérapeutique .....	10
<b>I.3. Stress oxydant et antioxydants .....</b>	<b>10</b>
I.3.1. Stress oxydant.....	10
I.3.1.1. Origine .....	11
I.3.1.2. Conséquences .....	11
I.3.2. Antioxydants.....	12
I.3.2.1. Antioxydants endogènes .....	12
I.3.2.2. Antioxydants exogènes .....	12
I.3.3. Mécanisme d'action des antioxydants .....	12
I.3.4. Antioxydants de figuier et de fumeterre.....	13

## *Partie II: Pratique*

<b>II. Matériel et méthodes .....</b>	<b>16</b>
---------------------------------------	-----------

<b>II.1. Matériel végétal .....</b>	<b>16</b>
II.1.1. Récolte de la plante.....	16
<b>II.2. Méthodologie de travail.....</b>	<b>17</b>
II.2.1. Séchage .....	17
II.2.2. Broyage et tamisage.....	17
II.2.3. Extraction des substances bioactives .....	18
II.2.3.1. Macération .....	18
II.2.3.2. Evaporation.....	18
<b>II.3. Dosage des composés bioactifs.....</b>	<b>18</b>
II.3.1. Dosage des polyphénols.....	18
II.3.2. Dosage des flavonoïdes.....	19
II.3.3. Dosage des flavonols .....	19
II.3.4. Caroténoïdes.....	19
II.3.5. Vitamine C .....	19
<b>II.4. Evaluation des activités biologiques des extraits phénoliques des deux plantes.....</b>	<b>20</b>
II.4.1. Activité antioxydant.....	20
II.4.1.1. Test de piégeage du radical DPPH.....	20
II.4.1.2. Chélation de fer .....	21
II.4.1.3. Piégeage du radical hydroxyle.....	21
II.4.2. Inhibition de la xanthine oxydase.....	22
II.4.3. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire <i>in vitro</i> .....	22
<b>II.5. Analyses statistique.....</b>	<b>23</b>
<b>III. Résultats et discussion.....</b>	<b>25</b>
<b>III.1. Dosage phytochimique des extraits.....</b>	<b>25</b>
III.1.1. Teneur en polyphénols totaux .....	25
III.1.2. Teneur en flavonoïdes .....	26
III.1.3. Teneur en flavonols .....	27
III.1.4. Teneur en Caroténoïdes .....	28
III.1.5. Teneur en Vitamine C .....	28
<b>III.2. Evaluation des activités biologiques des deux plantes étudiées .....</b>	<b>29</b>

III.2.1. Activité antioxydant .....	29
III.2.1.1. Test de piégeage du radical DPPH .....	29
III.2.1.2. Chélation de fer ferreux.....	31
III.2.1.3. Piégeage du radical hydroxyle.....	32
III.2.2. Inhibition de la xanthine oxydase.....	33
III.2.3. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire <i>in vitro</i> .....	35
<b>Conclusion et perspectives .....</b>	<b>39</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>42</b>

## Liste des abréviations

**BSA** : Albumine sérique bovine

**CCM** : Chromatographie sur Couche Mince

**DCPIP** : dichlorophénol-indophénol

**DPPH** : 2,2-diphinol-1-picrylhydrazyl

**EAG** : Equivalent acide gallique

**EQ** : Equivalent quercétine

**ERN** : Espèces réactive d'azote

**ERO** : Espèces réactive oxygène

**IC<sub>50</sub>** : Concentration Inhibitrice Minimale

**MS** : Matière sèche

**PBS** : Tampon Phosphate Salin

**Eβ-carot** : Equivalent β-carotène

**UPLC-MS** : Ultra performance liquid chromatography coupled with mass spectroscopy

**XO** : Xanthine oxydase



## Liste des Figures

<b>Figure 1 :</b> <i>Fumaria officinalis</i> L.....	3
<b>Figure 2 :</b> Photographie de la tige, fleur et feuille (a), Racine (b) et fruit (c) de <i>Fumaria officinalis</i> L.....	5
<b>Figure 3 :</b> Photographie de <i>Ficus carica</i> L.....	6
<b>Figure 4 :</b> Photographie de feuille et fruit du <i>Ficus carica</i> L.....	8
<b>Figure 5 :</b> Cible biologique et endommagement oxydatifs induits par les espèces oxygénées réactives.....	12
<b>Figure 6 :</b> La partie aérienne de <i>Fumaria officinalis</i> L. et les feuilles de <i>Ficus carica</i> L.....	17
<b>Figure 7 :</b> Carte géographique sur l'origine des deux plantes étudiées.....	17
<b>Figure 8 :</b> La teneur en polyphénol de <i>Fumaria officinalis</i> (Fo) et <i>Ficus carica</i> (Fc).....	27
<b>Figure 9 :</b> La teneur en flavonoïde totaux de <i>Fumaria officinalis</i> (Fo) et <i>Ficus carica</i> (Fc).....	28
<b>Figure 10 :</b> La teneur en flavonols de <i>Fumaria officinalis</i> (Fo) et <i>Ficus carica</i> (Fc).....	29
<b>Figure 11 :</b> La teneur en caroténoïdes de <i>Fumaria officinalis</i> (Fo) et <i>Ficus carica</i> (Fc).....	30
<b>Figure 12 :</b> La teneur en vitamine C de <i>Fumaria officinalis</i> (Fo) et <i>Ficus carica</i> (Fc).....	31
<b>Figure 13 :</b> Effet des deux extraits étudiés et de Diclofénac sodique sur l'inhibition de la dénaturation de l'albumine sérique bovine.....	38

## Liste des tableaux

<b>Tableau I :</b> Classification botanique de <i>Fumaria officinalis</i> .....	3
<b>Tableau II :</b> Classification botanique de <i>Ficus carica</i> .....	7
<b>Tableau III :</b> Composition chimique des différentes parties de figuier .....	10
<b>Tableau IV :</b> Causes de stress oxydants.....	12
<b>Tableau V :</b> Capacité des deux extraits étudiés et celle de l'acide chlorogénique à réduire le radical DPPH.....	32
<b>Tableau VI :</b> Chélation de fer ferreux (%) de <i>Fumaria officinalis</i> et <i>Ficus carica</i> et la rutine comme standard avec leur IC <sub>50</sub> .....	33
<b>Tableau VII :</b> Pourcentage d'inhibition du piégeage de radical hydroxyl de <i>Fumaria officinalis</i> et <i>Ficus carica</i> et l'acide chlorogénique avec leur IC <sub>50</sub> .....	34
<b>Tableau VIII:</b> Pourcentage d'inhibition de la xanthine oxydase par <i>Fumaria officinalis</i> , <i>Ficus carica</i> et la rutine utilisée comme standard.....	35
<b>Tableau IX :</b> Valeurs des IC <sub>50</sub> de l'activité anti inflammatoire in vitro des deux extraits et de Diclofénac sodique.....	39

# **Introduction**

## Introduction

Radicaux libres, stress oxydant, espèces oxygénées réactives et antioxydants sont des termes de plus en plus familiers pour les professionnels de la santé et même du grand public. Une augmentation de stress oxydant chez un individu peut être cause d'apparition de diverses pathologies telles que : les cancers, les maladies métaboliques, respiratoires et cardiovasculaires. De plus, face à l'émergence de nouvelles maladies chroniques notamment les maladies inflammatoires et les multiples effets indésirables de certains traitements chimiques médicamenteux, plusieurs chercheurs se sont intéressés aux antioxydants naturels découverts dans les plantes. Cet héritage vert représente un réservoir riche en composés phytochimiques **(Zbadi et al., 2018)**.

Dans cette perspective, *Fumaria officinalis* et *Ficus carica* sont deux espèces de familles différentes très répandues en Algérie et dans la région de la Kabylie en particulier, leur utilisation traditionnelle contre les troubles inflammatoires et pour leur vertu thérapeutiques contre les différentes maladies a poussé les chercheurs à réaliser de nombreuses études notamment sur leur propriétés antioxydants et leur effet inhibiteur sur certaines enzymes **(Boukhalfa et al., 2019 ; Khamtache-Abderrahim et al., 2021)**.

C'est dans ce contexte que s'inscrit l'objectif global de ce travail qui vise à démontrer la richesse des deux plantes en composés phénoliques et à déterminer leurs propriétés biologiques. Pour cela, cette étude englobe deux aspects, dont le premier est d'ordre phytochimique basé principalement sur l'extraction et la quantification des composés phénoliques. Le second aspect est consacré à l'évaluation *in vitro* de leurs activités biologiques en particulier la capacité antioxydant et anti inflammatoire, mais aussi l'inhibition de la xanthine oxydase par les extraits phénoliques.

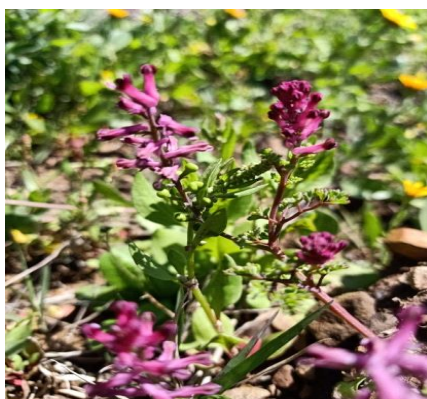
Le présent document retrace l'ensemble des travaux réalisés et s'organise en trois parties : La première partie renferme une synthèse bibliographique qui inclut l'étude botanique des deux plantes ainsi que le stress oxydatif et les antioxydants. La partie pratique constitue la deuxième partie du manuscrit, consiste en une présentation des méthodes expérimentales utilisées dans cette étude. Suivie par une discussion de tous les résultats obtenus, en comparaison avec les études antécédentes. Enfin, ce travail est achevé par une conclusion générale.

# **Partie I : Synthèse bibliographique**

## I.1. *Fumaria officinalis* L.

### I.1.1 Taxonomie et étymologie

*Fumaria officinalis* est plus communément appelée fumeterre (Figure 1) qui fait référence à l'odeur de fumée, fumitory en anglais ou bien zalamit en kabyle qui signifie allumette (Al-Snafi, 2020).



**Figure 1 :** *Fumaria officinalis* L. Prise personnelle.

La famille des fumariacées rassemble à elle seul 15 genres dont *Fumaria* pour environ 450 espèces (Tableau I) qui sont incorporées dans la famille des papavéracées (Suau et al., 2002).

**Tableau I :** Classification botanique de *fumaria officinalis* (Cronquist et Takhtajan, 1981).

<b>Règne</b>	<i>Plantae</i>
<b>Sous-règne</b>	<i>Tracheobionta</i> (plantes vasculaires)
<b>Super division</b>	<i>Spermatophyta</i> (plantes à graines)
<b>Division</b>	<i>Magnoliophyta</i> (plantes à fleurs)
<b>Classe</b>	<i>Magnoliopsida</i> (dicotylédones)
<b>Sous classe</b>	<i>Magnoliidae</i>
<b>Ordre</b>	<i>Papaverales</i>
<b>Famille</b>	<i>Fumariaceae</i>
<b>Genre</b>	<i>Fumaria</i> L.
<b>Espèce</b>	<i>Fumaria officinalis</i> L.

### I.1.2. Répartition géographique et origine

*Fumaria officinalis* est abondante dans les champs en friche, les bords de chemins et dans les vieux murs. Elle préfère les endroits frais et ombragés. C'est aussi une plante cultivée au jardin (Cezard, 2014).

L'air de dispersion de *Fumaria* est extrêmement étendu, mais avec une prépondérance pour les régions méditerranéennes. Elle est répondue en Europe méridionale, en Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Egypte, Tunisie...etc.) et en Asie occidentale (Dutta et al., 2019).

### I.1.3. Description botanique

La fumeterre est une petite plante herbacée (Figure 2) de 10 à 30 cm de hauteur avec une couleur vert glauque.

#### I.1.3.1. Appareil végétatif

##### + Feuilles

Les feuilles sont alternes sur la tige, elles sont de couleur vert bleuté (glauque) et très découpés d'une manière symétrique par rapport à l'axe de la nervure centrale, dont le dessin rappelle l'empreinte d'une patte de poule (Bayer et al., 2005).

##### + Tige

La plante est basse et touffue avec tige tendre, les branches se couchent facilement au moindre coup de vent donc s'appuie sur d'autres plantes pour atteindre la lumière (Goetz et al., 2009).

##### + Racines

Une racine pivotante grêle, jaune brunâtre, relativement petite par rapport à sa masse aérienne et plutôt fragile (Al-Snafi, 2020).

#### I.1.3.2. Appareil reproducteur

##### + Fleurs

Elles sont regroupées en grappes de couleur rose avec un sommet pourpre de 7 à 8 mm de long. Elles ont deux petits sépales dentés et quatre pétales et chaque fleur se compose d'un éperon (Dutta et al., 2019).

## ✚ Fruit

C'est un akène, une capsule ronde, verte de 2 à 3 mm de diamètre qui contient une seule graine (Dutta et al., 2019).



**Figure 2 :** Photographie de la tige, fleur et feuille (a), Racine (b) et fruit (c) de *Fumaria officinalis* L. Prise personnelle.

### I.1.4. Composition chimique

L'analyse phytochimique de *Fumaria officinalis* révèle la présence de nombreux principes actifs tels que les flavonoïdes, les acides organique (acide fumarique) et les acides phénoliques. C'est une source riche en différents types d'alcaloïdes et de composés phénoliques (Khamtache-Abderrahim et al., 2016 ; Păltinean et al., 2016).

Une étude réalisée par Raafat et El-Zahaby, (2020) a permis d'identifier plusieurs composants chimiques constitués de trois flavonoïdes : rutine, quercétine et isoquercétine et un acide organique très répandu qui est l'acide fumarique.

D'autre part Goetz et al, (2009) ont mis en évidence la présence de deux types d'alcaloïdes prédominants dans *Fumaria* : la protopine et la chélidoïne.

### I.1.5. Usage thérapeutique

*Fumaria officinalis* est connue depuis longtemps par ses propriétés pharmacologiques intéressants qui sont exercées dans plusieurs domaines.

✚ Elle a une action cholagogue, antispasmodique, laxative et elle traite des troubles gastro-intestinaux (Goetz et al, 2009).



- ✚ Plante de drainage traite les maladies du foie et de la rate, le suc extrait de la plante était utilisé pour traiter la gale et le prurit (Al-Snafi, 2020).
- ✚ En usage externe, elle peut favoriser la guérison d'eczéma, de dartres et de psoriasis (Al-Snafi, 2020).
- ✚ La médecine asiatique l'utilise pour traiter de nombreuses affections inflammatoires et douloureuses comme les conjonctives et les rhumatismes (Al-Snafi, 2020).
- ✚ Elle est utilisée dans le traitement de l'hypertension et les maladies cardiaques (Teodoro, 2019).
- ✚ Plante dépurative facilite les fonctions d'élimination urinaire et digestive (Goetz et al, 2009).
- ✚ Des études récentes ont démontrées l'action dépressive de *Fumaria officinalis* sur le système nerveux central et son effet hépato-protecteur par la réduction de taux de bilirubine, cholestérol et triglycérides (Al-Snafi, 2020).

## I.2. *Ficus carica* L.

### I.2.1. Taxonomie et étymologie

L'espèce *Ficus carica* ou communément appelé « figuier » (Figure 3), *Ficus* signifie verrue pour l'effet de son lait sur la verrue, et *carica* fait référence à la carie, elle correspond à la région de Bodrum au sud-ouest de la Turquie connue pour sa forte production en figes (Vidaud, 1997 ; Oukabli, 2003). Son nom vernaculaire en français Figue, en anglais Fig, en arabe El Tin et en kabyle Lekhrif (Al-Snafi, 2020).



**Figure 3** : Photographie de *Ficus carica*. Prise personnelle.

Le figuier appartient à la famille des moracées (Tableau II) qui regroupe environ 1500 espèces répartie en 40 genres (Mehraj et al., 2013). *F. carica* comporte plus de 1000 variétés (Berg, 2003 ; Ghada et al., 2009).

**Tableau II** : Classification botanique de *Ficus carica*L (Chawla et al., 2012).

Règne	Végétal
Super-embranchement	Spermatophyte
Embranchement	Phanérogames
Classe	Dicotylédone
Sous-classe	Hamamélidées
Ordre	<i>Urticale</i>
Famille	<i>Moracées</i>
Genre	<i>Ficus</i>
Espèce	<i>Ficus carica</i>

### I.2.2. Répartition géographique et origine

Le figuier est l'un des plus anciens arbres cultivés, consommé à l'état frais ou sec dans le monde entier (Shamsi et al., 2020). Son aire de répartition s'étend depuis les Canaries jusqu'en Inde et au Pakistan, sur les côtes de l'océan atlantique et dans le Moyen-Orient. *F.carica* est cultivé dans le bassin méditerranéen depuis l'antiquité car il est la seule espèce qui s'adapte le mieux à son climat (El Rayes, 1995 ; Berg, 2003 ; Ghada et al., 2009).

En Algérie, le figuier est cultivé un peu partout au nord, à Oran, aux environs de Mostaganem, Mascara, Constantine ...etc. Il est très répandu dans les régions de Tizi-Ouzou, Brouira et Bejaïa (Chouaki et al., 2006 ;Bachi, 2012).

### I.2.3. Description botanique

Le figuier est un arbuste fruitier de 2-5 mètre de hauteur avec de gros rameaux moelleux, souple et un latex blanc laiteux qui contient de la ficine, l'âge moyen des arbres de figuier est généralement de 50 à 60 ans (Badgujar et al., 2014).

#### + Feuilles

Son feuillage caduc de couleur vert vif, comprend de larges feuilles alternes de 25 cm environ avec des nervures plus claires, dentées ou palmatilobées toujours divisées en 3 à 5 lobes (Badgujar et al., 2014).

#### + Tronc et écorce

Le tronc est court ne dépasse pas 2.5 mètre. L'écorce est lisse, de couleur gris pâle ou cendré. La partie interne est composée de couches de tissus granulaires de couleur jaune (Chawla et al., 2012).

#### + Racines

Le système racinaire de la plante est généralement traçant dans tous les sens ce qui lui permet la résistance à la sécheresse (Benettayeb, 2018).

#### + Fleurs

Elles sont invisibles de l'extérieur, réunies dans un réceptacle en poire «la figue » charnu noir, de couleur violette, vert et rayé selon la variété avec une petite ouverture (l'ostiole) au sommet (Shamsi et al., 2020).

#### + Fruit

Petites graines (akènes) éparpillés dans la chaire des figues (salma et al., 2020).



**Figure 4 :** Photographie de feuille et fruit du *Ficus carica* .Prise personnelle.

#### **I.2.4. Classification et variétés de figuier**

Les figues comestibles peuvent se diviser en deux types : les variétés unifiées donnant une récolte à partir de mois d'aout pour une période de trois mois environ, et les variétés bifères qui donnent deux récoltes par ans dont la première se fait en mois de juin et la seconde s'effectue en automne (**Oukabli, 2003**).

Les principales variétés de figuier cultivé en Kabylie sont : Abakor, Aboucherchaou, Agouarz-guilef, Alelake, Aghanim-Aberkane, Aghanim-Amellal, Averane, Avouzegar, Azaich, Azendjar, Bounkik, Tameraouit, Taghanimt, Tablout, Tedefouit, Taharit et Tazarift(**Mauri, 1939**).

La présente étude s'intéresse aux feuilles du *Bakour* qui est de type bifère, son arbre est vigoureux et prolifique. Le fruit de couleur vert claire, à maturité il a une chair bordeaux, pas trop sucré, juteux et sans arôme (**Mauri, 1939**)

#### **I.2.5. Composition chimique**

Le figuier est une source importante de vitamines, acides aminés, fibres, calcium, fer et composés phénoliques (Tableau III) (**Ayoub et al., 2019 ; Purnamasari et al., 2019; Shahrajabian et al., 2021**).

**Tableau III** : Composition chimique des différentes parties de figuier (**Shahrajabian et al., 2021**).

Classe	Partie	Composant
<b>Acide phénolique</b>	Fruit	Acide 5-O-cafféoylquinique Acide gallique Acide syringique Acide isovanilique Acide m-coumarique
	Feuille	Acide férulique
<b>Flavonoïdes</b>	Fruit	Quercétine-3-O-glucoside Quercétine-3-O-acétylglucoside Apigénine-3-O-rutinoside Campférol-3-O-rutinoside Lutéoline-6-C-hexose-8-C-pentaside
	Feuille	Quercétine Lutéoline, Daidzine
<b>Coumarine</b>	Fruit	Psoraléne, Bergapténe, Xanthotoxine Angélicine,
	Feuille	Ombeliférone, Marmesine
<b>Stérol</b>	Feuille	Ficusogénine, Bauerenol, 2,4-méthylencycloartanol, taraxastérol, lupéol,
	Racine	beta-sitostérol
<b>Triterpénoïde</b>	Feuille	6-O-linoleyl- $\beta$ -D-glucosyl- $\beta$ -sitostérol, Ficusgénine
	Latex	6-O-Oleyl- $\beta$ -D-glucosyl- $\beta$ -sitostérol 6-O-palmitoyl- $\beta$ -D-glucosyl- $\beta$ -sitostérol
<b>Anthocyanine</b>	Fruit	Cyanidin-3-O-glucoside, cyaniding-3-O-rhamnoglucoside
<b>Alcaloïdes</b>	Fruit	Quinine

### I.2.6. Utilisation thérapeutique

La richesse chimique de figuier contribue à prévenir plusieurs affections. En effet, les feuilles, les fruits, les racine et le latex sont utilisés comme traitement des troubles digestifs, respiratoires et cardiovasculaires (**Badgujar et al., 2014**). Ilse dispose de composants anticancéreux présentant un effet inhibiteur sur les lignées cellulaires de cancer de foie, de l'estomac et de la prostate (**Purnamasari et al., 2019**).

Les extraits de feuilles de figuier diminuent l'hyperglycémie et l'hyperlipidémie, ils sont utilisés pour traiter généralement le diabète (**Shahrajabian et al., 2021**).Le figuier révèle des actions anti-inflammatoire et antispasmodique (**Mawa et al., 2013**).

Certaines études ont montré que les figes pouvaient agir comme un agent antibactérien naturel et antimicrobien (**Begum, 2020**), la pâte de fruit peut être appliqué sur les inflammations pour soulager la douleur (**Shahrajabian et al. 2021**). Son jus mélangé avec du miel est utilisé dans le traitement des hémorragies (**Mawa et al., 2013**).

## I.3. Stress oxydant et antioxydants

Un radical libre est une espèce chimique atomique ou moléculaire, possèdent un ou plusieurs électrons libres non appariés sur sa couche externe (**Lehucher-michel et al., 2001**). Cette caractéristique le rend instable et lui procure une grande réactivité vis-à-vis des molécules environnantes donc sa capacité de capter ou de céder un électron a une autre molécule lui confère l'état de stabilité (**Kocchilin-Ramonatxo et al., 2006**).

Ils font partie des espèces réactives qui dérivent soit de l'oxygène (ERO) soit de l'azote (ERN). Un déséquilibre en faveur de ces dernières peut causer le stress oxydant (**pham-huy et al., 2008**).

### I.3.1.Stress oxydant

Le stress oxydant est généralement définit par un déséquilibre entre la production d'espèces radicalaire de l'oxygène ERO et les capacités cellulaires antioxydants (**Jay forman et Zhang, 2021**).

### I.3.1.1. Origine

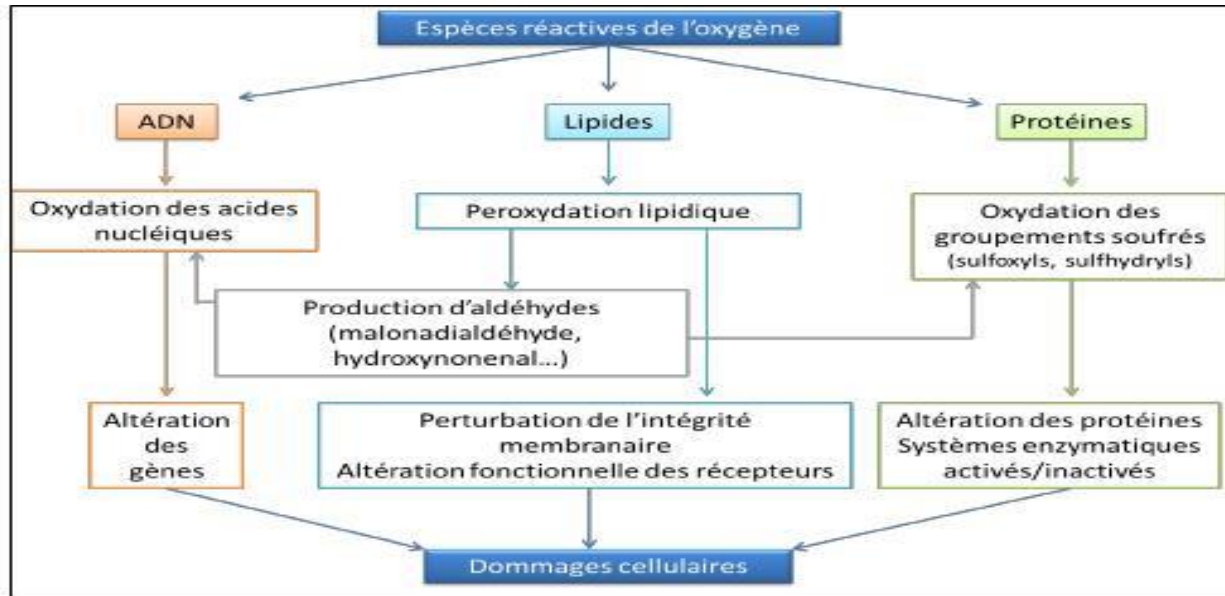
Il existe plusieurs facteurs qui contribuent à la surproduction des radicaux libres qui se résume dans la tableau ci-dessous (Tableau IV) (**sharifi-rad et al., 2020**).

**Tableau IV** : Les causes de stress oxydants (**sharifi-rad et al., 2020**).

Endogène	Exogène
<b>Altération mitochondrial</b>	Tabagisme
NADPH oxydase	Pollution
<b>Inflammation</b>	Radiations
Xanthine oxydase	Médicaments
<b>Cyclooxygénase</b>	Alimentation

### I.3.1.2. Conséquences

L'accumulation des espèces oxygénées réactives a pour conséquences l'apparition des dégâts cellulaires et tissulaires souvent irréversible dont les cibles biologiques (Figure 6) sont les protéines, les lipides et l'acide désoxyribonucléique et la source de plusieurs maladies (parkinson, Alzheimer, arthrite, diabète, cancer ...). La plus plupart de ces maladies apparaissent avec l'âge car le vieillissement diminue les défenses antioxydants et favorise la production mitochondriale de radicaux libres (**Favier, 2003 ; Smirnoff, 2005**).



**Figure 5** : Cibles biologiques et endommagement oxydatifs induits par les espèces oxygénées réactives (Kohen et Nyska, 2002).

### I.3.2. Antioxydants

Pour se protéger des effets délétères des ERO, il est nécessaire de rétablir l'équilibre oxydant /antioxydant afin de préserver les performances physiologiques de l'organisme (Lobo et al., 2010). A l'origine le terme désigne spécifiquement un produit chimique qui empêche les réactions avec l'oxygène. Un antioxydant est définie comme toute substance capable a concentration faible d'empêcher ou ralentir l'oxydation en neutralisant les radicaux libres (Berger ,2006). On distingue deux sources d'antioxydants :

#### I.3.2.1. Antioxydants endogènes

On compte trois antioxydants majeurs sous forme d'enzyme synthétisés par l'organisme : la catalase, les superoxydessmutases et la glutathion peroxydase (Haleng et al., 2007).

#### I.3.2.2. Antioxydants exogènes

Ils sont apportés par l'alimentation tels que l'acide ascorbique, le tocophérol, l'ubiquinone, les caroténoïdes, les polyphénols et les oligo-éléments (Haleng et al., 2007).

### I.3.3. Mécanisme d'action des antioxydants



Les cellules utilisent de nombreuses stratégies antioxydants comme les vitamines appelés piégeur « scavenger », vu qu'ils agissent en piégeant les radicaux libres et en captant l'électron célibataire pour se stabiliser. Les superoxydes dismutases éliminent les anions superoxydes par une réaction de dismutation en formant avec deux superoxydes une molécule d'oxygène et une molécule de peroxyde d'hydrogène (Favier, 2003 ; Defraigne et Pincemail, 2008).

### I.3.4. Antioxydants de figuier et de fumeterre

Les deux plantes renferment une large gamme de composés phénoliques identifiés par HPLC/MS permettent de se défendre contre le phénomène d'oxydation. Six flavonoïdes dans les extraits de figuier (rutine, kaempférol, quercétine, isoquercétine, lutéoline et schaftoside), deux furocoumarines (psoralène et bergaptène) et deux acides hydroxy cinnamiques (acide chlorogénique et caféique) (Yahiaoui, 2022). Dans une autre étude réalisée par **paltinean et al., (2017)** les composés retrouvés dans les extraits de fumeterre étaient les flavonoïdes (quercitrine, rutine, isoquercitrine, cynarine et kaempférol), deux acides phénoliques (acide p-coumarique, acide isochlorogénique et acide férulique) et une grande quantité d'alcaloïdes a été identifiée, les principaux a protopine et chélidoine.

Ces substances sont de puissants antioxydants qui peuvent aider à neutraliser les radicaux libres (Rodriguez-pérez et al., 2019).

# **Partie II : Pratique**

# **Matériel et méthodes**

## II. Matériel et méthodes

### II.1. Matériel végétal

L'étude expérimentale a été réalisée au niveau de Laboratoire physico-chimique II de l'Université Abderrahmane Mira Bejaïa afin d'évaluer les activités biologiques de la partie aérienne de *Fumaria officinalis* L. (Figure 6a) et celle des feuilles de *Ficus carica* L (Figure 6b).



(a)

(b)

**Figure 6 :** La partie aérienne de *Fumaria officinalis* L. (a) et les feuilles de *Ficus carica* L. (b).

#### II.1.1. Récolte de la plante

Les espèces étudiées ont été collectées au niveau de la wilaya de Bejaïa en mois d'avril 2022 autour des hauteurs des communes d'Ighram au village Ait Amar Ouzegane et à la commune de Chellatta daïra d'Akbou.



### II.2.3. Extraction des substances bioactives

#### II.2.3.1. Macération

Une quantité de 8g de poudre de chacune des plantes est macérée dans 400 mL d'acétone pour *Ficus carica* selon le protocole de **Yahiaoui, (2022)** et d'éthanol pour *Fumaria officinalis* selon **Khemtache-Abderrahim et al., (2016)** pendant 3h. Après la macération, les mélanges ont été filtrés par papier filtre whatman et les extraits obtenus sont conservés au réfrigérateur à 4°C dans des flacons opaques jusqu'à leur usage.

#### II.2.3.2. Evaporation

Après filtration, les phases cétonique et éthanolique des échantillons ont été évaporées par un évaporateur rotatif, de type Heidolph, à une température de 40 °C. Les résidus mi- sec obtenus ont été séchés à l'étuve dans des boîtes de pétrie pendant 72h à 40 °C jusqu'à ce que le solvant soit totalement évaporé pour obtenir les extraits secs conservés dans des petits flacons opaques (**Markham, 2006**).

### II.3. Dosage des composés bioactifs

La détermination des composés phénoliques : polyphénols totaux, flavonoïdes totaux, flavonols, caroténoïdes et l'acide ascorbique présents au niveau des deux extraits étudiés a été réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre UV- visible.

#### II.3.1. Dosage des polyphénols

Le dosage des polyphénols totaux est réalisé selon la méthode de Folin-Ciocalteu décrite par **Velioglu et al, (1998)**. Ce réactif est un mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMO_{12}O_{40}$ ). Lorsque les polyphénols sont oxydés, ils réduisent en un complexe d'oxyde bleu de tungstène et de molybdène ce qui conduit à la formation de la couleur bleue qui est proportionnelle à la quantité des polyphénols présents dans les extraits végétaux.

Un volume de 100  $\mu$ L d'extrait est additionné avec 100  $\mu$ L de réactif de Folin-Ciocalteu (50%) et de 2 mL de carbonate de sodium (2%), l'absorbance de la couleur bleue développée est mesurée à 750 nm après 30 minutes d'incubation.

### II.3.2. Dosage des flavonoïdes

Les flavonoïdes possèdent des groupements hydroxyle (OH) libres et donnent un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium dont l'intensité varie en fonction de leur concentration.

L'analyse quantitative des flavonoïdes est réalisée par le dosage spectrophotométrie selon la méthode décrite par **Quettier-Deleu et al, (2000)**. Un volume de 1,5 mL d'extrait est additionné à 1,5 mL de chlorure d'aluminium (2%) dissout dans le méthanol. Après incubation de 15 min, l'absorbance est mesurée contre le blanc à 430 nm.

### II.3.3. Dosage des flavonols

Les flavonols sont également dosées en utilisant la méthode du chlorure d'aluminium décrite par **Kumaran et al, (2007)** avec une légère modification. Brièvement, une quantité de 0,5 mL d'extrait a été mélangée à 0,5 mL d'AlCl<sub>3</sub> (trichlorure d'aluminium) et à 1,5mL d'acétate de sodium.

Après 2h30 d'incubation, l'absorbance a été mesurée à 440 nm et les résultats sont exprimés en milligramme (mg) équivalent de quercétine par gramme de la matière sèche (mg EQ/g MS), est déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage réalisée dans les mêmes conditions avec la quercétine.

### II.3.4. Caroténoïdes

L'extraction et la quantification de la teneur en caroténoïdes est réalisée selon la méthode de **Sass-Kisset al, (2005)**. 10 mL d'un mélange d'hexane/acétone/éthanol (2 :1 :1) sont ajoutés à 0,5 g de broyat de la poudre végétale. Après 30 min d'agitation, suivie par une centrifugation pendant 15 min à 4000 tours/ min à 4°C, la phase supérieure est éliminée, tandis que la phase hexanique est récupérée dans une fiole de 10 mL et le volume est ajusté avec de l'hexane. L'extrait est utilisé pour le dosage des caroténoïdes par mesure de l'absorbance à 430 nm.

### II.3.5. Vitamine C

La teneur en acide ascorbique est déterminée en utilisant la méthode d'**Otmani et al, (2021)**. Une quantité de 2g de poudre de chaque échantillon est dissout dans 20 mL de la solution d'acide oxalique 1% et après une agitation pendant 10 min, le mélange est filtré à travers de

papier filtre whatman, ensuite un volume de 0,5mL du filtrat est mélangé avec 2,5 mL du dichlorophénol-indophénol (DCPIP) (0,004 %).

## II.4. Evaluation des activités biologiques des extraits phénoliques des deux plantes

### II.4.1. Activité antioxydant

La combinaison de plusieurs techniques complémentaires, associant des mécanismes différents serait idéale pour une évaluation efficace et complète des potentiels antioxydants chez les deux espèces étudiées. Trois méthodes sont employées : Piégeage du radical libre DPPH, le piégeage du radical hydroxyle (OH) et la chélation de fer.

#### II.4.1.1. Test de piégeage du radical DPPH

Le teste de DPPH est largement utilisé pour l'évaluation de l'activité antioxydante. La méthode est basée sur la mesure de la capacité d'un antioxydant à réduire le radical chimique DPPH\*(2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) (couleur violette) en transférant un hydrogène et l'obtention de DPPH-H(couleur jaune).

La méthode utilisée dans ce test est celle qui est décrite par **Meda et al, (2005)**. Une solution méthanolique de DPPH a été préparée et maintenue à l'obscurité. Un volume de 0,5 mL d'extrait à différentes concentrations (100, 200, 400, 600µg/ml) est mélangé avec 1 mL de la solution méthanolique de DPPH ( $6 \times 10^{-5}$ M). Après 15 min d'incubation, l'absorbance est mesurée à 517 nm et le pourcentage d'inhibition du radicale DPPH est calculé selon l'équation suivante :

$$\text{Pourcentage d'inhibition de DPPH (\%)} = [(AC-AE) / AC] \times 100$$

Où :

AC : Absorbance du contrôle.

AE : Absorbance de l'échantillon.

L'étude de la variance de l'activité anti radicalaire en fonction de la concentration des extraits permet de déterminer la concentration qui correspond à 50% d'inhibition (IC<sub>50</sub>).



### II.4.1.2. Chélation de fer

Ce test évalue la capacité des extraits à interagir avec le  $\text{Fe}^{2+}$ , ce qui empêche la formation du complexe ferrozine/ $\text{Fe}^{2+}$ . En effet, le composé stabilisant le plus utilisé est la ferrozine qui forme un complexe avec le fer libre (ferrozine/ $\text{Fe}^{2+}$ ) de couleur violette, plus la coloration de la solution est claire, plus le pouvoir chélateur est important.

La capacité chélatrice des extraits est mesurée en suivant l'inhibition de la formation du complexe ferrozine/ $\text{Fe}^{2+}$  avec la méthode décrite par **Wang et al., (2008)**. Un volume de 0,5 mL d'extrait à différentes concentrations (100, 200, 400, 600  $\mu\text{g/ml}$ ) est mélangé avec 0,05 mL de chlorure de fer ( $\text{FeCl}_2$ ) (2 mM) et 1,6 mL d'eau distillée. Après 5 min d'incubation, un volume de 0,1 mL de la solution méthanolique de ferrozine (5 mM) est ajouté au mélange. Le mélange est incubé 5 min et l'absorbance est mesurée à 562 nm.

L'activité chélatrice des échantillons est calculée par la formule suivante :

$$\text{Activité chélatrice de fer(\%)} = (1 - [A1 - A2] / A0) \times 100$$

Où :

A0 : Absorbance de contrôle (sans échantillon).

A1 : Absorbance en présence d'un échantillon.

A2 : Absorbance sans ferrozine.

Les résultats obtenus permettent de calculer le pourcentage d'inhibition et d'exprimer cette activité anti radicalaire en  $\text{IC}_{50}$ .

### II.4.1.3. Piégeage du radical hydroxyle

Les radicaux hydroxyles sont considérés comme étant les radicaux les plus réactifs pouvant induire de graves dommages aux tissus en interagissant avec les biomolécules cellulaires. Le principe de cette méthode est basé sur la production du radical hydroxyle par la réaction de Fenton qui consiste en la réduction du peroxyde d'hydrogène par des métaux de transition tel que le fer ferreux (**Zhong et al., 2010**).

Le milieu réactionnel est composé de 1 mL d'extrait à différentes concentrations (100, 200, 400, 600 µg/ml), 0,25 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (8mM), 0,3 mL de FeSO<sub>4</sub> (20mM) et 1 mL d'acide salicylique (3mM). L'absorbance est mesurée à 510 nm après 24 heures d'incubation.

Les résultats obtenus permettent de calculer le pourcentage d'inhibition et d'exprimer cette activité anti radicalaire en IC<sub>50</sub>.

#### II.4.2. Inhibition de la xanthine oxydase

L'activité totale de la xanthine oxydase a été estimée en suivant l'augmentation de la production de l'acide urique à 295 nm, en présence de la xanthine comme substrat.

L'activité inhibitrice de la xanthine oxydase (XO) a été mesurée par spectrophotométrie avec la méthode décrite par **Noro et al., (1983)** avec de légères modifications. Le mélange réactionnel contenait 1 mL d'extrait à différentes concentrations (0,01 -1 mg.mL<sup>-1</sup>), 1,9 mL de tampon phosphate (0,1 M, pH 7,5) et 0,1 µL de xanthine oxydase (XO) (0,04 unités/mL). Après une incubation à 25°C pendant 5 min, 0,1 mL de la xanthine (100 µM) a été ajoutée au mélange et la solution résultante a été incubée pendant 10 minutes à 25 ° C. La réaction enzymatique a été arrêtée avec HCl 1 M (1 mL) et l'absorbance du mélange réactionnel a été mesurée à 295 nm par spectrophotométrie. La routine est utilisée comme référence. L'activité inhibitrice de XO est calculée selon la formule.

$$(1-A_s/A_B)*100$$

Où :

As : Absorbance de l'enzyme avec le matériel d'essai.

AB : Absorbance l'enzyme sans le matériel d'essai.

Les résultats obtenus permettent de calculer le pourcentage d'inhibition et d'exprimer cette activité en IC<sub>50</sub> (la concentration des échantillons nécessaires pour inhiber 50% de l'enzyme XO qui représente 50% de diminution de la production de l'acide urique).

#### II.4.3. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire *in vitro*

L'évaluation des propriétés anti-inflammatoires *in vitro* des deux extraits a été effectuée selon la méthode d'inhibition de la dénaturation de l'albumine bovine sérique (BSA), ce test est

basé sur la capacité des extraits à empêcher la dénaturation thermique de l'albumine qui aboutit à l'expression d'antigènes associés à une hypersensibilité de type III (Verma et al., 2011).

Un volume de 0,2 mL de solution d'albumine bovine sérique à 2% est ajouté à 2 mL de solution d'extrait à différentes concentrations (50, 150, 250, 500, 1000 µg/mL) et 2,8 mL de PBS (phosphate-buffer saline, PH = 6,4). Le contrôle négatif est préparé en remplaçant l'extrait par de l'eau distillée. Les tubes ont été incubés pendant 20 min à température ambiante, puis chauffés à 70°C pendant 5 min. La lecture est faite à 660 nm.

Dans ce test, le diclofénac de sodium a été utilisé comme anti-inflammatoire de référence et l'évaluation de son activité anti-inflammatoire a été effectuée dans les mêmes conditions opératoires que celles appliquées aux échantillons.

Le pourcentage d'inhibition de la dénaturation de l'albumine est calculé selon l'équation suivante :

$$\% (PI) = \frac{(AbsC - AbsT)}{AbsC} \times 100$$

Où :

**Abs C** : absorbance du contrôle

**AbsT** : absorbance du test.

## II.5. Analyses statistique

L'analyse statistique des résultats obtenus a été effectuée avec une analyse de variance à un facteur de classification (ANOVA) qui est réalisée avec le logiciel STATISTICA 7.1 dans le but de déterminer les différences significatives entre les échantillons à  $p < 0,05$ . Toutes les données représentent la moyenne de trois essais  $\pm$  écart type.

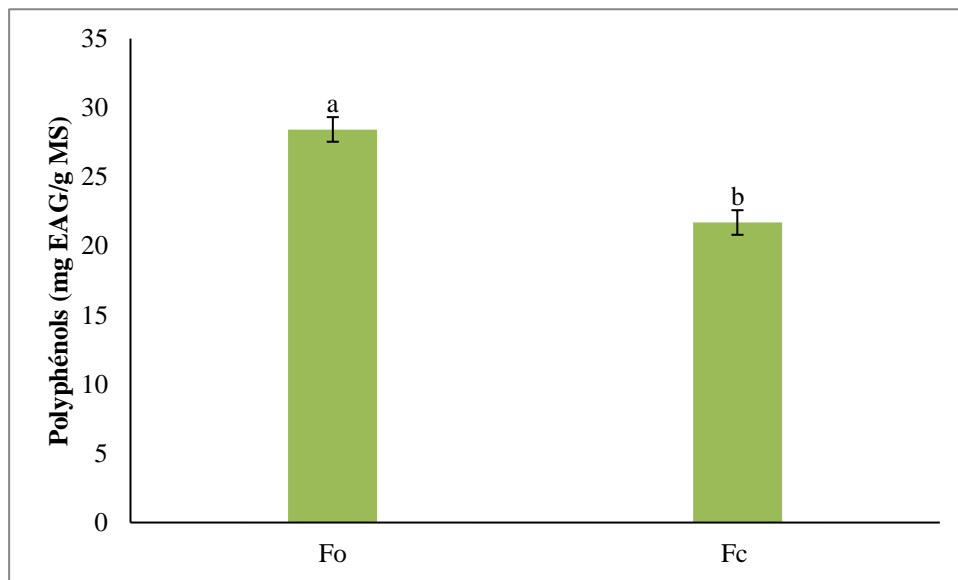
# **Résultats et discussion**

### III. Résultats et discussion

#### III.1. Dosage phytochimique des extraits

##### III.1.1. Teneur en polyphénols totaux

L'analyse quantitative des polyphénols, des extraits des deux plantes étudiées, a été déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage effectuée à partir d'une gamme de concentrations d'acide gallique. Les résultats obtenus sont représentés dans la Figure 8.



**Figure 8 :** La teneur en polyphénol de *Fumaria officinalis* (Fo) et *Ficus carica* (Fc).

Les valeurs sont la moyenne  $\pm$  écart type ( $n=3$ ). Les lettres *a* et *b* représentent les différences significatives en polyphénols de chaque extrait étudiée ( $P<0,05$ ). FO : *Fumaria officinalis*, FC : *Ficus carica*

La plus forte teneur en polyphénols est enregistrée significativement par l'extrait de *Fumaria officinalis* L. ( $28,43 \pm 1,13$  mg EAG/g MS) suivie par celui de *Ficus carica* L. ( $21,70 \pm 0,89$  mg EAG/gMS).

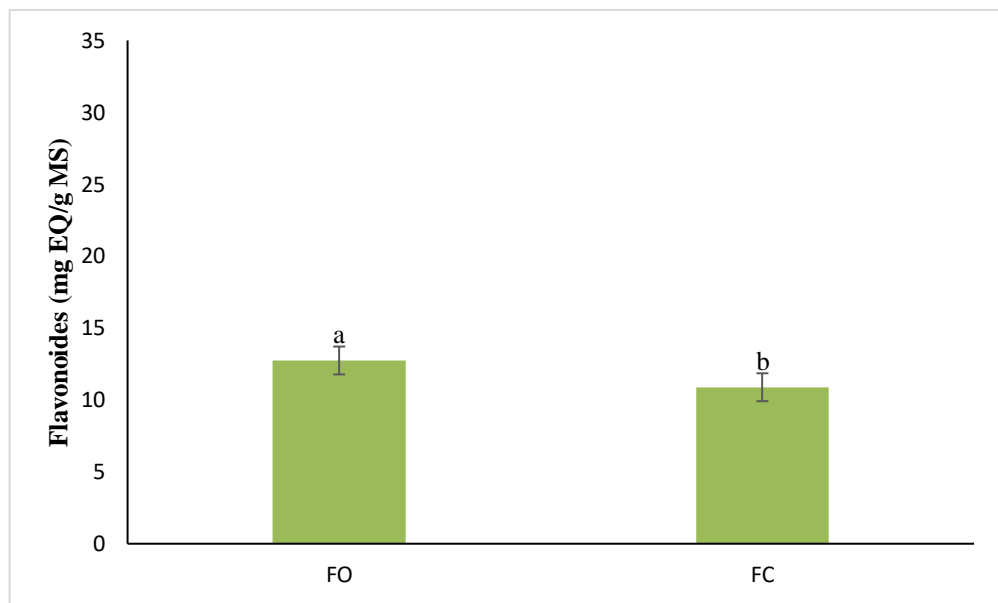
Les résultats de cette étude ont montré que la teneur en polyphénols de l'extrait de *Fumaria officinalis* L. est inférieure à celle rapportée par **Edziri et al., (2020)** poussant en Tunisie qui est de (46,54 mg EAG/g). Par contre, la teneur trouvée chez *Ficus carica* est bien supérieure à celle rapportée par **Messaoudi et al., (2020)** avec une valeur de (10,4 mg EAG/g

MS) de *Ficus carica* L. cultivé a Bechar et Mascara, mais légèrement inférieure à la teneur rapportée par **Yahiaoui, (2022)** avec une valeur de (27,90 mg EAG/g MS).

Cette différence observée peut probablement être due aux différences géographiques et climatiques des plantes et aussi aux différentes méthodes d'extraction appliquées.

### III.1.2.Teneur en flavonoïdes

L'analyse quantitative des flavonoïdes des extraits des deux plantes étudiées a été déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage effectuée à partir d'une gamme de concentrations de quercétine. Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 9.



**Figure 9** : La teneur en flavonoïdes totaux de *Fumaria officinalis* (Fo) et *Ficus carica* (Fc).

Les valeurs sont la moyenne  $\pm$  écart type (n=3). Les lettres a et b représentent les différences significatives en flavonoïdes de chaque extrait étudiée ( $P < 0,05$ ). FO : *Fumaria officinalis*, FC : *Ficus carica*

L'extrait de *Fumaria officinalis* renferme significativement la quantité la plus élevée en flavonoïdes avec une valeur de  $12,74 \pm 0,97$  mg EQ /g MS par rapport à l'extrait de *Ficus carica* qui a donné une teneur de  $10,88 \pm 1,23$  mg EQ /g MS.

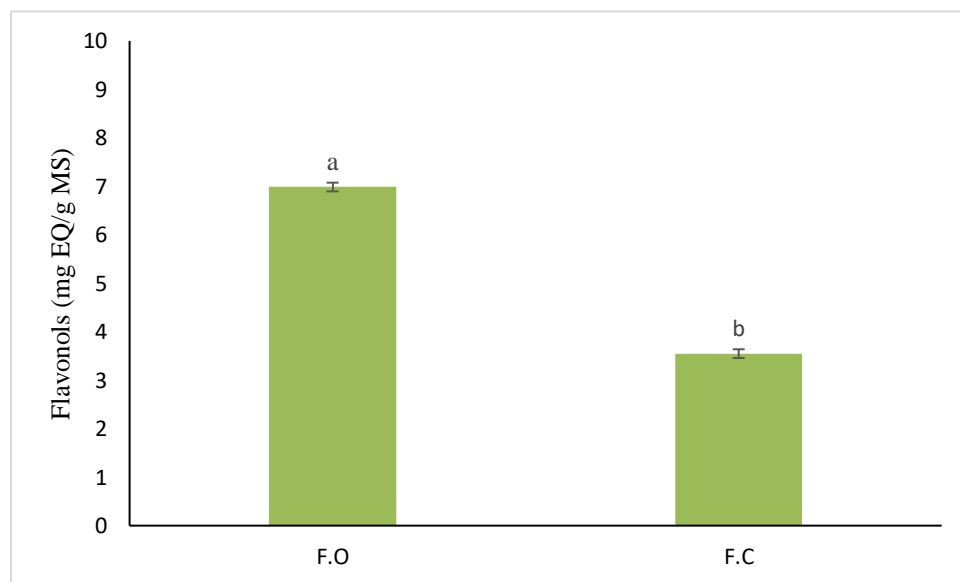
La teneur en flavonoïdes de l'extrait de *Fumaria officinalis* récoltée en Tunisie rapportée par **Edziri et al., (2020)** est très élevée avec une teneur de  $23,87$  mg EQ/gMS.

En revanche, la teneur en flavonoïdes de l'extrait de *Ficus* est presque identique à celle obtenue par **Ergul et al., (2019)** avec une valeur de 11,06 mg EQ/gMS, mais supérieure à celle rapportée par **Messaoudi et al., (2020)** qui ont obtenus une teneur de 7,1 mg EQ/g MS et inférieure à la teneur trouvée par **Yahiaoui, (2022)** (14,04 mg EQ/g MS).

Ces différences de résultats peuvent être dues aux facteurs agro écologiques, génétiques et aux méthodes d'extraction utilisées.

### III.1.3. Teneur en flavonols

Les résultats des teneurs en flavonols dans les extraits sont illustrés dans la figure (10).



**Figure 10** : La teneur en flavonols de *Fumaria officinalis* (Fo) et *Ficus carica* (Fc).

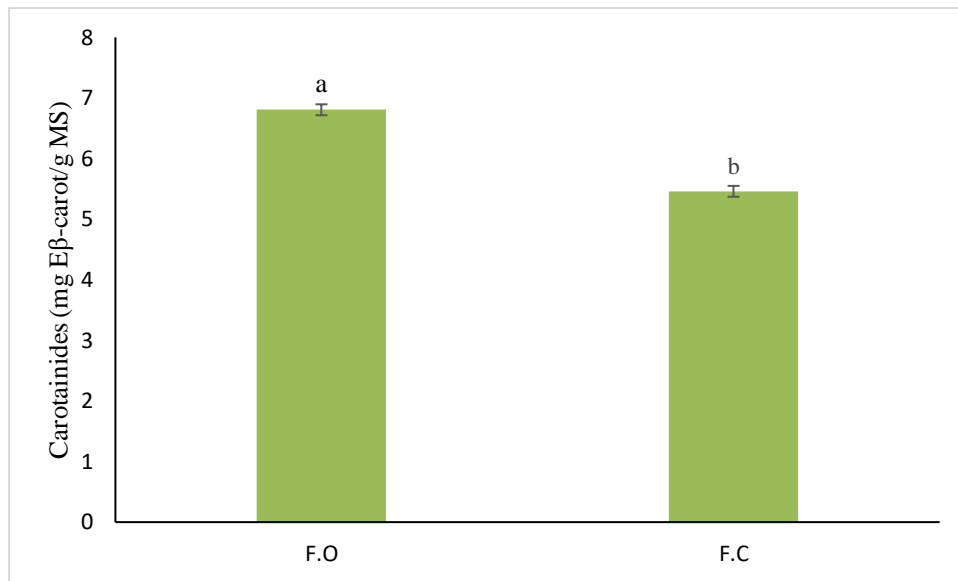
Les valeurs sont la moyenne  $\pm$  écart type ( $n=3$ ). Les lettres a et b représentent les différences significatives en flavonols de chaque extrait étudiée ( $P<0,05$ ). FO : *Fumaria officinalis*, FC : *Ficus carica*

L'analyse statistique a montré que, la partie aérienne de *Fumaria officinalis* L. est plus riche en flavonols par rapport aux feuilles de *Ficus carica* L.

Les valeurs trouvés dans les deux extraits sont statistiquement différentes, ainsi, la teneur la plus élevée en flavonols est obtenue dans l'extrait de *Fumaria officinalis* ( $6,98\pm 0,13$  mg EQ/g MS) suivie par l'extrait de *Ficus carica* ( $3,55\pm 0,09$  mg EQ/g MS).

### III.1.4. Teneur en Caroténoïdes

Les résultats du dosage des caroténoïdes sont représentés dans la figure 11.



**Figure 11** : La teneur en caroténoïdes de *Fumaria officinalis* (Fo) et *Ficus carica* (Fc).

Les valeurs sont la moyenne  $\pm$  écart type ( $n=3$ ). Les lettres *a* et *b* représentent les différences significatives en caroténoïdes de chaque extrait étudiées ( $P<0,05$ ). FO : *Fumaria officinalis* L., FC : *Ficus carica* L.

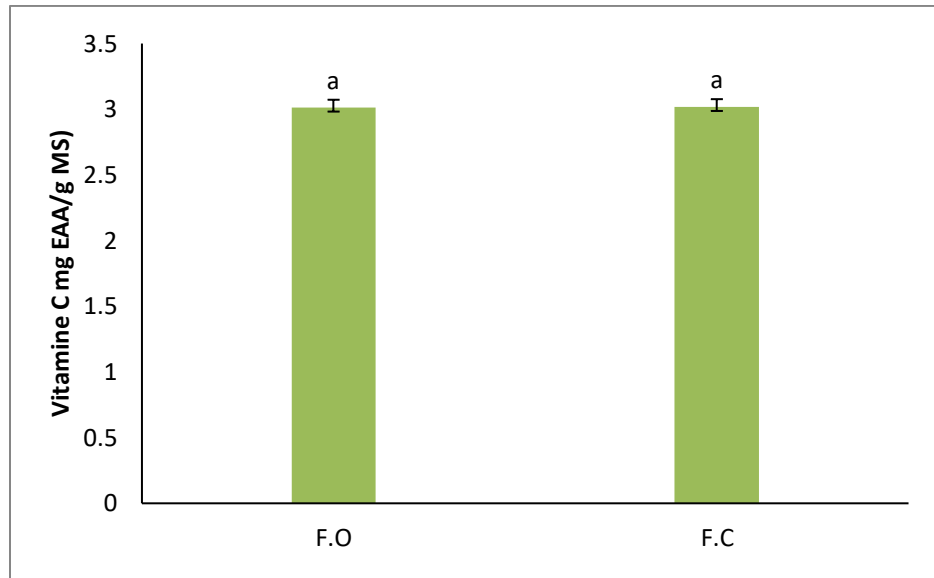
Il a été constaté que, le taux le plus élevé en caroténoïdes est enregistré significativement par l'extrait de *Fumaria officinalis* avec une valeur de  $6,80 \pm 0,18$  mg Eβ-carot /g MS, suivie par l'extrait des feuilles de *Ficus carica* L. ( $5,46 \pm 0,09$  mg Eβ-carot /g d'extrait).

Il n'y a pas de travaux précédents trouvés pour *Fumaria officinalis* L. Cependant, pour *Ficus carica*, la valeur obtenue en caroténoïdes dans la présente étude est inférieure à celle rapportée par **Yahiaoui, (2022)** qui a trouvé une teneur de 11,07 mg Eβ-carot /g MS, et supérieure à celle trouvée par **Uzma Younis et al., (2013)** avec une teneur de 1,75 mg Eβ-carot /g MS.

### III.1.5. Teneur en Vitamine C

L'acide ascorbique dans les extraits de feuilles de *Ficus* et de la partie aérienne de *Fumaria* est obtenue à l'aide d'une courbe d'étalonnage, les résultats obtenus sont illustrés dans la figure 12.





**Figure 12** : La teneur en vitamine C de *Fumaria officinalis* L. (Fo) et *Ficus carica* L. (Fc).

Les valeurs sont la moyenne  $\pm$  écart type ( $n=3$ ). Les lettres a et b représentent les différences significatives en vitamine C de chaque extrait étudiée ( $P<0,05$ ). FO : *Fumaria officinalis*, FC : *Ficus carica*

Il a été montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les résultats des deux extrais étudiés avec une valeur de  $3,016 \pm 0,06$  mg EAA/g MS pour l'extrait des feuilles de *Ficus carica* et  $3,012 \pm 0,03$  mg EAA/g MS pour l'extrait de *Fumaria officinalis*.

L'analyse statistique de la vitamine C des feuilles de *Ficus carica* sont très élevés par comparaison aux valeurs rapportées par **Yahiaoui, (2022)** et **Amessis-Ouchemoukh et al. (2017)** avec des teneurs de 0,36 mg EAA/g MS et 0,14 mg EAA/g MS respectivement.

Cependant, la quantité de la vitamine C varie selon l'origine géographique de la plante, aussi les mauvaises conditions de stockage peuvent entraîner la perte de vitamine C (**Chua et al., 2013**).

## III.2. Evaluation des activités biologiques des deux plantes étudiées

### III.2.1. Activité antioxydant

#### III.2.1.1. Test de piégeage du radical DPPH

Dans cette étude la méthode DPPH a été utilisée pour évaluer l'activité de piégeage des radicaux libres des extraits de feuilles de *Ficus carica* et la partie aérienne de *Fumaria officinalis*.

Le tableau V ci-dessous représente la capacité des deux extraits étudiés et celle de l'acide chlorogénique (contrôle positif) à réduire le radical DPPH.

**Tableau V :** Pourcentage d'inhibition et IC<sub>50</sub> du radical libre DPPH de *Fumaria officinalis*, *Ficus carica* et d'acide chlorogénique.

Extrait	Inhibition (%)								IC <sub>50</sub>
	Concentration (µg/ml)								
	6,25	12,5	25	50	100	200	400	600	
<b>F.C</b>	–	–	–	–	24,80 ±0,60	41,15± 1,27	64±0,8 4	66,51±0, 72	182±4,19 <sup>a</sup>
<b>F.O</b>	–	–	–	–	19,06± 3,27	40,31± 2,38	68,16± 2,19	84,08±1, 67	168,04±11 <sup>b</sup>
<b>A.ch</b>	41,59±0,55	20±0,45	58,11±0, 22	69,87±0, 42	85,33± 0,73	91,79± 0,69	–	–	10,03±0,23 c

Les valeurs sont la moyenne ± écart type (n=3). Les lettres a, b et c représentent les différences significatives de DPPH de chaque extrait étudiée (P<0,05). FO : *Fumaria officinalis*, FC : *Ficus carica* A.ch : Acide chlorogénique

Les résultats obtenus ont montré que les deux extraits testés ont présenté un pouvoir anti radicalaire DPPH. La forte activité anti-radicalaire est obtenue significativement par l'extrait de *Fumaria officinalis* avec un pourcentage d'inhibition de 84±1,67% à la plus forte concentration (600 µg/mL) et une IC<sub>50</sub> de 168,04±11µg/mL, suivi par l'extrait de *Ficus carica* avec un pourcentage de 66±0,72% et une IC<sub>50</sub> de 182±4,19 µg/mL, à la même concentration.

Cependant, les pourcentages d'inhibition des deux extraits étudiés sont inférieurs à celui obtenu par l'acide chlorogénique qui est de 91,79±0,69% et une IC<sub>50</sub> de 10,03±0,23 µg/mL % à la plus forte concentration (200 µg/mL).

L'activité anti-radicalaire dans la présente étude est inférieure à celle obtenue par **Ivanov et collaborateurs (2014)** pour *Fumaria officinalis* récoltée en Bulgarie avec une IC<sub>50</sub> de 2,39 µg/mL.

Comparativement à d'autres études réalisées sur les feuilles de *Ficus carica* par **Mahmoudi et al., (2015)** (IC<sub>50</sub> de 849,24 µg/mL) et **Lahmadi et al.,(2019)** (IC<sub>50</sub> de 275,23 µg/mL), les résultats de la présente étude sont les plus élevés.

D'après les résultats obtenus, l'extrait qui présente une forte activité antioxydante c'est celui qui possède une teneur élevée en polyphénols. Il a été prouvé que les composés phénoliques présents dans les plantes sont principalement responsables de l'effet scavenger des radicaux libres (**Amessis-Ouchemoukhetal., 2014**).

### III.2.1.2. Chélation de fer ferreux

Les résultats du pouvoir chélateur du fer sont illustrés dans le tableau (VI).

**Tableau VI** : Chélation de fer ferreux des extraits de *Fumaria officinalis* et *Ficus carica* et la rutine comme standard avec leur IC<sub>50</sub>.

Extrait	Inhibition (%)								IC <sub>50</sub>
	Concentration (µg/mL)								
	6,25	12,5	25	50	100	200	400	600	
<b>F.C</b>	–	–	–	–	38,94± 0,21	46,46± 0,42	52,27± 0,21	69,27± 6,74	213,79± 5,79 <sup>a</sup>
<b>F.O</b>	–	–	–	–	42,56± 0,31	50,27± 0,23	62,32± 0,30	77,29± 0,21	136,11± 4,77 <sup>b</sup>
<b>R</b>	39,55±0,18	47,56± 0,26	59,32± 0,27	73,78± 0,27	84,67 ±0,05	93,24± 0,36	–	–	9,86± 0,35 <sup>c</sup>

Les valeurs sont la moyenne ± écart type (n=3). Les lettres a et b représentent les différences significatives de chélation de fer de chaque extrait étudiée (P<0,05). FO : *Fumaria officinalis*, FC : *Ficus carica*

Les résultats de la chélation de fer ont montré que, les deux extraits analysés exercent une activité chélatante de fer. L'extrait de *Fumaria officinalis* L. Présente significativement un meilleur effet chélateur avec un pourcentage de 77,29 ± 0,21% et une IC<sub>50</sub> de 136,11±4,77µg/mL par rapport à l'extrait de *Ficus carica* L. qui a enregistré un pourcentage de chélation de 69,27 ± 6,74 % et une IC<sub>50</sub> de 213,79±5,79µg/mL à la concentration maximale (600 µg/mL). En revanche, ces résultats sont très inférieurs à ceux obtenu par le standard utilisé(rutine) qui

possède significativement un potentiel très élevé ( $93,24 \pm 0,36 \%$ ) à  $200 \mu\text{g/mL}$  et une  $\text{IC}_{50}$  de  $9,86 \pm 0,35 \mu\text{g/mL}$ .

Les résultats trouvés pour *Ficus carica* L. sont supérieures à ceux de **Soni et al (2014)** qui ont trouvé un pourcentage de 60,48% et sont proches de ceux obtenu par **Amessis-Ouchemoukh et al., (2017)** (73,17%).

Les chélateurs efficaces des ions ferreux peuvent fournir une protection contre le dommage oxydatif par la chélation de ces ions (**Gulcin et al., 2010**). La capacité chélatrice de ces deux extraits étudiée est probablement due à la présence des molécules antioxydants aptes à se complexer aux ions de fer ferreux attribuée à quelques flavonoïdes et acides phénoliques (**Capeck et al., 2005**). **Verdan et ses collaborateurs (2011)** ont rapporté que les effets antioxydants des flavonls (quercitine) sont dus à leur capacité de fixer différents métaux ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  et  $\text{Zn}^{2+}$ ) dans plusieurs sites.

### III.2.1.3. Piégeage du radical hydroxyle

Le test de piégeage du radical hydroxyle (OH) a été réalisé afin de déterminer le pouvoir des extraits de *Ficus carica*, *Fumaria officinalis* et de l'acide chlorogénique utilisé comme standard à scavenger le radical hydroxyle. Les résultats sont illustrés dans le tableau (VII).

**Tableau VII** : Pourcentage d'inhibition du piégeage de radical hydroxyle de *Fumaria officinalis*, *Ficus carica* et l'acide chlorogénique avec leur  $\text{IC}_{50}$ .

Extrait	Inhibition (%)								IC50
	Concentration ( $\mu\text{g/mL}$ )								
	6,25	12,5	25	50	100	200	400	600	
<b>F.C</b>	–	–	–	–	12,33± 0,15	43,72± 0,96	57,39± 0,35	62,81± 0,82	234,45 ±4,94 <sup>b</sup>
<b>F.O</b>	–	–	–	–	25,90± 0,21	41,07± 0,31	55,24± 0,35	70,39± 0,45	196,22 ±3,60 <sup>a</sup>
<b>A.ch</b>	36,60±2,01	45,31± 0,21	58,32± 0,38	73,87± 0,26	86,72± 0,15	–	–	–	11,31± 0,30 <sup>c</sup>

Les valeurs sont la moyenne  $\pm$  écart type ( $n=3$ ). Les lettres a, b et c représentent les différences significatives de (OH) de chaque extrait étudiée ( $P<0,05$ ). FO : *Fumaria officinalis*, FC : *Ficus carica*, A.ch : Acide chlorogénique.

Ila été démontré que, les extraits et l'acide chlorogénique testés, ont un remarquable effet scavenger sur le radical hydroxyle (OH). L'analyse statistique a montré que la plus forte activité de piégeage est enregistrée significativement par l'extrait de *Fumaria officinalis* L. avec un pourcentage d'inhibition de  $70,39\pm 0,45\%$  et une  $IC_{50}$  de  $196,22\pm 3,60$   $\mu\text{g/mL}$  suivi par l'extrait de *Ficus carica* L. avec un pourcentage de  $(62,81\pm 0,81\%)$  et une  $IC_{50}$  de  $234,45\pm 4,94$   $\mu\text{g/mL}$ .

Par contre, l'acide chlorogénique a obtenu le plus fort pourcentage d'inhibition qui est de  $86,72\pm 0,15\%$  à la concentration maximale (100  $\mu\text{g/mL}$ ) et une  $IC_{50}$  de  $11,31\pm 0,30$   $\mu\text{g/mL}$ .

Le puissant effet scavenger des deux extraits contre le radical hydroxyle est probablement attribué à leur richesse en polyphénols. Une excellente corrélation a été constatée entre l'activité antioxydante des plantes médicinales et leurs teneurs en polyphénols (Zheng and wang, 2001).

### III.2.2. Inhibition de la xanthine oxydase

L'effet de deux extraits étudiés et de standard rutine sur l'activité inhibitrice de la xanthine oxydase a été déterminé et les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition résumés dans le tableau (VIII) ci-dessous.

**Tableau VIII** : Le pourcentage d'inhibition de la xanthine oxydase par *Fumaria officinalis*, *Ficus carica* et la Rutine utilisé comme standard.

Extrait	Inhibition (%)					$IC_{50}$
	Concentration (mg/mL)					
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	
F.O	13,47 $\pm$ 0,19	20,65 $\pm$ 0,51	30,55 $\pm$ 0,60	41,07 $\pm$ 0,33	56,04 $\pm$ 0,25	0,097 $\pm$ 0,0065 <sup>a</sup>
F.C	22,09 $\pm$ 0,096	33,89 $\pm$ 0,58	40,40 $\pm$ 0,33	59,04 $\pm$ 0,35	76,07 $\pm$ 0,25	0,089 $\pm$ 0,0053 <sup>b</sup>
R	40,40 $\pm$ 0,33	56,82 $\pm$ 0,51	65,44 $\pm$ 0,33	74,07 $\pm$ 0,35	82,30 $\pm$ 0,50	0,010 $\pm$ 0,0002 <sup>c</sup>

Les valeurs sont la moyenne  $\pm$  écart type ( $n=3$ ). Les lettres a, b et c représentent les différences significatives de la xanthine oxydase de chaque extrait étudié ( $P<0,05$ ). FO : *Fumaria officinalis*, FC : *Ficus carica*, A.ch : Acide chlorogénique.

Les résultats obtenus ont montré que tous les extraits ont un effet inhibiteur sur la xanthine oxydase. L'extrait de *Ficus carica* L. a montré significativement une activité inhibitrice intéressante avec un pourcentage d'inhibition élevé ( $76,07\pm 0,25\%$ ) et une  $IC_{50}$  de  $0,089\pm 0,0053$  mg/mL par rapport à celui de *Fumaria officinalis* L. qui a présenté un pourcentage d'inhibition de ( $56,04\pm 0,25\%$ ) et une  $IC_{50}$  de  $0,097\pm 0,0065$  mg/mL mais les deux extraits restent inférieurs à la rutine qui révèle un puissant effet inhibiteur de  $82,30\pm 0,50\%$  et une  $IC_{50}$  de  $0,010\pm 0,0002$  mg/mL.

Les deux extraits ont une bonne activité inhibitrice qui est supérieure à celle obtenue par les extraits de la plante médicinale *Hammada elegans* L. avec une  $IC_{50}$  de  $1,18\pm 0,003$  mg/mL (**Labiath et al., 2019**).

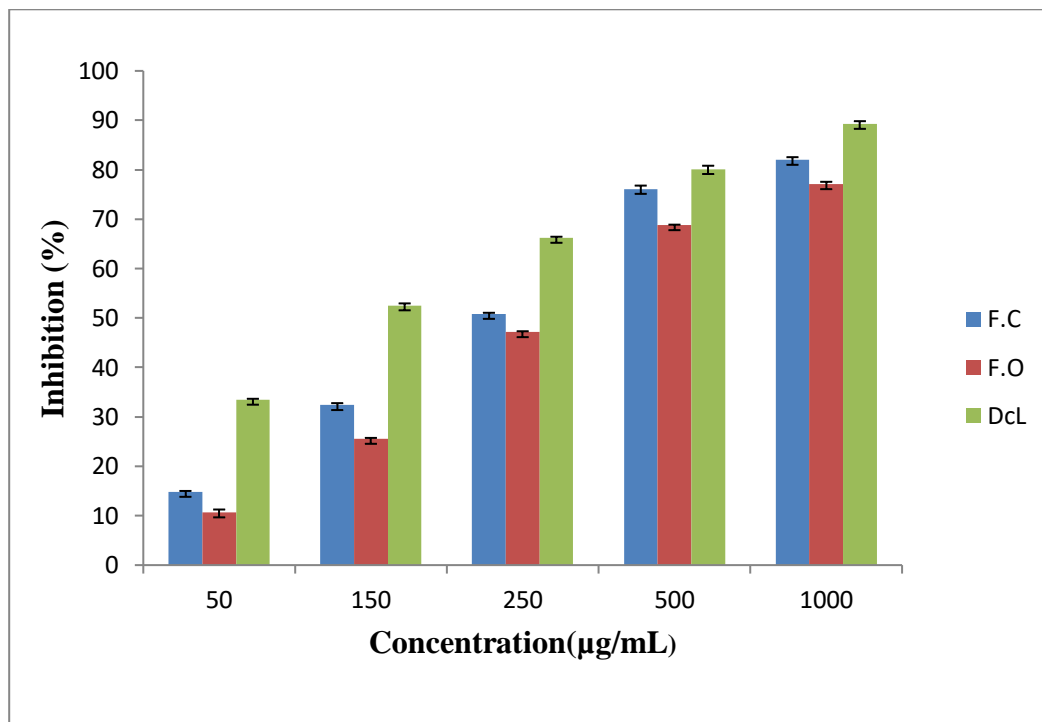
Les résultats de la présente étude ont démontré que, les extraits de *Ficus carica* L. et de *Fumaria officinalis* L. sont riches en polyphénols et renferment une variété de flavonoïdes intéressante, il est connu que ces derniers sont des puissants inhibiteurs d'enzyme, et la plus affectée est la xanthine oxydase. Cette activité est probablement due à la qualité et la quantité de flavonoïdes des espèces étudiés (**Abdullahi et al., 2012 ; Kilani-Jaziri et al., 2014**). Il a été rapporté aussi par **Cos et ses collaborateurs (1998)** que, les flavonoïdes glycosylés ont des activités inférieures à celles des flavonoïdes non glycosylés. Donc la richesse de *Ficus carica* L. en flavonoïdes aglycone (quercétine) pourrait être à l'origine de son puissant effet inhibiteur sur l'activité de la xanthine oxydase.

Les inhibiteurs de la xanthine oxydase sont considérés comme des médicaments efficaces pour les maladies cardiovasculaires, de la goutte et de tout autre problème lié à l'acide urique qui est la forme convertie de la xanthine par la xanthine oxydase, donc si, la production de l'acide urique est trop importante ou son élimination par les reins est trop faible, il va y avoir une hyperuricémie qui est le facteur de risque principal de la goutte qui est définie par des fluxions articulaires et des dépôts d'acide urique dans les tissus (**Lu et al., 2013**). Cependant, ces médicaments présentent divers effets indésirables, les patients sont incapables de les tolérer donc la favorisation des inhibiteurs d'origine végétale avec moins d'effets secondaires semble

évidente. Les deux extraits étudiés révèlent cette activité et ces deux plantes renferment des inhibiteurs de la xanthine oxydase.

### III.2.3. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire *in vitro*

Les résultats de l'effet protecteur de *Ficus carica* et de *Fumaria officinalis* contre la dénaturation thermique de l'albumine sérique bovine (BSA) a été évalué à différentes concentrations (50 à 1000 µg/mL). Le diclofénac de sodium a été utilisé comme standard et les résultats sont illustrés dans la figure (13) ci-dessous.



**Figure 13 :** Effet des deux extraits étudiés et de Diclofénac sodique sur l'inhibition de la dénaturation de l'albumine sérique bovine.

D'après l'histogramme, les deux extraits et le diclofénac ont montré un effet inhibiteur dose dépendante sur la dénaturation de la protéine albumine bovine.

Le meilleur effet a été enregistré significativement par l'extrait de *Ficus carica* suivi par l'extrait de *Fumaria officinalis* avec un pourcentage d'inhibition de  $82 \pm 1,17\%$  ;  $77 \pm 0,59\%$  à 1000 µg/mL et des  $IC_{50}$  de  $186,23 \pm 4,28$  µg/mL ;  $277,09 \pm 66,57$  µg/mL respectivement (Tableau IX).

Le diclofénac a relevé un pourcentage d'inhibition de dénaturation du BSA maximale qui est de  $89\pm 0,19\%$  et une  $IC_{50}$  de  $51,91\pm 0,56 \mu\text{g/mL}$  à  $(1000 \mu\text{g/mL})$  supérieure à ceux des extraits.

**Tableau IX :** Valeurs des  $IC_{50}$  de l'activité anti inflammatoire *in vitro* des deux extraits et de Diclofénac sodique.

Extrait	$IC_{50}$ ( $\mu\text{g/mL}$ )
<i>Fumaria officinalis</i> L.	$277,09\pm 66,57$
<i>Ficus carica</i> L.	$186,23\pm 4,28$
Le diclofénac	$51,91\pm 0,56$

Cependant, ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus à partir de : *Asparagus horridus* avec un pourcentage de  $29,42\%$  (Altundag et al., 2020) et des feuilles de *Justisia scunda* (Anyasor et al., 2019) avec un pourcentage de  $37,71\pm 0,03\%$ .

La dénaturation des protéines implique probablement une rupture des liaisons hydrogène, hydrophobe ou encore des ponts disulfures, ce qui implique, la perte de leurs structures tertiaire et secondaire par un stress externe tel que, la chaleur ou par certains composés comme les acides ou les bases fortes (Angel et al., 2013). Cette dénaturation des protéines des tissus, peut être causée par des auto-antigènes, un marqueur des maladies inflammatoires (Angel et al., 2013).

Plusieurs médicaments utilisés pour le traitement des maladies inflammatoires comme les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) qui ont la capacité d'inhiber la dénaturation des protéines, présentent par contre, des effets secondaires inévitables et néfastes (Osman et al., 2016). A ce titre, des inhibiteurs de la dénaturation des protéines d'origine végétale seraient de bons alternatives pour de nouvelles molécules anti-inflammatoires en raison de leurs sécurités et efficacités (Chandra et al., 2012).

D'après les résultats obtenus, il a été constaté que, les extraits de *Fumaria officinalis* et de *Ficus carica* ont présenté des pourcentages d'inhibition intéressants, donc on peut suggérer que, ces extraits peuvent inhiber la formation d'anti-antigène et prévenir les maladies auto-immunes.



Cet effet inhibiteur serait dû à l'interaction des molécules présentes dans les extraits et les deux sites spécifiques de l'albumine (BSA) : la tyrosine et la thréonine de la chaîne aliphatique **(Duganath et al., 2010)**.

On peut déduire que, cette étude préliminaire a montré que, les deux extraits ont révélé des propriétés pharmacologiques, ce qui justifie leur utilisation traditionnelle dans le traitement des maladies à caractère inflammatoire.

# **Conclusion et perspectives**

## Conclusion et perspectives

L'étude des composés phénoliques et des activités biologiques des deux extraits de la partie aérienne de *Fumaria officinalis* et des feuilles de *Ficus carica*, récoltés à la région d'Akbou a permis de constater que ces dernières sont des sources riches en composés phénoliques et ont un potentiel antioxydant et une activité anti-inflammatoire *in-vitro* assez intéressante.

Les résultats des différents dosages montrent que l'extrait éthanolique de *Fumaria officinalis* est le plus riche en polyphénols, flavonoïdes, flavonols et en caroténoïdes, par rapport à l'extrait acétonique de *Ficus carica*, par contre, les deux extraits présentent des résultats similaires pour la vitamine C.

L'activité antioxydante des extraits a été évaluée par trois tests à savoir, l'activité anti radicalaire contre le DPPH, le pouvoir chélateur de fer ferreux et l'effet scavenger de radical hydroxyle OH. D'après les résultats obtenus, la forte activité antioxydante a été révélée par l'extrait de *Fumaria officinalis* suivie par l'extrait de *Ficus carica*. On peut déduire que, l'activité antioxydante obtenue est liée directement à la teneur en composés phénoliques de ses extraits.

En outre, les résultats de l'inhibition de la xanthine oxydase ont montré que *Ficus carica* possède le plus fort pouvoir inhibiteur sur l'enzyme.

L'évaluation de l'activité anti-inflammatoire montre que les deux extraits exercent un effet inhibiteur sur la dénaturation de la protéine albumine sérique bovine. Le meilleur effet a été enregistré par les feuilles de *Ficus carica*. Par conséquent, les résultats de la présente étude indiquent que cette activité anti-inflammatoire est due à la présence de composés bioactifs, tels que les polyphénols, les flavonoïdes et les caroténoïdes dans les feuilles qui possèdent un pouvoir pharmacologique, ce qui valide son usage traditionnel pour le soulagement de diverses affections inflammatoires.

La présente étude montre que les deux extraits de *Fumaria officinalis* et de *Ficus carica*, peuvent donc être exploités par d'autres études plus approfondies sur leurs activités biologiques, notamment le piégeage des radicaux libres et l'inhibition de la xanthine oxydase, en raison de leur richesse en composés phénoliques. Il serait intéressant de compléter cette étude par d'autres tests *in vivo*.

Ces résultats sont donc prometteurs et semblent justifier les indications thérapeutiques en médecine traditionnelle.

# **Références Bibliographiques**

## Références bibliographiques

- Abdullahi, A., Hamzah, RU., Jigam, AA., Yahya, A., Kabiru, AY., Muhammad, H., Sakpe, S., Adefolalu, FS., Isah, MC., Kolo, MZ.(2012). Inhibitory activity of xanthine oxidase by fractions *Crateva adansonii*. *Journal of Acute Disease*, 126-129.
- Al-Snafi, A. E. (2020). Constituents and Pharmacology of *Fumaria Officinalis*-A Review. *IOSR Journal Of Pharmacy*, 10(1), 17–25.
- Altundag, E. M., Gençalp, D., Özbilenler, C., Toprak, K., & Kerküklü, N. (2020). In vitro antioxidant, anti-inflammatory and anti-cancer activities of methanolic extract of *Asparagus horridus* grows in North Cyprus Kuzey Kıbrıs da yetişen *Asparagus horridus* metanolik ekstraktının in-vitro antioksidan, anti-enflamatuar ve anti-kanser aktivitesi. *Turkish Journal of Biochemistry*, 45(4), 365-372.
- Amessis-Ouchemoukh, N., Ouhemoukh, S., Meziat, N., Idiri, Y., Hernanz, D., Stinco, C.M., Rodriguez-Pulido, F.J., Heridia, F.J., Madani, K., & Luis, J. (2017). Bioactive metabolites involved in the antioxidant, anticancer and antipain activities of *Ficus carica* L., *Ceratonia siliqua* L. and *Quercus ilex* L. extracts. *Industrial Crops and Products*, 95, 6-17.
- Angel, G. R., Vimala, B & Nambisan, B. (2013). Antioxydant and anti-inflammatory activities of proteins isolated from eight *Curcuma* species. *Phytopharmacology*, 4(1), 96-105.
- Anyasor, G. N., Okanlawon, A. A., & Ogunbiyi, B. (2019). Evaluation of anti-inflammatory activity of *Justicia secunda* Vahl leaf extract using in vitro and in vivo inflammation models. *Clinical Phytoscience*, 5(1), 1-13
- Ayoub, L., Hassan, F., Hamid, S., Abdelhamid, Z., & Souad, A. (2019). Phytochemical screening, antioxidant activity and inhibitory potential of *Ficus carica* and *Olea europaea* leaves. *Bioinformation*, 15(3), 226–232
- Bachi, K. (2012). Etude de l'infection de différentes variétés de figuier (*Ficus carica* L.) par la mouche méditerranéenne des fruits, *Ceratitis capitata* (Diptera, Trypetidae). Thèse de Magistère. Tizi Ouzou. : 114P.
- Badgajar, S.B., Patel, V.V., Bandivdekar, A.H., & Mahajan, R.T. (2014). Traditional uses,

- phytochemistry and pharmacology of *Ficus carica*: A review. *Pharmaceutical Biology, Early Online*: 1-17.
- Baraket,G., Chatti,K., Saddoud,O.,Mars,M., Marrakchi,M., r Trifi,M.,Salhi-Hannachi,A.Genetic analysis of Tunisian fig (*Ficus carica* L.) cultivars using amplified fragment length polymorphism (AFLP) markers.*Scientia Horticulturae*,120(4),487-492.
- Bayer, E., Buttler,K.P., Finkenzeller,X., Gran,,J. (2005). Guide de la flore méditerranéenne. Paris : Delachaux et Niestlé. 34 p.
- Benettayeb, Z.E. (2018). Caractérisation moléculaire et morphologique du figuier (*Ficus carica* L.) d'Algérie. Thèse doctorat : Science de la nature et de la vie. Algérie : Université d'Oran, 98 p.
- Berg, C. C. (2003). Flora Malesiana precursor for the treatment of Moraceae 1: The main subdivision of *Ficus*: The subgenera. *Blumea: Journal of Plant Taxonomy and Plant Geography*, 48(1), 167–178.
- Berger, M.M. 2006. Manipulations nutritionnelles du stress oxydant: état des connaissances. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 20(1), 48-53.
- Boukhalfa, F., Kadri, N., Franck, T., Mouithys-Mickalad, A., Sertheyn, D., & Madani, K. (2019). Antioxidant capacity and anti-inflammatory potential of two extracts of *Ficus carica* leaves dried in the shade and in the oven. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 12(4), 365-376.
- Capecka, E., Mareczek,A., Leja, M .(2005). Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some lamiaceae species. *Food Chemistry*, 93, 223-226.
- Cezard, V. (2014). *Plantes de santé*. Paris : Nathan. 25 p.
- Chandra, S., Chatterjee, P., Dey, P., & Bhattacharya, S. (2012). Evaluation of in vitro anti-inflammatory activity of coffee against the denaturation of protein. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(1), S178-S180
- Chawla, A., Kaur, R., Sharma, A.K. (2012). *Ficus carica* L.: A review on its pharmacognostic,

- phytochemical and pharmacological aspects. *International Journal of Pharmaceutical and Phyto-pharmacological Research*, 1(4), 215-232.
- Chouaki, S., Bessedik, F., Chebouti, A., Maamri, F., Oumata, S., Kheldoun, S., Hamana, M., Douzene, M., Bellah, M., & Kheldoun, A. (2006). Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques. *Institut National De La Recherche Agronomique*, 91P.
- Chua, W.L., Mackey, S., Ng, E.K. & Liaw, S.Y. (2013) Front line nurses' experiences with deteriorating ward patients: a qualitative study. *International Nursing Review* 60(4), 501–509
- Cos, P., Ying L., Calomme M., Hu J.P., Cimanga K., Van-Poel B., Pieters L., Vlietinck A.J., Vanden Berghe D. (1998). Structure-activity relationship and classification of flavonoids as inhibitors of xanthine oxidase and superoxide scavengers. *J Nat Prod*. Jan; 61(1):71-6.
- Defraigne, J. O., Pincemail, J. 2008. Stress oxydant et antioxydants : mythes et réalités. *Revue Médicale de Liège*, 63, 10-19.
- Diallo, A.M. (2004). Etude des plantes médicinales de Niofunke (Région Tombouctou). Phytochimie et pharmacologie de *Maerua Crassifolia* Forsk (Capporidacée). Thèse de doctorat, *Université de Bamako. Mali*. PP: 125.
- Duganath, N., Kumar, S. R., Kumanan, R., & Jayaveera, K. N. (2010). Activity of traditionally used medicinal plants. *International Journal of Pharma Bio Sciences*, 1(2), 1-7
- Dutta, R., Sharma, M. K., & Jha, M. (2019). A Review on Ethnobotanical , Phytochemistry Bioactivities and Medicinal Mysteries of *Fumaria officinalis* (Common Fumitory). *EAS Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 0990(4), 99–105.
- Edziri, H., Guerrab, M., Anthonissen, R., Mastouri, M., Verschaeve, L. (2020). Phytochemical screening, antioxidant, anticoagulant and in vitro toxic and genotoxic properties of aerial parts extracts of *Fumaria officinalis* L. growing in Tunisia. *South African Journal of Botany* 130:268-73.
- El-Rayes R., 1995. The Fig Tree dans la région méditerranéenne et en Syrie. *Cahiers Options*



Méditerranéennes ,13 : 79-83.

Ergül, M., Ergül, M., Eruygur, N., Mehmet, A. T. A. Ş., & Esra, U. Ç. A. R. (2019). In vitro evaluation of the chemical composition and various biological activities of *Ficus carica* leaf extracts. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 16(4), 401.

Favier, A. (2003). Le stress oxydant : intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *Journal de L'Actualité Chimique*, 108-115.

Goetz, p, Ghedira, K, et Le jeune, R.,(2009). *Fumaria officinalis* L (Fumariaceae) phytothérapie(7) .p :221-225.

Gulcin, I., Huyut, Z., Elmastas, M., Aboul-Enein, H .Y. (2010). Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. *Arabian Journal of Chemistry*, 3, 43-53.

H. Mehraj, R.K. Sikder, M.N. Haider, M.S. Hussain and, & AFM Jamal Uddin. (2013). Fig (*Ficus Carica* L.) a New Fruit Crop in Bangladesh. *International Journal of Business, Social and Scientific Research*, 1(1), 1–5.

Haleng,J., Pincemail, J., Defraigne, J. O., Charlier, C. & Chapelle, J. P. 2007. Le stress oxydant. *Revue médicale de Liège*, 62(10), 628-38.

Ivanov, I., Vrancheva R.Z., Marchev, A.S., Petkova, N.T., Aneva, I.Y., Denev, P.P., Georgiev ,V.G., Pavlov, A.I.(2014). Antioxidant activities and phenolic compounds in Bulgarian *Fumaria* species. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* ;3:296–306

Jay Forman, H., & Zhang, H. Targeting oxidative stress in disease: promise and limitations of antioxidant therapy - *Nature Reviews Drug Discovery* - 30 June 2021 ; 20: 689–709.

Khamtache-Abderrahim, S., Lequart-Pillon, M., Gontier, E., Gaillard, I., Pilard, S., Mathiron, D., Djoudad-Kadji, H., & Maiza-Benabdesselam, F. (2016). Isoquinoline alkaloid fractions of *Fumaria officinalis*: Characterization and evaluation of their antioxidant and antibacterial activities. *Industrial Crops and Products*, 94, 1001–1008.

Khamtache-Abderrahim, S., Yahiaoui, S., Otmani, A., & Bachir-Bey, M. (2021). Optimization of

- phenolic compound recovery and antioxidant activity from *Fumaria officinalis* L. using response surface methodology. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI-Food Technology*, 45(2), 117-133.
- Kilani-Jaziri S., Ghedira Z., Nasr N., Krifa M., Ghedira K., Franca Dijoux M.G., Ghedira-Chekir L. (2014). Evaluation of in vitro antioxidant and apoptotic activities of *Cyperus rotundus*. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 105-112.
- Koechlin-Ramonatxo, C. (2006). Oxygen, oxidative stress and antioxidant supplementation, or another way for nutrition in respiratory diseases. *Nutrition clinique et métabolique*, 20, 165, 177.
- Kohen, R., & Nyska, A. (2002) Oxidation of Biological Systems: Oxidative Stress Phenomena, Antioxidants, Redox Reactions, and Methods for Their Quantification. *Toxicologic Pathology*, 30, 620-650.
- Kumaran, A., Karunakaran, J.R. 2007. In-vitro antioxidant activities of methanol extracts of five *Phyllanthus* species from India. *LWT-Food Sci. Technol.*, 40(2): 344-352.
- Lahmadi, A., Filali, H., Samaki, H., Zaid A., Aboudkhal, S. (2019). Phytochemical screening, antioxidant activity and inhibitory potential of *Ficus carica* and *Olea europaea* leave. *Bioinformation*. 15(3): 226-232 (2019).
- Lehucher Michel, M., Lesgards, J.F., Delubac, O., Stocker, P., Durand, P., Prost, M. (2001). Stress oxydant et pathologies humaines. *La Presse médicale*, 30, 1076-1081.
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., Chandra, N. 2010. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Reviews*, 4(8), 118.
- Lopes, G. K., Schulman, H. M., Hermes-Lima, M. (1999). Polyphenol tannic acid inhibits hydroxyl radical formation from Fenton reaction by complexing ferrous ions. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1472(1-2), 142-152.
- Lü, J. M., Yao, Q., Chen, C. (2013). 3, 4-Dihydroxy-5-nitrobenzaldehyde (DHNB) is a potent inhibitor of xanthine oxidase: a potential therapeutic agent for treatment of hyperuricemia and gout. *Biochemical pharmacology*, 86(9), 1328-1337

- Mahmoudi, S., Khali ,M., Benkhaled, A., Benamirouche,K., Baiti, I. (2015). Phenolic and flavonoid contents, antioxidant and antimicrobial activities of leaf extracts from ten Algerian *Ficus carica* L. varieties. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicin*,6(3).
- Markham, K.R.,Andersen, O. 2006. Flavonoids, Chemistry Biochemistry and Applications London: Academic Press. 119p.
- Mauri, N. (1939). Les figuiers cultivés en Kabylie. Contribution à leur détermination et étalonnage. *Documents et renseignements agricoles bulletin*,(6),Alger.105p.
- Mawa, S., Husain, K., & Jantan,I. (2013). *Ficus carica* L.(Moraceae):phytochemistry, Traditional Uses ans Biological Activities .*Evidence-Based complementary ans Alternative Medicine*,1-8.
- Meda, A., Lamien, C.E, Romito, M., Millogo, J., Nacoulma.(2005).OG: Determination of the total phenolic, flavonoid and proline conte, 91, 571-577
- Messaoudi, Z. A., Messaoudi, M., Benreguieg, M., & Merah, M. (2020). Phytochemical screening of Algerian medicinal plants and their antimicrobial effects. *Mycopath*, 16(2).
- Noro ,T., Oda, Y., Miyase ,T., Ueno, A., Fukushima, S. (1983). Inhibitors of xanthine oxidase from the flowers and buds of *Daphne genkwa*. *Chem Pharm Bull*, 31, 3984–3987.
- Osman, N. I., Sidik, N. J., Awal, A., Adam, N. A. M., & Rezali, N. I. (2016). In vitro xanthine oxidase and albumin denaturation inhibition assay of *Barringtonia racemosa* L. and total phenolic content analysis for potential anti-inflammatory use in gouty arthritis. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, 5(4), 343.
- Otmani, A., Amessis-Ouchemoukh, N., Birinci, C., Yahiaoui, S., Kolayli, S., Rodríguez-Flores, M. S.,Escurdi, O.,Seijo,M.C.,Ouchemoukh, S. (2021). Phenolic compounds and antioxidant and antibacterial activities of Algerian honeys. *Food Bioscience*, 42, 101070.
- Oukabli, A. (2003). Le figuier un patrimoine génétique diversifier à exploiter Unité de recherche sur l'Amelioration des Plantes et Conservation des Ressources Phyto-génétiques INRA, Centre Régional de Meknès. N° 106.

- Păltinean, R., Toiu, A., Wauters, J. N., Frédérich, M., Tits, M., Angenot, L., Tămaș, M., & Crișan, G. (2016). Phytochemical analysis of *fumaria officinalis* L. (Fumariaceae). *Farmacia*, *64*(3), 409–413.
- Pham-Huy ,L.A., He, H., Pham-Huy ,C.(2008). Free radicals, antioxidants in disease and health. *Int J Biomed Sci.* Jun;*4*(2):89-96.
- Purnamasari, R., Winarni, D., Permanasari, A. A., Agustina, E., Hayaza, S., & Darmanto, W. (2019). Anticancer Activity of Methanol Extract of *Ficus carica* Leaves and Fruits Against Proliferation, Apoptosis, and Necrosis in Huh7it Cells. *Cancer Informatics*, *18*,
- Quettier-Deleu, C.,Gressier, B., Vasseur, J., Dine, T.,Brunet, C.,Luyckx, M.,Cazin, M.,Cazin, J.C., Bailleul, F., Trotin, F.(200). Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum Moench*) hulls and flour. *J. Ethnopharmacol.* *72*, 35–42
- Raafat, K. M., & El-Zahaby, S. A. (2020). Niosomes of active *Fumaria officinalis* phytochemicals: Antidiabetic, antineuropathic, anti-inflammatory, and possible mechanisms of action. *Chinese Medicine (United Kingdom)*, *15*(1), 1–22.
- Ribéreau-Gayon P. (1968).Les composés phénoliques des végétaux. Ed: Dunod. Paris. PP : 317-436.
- Rodriguez-Pérez,C.,Segura-Crretero,A.,& del Mar Contreras,M.(2019).Phenolic compounds as natural and multifunctional anti-obesity agents :Areview.*Critical Reviews in Food Science and Nutrition* ,*59*(8),1212-1229.
- Salma,S.,Shamsi,Y.,Ansari,S., & Nikhat, S.(2020).Ficus carica L. :a panacea of nutritional and medicinal benefits *Tang [humanitas medicine]*,*10*(1),1.1-1.6.
- Sanchez, M.C, Altares, P., Pedrosa, M.M, Burbano, C., Cuadrado, C., Goyoaga, C., Muzquiz, M., Jiminez-Martinez, C., Davila-Ortiz, G., (2005).Variation des alcaloïdes au cours de la germination chez différentes espèces de lupins. *Chimie alimentaire.* *90*, 347–355.
- Sass-Kiss,A., Kiss ,J., Milotay, P., Kerek,M., Toth-Markus ,M. (2005).Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Res Int*,*38*:1023–1029.
- Shahrajabian, M. H., Sun, W., & Cheng, Q. (2021). A review of chemical constituents, traditional

- and modern pharmacology of fig (*Ficus carica* L.), a super fruit with medical astonishing characteristics. *Polish Journal of Agronomy*, 44, 22–29.
- Shamsi, Y., Ansari, S., Nikhat, S., Hamdard, J., & Hamdard, J. (2020). *Ficus Carica* L.: A Panacea of Nutritional and Medicinal Benefits. *Tang [Humanitas Medicine]*, 10(1), 2–7.
- Simrnoff; N.2005. Antioxydant and Reactive oxygen species in plants; Ed 1 :Blackwell ;P :141-210.
- Sirisha, S., Sreenivasulu, M., Sangeeta, K., & Chetty, C. M. (2010). Antioxidant properties of *Ficus* species: a review. *International Journal of Pharmacy and Technical Research*, 2 (4), 2174-2182.
- Soni, N., Mehta, S., Satpathy, G., Gupta, R.K. (2014). Estimation of nutritional, phytochemical, antioxidant and antibacterial activity of dried fig (*Ficus carica*). *J Pharmacogn Phytochem*. 3(2):158-165.
- Suau, R., Cabezudo, B., Ricor, R., Lopez-Romero, J.M, Najera, F.(2002). Alcaloïdes à partir de *Fumaria sepium* et *Fumaria agraria*. *Biochimie. Syst. Écol.* 30, 263–265.
- Teodoro, A.J., 2019. Bioactive compounds of Food: Their role in the prevention and treatment of diseases. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* .1–4.
- Velioglu, Y.S., Mazza, G., Gao, L., Oomah, B.D. (1998) Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables and Grain Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4113-4117.
- Verdan ,A.M., Wang H. C., García ,C. R., Henry, W. P., Brumaghim, J .L. (2011). Iron binding of 3-hydroxychromone, 5-hydroxychromone, and sulfonated morin: Implications for the antioxidant activity of flavonols with competing metal binding sites. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 105, 1314-1322.
- Verma, R., Oania, R., Fang, R., Smith, G. T., & Deshaies, R. J. (2011). Cdc48/p97 mediates UV-dependent turnover of RNA Pol II. *Molecular cell*, 41(1), 82–92.
- Vidaud, J. (1997). Le figuier monographie du CTIFL (centre technique interprofessionnel des

fruits et légumes). (Paris) 263-267 p.

Wang, H., Gao, X.D., Zhou,G.C., Cai L., Yao, W.B. (2008). In vitro and in vivo antioxidant activity of aqueous extract from *Choerospondias axillaris* fruit. *Food Chem.* 106, 888-895.

Yahiaoui,S. (2022). Valorisation de l'agrobiodiversité du figuier (*Ficus carica*) dans la région de Béjaïa: Profils phénolique et activités biologiques des extraits d'écorces, de feuilles ,du latex et de racines de trois cultivars.thèse de doctora, Université Abderrahmane Mira de Béjaïa.152P.

Younis, U., Bokhari, T. Z., Shah, M. H. R., Mahmood, S., & Malik, S. A. (2013). Dust interception capacity and alteration of various biometric and biochemical attributes in cultivated population of *Ficus carica* L. *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 6(4), 35-42

Zbadi,R., Mohti,H., Moussaoui,F.(2018).Stress oxydatif :évaluation du pouvoir antioxydant de quelques plantes medicinales.*Médecine Translationelle*, 24(2) :134-41.

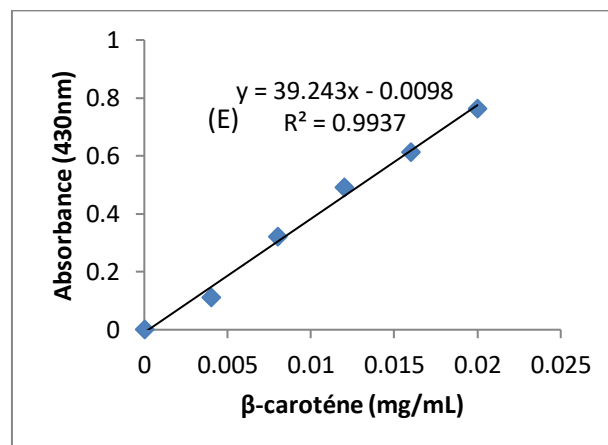
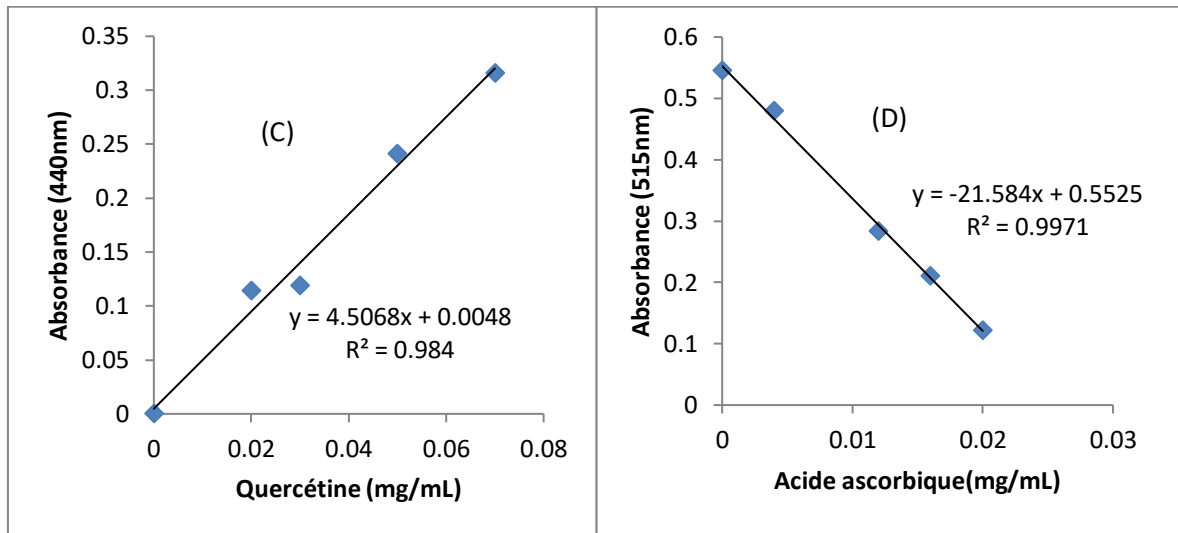
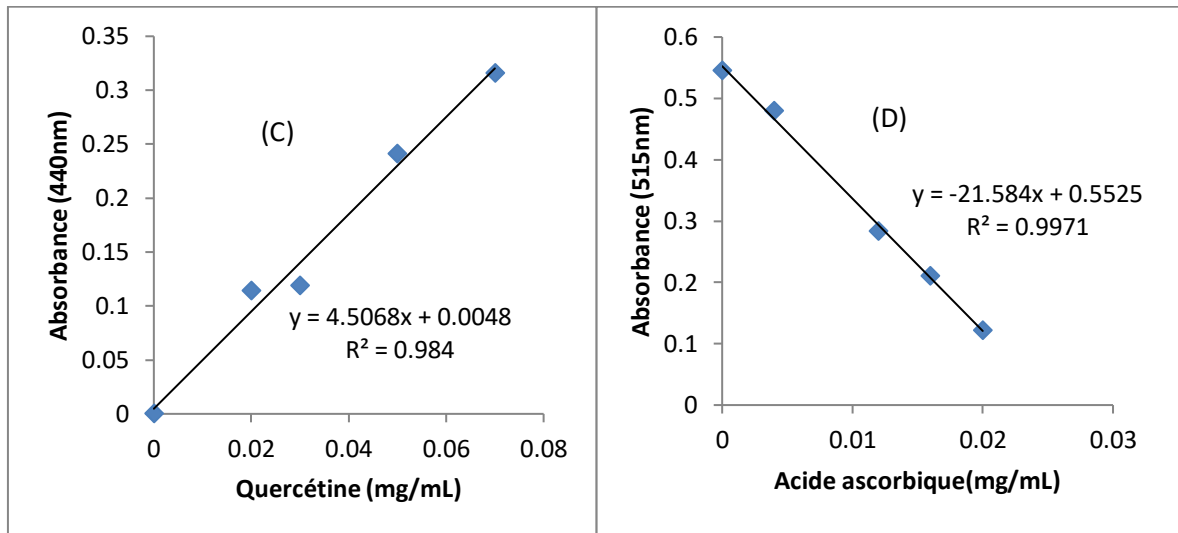
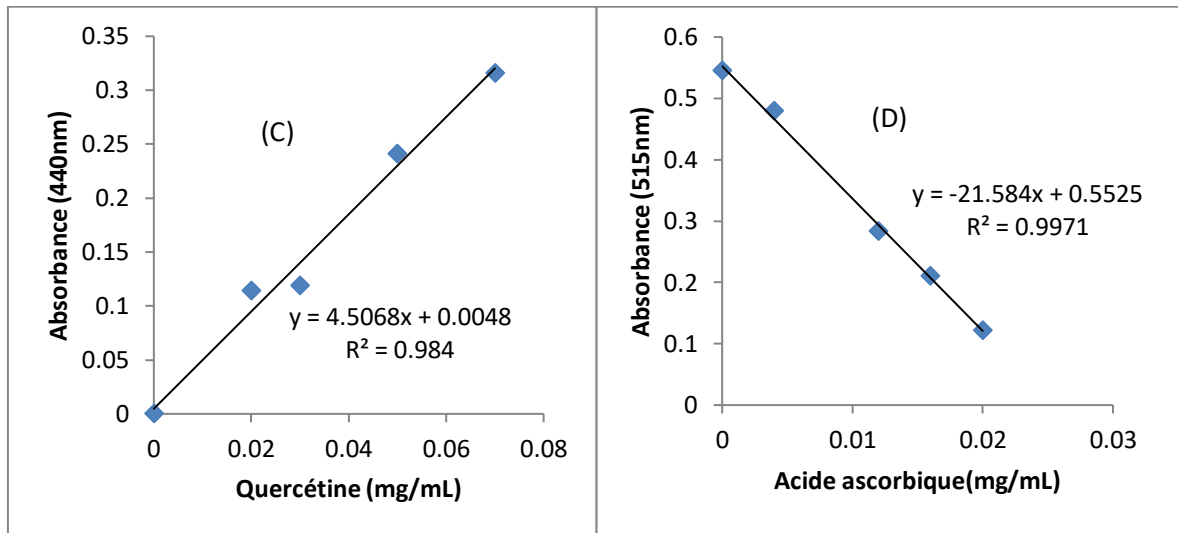
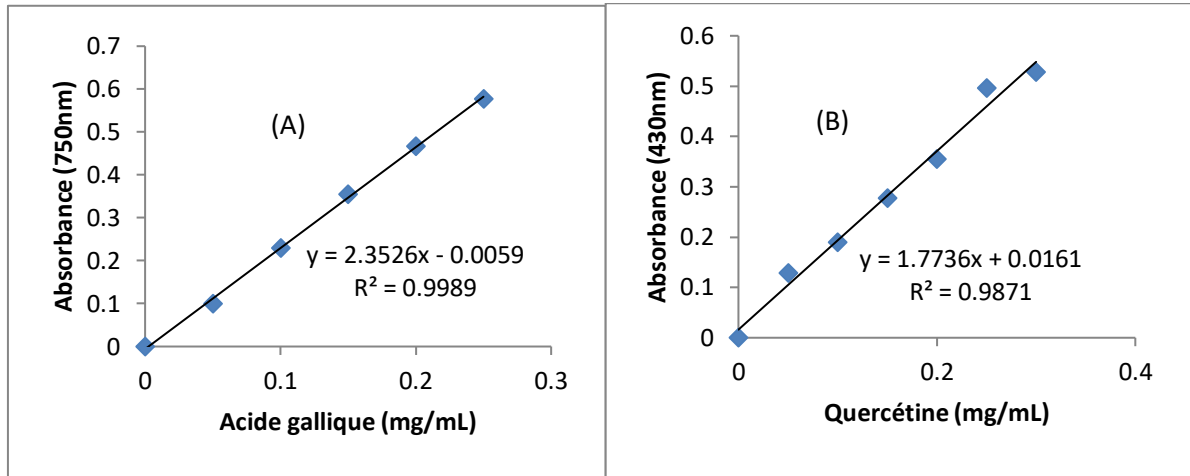
Zbadi,R.,Mohti,H., Moussaoui,F . (2018). Stress oxydatif : évaluation du pouvoir antioxydant de quelques plantes médicinales. *Médecine thérapeutique*, 24(2):134-141.

Zheng ,W., Wang ,S.Y. (2001).Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *J Agric Food Chem* .49:5165–5170.

Zhong, X. K., Jin, X., Lai, F. Y., Lin, Q. S., & Jiang, J. G. (2010). Chemical analysis and antioxidant activities in vitro of polysaccharide extracted from *Opuntia ficus indica* Mill. cultivated in China. *Carbohydrate Polymers*, 82(3), 722-727

# Annexes

**Annexe1** : Courbes d'étalonnage de dosages de polyphénols (A), flavonoïdes(B), flavonols (C), vitamine C (D) et caroténoïdes (E).





## Résumé

L'objectif principal de ce travail est l'étude phytochimique et l'évaluation des activités biologiques de deux extraits : la partie aérienne de *Fumaria officinalis* L. (Fumariacée) et les feuilles de *Ficus carica* L. (Moracée) de la région de Bejaia utilisés en médecine traditionnelle. La présente étude s'articule autour de plusieurs axes. En premier, nous nous sommes intéressés aux composés phénoliques par spectrophotométrie des extraits : éthanoliques de *Fumaria officinalis* L. et cétoniques de *Ficus carica* L. Ces extraits analysés possèdent une richesse et une diversité dans leurs compositions chimiques (polyphénols, flavonoïdes, flavonols, vitamine C, et caroténoïdes). La teneur la plus élevée est enregistrée par les extraits de *Fumaria officinalis*. En deuxième axe, les activités antioxydantes ont été déterminées, *in vitro*, à travers les tests d'évaluation suivants : piégeant le radical DPPH, chélation de fer et radical hydroxyle. L'extrait de *Fumaria officinalis* a une activité antioxydante importante qui est en relation directe avec les teneurs en composés phénoliques. Le troisième axe est consacré à l'étude de l'inhibition de l'activité enzymatique de la xanthine oxydase, l'extrait de *Ficus carica* présente l'inhibition la plus puissante de la XO avec IC50 de  $0,089 \pm 0,0053$  mg/mL que l'extrait de *Fumaria officinalis* ( $0,097 \pm 0,0065$  mg/mL). Enfin, l'activité anti-inflammatoire a été évaluée par la méthode de dénaturation de BSA, l'extraits de *Ficus carica* a présenté un effet intéressant suivi par *Fumaria officinalis* avec ( $82 \pm 1,17\% / 77 \pm 0,59\%$ ) respectivement.

**Mots clés :** *Fumaria officinalis*, *Ficus carica*, antioxydant, BSA, Xanthine oxydoréductase, activité antiinflammatoire, *in vitro*.

## Abstract

The main objective of this work is the phytochemical study and evaluation of the biological activities of two extracts: the aerial part of *Fumaria officinalis* L. (Fumariaceae) and the leaves of *Ficus carica* L. (Moraceae) from the region of Bejaia used in traditional medicine. Our research work is articulated around several axes. First, we were interested in phenolic compounds by spectrophotometry of extracts: ethanolic of *Fumaria officinalis* L. and ketonic of *Ficus carica* L. These analyzed extracts have a richness and a diversity in their chemical compositions (polyphenols, flavonoids, flavonols, vitamin C, and carotenoids). The highest content is recorded by the extracts of *Fumaria officinalis* L. In the second axis, the antioxidant activities were determined, *in vitro*, through the following evaluation tests: DPPH radical scavenging, iron chelation and hydroxyl radical. The extract of *Fumaria officinalis* L. have an important antioxidant activity which is in direct relation with the contents of phenolic compounds. The third axis is devoted to the study of the inhibition of the enzymatic activity of xanthine oxidase, the extract of *Ficus carica* presents the most powerful inhibition of XO with IC50 of  $0.089 \pm 0.0053$  mg/mL than the extract of *Fumaria officinalis* L. ( $0.097 \pm 0.0065$  mg/mL). Finally, the anti-inflammatory activity was evaluated by BSA denaturation method, *Ficus carica* extracts showed an interesting effect followed by *Fumaria officinalis* L with ( $82 \pm 1.17\% / 77 \pm 0.59\%$ ) respectively. In conclusion, both species have interesting biological activities, therefore, intense investigations should be carried out to enrich the production of drugs based on these two plants.

**Key words:** *Fumaria officinalis*, *Ficus carica*, antioxidant, BSA, Xanthine oxidoreductase, anti-inflammatory activity, *in vitro*.

## ملخص

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو الدراسة الكيميائية النباتية وتقييم الأنشطة البيولوجية لمستخلصين: الجزء الجوي من فوماريا أوفيسيناليس ل. (فومارياسي) وأوراق اللبخ كاريكال. (موراسيا) من منطقة بجاية المستخدمة في الطب التقليدي. تتمحور الدراسة الحالية حول عدة محاور. أولا، كنا مهتمين بالمركبات الفينولية عن طريق القياس الطيفي للمستخلصات: إيثانوليكي فوماريا أوفيسيناليس إل. تمتلك هذه المستخلصات التي تم تحليلها ثراء وتنوعا في تركيباتها الكيميائية (البوليفينول والفلافونويد والفلافونول وفيتامين ج والكاروتينات). يتم تسجيل أعلى محتوى من قيل مقتطفات من فوماريا أوفيسيناليس. في المحور الثاني، تم تحديد الأنشطة المضادة للأكسدة، في المختبر، من خلال اختبارات التقييم التالية: محاصرة دب الراديكالي، استخلاص الحديد والهيدروكسيل الراديكالي. ويخصص المحور الثالث لدراسة تثبيط النشاط. مستخلص فوماريا أوفيسيناليس له نشاط مضاد للأكسدة مهم يرتبط مباشرة بمحتويات المركبات الفينولية الأنزيمي من أوكسيديز الزانثين، واستخراج اللبخ كاريكا يعرض تثبيط أقوى من شو مع إيس 50 من  $0.089 \pm 0.0053$  ملغ/مل من استخراج فوماريا أوفيسيناليس ( $0.097 \pm 0.0065$  ملغ / مل). وأخيرا، تم تقييم النشاط المضاد للالتهابات من خلال طريقة تمسخ بسا، وأظهر استخراج اللبخ كاريكا تأثير إيجابي تلبها فوماريا أوفيسيناليس مع ( $82 \pm 1,17\% / 77 \pm 0,59\%$ ) على التوالي.

**الكلمات المفتاحية:** فوماريا أوفيسيناليس، اللبخ كاريكا، مضادات الأكسدة، بسا، زانثين أوكسيدوروكتاز، النشاط المضادة للالتهابات، في المختبر.