

LE CARTHAME (*CARTHAMUS TINCTORIUS* L.) : UNE OLÉAGINEUSE QUI N'A PAS DIT SON DERNIER MOT EN ALGÉRIE

ZEMOUR Kamel^{1,2}, ADDA Ahmed², ZEBIB Bachar³ et MERAH Othmane^{1,4*}

1. Université de Toulouse- INRA- INPT- Laboratoire de Chimie Agro-industrielle (LCA)-France.

2. Université Ibn Khaldoun de Tiaret- Faculté des sciences de la nature et de la vie- Laboratoire d'Agrobiotechnologie et de Nutrition en zones semi-arides. Algérie.

3. Laboratoires Agronutrition SAS, 3 Allée de l'Orchidée, 31390 Carbonne, France.

4. Université Paul Sabatier- IUT A- Département Génie Biologique. France.

Reçu le 22/06/2020, Révisé le 30/12/2020, Accepté le 31/12/2020

Résumé

L'importance apportée aux cultures oléagineuses est due principalement aux huiles fournies par leurs graines. Actuellement, la filière oléagineuse se distingue par la culture sur grande échelle du soja, colza et du tournesol par rapport aux autres espèces. Néanmoins, les conditions climatiques ainsi que la variabilité génétique déterminent grandement la teneur et la caractérisation physicochimiques de ces huiles. Par conséquent, le changement climatique et l'explosion démographique imposeront la nécessité d'exploiter d'autres espèces afin de combler tout un déficit de production d'huile. Cette investigation demeure une priorité pour les scientifiques et les producteurs par l'introduction des espèces alternatives ayant une tolérance aux stress abiotiques dans différentes régions du monde. Parmi eux, la culture de carthame, plante de la famille des Astéracées, offre des aptitudes agro-biochimiques appréciables et pourrait être une culture oléagineuse stratégique grâce à la nature de son huile alimentaire produite et son adaptation aux conditions environnementales limitantes. Nombreuses études ultérieures ont montré les atouts de l'huile de carthame dans l'industrie, les utilisations pharmaceutiques et cosmétiques. Une autre particularité de carthame se justifie aussi par l'utilisation de ses sous-produits (tourteau, feuilles, fleurs) dans différents domaines. Ces caractéristiques lui accordent un caractère d'être un anneau primordial dans tout programme de bioraffinage dont l'approche scientifique repose essentiellement sur l'utilisation de l'ensemble de l'entité verte avec zéro déchet.

Mots clés : Oléagineux ; carthame ; huile de graines ; acides gras ; variabilité génétique.

SAFFLOWER (*CARTHAMUS TINCTORIUS* L.): AN OLEAGINOUS THAT HAS NOT SAID ITS LATEST WORD IN ALGERIA

Abstract

The importance given to oleaginous crops is mainly due to the oils provided by their seeds. Currently, the oilseed sector is distinguished by cultivation of soybean, rapeseed and sunflower on large-scale compared to other species. Nevertheless, climatic conditions and genetic variability determine greatly the oil content and its physicochemical characterization. Consequently, the climatic change and population explosion will impose the necessity to exploit other species to fill a shortage of oil production. This investigation remains a priority for scientists and producers through the introduction of alternative species that have a tolerance to abiotic stresses in different regions in the world. Among them, safflower, as an Asteraceae, offers appreciable agro-biochemical aptitudes and could be as a strategic oilseed crop for the nature of its produced oil and its adaptation to limiting environmental conditions. Many studies have shown previously the benefits of safflower oil in industry, pharmaceutical and cosmetic uses. Another particularity of safflower is also justified by the use of its by-products (meal, leaves, flowers) in different fields. These characteristics allow to safflower a character to being a primordial link in any biorefinery program of which scientific approach is essentially based on use of the all green entity with zero waste.

Key words: Oilseeds; safflower; seeds oil; fatty acids; genetic variability.

* Auteur correspondant : MERAH Othmane, E-mail : othmane.merah@ensiacet.fr

INTRODUCTION

Le carthame (*Carthamus tinctorius* L.) est une plante de la famille des Astéracées qui est cultivée dans différentes régions du monde dont la grande production est assurée particulièrement par l'Asie, l'Amérique du nord et l'Amérique du sud [1]. L'importance de sa culture est liée directement à son huile végétale de haute qualité. Il est considéré comme une culture domestiquée [2] et offre une très vaste utilisation dans différents domaines pharmaceutique, cosmétique et industriel. En dépit des différentes vertus apportées par le carthame, cette culture tient une place insignifiante dans le système de production mondiale par rapport aux autres espèces oléagineuses notamment le soja et le tournesol. Le climat algérien se caractérise par une pluviométrie annuelle faible et irrégulière ainsi que par de fortes variations de température. Pour cela, tout programme d'amélioration des plantes demande essentiellement des études préalables sur l'effet de ces stress pour connaître les mécanismes physiologiques et biochimiques de tolérance des plantes.

La sélection de matériel végétal tolérant aux stress abiotiques demeure une alternative agro-économique afin de combler tout un faible de rendement des cultures. Pour cela, l'importance de l'introduction de carthame est due principalement à sa résistance aux stress abiotiques [3], notamment, dans des zones arides et semi-arides. Cette caractéristique lui permettra d'être l'une des cultures pratiquées en Algérie afin de diversifier la production nationale et atteindre l'objectif de sécurité alimentaire en huiles végétale.

DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE

Vavilov [4], a proposé trois centres d'origine pour le carthame cultivé (*Carthamus tinctorius* L.) ; un en Inde classifié pour la variabilité et l'ancienneté de la culture. Un deuxième centre, a été proposé en Afghanistan, est basé sur la diversité du carthame et la proximité des espèces sauvages. Un troisième centre d'origine, en Ethiopie, principalement basé sur la présence des espèces sauvages de carthame. Par conséquence, la distribution géographique de carthame est révélatrice du fait qu'il existe une énorme variation génétique conduisant à une haute variation phénotypique entre les espèces (Tableau 1).

Tableau 1 : Caractéristiques du carthame des différentes régions géographiques [5]

Région géographique	La taille	Branchement	Epines	Taille du capitule	Couleur de la fleur
Extrême-Orient	Grande	Intermédiaire	Epineux Inermes	Intermédiaire	Rouge
Inde- Pakistan	Petite	Beaucoup	Inermes	Petite et intermédiaire	Orange, blanche et rouge
Moyen Orient	Petite	Peu	Epineux Inermes	Intermédiaire et large	Rouge, jaune, blanche et orange
Egypte	Intermédiaire	Peu	Epineux Inermes	Large et intermédiaire	Orange, jaune, blanche et rouge
Soudan	Petite et intermédiaire	Intermédiaire	Inermes	Petite et intermédiaire	Jaune et orange
Ethiopie	Petite	Beaucoup	Inermes	Petite	Rouge
Europe	Intermédiaire	Intermédiaire	Epineux Inermes	Intermédiaire	Orange, Rouge, blanche et jaune

La particularité procurée au carthame est qu'il présente un modèle des plantes tolérantes à la sécheresse et à la haute température. Actuellement, son aire de production se localise principalement dans les zones arides et semi-arides. La figure (1) indique les principales aires de culture de carthame dans le monde

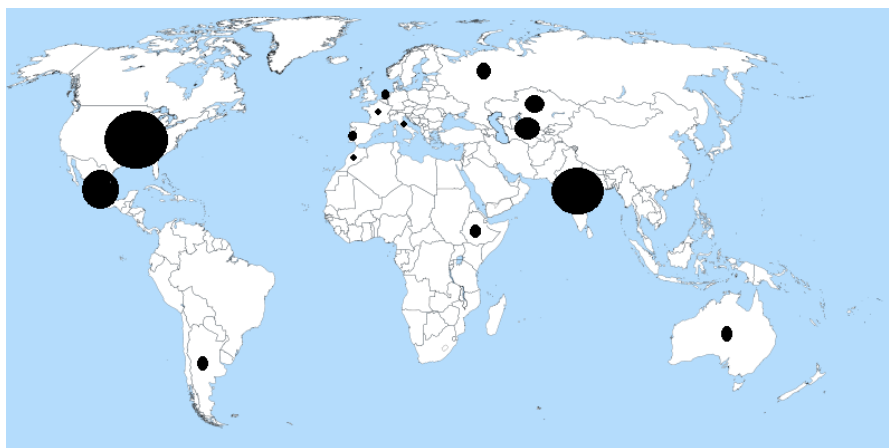


Figure 1 : Distribution de la culture du carthame dans le monde

IMPORTANCE ÉCONOMIQUE DE CARTHAME

En dépit des effets bénéfiques de l'huile de carthame pour la santé, ses diverses utilisations et sa bonne adaptation à un climat sec et aride, sa production a connu une certaine fluctuation et une diminution entre la période 2010-2014. La figure (2) indique que la production mondiale en huile du carthame est de 131 803 tonnes dans l'année 2010 et 100 107 tonnes dans l'année 2014, ceci peut être due à l'importance tenue à l'huile des autres cultures oléagineuses au détriment du carthame telles que le tournesol et le soja qui eux-mêmes figurent parmi les huiles végétales d'excellence. La figure (3) montre que la grande partie de la production est concentrée généralement dans les pays de l'Amérique (USA avec 33.44% et Mexique avec 18.47%) et l'Est de l'Asie (Inde avec 30.78%) dans l'ensemble des pays producteurs.

Quantité d'huile de carthame
(Tonnes)

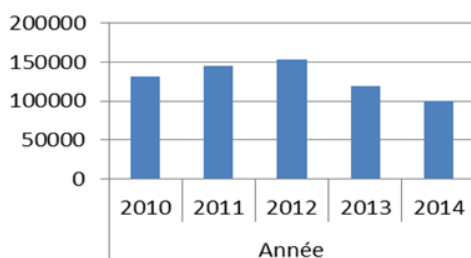


Figure 2 : Production de l'huile de carthame entre la période 2010-2014 [6]

Quantité d'huile de carthame
en 2014

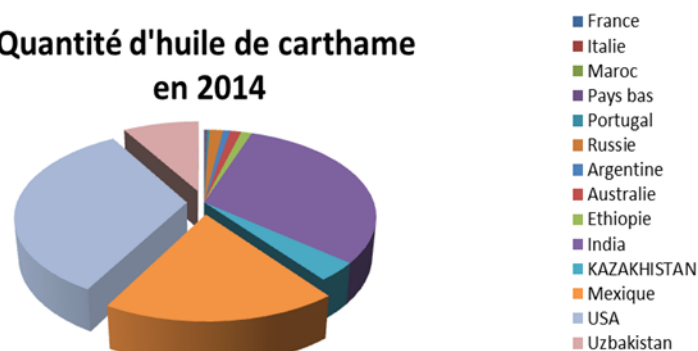


Figure 3 : Répartition de la production mondiale de l'huile de carthame [6]

UTILISATIONS DU CARTHAME

L'importance de l'exploitation du carthame est due essentiellement à son huile et le tourteau des graines. Toutes ces caractéristiques font de lui une source importante dans un système de bioraffinage pour un développement agricole durable et peuvent être intégrées dans différents domaines tels que les applications pharmaceutiques, l'énergie, etc. La présente partie vise à faire un état des lieux des propriétés médicinales de l'huile de carthame qui s'avèrent très intéressantes ainsi que l'exploitation et l'utilisation de ses produits secondaires.

1. Effets thérapeutiques de l'huile de carthame

La spécificité apportée à l'huile de carthame comme une source nutritionnelle et pharmaceutique est due principalement à sa richesse en acide linoléique associé à l'acide oléique [7]. L'effet préventif des acides gras polyinsaturés contre les maladies cardiovasculaires, cancer, hypertension et d'autres pathologies est indéniable [8]. L'huile de carthame est utilisée pour prévenir des anomalies hémorhéologiques et elle montre des activités antioxydantes, anti-inflammatoires, analgésiques, antidiabétiques, hépatoprotectrices et antihyperlipémiques [9].

L'huile des graines de carthame s'avère aussi bénéfique pour l'amélioration des cellules souches neurales embryonnaires et leur différenciation neuronale [10].

2. Utilisation industrielle et alimentaire de l'huile

Les propriétés biochimiques de l'huile de carthame, notamment, par la présence de l'acide 18-n2 et ses caractères physiques (sa faible valeur colorante), lui confèrent des particularités pour des utilisations industrielles diverses [11]. Les peintures et les résines alkydes sont en largement dérivés [11]. Le rouge cosmétique peut être fabriqué à partir de colorant de carthamine [11]. Sa stabilité thermique lui permet d'être utilisée comme huile de cuisson, pour la préparation de la mayonnaise et de la margarine [12]. Les graines oléagineuses produisent d'huiles végétales de haute qualité alimentaire [13]. La composition en acides gras confère à l'huile un caractère particulier dans les applications nutritionnelles et pharmaceutiques [8]. Cette composition est influencée par de nombreux facteurs tels que le génotype [14], les conditions environnementales [7, 15], et la conduite culturale [16]. Préférentiellement, avant l'utilisation des huiles oléagineuses, un procédé de raffinage est très efficace pour garantir la sécurité sanitaire des huiles et corps gras raffinés et leur conformité avec les exigences réglementaires.

Il a pour but d'améliorer leurs caractéristiques organoleptiques, nutritionnelles et la stabilité en conservation ainsi que l'élimination des composés de contamination tout en évitant la formation de nouveaux composés indésirables [17]. En fait, le mode d'utilisation de l'huile de carthame exige des études scientifiques afin de publier des normes d'utilisation recommandées. Par contre, chez d'autres espèces oléagineuses ces normes sont bien connues [18]. Les études ont apporté que la consommation excessive d'huile de tournesol peut provoquer un déséquilibre en acides gras insaturés pouvant induire des problèmes de santé. De ce fait, les normes recommandées pour cette huile doivent varier de 450 mg/jour à 650 mg/jour [18]. Roche et al. [7] ont rapporté 4 principaux acides gras (acides oléique, linoléique, stéarique et palmitique) chez l'huile de carthame avec un taux de 96% à 99% des acides gras totaux. Nombreuses études ultérieures ont révélé la richesse de l'huile de cette culture en acide gras linoléique (Tableau 2). Le profil des acides gras notamment le changement du ratio oléique/linoléique dépend des conditions climatiques, notamment la température et l'humidité au cours de développement de la graine [19]. Bien que la plupart des espèces de carthame cultivées ont une teneur élevée en acide linoléique, certains cultivars s'avèrent le contraire avec un pourcentage élevé en acide oléique [20].

Tableau 2 : Teneur en huile de carthame (TH) et sa composition en acides gras (%) selon l'origine en comparaison avec d'autres espèces des Astéracées et des oléagineuses

Génotype/Pays	TH (%)	16:0	18:0	18:1n-9	18:2n-6	Références
Zarghan/Iran	32,47	6,32	2,2	16,05	73,75	[15]
Centennial/Turquie	29	4,1	2,7	17,7	74,4	[21]
PI-537636/USA	33,42	6,22	2,9	14,59	75,86	[15]
Rancho/Maroc	33,84	7,36	2,19	10,63	79,49	[14]
Giza/Egypte	31	6,73	2,85	12,34	76,42	[22]
BGR21393/Bulgarie	31,2	6,5	2,4	26	63,4	[23]
<i>Carthamus dentatus</i> /Turque	15,39	9,82	3,95	19,92	66,22	[24]
<i>Centaurea depressa</i> /Turque	19,68	12,29	6,79	32,66	48,25	[24]
Colza/ RGS003/Iran	43,52	4,35	1,88	64,28	17,58	[25]
Tournesol/Tunca/Turque	44,42	4,50	3,58	65,59	24,51	[26]
Arizona/France	/	7	2,3	13	73	[7]

PHYTOSTÉROLS

Les phytostérols sont des constituants naturels des plantes qui présentent une similitude structurelle étroite avec le cholestérol et ils

jouent un rôle important en pharmacie (production des stéroïdes), en nutrition (anti cholestérol et anti-cancer) et en cosmétique (production des crèmes).

Ils constituent en grande partie les composés insaponifiables de l'huile végétale. La richesse en ces composés dans l'huile de carthame a été démontrée par Taha et Matthäus [22] et Ben Moumen et al. [27]. Cette particularité est aussi confirmée chez nombreuses plantes des Astéracées [28]. Néanmoins, La composition des phytostérols des graines est conditionnée par le facteur environnemental, l'effet génotype et la pratique culturale [29]. L'élévation de la température s'est accompagnée par une augmentation des phytostérols notamment de campesterol. Toutefois, le pourcentage de stigmastérol et de β -sitostérol est maintenu faible [7].

TRIGLYCÉROLS

Les triglycérols sont la principale source d'énergie pendant la germination et la croissance des plantes oléagineuses. Les composantes principales des huiles végétales sont majoritairement des triglycérides (TAGs) (près de 97%) [30]. Ils sont composés de trois acides gras estérifiés en glycérol. Ce complexe est à l'origine de détermination les propriétés biochimiques de l'huile [30]. Zlatanov et al. [23] ont pu distinguer 9 types de triglycérols chez quatre variétés de carthame à savoir LLL, LLO, PLL, OOO (8-10%) et LOO. Lisa et Holčapek [31] ont comparé le profil des triacylglycérols dans nombreuses huiles végétales et ont montré que le carthame représente 56 types de triglycérols avec la dominance de LLL (43%) par rapport aux autres cultures. Au cours de la maturation des graines ce profil des triglycérols est fortement influencé par la température [32].

PHOSPHOLIPIDES

Les phospholipides sont plus insaturés que les triacylglycérols et sont considérés comme des messagers impliqués au cours du développement des plantes et les réponses au stress en induisant la signalisation intracellulaire. Les phospholipides sont très réponsus dans les huiles oléagineuses comme le soja (3,2%), cloza (2,5%), et tournesol (1,5%) [33]. La phosphatidylcholine, phosphatidylinositol, et phosphatidyléthanolamine sont parmi les phospholipides fréquemment révélés chez les oléagineux [12, 23]. Ainsi que, la phosphatidylcholine est le plus dominant dans l'huile de carthame [12]. Iwata et al. [34] ont montré que l'huile de carthame avec 23,1% de phosphatidylcholine et 13,1% de

phosphatidyléthanolamine induise une réduction du taux plasmatique de cholestérol des lipoprotéines de basse densité (LDL) ainsi qu'une augmentation du taux de cholestérol des lipoprotéines de haute densité (HDL). Selon Gunstone [33], la variété et les conditions environnementales affectent grandement le profil des phospholipides.

TOCOPHÉROLS

Les tocophérols ont des propriétés antioxydantes responsables de la stabilité oxydative de l'huile. Ils deviennent l'une des traits importants pour la détermination de sa qualité [35]. Il en existe quatre formes à savoir α , β , γ et δ -tocophérol [36], et quatre types de tocotriénols (α -tocotriénol, β -tocotriénol, γ -tocotriénol et δ -tocotriénol). L'huile de carthame, contient également des tocophérols, connus pour leur effet antioxydant et leur forte teneur en vitamine E [37]. La quantification de ces composantes a été précédemment adoptée par nombreux travaux chez les oléagineuses [23]. La teneur en tocophérols dépend fortement du génotype et le climat de culture [38], ainsi que le type de l'huile et sa méthode d'extraction [39].

PROTÉINES

Grâce à leur richesse en protéines et en lipides, les cultures oléagineuses sont des sources importantes de nutriments [15]. La teneur en protéine et acides aminés chez ces espèces est apportée par nombreuses études [40-41]. Elle varie entre 16-21% pour le carthame [42] et 20% chez le tournesol. Tonguç et Erbaş [24] ont montré des valeurs de protéine oscillent entre 9 à 14,9% chez autres espèces des Astéracées. La teneur en protéine des graines oléagineuses est grandement influencée par les conditions environnementales [43], la conduite culturale [40] et la variabilité génétique [44]. Cependant, la haute température augmente le taux de protéine [45].

POLYPHÉNOLS

Les espèces des Astéracées sont considérées comme une source importante de métabolites secondaires comme les polyphénols et les flavonoïdes qui sont localisés spécifiquement dans leurs fleurs, feuilles et leurs huiles [46]. La combinaison de la lumière et du stress hydrique peut augmenter l'accumulation de composés polyphénoliques dans le carthame. Par conséquent, elle présente une caractéristique souhaitable pour les feuilles qui pourraient être

utilisées comme thé aux propriétés anti-allergiques et antioxydantes [47]. L'huile de carthame s'est révélée riche en ces composantes (Tableau 3). L'importance de l'utilisation de cette huile dans l'application pharmaceutique et cosmétique est due principalement à sa richesse en composés phénoliques et leurs activités antioxydante conjuguées [48]. Des graines des espèces de la famille des Astéracées ont un effet

positif contre les maladies de la peau [49] et révèlent une forte propriété lissante [50]. La variabilité génétique et les conditions environnementales sont à l'origine de la variation de la teneur en phénols des graines [48,51]. Cette teneur dépend aussi des méthodes d'extractions [52]. Ces polyphénols s'accroissent avec l'augmentation de la température et le déficit hydrique [53,48].

Tableau 3 : Teneur totale de phénols (TPC) et Activité antioxydante (AA) chez quelques espèces des Astéracées et Oléagineuses

Espèce	Variété	Origine	Partie	TPC	AA	Références
Carthame	Touggourt	Algérie	Huile de graines	305.8 (mg EAG/kg d'huile)	40.5 (%)	[48]
Carthame	Gila	France	Huile de graines	289.2 (mg EAG/kg d'huile)	38.9 (%)	[48]
Carthame	Alep	Syrie	Huile de graines	412.8 (mg EAG/kg d'huile)	68.9 (%)	[48]
Carthame	/	Iran	Fleurs	245.27 (mg EAG /g extract)	2180.73 (ppm)	[54]
Carthame	Giza	Egypte	Huile de graines	3.4 (mg EAG /g)	IC ₅₀ = 0.84	[22]
Tournesol	FH-37	Pakistane	Graines	2233.12 (mg/100g)	58.33 (%)	[55]
Colza	/	USA	Graines	71.9 (µg/mg)	699.2 (µg/mL)	[56]
Artichaut	/	Grèce	Tige	0.37 (mg EAG)/g)	1.18 (mg/mL)	[52]

ACTIVITÉ ANTI-ÂGE

L'une des particularités des composées phénoliques est leur rôle inhibiteur des agents responsables dans la dégradation de la peau. Une large gamme des plantes contiennent de nombreux composants naturels nécessaires dans les applications cosmétiques ayant le rôle de stopper l'action de ces agents qui affectent la peau [57-59]. L'huile de graines de carthame figure parmi les sources qui ont une grande activité anti-collagénase et anti-élastase appréciable [48]. Généralement, les études apportées sur l'effet variétal et environnemental sur l'activité anti-âge chez les oléagineuses sont restreintes. Néanmoins, selon Zemour *et al.* [48], ces activités dépendent grandement du génotype du carthame et les conditions environnementales. Ils ont montré que le déficit hydrique et la haute température provoquent l'augmentation de l'activité anti-élastase et diminuent l'activité anti-collagénase.

CAROTÉNOÏDES

Les caroténoïdes sont un autre groupe de la partie insaponifiable chez les huiles végétales, qui déterminent leur composition chimique [60]. Les principaux caroténoïdes actifs sont α -carotène, β -carotène et le β -cryptoxanthine.

Ils sont utilisés comme précurseurs de Vitamine A [61].

Les huiles des oléagineuses sont une source importante en caroténoïdes [14,62]. Frank *et al.* [63] ont montré que l'huile de carthame contient environ 0.22 mg/100g par rapport au colza (1.47 mg/100g) et l'huile de lin (0.37 mg/100g). Ben Moumen *et al.* [14] ont montré quatre types différents de caroténoïdes chez l'huile de carthame à savoir α -carotène, β -carotène, γ -carotène et β -cryptoxanthin. Ce dernier s'avère le plus important et est considéré aussi comme des mastocytoses naturelles [64], ce qui attribue une haute qualité à l'huile de carthame.

TOURTEAU DE CARTHAME

Un grand intérêt a été apporté au tourteau des oléagineux grâce à ses hautes valeurs nutritives [65-66]. La protéine isolée de tourteau de carthame par ultrafiltration est recommandée pour être utilisée comme ingrédient dans des nombreux produits alimentaires [67]. Le tourteau de carthame est riche en protéine et acides aminés [68] avec en moyenne 24% de protéines et de fibres et il est utilisé comme complément alimentaire pour les volailles [69].

La composition nutritive de tourteau des oléagineux peut être influencée par les conditions environnementales, les conditions de récolte, le génotype et par le traitement de la graine et des tourteaux.

CONCLUSION

La qualité biochimique de l'huile des graines de carthame lui rend une huile alimentaire d'excellence. L'importance de cette huile notamment sa composition en phénols, stérols et les acides gras mono et polyinsaturés est préalablement démontrée. L'utilisation de cette huile offre nombreux avantages dans différents domaines pharmaceutique, industriel et cosmétique. Le tourteau des graines est aussi bénéfique. Comparativement aux autres cultures oléagineuses, le carthame s'avère très résistant aux stress abiotiques. La structure de ses racines lui offre la possibilité d'exploiter les sols profonds et supporter, par la suite, les conditions environnementales sèches. En termes d'interaction écologique, le carthame s'avère comme une plante mellifère et aussi comme une plante hôte de nombreux insectes utiles (coccinelle par exemple). Par conséquent, le carthame nécessite moins de lutte antiparasitaire que les autres cultures. Néanmoins, sa production mondiale reste faible par rapport au reste des espèces d'où la mise en valeur de cette culture demeure nécessaire afin d'exploiter et d'en tirer profite ses atouts fournis, notamment, sur le plan agronomique, biochimique, écologique et économique. En résumé, la nécessité d'adopter la culture de carthame en Algérie dans le secteur agricole national est certainement indispensable plus que jamais.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1]. Sabikhi L. et Sathish Kumar M.H. (2012). Fatty acid profile of unconventional oilseeds. *Advances in Food and Nutrition Research*, 67: 141-184.

[2]. Hamdan Y.A.S., García-Moreno M.J., Redondo-Nevado J., Velasco L. et Pérez-Vich B. (2011). Development and characterization of genomic microsatellite markers in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Plant Breeding*. 130: 237-241.

[3]. Hussain M.I., Lyra D.A., Farooq M., Nikoloudakis N. et Khalid N. (2015). Salt and drought stresses in safflower: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 31p.

[4]. Vavilov N.I. (1951). The Origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Ronald Press Company, New York, 364 p.

[5]. Knowles P.F. (1969). Centers of plant diversity and conservation of crop germplasm: Safflower. *Econ. Botany*. 23:324-329.

[6]. FAOSTAT. (2019). <http://www.fao.org/faostat/en/#search/safflower>.

[7]. Roche J., Mouloungui Z., Cerny M., Merah O. (2019). Effect of sowing dates on fatty acids and phytostérols patterns of *Carthamus tinctorius* L. *Applied Sciences*. 9: 2839.

[8]. Orsavova J., Misurcova L., Ambrozova J.V., Vicha R., Mlcek J. (2015). Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. *Int. J. Mol. Sci.* 16(6):12871-12890.

[9]. Asgarpanah J. et Kazemivash N. (2013). Phytochemistry, pharmacology and medicinal properties of *carthamus tinctorius* L. *Chin. J. Integr. Med.* 19 (2):153-159.

[10]. Ghareghani M., Zibara K., Azari H., Hejr H., Sadri F., Jannesar R., Ghalamfarsa G., Delaviz H., Nouri E. et Ghanbari A. (2017). Safflower seed oil, containing oleic acid and palmitic acid, enhances the stemness of cultured embryonic neural stem cells through notch1 and induces neuronal differentiation. *Front Neurosci.* 11(446):10p.

[11]. Smith J.R. (1996). Safflower. AOCS Press, Champaign, IL, USA. 624p.

[12]. Lee Y.C., Oh S.W., Chang J. et Kim I.H. (2004). Chemical composition and oxidative stability of safflower oil prepared from safflower seed roasted with different temperatures. *Food Chem.* 84:1-6.

[13]. Mailer R.J. (2016). Oilseeds, overview. Australian Oils Research, Lambton, NSW, Australia. 7p.

[14]. Ben Moumen A., Mansouri F., Richard G., Abid M., Fauconnier M.L., Sindic M., El Amrani A. et Caid H.S. (2014). Biochemical characterisation of the seed oils of four safflower (*Carthamus tinctorius*) varieties grown in north-eastern of Morocco. *Int. J. Food Sci. Technol.* 50(3): 804-810.

[15]. Yeilaghi H., Arzani A., Ghaderian M., Fotovat R., Feizi M. et Pourdad S.S. (2012). Effect of salinity on seed oil content and fatty acid composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. *Food Chem.* 130(3): 618-625.

[16]. Gouzy A., Paulhe-Massol A., Mouloungui Z. et Merah O. (2016). Effects of technical management on the fatty-acid composition of high-oleic and high-linoleic sunflower cultivars. *OCL*. 23(5) D502.

[17]. Pages X., Morin O., Birot C., Gaud M., Fazeuilh S. et Gouband M. (2010). Raffinage des huiles et des corps gras et élimination des contaminants. *OCL*, 17(2): 86-99.

[18]. Rosa F., Luca I. et Mario T. (2018). Sunflower oil functional properties for specialty food. *Nutri Food Sci Int J.* 5(4): 555668.

[19]. Neto A.R., de Oliveira Miguel A.M.R., Mourad A.L., Henriques E.A. et Alves R.M.V. (2016). Environmental effect on sunflower oil quality. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 16(3): 197-204.

[20]. La Bella S., Tuttolomondo T., Lazzeri L., Matteo R., Leto C. et Licata M. (2019). An agronomic evaluation of new safflower (*Carthamus tinctorius* L.) germplasm for seed and oil yields under mediterranean climate conditions. *Agronomy*, 9(8): 468.

[21]. Arslan B. (2007). The path analysis of yield and its components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Biological Sciences*, 7(4): 668-672.

- [22]. Taha, E., Matthäus, B. (2018). Study of safflower varieties cultivated under southern Egypt conditions for seeds and flowers. *J. Biol. Sci.* 18(2): 74-83.
- [23]. Zlatanov M.D., Antova G.A., Angelova-Romova M.J., Momchilova S.M., Dimitrova R.D. et Marcheva M. (2015). Detailed characterization of lipids in safflower varieties grown in Bulgaria. *La rivista italiana delle sostanze grasse*, 92(4):279-288.
- [24]. Tonguç M. et Erbaş S. (2012). Evaluation of fatty acid compositions and some seed characters of common wild plant species of Turkey. *Turk J Agric For.* 36: 673-679.
- [25]. Shirani Rad A.H. et Zandi P. (2012). Comparison of winter and spring rapeseed cultivars considering their oil content and fatty acid composition. *American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 12 (6): 775-780.
- [26]. Akkaya M.R., Çil A., Çil A.N., Yücel H. et Kola O. (2018). The influence of sowing dates on the oil content and fatty acid composition of standard, mid-oleic and high-oleic types of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Food Sci. Technol.* 6p.
- [27]. Ben Moumen A., Mansouri F., Richard G., Fauconnier M.L., Sindic M., Nabloussi A., Elamrani A. et Caid H.S. (2015). Variations in the phytosterol and tocopherol compositions and the oxidative stability in seed oils from four safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties grown in north-eastern Morocco. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(10): 2264-2270.
- [28]. Hassanein M.M.M., El-Shami S.M. et El-Mallah M.H. (2011). Investigation of lipids profiles of nigella, lupin and artichoke seed oils to be used as healthy oils. *Journal of Oleo science*, 60(3):99-107.
- [29]. Savoie R., Lazouk M.A., Van-Hecke E., Roulard R., Tavernier R., Guillot X., Rhazi L., Petit E., Mesnard F. et Thomasset B. (2015). Environmental and varietal impact on linseed composition and on oil unidirectional expression process. *OCL*. 22(6) D605.
- [30]. Chernova A., Gubaev R., Mazin P., Goryunova S., Demurin Y., Gorlova L., Vanushkina A., Mair W., Anikanov N., Martynova E. et al. (2019). UPLC-MS triglyceride profiling in sunflower and rapeseed seeds. *Biomolecules*, 9(1): 9.
- [31]. Lisa M. et Holčapek M. (2008). Triacylglycerols profiling in plant oils important in food industry, dietetics and cosmetics using high-performance liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1198-1199: 115-130.
- [32]. Velasco L. et Fernández-Martínez J.M. (2002). Breeding oilseed crops for improved oil quality. *J. Crop Prod.* 5: 309-344.
- [33]. Gunstone F.D. (2005). Vegetable oils. In Bailey's industrial oil and fat products; F. Shahidi, ed. Wiley-Interscience, New York, USA, 213-267.
- [34]. Iwata T., Hoshi S., Tsutsumi K., Furukawa Y. et Kimura S. (1991). Effect of dietary safflower phospholipid on plasma and liver lipids in rats fed a hypercholesterolemic diet. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 37 (6): 591-600.
- [35]. Redondo-Cuevas L., Castellano G., Torrens F. et Raikos V. (2018). Revealing the relationship between vegetable oil composition and oxidative stability: A multifactorial approach. *J. Food Compos. Anal.* 66: 221-229.
- [36]. Seppanen C., Song Q. et Saari Csallany A. (2010). The antioxidant functions of tocopherol and tocotrienol homologues in oils, fats, and food systems. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 87: 469-481.
- [37]. Jhajharia S., Choudhary P., Jhajharia A., Meena K.L. et Singh D. (2013). Heterosis and combining ability in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) germplasm lines. *The bioscan*, 8(4): 1353-1360.
- [38]. Ayerdi Gotor A., Berger M., Labalette F., Centis S., Daydé J., Calmon A. (2015). Comparative analysis of fatty acids, tocopherols and phytosterols content in sunflower cultivars (*Helianthus annuus*) from a three-years multi-local study. *Int. J. Exp. Bot.* 84: 14-25.
- [39]. Matthäus B. et Brühl L. (2001). Comparison of different methods for the determination of the oil content in oilseeds. *JAOCs*. 78(1): 95-102.
- [40]. Nosheen A., Bano A., Yasmin H., Keyani R., Habib R., Shah S.T.A. et Naz R. (2016). Protein quantity and quality of safflower seed improved by np fertilizer and rhizobacteria (*Azospirillum* and *Azotobacter* spp.). *Frontiers in Plant Science*, 7 (104): 12p.
- [41]. Maziero C.L., Santos R.F., Bassegio D., Lewandoski C.F., De lima Bueno P., Benetoli T.R., Secco D., de Souza S.N.M., de Souza D.M. et Rosseto R.E. (2019). Initial growth and agronomic performance of some important north American safflower cultivars. *AJCS*. 13(05):726-731.
- [42]. Ada R. (2014). Dimension, geometric, agricultural and quality characteristics of safflower seeds. *Turkish Journal of Field Crops*, 19(1): 7-12.
- [43]. Ghanbari-Odivi A., Hashemzade H., Bahrapour B. et Saeidi M. (2013). Effect of sowing date on yield and its components, oil and protein concentration and some agronomical traits of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Tech. J. Engin. App. Sci.* 3 (14): 1405-1410.
- [44]. Cooper M., Woodruff D.R., Phillips I.G., Basford K.E. et Gilmour A.R. (2001). Genotype-by-management interactions for grain yield and grain protein concentration of wheat. *Field Crops Res.* 69:47-67.
- [45]. Song W., Yang R., Wu T., Wu C., Sun S., Zhang S., Jiang B., Tian S., Liu X. et Han T. (2016). Analyzing the effects of climate factors on soybean protein, oil contents, and composition by extensive and high-density sampling in China. *J. Agric. Food Chem.* 64(20): 4121-4130.
- [46]. Jachula J., Konarska A. et Denisow B. (2018). Micromorphological and histochemical attributes of flowers and floral reward in *Linaria vulgaris* (Plantaginaceae). *Protoplasma*, 255:1763-1776.
- [47]. Yaginuma S., Shiraishi T., Ohya H. et Igarashi K. (2002). Polyphenol increases in safflower and cucumber seedlings exposed to strong visible light with limited water. *Biosci. Biotech. Biochem.* 66(1): 65-72.
- [48]. Zemour, K., Labdelli, A., Adda, A., Dellal, A., Talou, T. et Merah, O. (2019). Phenol content and antioxidant and antiaging activity of safflower seed oil (*Carthamus Tinctorius* L.). *Cosmetics*, 6, 55.
- [49]. Rasul A. et Akhtar N. (2012). Anti-aging potential of a cream containing milk thistle extract: formulation and in vivo evaluation. *African Journal of Biotechnology*, 11 (6):1509-1515.
- [50]. Gediya S.K., Mistry R.B., Patel U.K., Blessy M. et Jain H.N. (2011). Herbal plants: Used as a cosmetics. *Nat. Prod. Plant Resour.* 1(1): 24-32.

- [51]. Sung J., Jeong Y., Kim S., Luitel B.P., Ko H., Hur O., Yoon M., Rhee J., Baek H. et Ryu K. (2016). Fatty acid composition and antioxidant activity in safflower germplasm collected from south Asia and Africa. *J. Korean Soc. Int. Agric.* 28: 342-351.
- [52]. Kollia E., Markaki P., Zoumpoulakis P. et Proestos C. (2016). Antioxidant activity of *Cynara scolymus* L. and *Cynara cardunculus* L. extracts obtained by different extraction techniques. *Nat Prod Res.* 31(10): 1163-1167.
- [53]. Gucci R., Caruso G., Gennai C., Esposto S., Urbani S., Servili M. (2019). Fruit growth, yield and oil quality changes induced by deficit irrigation at different stages of olive fruit development. *Agric. Water Manag.* 212: 88-98.
- [54]. Ebadi F., Mohseni M. et Alizadeh A.M. (2014). Evaluation of antioxidant activity of Safflower florets (*Carthamus tinctorius* L.) as food coloring agents. *J. Chem. Pharm. Res.* 6(8):539-544.
- [55]. Nadeem M., Anjum F. M., Arshad M.U. et Hussain S. (2010). Chemical characteristics and antioxidant activity of different sunflower hybrids and their utilization in bread. *African Journal of Food Science*, 4(10): 618-626.
- [56]. Jun H.I., Wiesenborn D.P. et Kim Y.S. (2014). Antioxidant activity of phenolic compounds from canola (*Brassica napus*) seed. *Food Sci. Biotechnol.* 23(6): 1753-1760.
- [57]. Shahroudi M.J., Mehri S. et Hosseinzadeh H. (2017). Anti-aging effect of nigella sativa fixed oil on D-galactose-induced aging in mice. *Journal of Pharmacopuncture*, 20(1):29-35.
- [58]. Lee K.K., Cho J.J., Park E.J. et Choi J.D. (2001). Anti-elastase and anti-hyaluronidase of phenolic substance from Areca catechu as a new anti-ageing agent. *Int. J. Cosmet. Sci.* 23(6): 341-346.
- [59]. Aumeeruddy-Elalfi Z., Lall N., Fibrich B., Blom Van Staden A., Hosenally M. et Mahomoodally M.F. (2018). Selected essential oils inhibit key physiological enzymes and possess intracellular and extracellular antimelanogenic properties in vitro. *J. Food Drug Anal.* 26: 232-243.
- [60]. Konuskan D.B., Arslan M. et Oksuz A. (2018). Physicochemical properties of cold pressed sunflower, peanut, rapeseed, mustard and olive oils grown in the Eastern mediterranean region. *Saudi J. Bio. Sci.* 26 (2): 340-344.
- [61]. Saini R.K., Nile S.H. et Park S.W. (2015). Carotenoids from fruits and vegetables: Chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. *Food Res. Int.* 76(Pt3):735-750.
- [62]. Saleem M. et Ahmad N. (2018). Characterization of canola oil extracted by different methods using fluorescence spectroscopy. *Plos One*, 13(12): 16p.
- [63]. Franke S., Fröhlich K., Werner S., Böhm V. et Schöne F. (2010). Analysis of carotenoids and vitamin E in selected oilseeds, press cakes and oils. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 112(10): 1122-1129.
- [64]. Takayanagi K. et Mukai K. (2014). Beta-Cryptoxanthin, a novel carotenoid derived from satsuma mandarin, prevents abdominal obesity. In: Nutrition in the prevention and treatment of abdominal obesity. ed. R.R. Watson. Burlington: Elsevier Science. 381-399.
- [65]. De morais oliveira V.R., De Arruda A.M.V., Silva L.N.S., DE Souza Jr J.B.F., DE Queiroz J.P.A.F., Da Silva Melo A. et Holanda J.S. (2016). Sunflower meal as a nutritional and economically viable substitute for soybean meal in diets for free-range laying hens. *Animal Feed Science and Technology*, 220: 103-108.
- [66]. Ustaoglu Tiril S., Kerim M. (2015). Evaluation of safflower meal as a protein source in diets of rainbow trout [*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792]. *J. Appl. Ichthyol.* 31(5): 895-899.
- [67]. Ulloa J.A. Rosas-Ulloa P. et Ulloa-Rangel B.E. (2011). Physicochemical and functional properties of a protein isolate produced from safflower (*Carthamus tinctorius* L.) meal by ultrafiltration. *J. Sci. Food Agric.* 91(3): 572-577.
- [68]. Mansouri F., Ben Moumen A., Richard G., Fauconnier M.L., Sindic M., Elamrani A. et Caid H.S. (2018). Proximate composition, amino acid profile, carbohydrate and mineral content of seed meals from four safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties grown in north-eastern Morocco. *OCL*. 25(2), A202.
- [69]. Bulbul T., Bulbul A., Ulutas E., Ozdemir V. et Rahman A. (2015). Effects of combined safflower and sunflower meals on performance and egg quality parameters in quail. *Journal of Bahri Dagdas Animal Research*, 3(1):16-25.