

Effect of the culture site on the phenolic profile, antioxidant and antimicrobial powers of basil (*Ocimum basilicum L.*)

Effet du site de culture sur le profil phénolique, les pouvoirs antioxydant et antimicrobien du basilic (*Ocimum basilicum L.*)

N. SALEM^{1*}, M. OUERTANI¹, N. FERES¹, S. KHAMMASSI², S. SELMI², O. TABBEN¹

¹Laboratoire des substances bioactives, Centre de biotechnologie de Borj Cédria, BP. 901, 2050 Hammam-Lif, Tunisie

²Laboratoire des plantes aromatiques et médicinales, Centre de biotechnologie de Borj Cédria, BP. 901, 2050 Hammam-Lif, Tunisia.

*Corresponding author: nidhal_bio@yahoo.fr

Abstract- This work aims to determine the effect of provenance on the levels of phenolic compounds as well as the biological activities of extracts from basil leaves (*Ocimum basilicum L.*). The results showed variability in phenolic contents depending on the culture site. Indeed, the samples of basil from Tunis gave the highest values in total polyphenols (106.73 mg GAE/ g DM), in total flavonoids (18.01 mg QE/g DM) and in proanthocyanidins (8.40 mg QE/g MS). Analysis by HPLC-RP of methanolic extracts of basil revealed a predominance of p-coumaric acid in the studied provenances. In addition, the evaluation of the antioxidant potential has shown that the methanolic extracts of basil had powerful anti-free radical and reducing power activities compared to synthetic standards. On the other hand, an antimicrobial effect of these extracts against microbial strains, which strongly depended on the culture site, has been shown. This could replace the use of synthetic antimicrobial standards.

Key words: *Ocimum basilicum*, methanolic extract, p-coumaric acid, antioxidant activity, antimicrobial power.

Resumé- Ce travail vise à déterminer l'effet de la provenance sur les teneurs en composés phénoliques ainsi que les activités biologiques des extraits des feuilles de basilic (*Ocimum basilicum L.*). Les résultats ont montré une variabilité au niveau des teneurs phénoliques selon le site de culture. En effet, les échantillons de basilic de Tunis donnent les valeurs les plus importantes en polyphénols totaux (106,73 mg EAG/g MS), en flavonoïdes totaux (18,01 mg EQ/g MS) et en proanthocyanidines (8,40 mg EQ/g MS). L'analyse par CLHP-PI des extraits méthanoliques de basilic a révélé une prédominance de l'acide p-coumarique au niveau de deux provenances étudiées. De plus, l'évaluation du potentiel antioxydant a montré que les extraits méthanoliques du basilic possèdent des activités anti-radicalaires et un pouvoir réducteur puissants par comparaison aux standards synthétiques. D'autre part, un effet antimicrobien de ces extraits contre les souches microbiennes ; *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Staphylococcus aureus* résistante à la méthicilline (SMR), *Listeria monocytogenes* ATCC 19115, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Bacillus cereus* ATCC 14579, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella enteridis* DMB 560, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 2134 et *Candida albicans* ATCC 10231 qui dépend fortement du site de culture, a été montré. Ce qui pourrait remplacer l'usage des standards antimicrobiens synthétiques.

Mots clés : *Ocimum basilicum*, extrait méthanolique, l'acide p-coumarique, activité antioxydante, pouvoir antimicrobien.

1. Introduction

A travers les siècles, les traditions humaines ont su développer la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales dans l'optique de vaincre la souffrance et d'améliorer la santé humaine. De plus, la médication par les produits de synthèse devient préoccupante vue qu'elle présente de nombreux effets néfastes pour la santé. En effet, ces plantes constituent un patrimoine précieux pour l'humanité et plus



particulièrement pour la majorité des communautés, particulièrement celles des pays en voie de développement qui en dépendent pour assurer leurs soins de santé primaire et leur subsistance. A cet effet, l'étude des principes actifs d'origine naturelle moins toxiques suscite un regain d'intérêt des scientifiques, du fait qu'ils permettent la mise au point de nouveaux médicaments (Salem et al., 2020). D'autre part, le développement de la résistance microbienne aux antibiotiques et la toxicité des antioxydants synthétiques ont conduit les chercheurs à puiser dans le monde végétal et particulièrement les plantes médicinales et culinaires en quête de molécules naturelles efficaces et dénuées de tout effet adverse. De nombreuses études ont mis en évidence la présence de métabolites secondaires doués d'activités biologiques telles que les polyphénols, les alcaloïdes et les terpènes (Salem et al., 2018). En Tunisie, nous comptons 2136 espèces dispersées sur une superficie de 100000 à 250000 ha. La valorisation de ces espèces aromatiques et médicinales passe principalement par leur évaluation biochimique et biotechnologique à travers l'extraction, l'analyse et l'identification de leurs constituants et l'étude structurale de leurs composés bioactifs. Dans ce contexte, le basilic (*Ocimum basilicum* L.), qui est une espèce des plantes herbacées d'utilisation aromatique et culinaire, été sélectionné pour étudier ses teneurs en classes phénoliques et évaluer ses capacités antioxydantes et antimicrobiennes en fonction du site de collecte.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel végétal

Les feuilles d'*Ocimum basilicum* proviennent de plantes cultivées en plein champ par un agriculteur de la région de Menzel Temime au mois de Juillet 2018. Les échantillons d'origine égyptienne ont été fournis par un grossiste. L'identification taxonomique de la matière végétale a été confirmée par Professeur Abderrazek Smaoui. Après cela, les échantillons ont été séchés par lyophilisation puis broyés en poudre fine à l'aide d'un moulin et conservés dans le dessiccateur à la température ambiante (25 °C) dans l'obscurité pour les utilisations ultérieures.

2.2. Extraction par soxhlet

Les composés phénoliques ont été extraits par soxhlet à partir de 25 g du matériel végétal, séché et broyé, qu'on lui ajoute 250 ml du méthanol. Le mélange obtenu est filtré puis concentré à l'aide d'un évaporateur rotatif. Les extraits bruts séchés ont été conservés à -20 °C, jusqu'à leur utilisation.

2.3. Dosage des composés phénoliques

2.3.1. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux (PT) a été déterminé par spectrophotométrie selon la méthode de Folin-Ciocalteu (Dewanto et al., 2002). Une quantité de 125 µl de l'extrait est mélangée avec 500 µl d'eau distillée et 125 µl du réactif du Folin-Ciocalteu. Après une agitation vigoureuse du mélange suivie d'un repos de 3 min, une prise de 1250 µl de CO₃(Na)₂ à 7% est additionnée. Enfin, le mélange obtenu est ajusté par de l'eau distillée à 3 ml. Après une incubation de 90 min à 23 °C dans l'obscurité, la lecture de l'absorbance est effectuée à une longueur d'onde de 760 nm. Les teneurs en PT sont exprimées en mg d'équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS).

2.3.2. Dosage des flavonoïdes totaux

Les flavonoïdes totaux (FT) sont dosés par une méthode colorimétrique selon Dewanto et al. (2002). Une prise de 125 µL de l'extrait est mélangée avec 75 µL NaNO₂ (5%). Après un repos de 6 min à l'obscurité, 150 µL d'AlCl₃ fraîchement préparé (10 %) sont ajoutés, et 5 minutes plus tard, 500 µl NaOH (1M) sont additionnés au mélange. Finalement, le mélange est ajusté à 2,5 ml avec de l'eau distillée. L'absorbance est effectuée à une longueur d'onde de 510 nm. Les teneurs en FT sont exprimées en mg d'équivalent de quercétine par gramme de matière sèche (mg EQ/g MS).

2.3.3. Dosage des proanthocyanidines

Les tannins condensés ou proanthocyanidines (Pro) ont été dosés suivant la méthode spectrophotométrique en utilisant la vanilline acidifiée et la quercétine comme standard (Sun et al., 1998). Ainsi, un volume de 0,5 ml de l'extrait végétal dilué est introduit dans un tube à essai avec 3 ml d'une solution de vanilline (4%) fraîchement préparée dans le méthanol. Après agitation, un volume de 1,5 ml de HCl concentré est ajouté au mélange qui est laissé au repos à la température ambiante pendant 15 min. L'absorbance est lue à 500 nm contre un blanc. Les teneurs en Pro sont exprimées en mg d'équivalent quercétine par gramme de matière sèche (mg EQ/g MS).

Remarque : Pour les trois dosages, tous les échantillons ont été dosés à trois reprises.

2.3.4. Analyse des composés phénoliques par CLHP-PI

L'analyse et la séparation des composés phénoliques a été faite par chromatographie liquide à haute performance en phase inverse (CLHP-PI) équipée d'une colonne analytique de type Zorbax Eclipse XDB C18 en phase inverse (250 x 4,6, 3,5 µm). Le détecteur DAD a été réglé sur une plage de balayage de 200 à 400 nm. La température de la colonne a été maintenue à 25 °C. Le volume de l'échantillon injecté était de 2 µl et le débit de la phase mobile était de 0,4 ml/min. La phase mobile B était de l'eau milli-Q additionnée d'acide formique (0,1%) et la phase mobile A était du méthanol. L'élution à gradient optimisé a été illustrée comme suit : (0-5 min, 10-20% A ; 5-10 min, 20-30% A ; 10-15 min, 30-50% A ; 15-20 min, 50-70% A ; 20-25 min, 70-90% A ; 25-30 min, 90-50% A ; 30-35 min, retour aux conditions initiales).

2.4. Potentiel antioxydant

2.4.1. Pouvoir de piégeage du radical libre 2,2-diphényl-1-picrylhydrazile (DPPH).

L'estimation de l'activité anti-radicalaire est mesurée selon la méthode de Hanato et al. (1988). Une aliquote de 1 ml de l'extrait à différentes concentrations, est mélangé avec 250 µl d'une solution de DPPH (0,2 mM). Après une agitation vigoureuse du mélange, celui-ci est conservé ensuite au repos pendant 30 min à l'obscurité. L'absorbance est mesurée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre-UV visible, en se référant à un témoin sans extrait. Pour chaque concentration, le test est répété 3 fois. L'activité anti-radicalaire est estimée en pourcentage d'inhibition grâce à la formule suivante :

$$PI = \left[\frac{DO \text{ témoin} - DO \text{ extrait}}{DO \text{ témoin}} \right] \times 100$$

Avec :

- ✓ **PI** : pourcentage d'inhibition,
- ✓ **DO_{témoin}** : absorbance du témoin,
- ✓ **DO_{échantillon}** : absorbance de l'extrait végétal.

La réalisation de la cinétique de cette activité a permis de déterminer les concentrations qui correspondent à 50% d'inhibition (**CI₅₀**) ; la valeur de la **CI₅₀** la plus faible correspond à l'efficacité la plus élevée de l'extrait. La valeur de la **CI₅₀** est exprimée en µg/ml (3 répétitions pour chaque détermination). Le BHT a été utilisé comme un témoin positif ($R^2 = 0,29$).

2.4.2. Pouvoir réducteur

L'activité réductrice est basée sur la réaction d'oxydoréduction entre l'extrait et les ions métalliques, le fer ou le cuivre (Huang *et al.*, 2005). En effet, $K_3Fe(CN)_6$ fournit des ions Fe^{3+} qui seront réduits par la capacité antioxydante de l'extrait de plantes à céder des électrons. Cette activité est mesurée selon la méthode décrite par Oyaizu (1986). Celle-ci consiste à mélanger l'extrait végétal à différentes concentrations avec 500 µl de tampon phosphate (0,2 mol/l, pH 6,6) et 500 µl de $K_3Fe(CN)_6$ (1%). Le mélange obtenu est incubé pendant 20 min à 50 °C. Puis, on ajoute 500 µl de TCA (10%) au mélange pour arrêter la réaction. Après une centrifugation à 6500 tours/min pendant 10 min, on enlève 500 µl du surnageant, on ajoute 500 µl de l'eau distillée et 100 µl $FeCl_3$ (0,1%). L'absorbance est mesurée à 700 nm, en se référant à un témoin positif qui est l'acide ascorbique ($R^2 = 0,60$). Les résultats sont exprimés en concentration efficace (**CE₅₀**, µg/ml), qui est la concentration de l'extrait correspondant à une absorbance égale à 0,5. La valeur de **CE₅₀** est obtenue par interpolation de la courbe de régression linéaire (Mau *et al.*, 2004).

2.5. Capacité antimicrobienne

2.5.1. Activité antibactérienne

L'activité antibiotique correspond à l'activité d'une molécule ou d'un composé présent au sein d'un végétal qui, à très faible concentration, inhibe le développement d'une bactérie ou la tue. Face à un antibactérien donné, la sensibilité d'une bactérie peut être très différente selon la souche d'appartenance. Les souches déjà conservées au glycérol 25 % à 4 °C, ont été repiquées sur des boîtes de Pétri contenant le milieu LB (Luria Broth) et incubées pendant 24 heures à 37 °C. Des suspensions de pré-cultures microbiennes ont été déposées dans de l'eau physiologique à raison de 10^8 CFU (colonies formant unité) /ml puis étalées à l'aide d'un écouvillon stérile sur des boîtes de Pétri contenant le milieu MH (Mieller-Hinter). Des disques de papier Whatman stériles de 6 mm de diamètre sont imbibés d'extraits puis déposés à la surface du milieu de culture. L'ensemble est incubé pendant 24 h à 37 °C. Suite à l'incubation, l'apparition d'un halo autour de chaque disque dénote la sensibilité de la souche à l'extrait utilisé. Les résultats sont observés, en mesurant les zones d'inhibition (ZI).

2.5.2. Activité antifongique

L'activité antifongique a été réalisée sur une souche clinique : *Candida albicans*. Des boîtes de Pétri contenant du milieu WB sont ensemencées aseptiquement par une suspension de 10^8 CFU/ml (colonies formant unité) qui provient d'une culture jeune de champignons. L'ensemencement se fait par écouvillonnage. Après le séchage des boîtes, la gélose est perforée en formant des puits de 6 mm de diamètre à l'aide d'un scalpel. Les cavités ainsi formées sont remplies d'extraits de plantes (5 à 20 μ l par disque). Après 24 h d'incubation à 37 °C, on observe l'effet des extraits sur la croissance des souches fongiques autour des disques.

2.6. Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées en exploitant un logiciel STATISTICA où le test de DUNCAN (trois répétitions pour chaque analyse) est utilisé au seuil de significativité de $p < 0,05$.

3. Résultats et discussion

3.1. Effet du site de culture sur les teneurs phénoliques

La variabilité des teneurs en polyphénols (PT), en flavonoïdes (FT) et en proanthocyanidines (Pro) au niveau des feuilles de *Ocimum basilicum* en fonction de la provenance est indiquée sur la Figure 1. Ainsi, le basilic de Tunis fournit, respectivement, les teneurs les plus élevées (106,73 mg EAG/g MS (PT) ; 18,01 mg EQ/g MS (FT) et 8,40 mg EQ/g MS (Pro). Nos résultats sont proches à ceux trouvés par Lee et al. (2009) dont l'étude de la composition phénolique des feuilles et des tiges de la même espèce de basilic cultivée en Italie a montré des teneurs en PT de 160 mg EAG/g MS et 76,8 mg EAG/g MS, respectivement. Ces mêmes auteurs avaient signalé une teneur faible en PT égale à 50,5 mg EAG/g MS pour les feuilles et 31,9 mg EAG/g MS pour les tiges chez d'autres espèces appartenant à la même famille de Lamiacées comme le basilic pourpre (*Ocimum basilicum purpurascens*). Cette différence pourrait être attribuée à la méthode d'extraction utilisée, la partie de la plante ayant subi l'extraction, le site et la période de collecte et les effets des facteurs climatiques et/ou pédologiques.

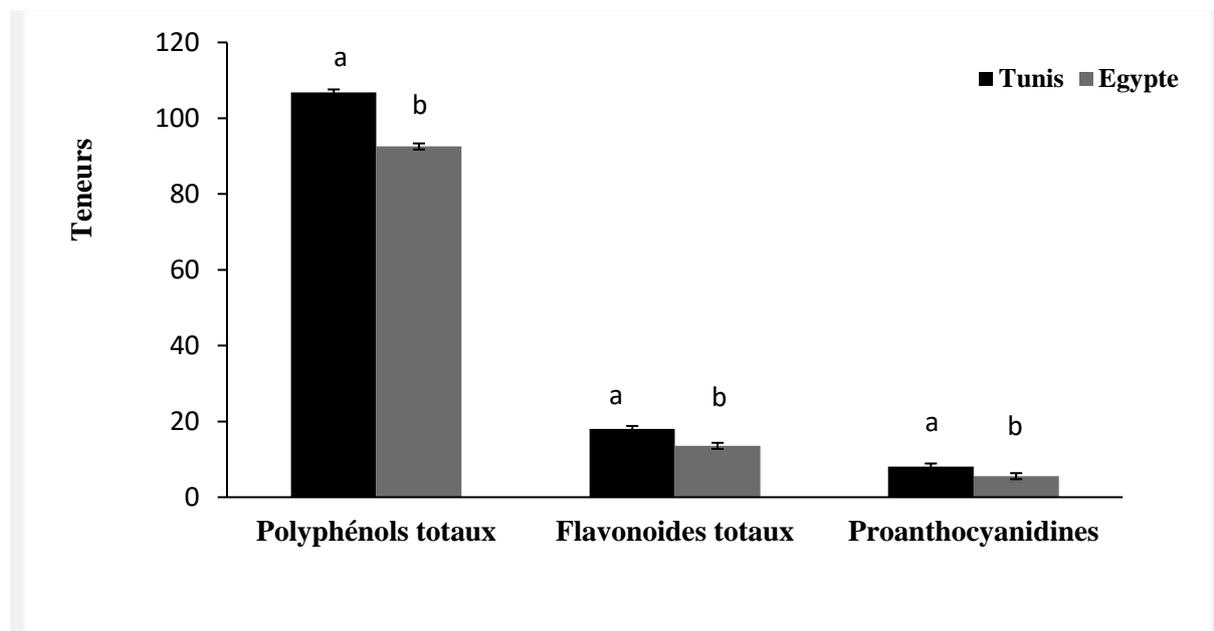


Figure 1. Variation des teneurs en polyphénols totaux (mg EAG g⁻¹MS), en flavonoïdes et en proanthocyanidines (mg EQ g⁻¹MS) des feuilles de *Ocimum basilicum* de deux provenances différentes
. Les valeurs (moyennes de trois répétitions) suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à $P < 0,05$.

Afin d'élucider les variations métaboliques des phénols du basilic des deux sites de culture, le profil des composés phénoliques individuels a été étudié par CLHP-PI et présenté dans le Tableau 1. Ainsi, l'analyse chromatographique des extraits méthanoliques des feuilles de basilic collecté de deux pays différents a montré que l'acide p-coumarique est le composé majeur avec des pourcentages variant de 45,54% et 32,15% respectivement pour la Tunisie et l'Egypte. L'hydrate de catéchine est détecté dans les échantillons tunisiens (32,86%) et absent de ceux d'Egypte. Par contre, l'acide férulique et la rutine ne sont détectés que chez les échantillons d'Egypte avec respectivement des pourcentages égaux à

18,18% et 16,93%, ainsi que l'acide ellagique est détecté au niveau de la fraction phénolique de l'Égypte (8,62%). Le reste des composés sont détectés à des pourcentages inférieurs à 5%. Des études récentes ont montré que des composés phénoliques tels que les acides p-coumarique ($21,26 \pm 0,63 \mu\text{g/g}$), férulique ($7,09 \pm 0,07 \mu\text{g/g}$), isoquercitrine ($179,19 \pm 1,93 \mu\text{g/g}$), quercitrine ($50,39 \pm 0,85 \mu\text{g/g}$), et rutine ($425,71 \pm 2,15 \mu\text{g/g}$) ont été identifiés et quantifiés par Vlase et al. (2014), à partir des extraits méthanoliques de basilic de l'Italie. D'autre part, ces extraits sont caractérisés par une nette dominance de l'acide hydroxycinnamique et des flavanols avec respectivement des pourcentages égaux à 56,79 et 44,29%. Alors que, l'acide tridroxybenzoïque et les phénols sont détectés en très faibles quantités avec 2% de la totalité des composés identifiés.

Tableau 1: Teneurs en composés phénoliques (% MS) des feuilles de basilic collectés des deux sites de culture différents.

Composé phénolique*	Site de collecte	
	Tunisie	Egypte
Acide gallique	2,21	-
Résorcinol	1,33	1,38
Acide chlorogénique	0,30	4,50
Epicatechine 3-O gallate	1,76	0,47
Acide caféique	-	1,96
Acide p-coumarique	45,54	32,15
Kaempférol 3-O rutinoside	0,30	-
Quercétine	1,73	0,99
Kaempférol	2,73	-
Acide férulique	4,55	18,18
Rutine	4,49	16,93
Hydrate de catéchine	32,86	-
Laricitrine	0,42	-
Apigénine	1,36	1,73
cirsimaritine	0,41	1,82
acide éllagique	-	8,62
Myricétine	-	5,71
Isorhamnetin 3-O rutinoside	-	0,61
Acide rosmarinique	-	4,96
	Classes chimiques	
Acides hydroxycinnamiques	50,39	56,79
Acides hydroxybenzoïques	-	8,62
Acides tridroxybenzoïques	2,21	-
Diphénols	1,33	1,38
Flavones	1,77	9,26
Flavanols	44,29	19
Phénols totaux identifiés	99,99	95,05

3.2. Potentiel antioxydant

Deux tests ont été utilisés; celui de DPPH et du pouvoir réducteur afin d'évaluer la capacité antioxydante des composés bioactifs du basilic en fonction de la région de culture. Comme il est mentionné dans le Tableau 2, les extraits de basilic exhibent une activité anti-radicalaire et un pouvoir réducteur importants où l'effet région a été mis en évidence. En effet, les échantillons de l'Égypte exhibent l'activité antiradicalaire la plus importante avec une CI_{50} de $160 \mu\text{g/ml}$. D'autre part, pour le test du pouvoir réducteur, c'est l'échantillon tunisien qui montre le potentiel le plus puissant avec une valeur de $CE_{50} = 240 \mu\text{g/ml}$. En comparant l'activité anti-radicalaire de nos extraits avec celles d'autres espèces de la même famille (Lamiacées), il s'avère qu'elles sont plus importantes que celles de *Teucrium chamaedrys* ($26,70 \pm 0,96 \mu\text{g/ml}$) et *Hyssopus officinalis* ($125,44 \pm 4,70 \mu\text{g/ml}$) (Vlase et al., 2014). Ceci pourrait être dû à la richesse des extraits méthanoliques de basilic en composés phénoliques, connus par leur effet antioxydant important (Miguel et al., 2010 ; Salem et al., 2011).

Tableau 2. Activité antiradicalaire et pouvoir réducteur des extraits méthanoliques de basilic de deux provenances différentes.

Site de collecte	DPPH (CI_{50} en $\mu\text{g/ml}$)	Pouvoir réducteur (CE_{50} en $\mu\text{g/ml}$)
Tunisie	$200 \pm 0,02^b$	$100 \pm 0,02^a$
Egypte	$160 \pm 0,02^a$	$240 \pm 0,05^b$
	Standards synthétiques	
BHT	$7,5 \pm 0,02$	-
Acide ascorbique	-	$42 \pm 0,04$

Les valeurs (moyennes de trois répétitions) suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à $P < 0,05$. CI_{50} : la concentration de 50% d'inhibition, CE_{50} : la concentration efficace.

3.3. Potentiel antimicrobien

Les extraits méthanoliques du basilic en fonction du site de collecte ont été soumis à un criblage pour leur activité antimicrobienne *in vitro* contre neuf souches de bactéries pathogènes et une espèce de levure, en employant la méthode de disques. D'après les résultats du Tableau 3, un effet antimicrobien appréciable en comparaison avec les standards antimicrobiens a été signalé. En effet, les souches bactériennes les plus sensibles sont *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* avec des ZI atteignant jusqu'au 24 mm.

D'autre part, *Listeria monocytogenes* et *Escherichia coli* se sont avérées moins sensibles à l'extrait de basilic au niveau des deux pays de cette plante avec des ZI ne dépassant pas 15 mm. Alors que *Bacillus cereus* et *Salmonella enteridis* se sont révélées sensibles à l'extrait avec des ZI variant de 17 à 24 mm pour les deux pays de culture. Il en est de même pour *Staphylococcus aureus* résistante à la méthicilline (SMR) avec une ZI égale à 20 mm pour les deux pays. Cette forte activité antibactérienne, en comparaison avec la gentamicine, pourrait être étroitement liée à la composition chimique de l'extrait de basilic. Une autre étude menée par Vlase et al. (2014), a montré que l'activité antibactérienne de basilic contre *E. coli* (ZI= 10 nm) et *Listeria monocytogenes* (ZI= 11 nm) s'avère moins importante que celle observée dans notre étude. Cette fluctuation pourrait être due à la teneur en métabolites secondaires et à la méthode d'extraction utilisée. En fait, Issazadeh et al. (2013) ont montré que les différents extraits inhibent la croissance à variables étendues, en fonction de la bactérie en question et du solvant utilisé. Les extraits méthanoliques ont montré la meilleure efficacité avec une action à large spectre, suivis des extraits éthanoliques et aqueux.

Les extraits méthanoliques de basilic testés présentent une puissante activité contre *Candida albicans* avec un diamètre d'inhibition variant de 30 à 35 mm au niveau des deux pays de culture. Ainsi, différentes études sont en concordance avec les présents résultats soulignant l'efficacité potentielle de basilic contre divers agents pathogènes bactériens et fongiques. Le large éventail de la sensibilité microbienne indique l'efficacité des extraits de plantes à des fins médicinales comme alternative à l'usage des produits de synthèse et leurs effets secondaires néfastes.

Tableau 3 : Activité antimicrobienne des extraits méthanoliques de basilic (*Ocimum basilicum* L) en fonction du site de collecte.

Plante étudiée	Basilic		Standard antimicrobien	
	Tunisie	Egypte	Gentamicine (10µg/disque)	AmphotéricineB (10µg/disque)
<i>Souche bactérienne</i>				
Gram (+)				
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	17	21	20	-
<i>Staphylococcus aureus</i> résistante à la méthicilline (SMR)	20	20	25	-
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115	15	13	39	-
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	23	20	21	-
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 14579	17	21	22	-
Gram (-)				
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	15	13	26	-
<i>Salmonella enteridis</i> DMB 560	24	17		
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 2134	22	24	23	-
<i>Souche de levure</i>				
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	35	30	-	20

ZI : Zone d'inhibition

4. Conclusion

Dans le cadre d'une valorisation de la flore tunisienne, le basilic a été sélectionné comme source de colorants naturels comme les composés phénoliques. L'effet de la provenance sur la composition chimique de ces composés bioactifs et l'évaluation de leurs pouvoirs antioxydants et antibactériens ont été mise en évidence. Ainsi, les teneurs en polyphénols, flavonoïdes totaux et en proanthocyanidines varient significativement en fonction du site de collecte. L'analyse chromatographique par CLHP-PI a montré une nette dominance des acides hydroxycinnamiques avec un pourcentage atteignant jusqu'à 57% où l'acide p-coumarique est le composé majeur. Concernant l'évaluation de l'activité biologique, les résultats ont montré que les extraits méthanoliques du basilic sont doués de potentiels antioxydants et antimicrobiens intéressants qui sont dus essentiellement à la présence de molécules phénoliques potentiellement actives, prouvant ainsi l'usage du basilic comme une source naturelle de phytomolécules.

5. Références

- Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH (2002)** Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50: 3010-3014.
- Hanato T, Kagawa H, Yasuhara T, Okuda T (1988)** Two new flavonoids and other-constituents in licorice root their relative astringency and radical scavenging effect. *Chem Pharm Bull* 36: 1090-1097.
- Huang D, Ou B, Prior RL (2005)** The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J Agric Food Chem* 53: 1841-1856.
- Issazadeh K, Jahanpour N, Pourghorbanali F, Raeisi G, Faekhondeh J (2013)** Heavy metals resistance by bacterial strains. *Ann Biol Res* 4(2):60-63.
- Lee BH, Choi WS, Lee SE, Park BS (2009)** Fumigant toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). *Crop Protection* 20: 317-320.
- Mau JL, Chao GR, Wu KT (2001)** Antioxidant properties of methanolic extracts from several ear mushrooms. *J Agric Food Chem* 49: 5461-5467.
- Miguel MG, Cláudia C, Leonor F, Mariana T.F.S, Ana Cristina F, José G.B, Luis G.P (2010)** *Foeniculum vulgare* essential oils: chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities. *Nat prod commun* 5 : 319-328.
- Oyaizu M (1986)** Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. *Japan J Nutr* 44: 307.
- Salem N, , Kefi S, Tabben O, Ayed A, Jallouli S, Feres N, Hammami M, Khammassi S, Hrigua I, Nefisi S, Sghaier A, Limam F, Elkahoui S (2018)** Variation in chemical composition of *Eucalyptus globulus* essential oil under phenological stages and evidence synergism with antimicrobial standards. *Ind Crop Prod* 124: 115-125 .
- Salem N, Lamine M, Damergi B, Ezahra F, Feres N, Jallouli S, Hammami M, Khammassi S, Selmi S, Elkahoui S, Limam F, Tabben O (2020)** Natural colorants analysis and biological activities. Association to molecular markers to explore the biodiversity of *Opuntia* species. *Phytochem Anal* 1-13.
- Salem N, Msaada K, Hamdaoui G, Limam F, Marzouk B, (2011)** Variation in phenolic composition and antioxidant activity during flower development of safflower (*Carthamus tinctorius L.*). *J Agric food chem* 59: 4455-4463.
- Sun B, Richardo-da-Silvia JM, Spranger I (1998)** Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins. *J Agric Food Chem* 46: 4267-4274.
- Vlase L, Daniela B, Daniela H, Grigore D, Ioan C, Bogdan S, Augustin M, Radu Silaghi-D, Ioan T (2014)** Evaluation of antioxidant and antimicrobial activities and phenolic profile for *Hyssopus officinalis*, *Ocimum basilicum* and *Teucrium chamaedrys*. *Molecules* 19: 5490-5507.