
Soumis le : 22 Juillet 2012

Forme révisée acceptée le : 04 Février 2013

Email de l'auteur correspondant :

mahmoudisouhila@yahoo.fr

Nature & Technologie

Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.)

MAHMOUDI Souhila^a, KHALI Mustapha^a et MAHMOUDI Nacéra^b

^aUniversité Saâd DAHLAB, Faculté des sciences Agro-vétérinaires, Département des sciences agronomiques, route de Soumaâ, BP 270 – 9000, Blida, Algérie.

^bUniversité de M'sila, Faculté des sciences de l'ingénieur, Département des sciences agronomiques, route d' Ichbillia, BP 166-28000, M'sila, Algérie

Résumé

L'artichaut (*Cynara scolymus* L.) est une plante méditerranéenne largement utilisée en médecine traditionnelle pour ses propriétés biologiques attribuées essentiellement aux polyphénols. Afin d'évaluer la meilleure technique d'extraction de polyphénols totaux, de flavonoïdes et de tanins condensés d'artichaut, nous avons utilisé deux méthodes d'extraction à savoir la décoction et la macération et quatre solvants (eau, méthanol, éthanol et acétone). Les meilleurs rendements d'extraction sont enregistrés par la décoction soit une moyenne de 17,34 % versus 15,64 % pour la macération ; toutefois l'eau et le méthanol restent les meilleurs solvants d'extraction. La macération semble être meilleure pour l'extraction des polyphénols totaux (19,88 mg équivalent acide gallique /g PS en moyenne) et des flavonoïdes (8,25 mg équivalent quercétine /g PS en moyenne). L'éthanol et l'acétone sont préférables pour l'extraction de ces biomolécules. En revanche, la décoction aqueuse est plus performante pour l'extraction des tanins condensés (3,05 mg équivalent catéchol/g PS).

Mots-clefs : *Cynara scolymus* L., technique d'extraction, rendement d'extraction, polyphénols totaux, flavonoïdes, tanins condensés.

Abstract

Artichoke (*Cynara scolymus* L.) is a Mediterranean plant which is largely used in traditional medicine for its biological properties attributed essentially to their phenolic content. In order to evaluate the best extraction technique of artichoke's total polyphenols, flavonoids and condensed tannins, we used two methods of extraction, decoction and maceration, and four solvents (water, methanol, ethanol and acetone). The best extract yields are recorded by the decoction 17.34 % against 15.64 % at mean for the maceration; however water and methanol remain the best solvents of extraction. The maceration seems to be better to extract total polyphenols (19.88 mg gallic acid equivalent/g DW at mean) and flavonoids (8.25 mg quercetin equivalent/g DW at mean). The ethanol and acetone are the best extraction solvents of these bioactive compounds. On the other hand, the aqueous decoction is more powerful to extract condensed tannins (3.05 mg catechol equivalent/g DW at mean).

Keywords: *Cynara scolymus* L., extraction technique, extract yield, total polyphenols, flavonoids, condensed tannins.

1. Introduction

L'extraction de principes actifs à haute valeur ajoutée à partir de la matière végétale, notamment le cas des polyphénols, qui suscitent actuellement beaucoup d'intérêt grâce à leur pouvoir antioxydant, est une étape très importante dans l'isolement aussi bien que dans l'identification des composés phénoliques. En conséquence, beaucoup d'auteurs ont étudié l'influence de différentes conditions d'extraction sur les rendements d'extraction de composés phénoliques de source végétale [1, 2].

La solubilité des composés phénoliques dépend de leur nature chimique dans la plante, qui varie de composés

simples à fortement polymérisés. Les matières végétales peuvent contenir des quantités variables d'acides phénoliques, phénylpropanoïdes, anthocyanines, et tanins [3]. Cette diversité structurale est responsable de la grande variabilité des propriétés physico-chimiques influençant l'extraction des polyphénols [4]. Entre autre, la solubilité des composés phénoliques est affectée par la polarité du solvant utilisé. Par conséquent, il est très difficile de développer un procédé d'extraction approprié à l'extraction de tous les composés phénoliques de la plante [2,3].

L'artichaut (*Cynara scolymus* L.) de la famille des Astéracées [5] est largement cultivé et consommé comme légume dans les régions méditerranéennes. La partie comestible est le réceptacle floral avec une partie du pédoncule [6,7]. Les feuilles d'artichaut sont utilisées en

médecine traditionnelle pour leurs vertus curatives et leurs propriétés antioxydantes et antimicrobiennes [6-10]. Ces activités biologiques sont attribuées essentiellement aux acides caffeoylquiniques et leurs dérivés (acide chlorogénique et cynarine) et aux flavonoïdes (lutéoline 7-O-glucoside) [10]. Les principes actifs d'artichaut permettent de lutter contre la perte d'appétit, stimulent la sécrétion biliaire, exercent un effet hypolipidémiant et hypocholestérolémiant et favorisent le contrôle de la glycémie [11-14]. Les sous-produits d'artichaut représentent des quantités importantes, aussi bien au champ (15 à 20 T/ha/an) que dans les résidus des conserveries [15]. La valorisation des déchets et des sous-produits d'artichaut riches en polyphénols s'avère une alternative prometteuse pour combler les besoins en ces principes actifs.

Dans ce contexte, l'objectif visé dans cette étude est de chercher la meilleure technique d'extraction de polyphénols totaux, de flavonoïdes et de tanins condensés du réceptacle et des sous-produits de la fleur d'artichaut de la variété Violet, en testant et en modifiant les méthodes et les solvants d'extraction.

2. Matériel et méthodes

2.1. Produits chimiques

Les étalons polyphénoliques (acide gallique, quercétine et catéchol) proviennent de Merck (Allemagne), le réactif de Folin-Ciocalteu provient de Sigma (USA). Les autres réactifs et solvants sont obtenus auprès de Panreac, Cheminova, Prolabo, Aldrich, Organics et Janssen.

2.2. Matériel végétal

L'artichaut Violet, a été récolté de la région de Boumerdes (Nord de l'Algérie) en février 2011. Les bractées, les fleurs (foin), la tige et le réceptacle sont séchés à température ambiante et à l'obscurité durant 20 jours puis finement broyés à l'aide d'un moulin à café.

2.3. Extraction des polyphénols

Extraction par macération : Pour extraire les polyphénols de différentes parties d'artichaut par macération, nous avons opté pour le protocole décrit par Romani *et al.* [5] en y apportant quelques modifications : 10 à 30 g de la poudre d'artichaut sont macérés à température ambiante pendant 2,5 h (deux fois) avec 100 ml de solutions aqueuses des solvants : éthanol, acétone, méthanol à 70 % v/v et eau. Après filtration sur un tissu mousseline, les filtrats sont centrifugés pendant 20 min à 4000 t/min à température ambiante, filtrés sur papier filtre N° 1 et conservés à 4 °C jusqu'à utilisation.

Extraction par décoction : L'extraction des polyphénols par décoction a été effectuée selon le protocole décrit par Chavane *et al.* [16] : 1 à 2 g de la poudre d'artichaut sont ajoutés à 40 ml de solvant d'extraction (éthanol, acétone et méthanol à 70 % v/v dans l'eau et eau). Chaque mélange est porté à ébullition dans un bain Marie durant 30 min puis filtré sur un tissu mousseline. Les marcs sont extraits de la même manière que précédemment et les filtrats sont réunis, centrifugés à 4000 tr/min pendant 20 min et conservés à 4 °C jusqu'à utilisation.

2.4. Rendement d'extraction

Le rendement d'extraction est calculé par la formule donnée par Falleh *et al.* [17] : $R (\%) = 100 \frac{M_{\text{ext}}}{M_{\text{éch}}}$. Où : R est le rendement en %; M_{ext} est la masse de l'extrait après évaporation du solvant en mg et $M_{\text{éch}}$ est la masse sèche de l'échantillon végétal en mg.

2.5. Dosage des polyphénols

Polyphénols totaux : Le dosage des polyphénols totaux a été effectué selon la méthode de Folin-Ciocalteu (FC) [18] : 100 µl d'extrait d'artichaut sont mélangés avec 500 µl du réactif FC et 400 µl de Na_2CO_3 à 7,5 % (m/v). Le mélange est agité et incubé à l'obscurité et à température ambiante pendant dix minutes et l'absorbance est mesurée à 760 nm par un spectrophotomètre UV (Perkin Elmer). Les résultats sont exprimés en mg équivalent acide gallique/g de matière végétale sèche en se référant à la courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

Flavonoïdes : La détermination des flavonoïdes totaux a été effectuée selon la méthode décrite par Dehpeur *et al.* [19] : 500 µl de chaque extrait à analyser sont ajoutés à 1500 µl de méthanol à 95 %, 100 µl de AlCl_3 à 10 % (m/v), 100 µl d'acétate de sodium 1 M et 2,8 ml d'eau distillée. Le mélange est agité puis incubé à l'obscurité et à température ambiante pendant 30 min. Le blanc est réalisé par remplacement de l'extrait par du méthanol à 95 % et l'absorbance est mesurée à 415 nm en utilisant un spectrophotomètre UV (Perkin Elmer). Les résultats sont exprimés en mg équivalent quercétine/g de matière végétale sèche en se référant à la courbe d'étalonnage de la quercétine.

Tanins condensés : Les tanins condensés sont déterminés par la méthode de la vanilline en milieu acide décrite par Ba *et al.* [20] : Le réactif de vanilline a été préparé en mélangeant à volume égal : HCl à 8 % (v/v), le méthanol à 37 % (v/v) et 4 % de vanilline dans du méthanol (m/v). Le mélange a été maintenu à 30 °C avant le dosage. 200 µl de chaque extrait à analyser ont été ajoutés à 1 000 µl de réactif de vanilline ; le mélange a été agité puis incubé à l'obscurité à 30 °C pendant 20 min. L'absorbance est mesurée à 500 nm par un spectrophotomètre UV (Perkin Elmer) contre un blanc constitué d'un mélange de méthanol (37 %) et de HCl (8%) à volume égal. Les

résultats sont exprimés en mg équivalent catéchol/g de matière végétale sèche en se référant à la courbe d'étalonnage du catéchol.

2.6. Analyses statistiques

Les résultats des analyses effectuées en triplicata sont exprimés en moyenne $\pm$ Standard Errors (SD). Les analyses statistiques ANOVA sont effectuées par l'English Minitab 15. L'analyse de la variance à une seule voie a été appliquée pour déterminer la différence significative à $p < 0,05$.

3. Résultats et discussion

3.1. Rendement d'extraction

Rendement d'extraction par décoction : Il ressort à travers l'observation des rendements d'extraction, de la figure 1 que le méthanol donne le meilleur rendement d'extraction soit une moyenne de 20,13 % sur quatre échantillons (bractées, fleurs, tige et réceptacle), alors que l'acétone donne le plus faible rendement (13,19 % en moyenne).

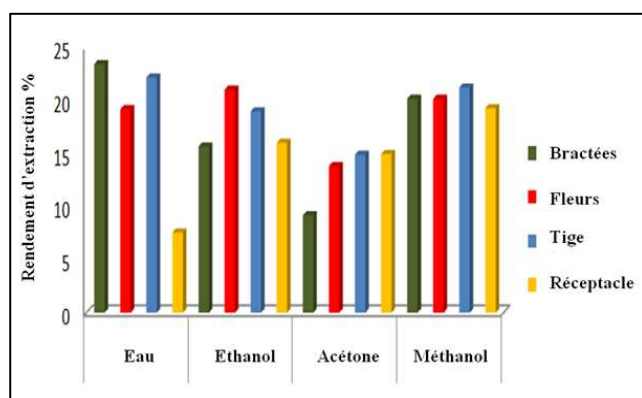


Fig. 1. Rendements d'extraction de différentes parties de la fleur d'artichaut par décoction.

Les rendements d'extraction qui varient de 17 à 19 % ne diffèrent pas significativement ($p > 0,05$) en fonction des parties de la plante.

Rendement d'extraction par macération : Contrairement aux rendements d'extraction par décoction, les résultats des rendements obtenus par macération donnés par la figure 2 montrent que l'acétone est le meilleur solvant d'extraction (19,29 % en moyenne) suivi par l'eau et le méthanol soit des moyennes de 16,75 et 14 % respectivement. La tige enregistre le rendement le plus élevé à savoir 19,24 % suivie par les fleurs soit 17,51 % en moyenne. En revanche, les rendements du réceptacle et des

bractées sont très proches à savoir en moyenne 13,24 et 12,62 % respectivement.

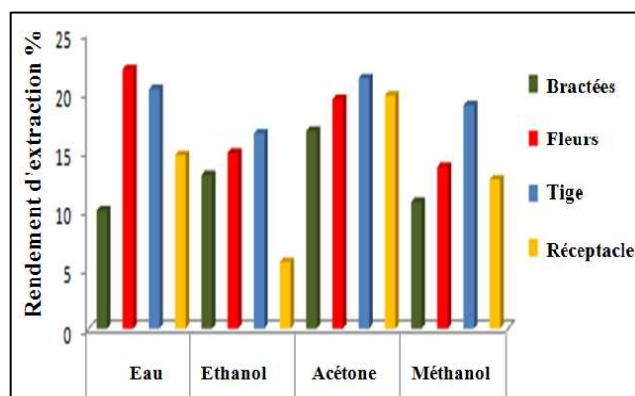


Fig. 2. Rendements d'extraction de différentes parties de la fleur d'artichaut par macération.

Les meilleurs rendements d'extraction, des deux méthodes utilisées ($N=32$), sont enregistrés par la décoction soit une moyenne de 17,34 % versus 15,64 % pour la macération. Les rendements d'extraction diffèrent significativement en fonction de la partie de la plante ($p < 0,05$) dont la tige enregistre les rendements les plus élevés à savoir en moyenne 19,24 %. Les moyennes de rendements par différents solvants sont très proches et elles sont similaires pour les extraits aqueux et méthanoliques (17,41 et 17,09 % en moyenne respectivement). Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Hadj Salem [21] sur *Nitraria retusa* et par Mohammadi et Atik [22] sur *Tamarix aphylla*. En revanche, ils sont inférieurs à ceux trouvés par Ozsoy et al. [23] sur *Smilax excelsa*.

3.2. Teneur en polyphénols totaux

Les teneurs en polyphénols totaux obtenus par les deux méthodes d'extraction, présentées dans le tableau 1, ne révèlent pas une différence significative ($p > 0,05$); toutefois, la macération semble être la meilleure méthode d'extraction des polyphénols totaux soit en moyenne 19,88 contre 17,53 mg éq AG/g PS pour la décoction.

L'extraction des polyphénols par macération, bien que généralement longue et exige des solvants organiques qui sont chers et dangereux pour la santé [3], est la seule méthode utilisable dans le cas de l'extraction d'un ensemble de molécules fragiles [24].

La variation de la teneur en polyphénols totaux en fonction de la partie de la plante est hautement significative ($p < 0,01$) dont les fleurs donnent les teneurs les plus élevées (36,3 mg éq AG/g PS en moyenne). Cette teneur est environ 4,6 fois supérieure à celle enregistrée par les bractées (7,83 mg éq AG/g PS en moyenne). Ces résultats rejoignent ceux trouvés par Pandino et al. [25] qui constatent que la teneur en polyphénols augmente de

l'extérieur à l'intérieur de la fleur d'artichaut et également ceux de Kukic et *al.* [26] qui rapportent que les polyphénols ne sont pas distribués uniformément dans les parties de la fleur.

Tableau 1

Teneur en polyphénols totaux dans différentes parties de la fleur d'artichaut extraits par décoction et par macération (mg éq AG/g PS).

Parties de la plante	Solvants d'extraction	Teneur en PT (mg éq AG/g PS)	
		Par décoction	Par macération
Bractées	Eau	8,86 ± 0,75	5,83 ± 1,18
	Ethanol	7,30 ± 0,57	9,94 ± 1,21
	Acétone	7,15 ± 0,63	6,15 ± 2,704
	Méthanol	7,75 ± 0,04	9,68 ± 0,63
Fleurs	Eau	29,96 ± 4,73	23,70 ± 0,74
	Ethanol	38,70 ± 0,20	51,18 ± 2,58
	Acétone	35,12 ± 2,50	43,50 ± 0,37
	Méthanol	28,54 ± 0,18	39,73 ± 2,58
Tige	Eau	14,49 ± 1,51	8,01 ± 1,77
	Ethanol	19,20 ± 1,80	26,36 ± 0,81
	Acétone	21,84 ± 2,41	25,22 ± 1,08
	Méthanol	16,12 ± 0,09	26,59 ± 2,02
Réceptacle	Eau	8,87 ± 0,04	5,23 ± 0,44
	Ethanol	10,76 ± 0,68	11,67 ± 2,78
	Acétone	13,96 ± 1,53	12,15 ± 1,18
	Méthanol	11,85 ± 0,09	13,11 ± 0,33
Moyenne générale		17,53 ± 10,38	19,88 ± 14,56

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Par ailleurs, les extraits éthanoliques enregistrent les teneurs en polyphénols totaux les plus élevées (21,9 mg éq AG/g PS) suivis par les extraits acétoniques et méthanoliques qui donnent des teneurs proches estimées respectivement à 20,64 et 19,17 mg éq AG/g PS. Les travaux conduits par Katalinic et *al.* [27], Mulinacci et *al.* [8] et par Koffi et *al.* [4] confirment nos résultats en indiquant que l'éthanol en combinaison avec l'eau permet une meilleure extraction des polyphénols totaux. L'addition de l'eau aux solvants organiques augmente la solubilité des polyphénols [28] par modulation de la polarité du solvant organique [22].

Cette augmentation est peut être due à l'affaiblissement des liaisons d'hydrogène dans les solutions aqueuses. Elle pourrait également être due à l'augmentation de la basicité et de l'ionisation des polyphénols dans de telles solutions [28]. La solubilité des polyphénols dépend principalement du nombre de groupements hydroxyles, de poids moléculaire et de la longueur de la chaîne carbonique de squelette de base [22].

Il apparaît de notre travail que la grande majorité des polyphénols ne sont pas hydrosolubles. Par conséquent, pour obtenir des fractions riches en polyphénols, il est

préférable d'employer des mélanges du solvant organique approprié avec de l'eau.

3.3. Teneur en flavonoïdes

Les résultats de la teneur en flavonoïdes des décoctés et des macérates de différentes parties d'artichaut par les différents solvants (tableau 2) montrent que la macération est préférable pour extraire les flavonoïdes à savoir une moyenne de 8,25 mg éq Qu/g PS contre 6,6 mg éq Qu/g PS en moyenne pour la décoction.

Statistiquement la différence entre les teneurs en flavonoïdes en fonction de la partie de la plante est hautement significative ($p < 0,01$). La grande distinction entre les parties apparaît au niveau de la richesse de certaines et la pauvreté des autres ; les fleurs enregistrent un maximum de flavonoïdes (18,78 mg éq Qu/g PS en moyenne) tandis que la tige, les bractées et le réceptacle renferment des teneurs de 3 à 7 fois plus faibles (5,32, 3,02 et 2,58 mg éq Qu/g PS en moyenne respectivement). En effet, Kukic et *al.* [26] ont trouvé des résultats différents des nôtres et indiquent que le réceptacle d'artichaut est le plus riche en flavonoïdes.

En ce qui concerne le solvant d'extraction, quel que soit le mode d'extraction, l'éthanol et l'acétone restent les meilleurs extracteurs des flavonoïdes soient des moyennes très proches de 8,44 et 8,08 mg éq Qu/g PS respectivement. L'éthanol et l'eau sont préférables car ils ont l'avantage d'être non polluants, moins chers et non toxiques par rapport à d'autres solvants comme le méthanol [2].

Tableau 2

Teneur en flavonoïdes dans différentes parties de la fleur d'artichaut extraits par décoction et par macération (mg éq Qu/g PS).

Parties de la plante	Solvants d'extraction	Teneur en flavonoïdes (mg éq Qu/g PS)	
		Par décoction	Par macération
Bractées	Eau	4,08 ± 0,12	2,58 ± 1,11
	Ethanol	2,32 ± 0,35	3,43 ± 1,18
	Acétone	2,20 ± 0,14	3,42 ± 1,06
	Méthanol	2,28 ± 0,31	3,87 ± 0,38
Fleurs	Eau	14,20 ± 0,71	12,40 ± 0,47
	Ethanol	18,60 ± 1,93	25,75 ± 0,32
	Acétone	17,15 ± 1,96	24,60 ± 0,14
	Méthanol	16,43 ± 1,18	21,08 ± 1,20
Tige	Eau	4,18 ± 0,49	3,77 ± 0,89
	Ethanol	4,45 ± 0,59	7,77 ± 1,23
	Acétone	5,42 ± 0,82	6,67 ± 1,18
	Méthanol	4,08 ± 0,35	6,25 ± 1,44

Réceptacle	Eau	3,28 ± 0,07	2,13 ± 0,14
	Ethanol	2,47 ± 0,33	2,77 ± 0,28
	Acétone	2,50 ± 0,19	2,67 ± 0,66
	Méthanol	2,00 ± 0,28	2,82 ± 0,73
Moyenne générale		6,60 ± 6,09	8,25 ± 8,20

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

3.4. Teneur en tanins condensés

L'analyse des résultats de la teneur en tanins condensés consignés dans le tableau 3 révèle que la décoction est plus efficace pour l'extraction des tanins (3,05 mg éq cat/g PS en moyenne) que la macération (2,35 mg éq cat/g PS en moyenne). L'augmentation de la température favorise d'une part la diffusion et la solubilité des substances extraites, d'autre part elle détruit certaines substances fragiles [2]. Cette augmentation des teneurs en tanins condensés dans les décoctés peut être expliquée par la destruction par la chaleur des polyphénols oxydases (PPO) qui baissent la teneur en polyphénols ; ainsi, la rupture de liaisons entre les polyphénols et d'autres substances (protéines, polysaccharides...) menant à l'accessibilité à ces principes actifs peut expliquer de sa part cette abondance [29].

Quel que soit le mode d'extraction, l'eau enregistre les teneurs les plus élevées en tanins condensés (4,09 mg éq cat/g PS en moyenne) suivie par l'éthanol et l'acétone soient en moyenne 2,59 et 2,29 mg éq cat/g PS respectivement. En revanche, le méthanol extrait faiblement les tanins (1,83 mg éq cat/g PS). L'acétone possède la capacité de solubiliser les proanthocyanidines qui ne sont pas solubles dans le méthanol [30, 31]. Mais le problème selon Rosales [32] et Jokić et al. [2] est que l'eau et l'acétone, spécialement à hautes températures, extraient aussi des substances indésirables comme les protéines, les lipides et les colorants non phénoliques qui causent des interférences lors de dosage des tanins. L'extraction des tanins condensés dépend de leur nature chimique, du solvant utilisé et des conditions opératoires [16].

Tableau 3

Teneurs en tanins condensés dans différentes parties de la fleur d'artichaut (mg éq catéchol/g PS).

Parties de la plante	Solvants	Teneur en tanins condensés (mg éq cat/g PS)	
		Par décoction	Par macération
Bractées	Eau	3,77 ± 0,57	2,39 ± 0,23
	Ethanol	2,09 ± 0,09	2,15 ± 0,17
	Acétone	2,37 ± 0,09	2,82 ± 0,14
	Méthanol	1,76 ± 0,20	1,99 ± 0,11
Fleurs	Eau	10,28 ± 0,26	3,53 ± 0,34
	Ethanol	3,47 ± 0,03	3,75 ± 0,49
	Acétone	3,04 ± 0,23	2,74 ± 0,26
	Méthanol	2,11 ± 0,11	2,05 ± 0,20

Tige	Eau	4,40 ± 0,26	2,17 ± 0,14
	Ethanol	2,41 ± 0,43	2,05 ± 0,43
	Acétone	1,93 ± 0,49	1,50 ± 0,06
	Méthanol	1,46 ± 0,06	1,56 ± 0,14
Réceptacle	Eau	3,29 ± 0,11	2,88 ± 0,17
	Ethanol	2,31 ± 0,17	2,49 ± 0,26
	Acétone	2,15 ± 0,17	1,80 ± 0,32
	Méthanol	1,97 ± 0,26	1,74 ± 0,34
Moyenne générale		3,05 ± 2,09	2,35 ± 0,65

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

4. Conclusion

L'extraction des composés polyphénoliques est une étape cruciale pour la valorisation de ces principes actifs, elle dépend de la méthode et du solvant approprié qui préservent leurs propriétés biologiques. De cette étude, il ressort que la macération par l'éthanol et par l'acétone sont les meilleures techniques d'extraction des polyphénols totaux et des flavonoïdes alors que la décoction aqueuse est préférable pour l'extraction des tanins condensés. Les résultats de cette étude révèlent aussi que le réceptacle comestible et ses sous-produits, généralement jetables, renferment des quantités importantes de composés polyphénoliques susceptibles d'être exploités à plusieurs échelles (pharmaceutique, alimentaire, cosmétique...).

Remerciements

Ce travail a été réalisé au niveau de laboratoire de contrôle de qualité de l'intendance de Beaulieu (Alger). Les auteurs remercient vivement le chef de laboratoire, Colonel DJEBAÏRIA L., ainsi que tout le personnel. Ils voudraient aussi remercier les experts de la revue 'Nature & Technologie' pour les corrections qu'ils ont apportées à la version initiale de cet article.

Références

- [1] C. Bonnaillie, M. Salacs, E. Vassilova et I. Saykova. Etude de l'extraction de composés phénoliques à partir de pellicules d'arachide (*Arachis hypogaea* L.). Revue de génie industriel. Vol. 7. (2012). pp. 35-45.
- [2] S. Jokić, D. Velić, M. Bilić, A. Bucić-Kojić, M. Planinić and S. Tomas. Modelling of the Process of Solid-Liquid Extraction of Total Polyphenols from Soybeans. J. Food Sci. vol. 28. (2010). pp. 206-212.
- [3] P. Garcia-Salas, A. Morales-Soto, A. Segura-Carretero and A. Fernández-Gutiérrez. Phenolic-Compound-Extraction Systems for Fruit and Vegetable Samples. Molecules. Vol. 15. (2010). pp. 8813-8826.

- [4] E. Koffi, T. Sea, Y. Dodehe and S. Soro. Effect of solvent type on extraction of polyphenols from twenty three Ivorian plants. *J. Animal & Plant Sci.* Vol. 5. (2010). pp. 550-558.
- [5] A. Romani, P. Pinelli, C. Cantini, A. Cimato and D. Heimler. Characterization of Violetto di Toscana, a typical Italian variety of artichoke (*Cynara scolymus* L.). *J. Food Chem.* Vol. 95. (2006). pp. 221-225.
- [6] F. Fratianni, M. Tucci, M. De Palma, R. Pepe and F. Nazzaro. Polyphenolic composition in different parts of some cultivars of globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* L. Fiori). *J. Food chem.* Vol. 104. (2007). pp. 1282-1286.
- [7] A. Skiredj, H. Elattir, L.D. Walali et A. Elfadl. Fiches techniques VII. L'artichaut, le cardon, le maïs doux, l'asperge, le poireau, Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA. Maroc. (2003). pp. 4.
- [8] N. Mulinacci, D. Prucher, M. Peruzzi, A. Romani, P. Pinelli, C. Giaccherini and F.F. Vincieri. Commercial and laboratory extracts from artichoke leaves: estimation of caffeoyl esters and flavonoidic compound content. *J. Pharm. and Biomed. Anal.* Vol. 34. (2004). pp. 349-357.
- [9] L. Girre. Les plantes et les médicaments, l'origine végétale de nos médicaments. Ed. Delachaux et Nestlé. Paris. (2006). pp. 253.
- [10] A. Gil-Izquierdo, M. I. Gil, M. A. Conesa and F. Ferreres. The effect of storage temperatures on vitamin C and phenolics content of artichoke (*Cynara scolymus* L.) heads. *J. Innov. Food Sci. & Emerg. Tech.* Vol. 2. (2001). 199-202.
- [11] R. Bouchet et C. Bouchet. Dictionnaire thérapeutique des plantes. Ed. Trajectoir. (2009). pp. 191.
- [12] A. S. Nogaret-Ehrhart. La phytothérapie : se soigner par les plantes. Ed. Eyrolles. France. (2006). pp. 183.
- [13] V. Calvier et J. Farvacques. Herbarier médicinal. Ed. Aubanel. Suisse. (2005). pp. 203.
- [14] A. S. Nogaret-Ehrhart. La phytothérapie ; se soigner par les plantes. Ed. Eyrolles. France. (2003). pp. 191.
- [15] B. Dridi. Un système intégré de micropropagation de l'artichaut (*Cynara scolymus* L.). Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées. Université GENT. France. (2003). pp. 175.
- [16] U.D. Chavan, F. Shahidi and M. Naczk. Extraction of condensed tannins from beach pea (*Lathyrus maritimus* L.) as affected by different solvents. *J. Food Chem.* Vol. 75. (2001). pp. 509-512.
- [17] H. Falleh, R. Ksouri, K. Chaieb, N. Karray-Bouraoui, N. Trabelsi, M. Boulaaba and C. Abdely. Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Compt. Rend. Biol.* Vol. 331. (2008). pp. 372-379.
- [18] N. Boizot et J-P. Charpentier. Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Cah. Tech. INRA.* N°. special. (2006). pp. 79-82.
- [19] A. A. Dehpour, M. A. Ibrahimzadeh, N. Seyed Fazel et N. Seyed Mohammad. Antioxydant activity of the methanol extract of *Ferula assafoetida* and its essential oil composition. *Grasas Y Aceites.* Vol. 60. (2009). pp. 405-412.
- [20] K. Ba, E. Tine, J. Destain, N. Cisse et P. Thonart. Étude comparative des composés phénoliques, du pouvoir antioxydant de différentes variétés de sorgho sénégalais et des enzymes amylolytiques de leur malt. *Biotechnol. Agro. Soc. Environ.* Vol. 14. (2010). pp. 131-139.
- [21] J. Hadj Salem. Extraction, identification, caractérisation des activités biologiques de flavonoides de *Nitraria retusa* et synthèse de dérivés acyle de ses molécules par voie enzymatique. Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Lorraine. France. (2009). pp. 270.
- [22] Z. Mohammadi and F. Atik. Impact of solvent extraction type on total polyphenols content and biological activity from *Tamarix aphylla* (L.) karst. *Inter. J. Pharma. Bio. Sci.* Vol. 2. (2011). pp. 609-615.
- [23] N. Ozsoy, A. Can, R. Yanardag and N. Akev. Antioxidant activity of *Smilax excels* L. leaf extracts. *J. Food chem.* Vol. 110. (2008). pp. 571-583.
- [24] B. Ben Amor. Maîtrise de l'aptitude technologique de la matière végétale dans les opérations d'extraction de principes actifs ; texturation par détente instantanée contrôlée DIC. Thèse de doctorat en Génie des Procédés Industriels. Université de la Rochelle. France. (2008). pp. 187.
- [25] G. Pandino, S. Lombardo, G. Mauromicale and G. Williamson. Profile of polyphenols and phenolic acids in bracts and receptacles of globe artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus*) germplasm. *J. Food Compos. Anal.* (2011). Doi: 10.1016/j.
- [26] J. Kukic, V. Popovic, S. Petrovic, P. Mucaji, A. C' Iric, D. Stojkovic and M. Sokovic. Antioxidant and antimicrobial activity of *Cynara cardunculus* extracts. *J. Food. Chem.* Vol. 107. (2008). pp. 861-868.
- [27] V. Katalinic, S. Mozina, D. Skroza, I. Generalic, H. Abramovic, M. Milos, I. Ljubenkovic, S. Piskernik, I. Pezo, P. Terpinic and M. Boban. Polyphenolic profile, antioxidant properties and antimicrobial activity of grape skin extracts of 14 *Vitis vinifera* varieties grown in Dalmatia (Croatia). *J. Food. Chem.* Vol. 119. (2010). pp. 715-723.
- [28] G. Sripath, V. Prakash and M. S. Narasinga Rao. Extractability of polyphenols of sunflower seed in various solvents. *J. Biosci.* Vol. 4. (1982). pp. 145-152.
- [29] M. Lutz, C. Henríquez, M. Escobar. Chemical composition and antioxidant properties of mature and baby artichokes (*Cynara scolymus* L.), raw and cooked. *J. of Food Compos. Anal.* Vol. 24. (2011). pp. 49-54.
- [30] M. Naczk and F. Shahidi. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. *J. Pharm. Biomed. Anal.* Vol. 41. (2006). pp. 1523-1542.
- [31] J. Wiley. Proanthocyanidins: Extraction, Purification and Determination of Subunit Composition by HPLC. *Cur. Prot. Food Anal. Chem.* (2002). Doi: 11.4.1-11.4.11.
- [32] R. Rosales. Condensed tannins in tropical forage legumes: their characterisation and study of their nutritional impact from the standpoint of structure-activity relationships. Thèse de doctorat. Kansas State University. (1999). pp. 400.