

Impact du génotype sur la teneur en huile et la composition en acides gras chez *Argania spinosa* L.

Ilham Rahmouni^{1,2}, Siham Oumous^{1,2}, Ghizlane Tobi¹, Mohammed Bouksaim², Yasmina El Bahloul¹.

¹ Unité de Recherche en Amélioration des Plantes Conservation et Valorisation des Ressources Phytogénétiques Centre Régional de la Recherche Agronomique de Rabat. INRA- Maroc ;

² Laboratoire Eco valorisation, Centre Régional de la Recherche Agronomique CRRA – Rabat ;

* yasmina.elbahloul@inra.org.a

RÉSUMÉ

Argania spinosa (L.) est l'une des espèces indigènes les plus importantes économiquement et culturellement au Maroc. Ses graines contiennent une huile végétale, connue internationalement sous le nom d'huile d'argane, largement utilisée dans les secteurs alimentaire, cosmétique et pharmaceutique. L'objectif de cette étude est d'évaluer les niveaux de variation de la teneur en huile et de la composition en acides gras chez dix-huit arbres, afin d'identifier les génotypes présentant des traits désirables en termes de quantité et qualité de l'huile. Le rendement en huile de dix-huit génotypes a été déterminé après pressage mécanique, et l'analyse d'acides gras a été réalisée par chromatographie en phase gazeuse. Les résultats obtenus montrent que les rendements en huile variaient entre 37,2 et 43,8 % et que les principaux acides gras dans l'huile extraite étaient l'acide oléique (47,15 %), suivi de l'acide linoléique (31,57 %), de l'acide palmitique (14,24 %) et de l'acide stéarique (5,8 %). La grande variabilité observée entre les génotypes représente une base très prometteuse pour développer une nouvelle variété d'argane avec une qualité d'huile élevée.

Mots clés

Argania spinosa,
 génotype, rendement
 en huile, acides saturés,
 acides insaturés

ABSTRACT

Impact of Genotype on Oil Content and Fatty Acid Composition in *Argania spinosa* L.

Argania spinosa (L.) is one of the most economically and culturally significant indigenous species in Morocco. Its seeds contain a vegetable oil, internationally known as argan oil, which is widely used in the food, cosmetic, and pharmaceutical industries. The objective of this study is to evaluate the levels of variation in oil content and fatty acid composition among eighteen trees to identify genotypes with desirable traits in terms of oil quantity and quality. The oil yield of the eighteen genotypes was determined through mechanical pressing, and fatty acid analysis was performed using gas chromatography. The results showed that oil yields ranged from 37.2% to 43.8%, and the main fatty acids in the extracted oil were oleic acid (47.15%), followed by linoleic acid (31.57%), palmitic acid (14.24%), and stearic acid (5.8%). The significant variability observed among the genotypes provides a very promising basis for developing a new argan variety with high oil quality.

Keywords

Argania spinosa, genotype,
 oil yield, saturated acids,
 unsaturated acids

1. INTRODUCTION

L'arganier est parmi les espèces oléagineuses à haute valeur gastronomique, pharmaceutique et cosmétique, et qui occupe une place irremplaçable. Il s'agit est d'un arbre endémique du Maroc avec des affinités tropicales, produisant des fruits contenant des noyaux utilisés pour produire les huiles d'argane cosmétique et comestible. Il joue un rôle essentiel dans le développement durable de la région sud-ouest. L'huile d'argane présente une composition chimique riche et spécifique en acides gras, tocophérols, polyphénols, stérols, caroténoïdes, xanthophylles, squalène, mélatonine et saponines [1-4]

Dans la plupart des études précédentes sur l'huile d'argane, l'impact du génotype n'a pas été pris en compte et certains génotypes très prometteurs pour la culture n'ont pas été examinés jusqu'à présent au niveau de la qualité des fruits et de la composition en acides gras. Par conséquent, le présent travail de recherche a été réalisé dans le but de caractériser la composition en acides gras de dix-huit génotypes sélectionnés d'Oued Grou (région de Rabat). Les génotypes ont été choisis en fonction de leurs propriétés et des critères agro-morphologiques comme l'aspect de l'arbre, le rendement, les fruits et les noyaux. Ces données peuvent servir comme référence pour les nutritionnistes, les sélectionneurs, les cultivateurs et dans la sélection des génotypes les plus utiles pour une future production commerciale dans la région.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Matériel végétal : Dans cette étude, dix-huit génotypes d'*Argania spinosa* (L.) ont été sélectionnés dans la forêt de Tsili, dans la région d'Oued Grou, province de Khémisset, Maroc. Tsili est situé dans la vallée moyenne de Grou à une latitude de 33°28'N, une longitude de 6°23'W et à une altitude de 300 mètres au-dessus du niveau de la mer. Cette région est caractérisée par un climat méditerranéen. La sélection a été effectuée en fonction de rendement des arbres et des descripteurs morphologiques. Les génotypes avec des graines de différentes formes et tailles ont été sélectionnés et collectés au même stade de maturité. L'étape suivante a consisté à extraire l'huile de chaque individu sélectionné. L'huile d'argane cosmétique utilisée dans cette

étude a été extraite par un processus de pressage mécanique à froid à partir de graines non torrifiées de chaque génotype séparément. Les échantillons ont été stockés dans des bouteilles en verre ambré à l'abri de la lumière à 4°C.

Détermination des esters méthyliques d'acides gras : Le profil des acides gras a été déterminé en utilisant une méthode directe d'extraction et de méthylation, suivant la méthode officielle du Conseil Oléicole International (COI, 2001). L'analyse des esters méthyliques des acides gras par chromatographie en phase gazeuse a été réalisée à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse (Varian CP 3380) équipé d'un détecteur à ionisation de flamme et d'une colonne capillaire Varian CP-Select CB. L'identification des acides gras a été effectuée en comparant leurs temps de rétention avec des standards méthyliques d'acides gras. Les résultats pour chaque acide gras ont été exprimés en pourcentage de la somme totale des acides gras, et les acides gras saturés (AGS), les acides gras monoinsaturés (AGMI) et les acides gras polyinsaturés (AGPI) ont été également calculés.

Analyse statistique : Les analyses statistiques ont été effectuées et les résultats sont présentés sous forme de moyennes \pm écart-type. La valeur de $p < 0,05$ a été utilisée pour indiquer les différences significatives entre les valeurs moyennes déterminées par une analyse d'ANOVA.

3. RÉSULTATS

Le rendement en huile de graines est généralement l'objectif principal de la gestion des ressources oléagineuses, cette analyse a été la première étape de la présente étude. Les résultats montrent que le rendement en huile des différents génotypes d'arganier varie de 37,2 à 43,8 %. Le tableau 1 montre des différences significatives entre les génotypes. En plus, les rendements en huile considérablement les plus élevés ont été notés pour les génotypes OG4 et OG10. Cependant, les rendements les plus faibles en huile a été obtenus à partir des graines des arbres OG7 et OG11.

Les triglycérides sont des composants importants de l'huile des plantes oléagineuses. Il existe trois principaux types d'acides gras qui peuvent être présents dans un triglycéride : les acides gras saturés (AGS), monoinsaturés (AGMI) et polyinsaturés

(AGPI) avec deux ou trois doubles liaisons. L'analyse des pics d'acides gras de 18 génotypes a révélé la dominance des acides gras insaturés (AGI) avec un pourcentage variant entre 77,64 et 81,62 %. En outre, les acides gras saturés ont été présents dans les échantillons analysés avec un pourcentage

variant de 18,09 à 22,37 %, avec une prédominance des acides palmitique et stéarique. De même, les ratios d'acides gras AGI/AGS et AGMI/AGPI dans les huiles de noyaux d'argane a été compris entre 3,49 et 4,44 et entre 1,42 et 1,63, respectivement (Tableau 1).

Table 1. Rendement en huile et composition en acides gras de 18 génotypes sélectionnés d'arganier.

OG	RH	AGMI	AGPI	AGS	AGI	Mono/poly
1	39,33	48,67±0,63	31,48±1,06	20,08±0,25	80,15±0,42	1,55
2	40,33	48,93±0,77	31,06±0,64	19,74±0,33	79,99±1,4	1,58
3	39	48,30±0,68	32,94±0,55	19,99±0,17	81,23±0,78	1,44
4	43	45,72±0,02	32,13±0,58	22,37±0,52	77,85±0,60	1,42
5	38,7	46,53±1,39	31,11±0,69	22,26±0,35	77,64±0,74	1,50
6	42,7	47,83±1,09	30,22±0,65	21,73±0,10	78,05±0,43	1,59
7	37,4	47,46±0,06	31,43±1,09	21,27±0,58	78,89±1,15	1,53
8	38,9	48,58±0,46	31,87±1,04	19,15±0,40	80,45±0,57	1,51
9	40,33	48,28±0,05	33,35±0,03	18,09±0,19	81,62±0,01	1,45
10	43,8	47,56±0,05	30,63±0,7	21,97±0,66	78,19±0,65	1,57
11	37,2	49,2±0,02	30,46±0,51	20,39±0,56	79,66±0,53	1,63
12	42	48,11±0,06	32,09±0,78	20,03±0,21	80,20±0,82	1,50
13	39	47,73±0,05	31,73±1,00	20,52±0,27	79,46±0,96	1,51
14	38,42	48,77±0,02	31,31±0,89	19,72±0,13	80,09±0,9	1,55
15	42	48,42±0,04	32,15±0,68	19,48±0,07	80,58±0,65	1,50
16	40,67	47,99±0,06	32,02±0,69	20,08±0,51	80,02±0,75	1,50
17	38,8	47,40±0,08	33,47±0,43	19,12±0,56	80,88±0,37	1,42
18	38	46,39±0,02	31,72±0,20	21,82±0,08	78,12±0,18	1,46

Le texte continue ici. Pour compléter la présente étude, des profils en acides gras ont été réalisés, incluant les acides : palmitique, palmitoléique, stéarique, oléique, alpha-linolénique, vaccénique, linoléique, arachidique et gadoléique. La composition moyenne en esters méthyliques d'acides gras des huiles obtenues à partir des dix-huit génotypes est présentée dans le Tableau 2. Les résultats ont montré que les principaux acides gras dans l'huile extraite étaient l'acide oléique (47,15 %), suivi de l'acide linoléique (31,57 %), l'acide palmitique (14,24 %) et l'acide stéarique (5,8 %). Les autres acides étudiés ont été présents mais en faibles quantités. La composition en acides gras dans les huiles des dix-huit génotypes d'arganier a

été significativement différente ($P \leq 0,05$) dans la plupart des cas, à l'exception de l'acide stéarique. La teneur en acide gras oléique a été significativement plus élevée dans les huiles extraites des génotypes OG 2 et OG 11 par rapport à celles produites par OG 4, OG 5 et OG 18. De plus, la teneur la plus faible et la plus élevée en acide linoléique polyinsaturé ont été détectées dans OG 6 (30,12 %) et OG 17 (33,39 %), respectivement. La concentration la plus élevée en acide palmitique a été trouvée dans OG 4, OG 5 et OG 10 (15 %), tandis que des niveaux autour de 12 % ont été observés dans le génotype OG 9. Une faible teneur (inférieure à 1 %) a été notée pour les acides palmitoléique, vaccénique, linoléique, arachidique et gadoléique.

Table 2. Composition en acides gras de 18 génotypes sélectionnés d'arganier.

GP	C16:0	C16:1	C18:0 ns	C18:1 w9	C18:1 w7	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1
1	13,90±0,10	0,26±0,07	5,57±0,44	47,87±0,66	0,16±0,01	31,29±1,06	0,18±0,03	0,33±0,09	0,39±0,03
2	14,03±0,14	0,11±0,02	5,64±0,45	48,44±0,75	0,14±0,04	30,91±0,67	0,14±0,05	0,31±0,02	0,28±0,03
3	13,82±0,32	0,16±0,01	5,65±0,47	46,81±0,67	0,10±0,05	32,84±0,56	0,09±0,03	0,35±0,06	0,21±0,06
4	15,26±0,19	0,14±0,01	6,42±0,31	45,03±0,01	0,09±0,02	32,02±0,57	0,08±0,02	0,38±0,02	0,44±0,01
5	15,26±0,14	0,12±0,02	6,62±0,43	45,91±1,33	0,09±0,09	31,02±0,7	0,09±0,04	0,39±0,05	0,40±0,06
6	14,60±0,20	0,15±0,02	6,55±0,19	47,38±1,12	0,10±0,03	30,12±0,66	0,10±0,05	0,43±0,02	0,52±0,05
7	14,90±0,03	0,15±0,04	6,04±0,64	46,66±0,01	0,10±0,02	31,34±1,10	0,09±0,03	0,40±0,03	0,55±0,07
8	13,61±0,17	0,13±0,02	5,31±0,49	47,70±0,48	0,13±0,03	31,66±0,99	0,17±0,02	0,55±0,02	0,53±0,01
9	12,63±0,19	0,10±0,03	5,30±0,01	47,47±0,22	0,13±0,02	33,22±0,01	0,14±0,05	0,44±0,01	0,57±0,03
10	15,16±0,03	0,17±0,01	6,40±0,66	46,92±0,12	0,10±0,04	30,56±0,69	0,07±0,04	0,42±0,03	0,37±0,04
11	14,79±0,04	0,14±0,02	5,39±0,57	48,44±0,33	0,11±0,05	30,39±0,5	0,07±0,01	0,33±0,03	0,50±0,03
12	14,02±0,07	0,12±0,03	5,46±0,24	47,45±0,78	0,15±0,03	31,91±0,80	0,22±0,02	0,32±0,01	0,36±0,031
13	14,78±0,03	0,13±0,02	5,52±0,22	46,99±0,55	0,10±0,04	31,61±1,02	0,10±0,02	0,33±0,02	0,50±0,07
14	13,76±0,09	0,12±0,02	5,37±0,01	£47,89±0,1	0,14±0,04	31,23±0,91	0,13±0,04	0,61±0,05	0,61±0,03
15	13,58±0,10	0,11±0,03	5,52±0,04	47,89±0,47	0,14±0,01	32,07±0,7	0,08±0,03	0,31±0,02	0,28±0,04
16	14,02±0,05	0,13±0,02	5,54±0,56	47,35±0,88	0,10±0,05	31,95±0,67	0,08±0,04	0,33±0,02	0,40±0,06
17	13,43±0,07	0,12±0,02	5,45±0,49	46,67±0,20	0,09±0,03	33,39±0,44	0,07±0,02	0,34±0,01	0,50±0,08
18	14,82±0,07	0,12±0,01	6,60±0,01	45,79±0,33	0,09±0,02	31,64±0,2	0,08±0,01	0,41±0,02	0,39±0,01

4. DISCUSSION

Les caractéristiques multifacettes de l'huile d'argane telles que la couleur, l'arôme, les propriétés nutritives et cosmétiques la différencient des autres huiles végétales. Ces attributs sont influencés par de nombreux facteurs, essentiellement le génotype, l'écologie, la morphologie, la physiologie et les pratiques agronomiques. Les résultats montrent que le rendement en huile des différents génotypes d'arganier varie de 37,2 à 43,8 %. Ces résultats sont en accord avec ceux de Taribak et al. [5], qui ont rapporté que la teneur totale en huile varie autour de 45 %. D'autre part, Belcadi-Haloui et al. [6] ont mentionné que la teneur totale en huile a été de 41 %. En plus du génotype, la teneur en huile dépend également de l'environnement et de la méthode d'extraction. En fait, l'extraction par solvant a donné un rendement plus élevé de l'ordre de 57% [7], 59,25 % [6], 51-57 % [8], 61,3 % [9]. L'analyse des pics d'acides gras de 18 génotypes a révélé la dominance des acides gras insaturés (AGI) avec un pourcentage variant entre 77,64 et 81,62 %. Ces pourcentages sont en accord avec ceux rapportés par des études antérieures. En effet, Hilali et al. [10] et Kouidri et al. [11] ont montré que la teneur en

acides gras insaturés des huiles obtenues à partir de graines non torréfiées fluctue autour de 80 %. D'autre part, les acides gras saturés ont été présents dans les échantillons analysés avec un pourcentage variant de 18,09 à 22,37 %, avec une prédominance des acides palmitique et stéarique. Ces résultats ont été confirmés lorsqu'ils ont été comparés à ceux rapportés précédemment [12,13]. Il est clair que le type de génotype sélectionné a affecté la composition en acides gras de l'huile d'argane. Le facteur génétique influence également la composition des acides gras dans les huiles, comme cela a été rapporté pour certaines drupes, telles que la cerise acide (*Prunus cerasus* L.), la cerise douce (*Prunus avium* L.) et l'amande (*Prunus amygdalus* Batsch) [14, 15]. Généralement, les lipides avec une teneur élevée en acides gras monoinsaturés, en particulier l'huile de graines d'argane, sont utilisés dans les produits de soins de la peau émoullissants, les crèmes, les huiles de bain, les après-shampoings et le maquillage [16]. Les résultats montrent que les principaux acides gras dans l'huile extraite étaient l'acide oléique, suivi de l'acide linoléique, l'acide palmitique et l'acide stéarique. Cela correspond au résultat de la biosynthèse des acides gras où

l'acide palmitique est principalement le premier acide gras à être synthétisé après une activation de la thioestérase sur le palmitoyl-ACP (Palmitoyl-CoA). Le palmitoyl-ACP est converti par une synthèse de 3-cétolacyl-ACP (KAS II) en stéaroyl-ACP [17], qui est généralement transformé en acide oléique (C18:1w9) en présence de stéaroyl-ACPΔ9-désaturase et de thioestérase libérant la fraction ACP. Les autres acides étudiés étaient présents en faibles quantités. Les valeurs obtenues sont en accord avec des travaux antérieurs [18]. Des faibles teneurs (inférieure à 1 %) ont été notées pour les acides palmitoléique, vaccénique, linoléique, arachidique et gadoléique. Bien que ces acides soient présents en petites quantités, ils jouent un rôle structural. De plus, l'huile d'argane favorise un apport adéquat en acides gras polyinsaturés n-6, principalement constitué par l'acide linoléique, précurseur de la série n-6 avec des propriétés pharmacologiques élevées et des effets protecteurs contre les maladies dégénératives telles que les maladies cardiovasculaires et le cancer [19]. Rahmani [20] a rapporté que 17 à 21 g d'huile d'argane confèrent les besoins quotidiens du corps en acide linoléique. Les génotypes étudiés se sont révélés prometteurs, et il est suggéré qu'ils soient développés dans le cadre d'un programme d'amélioration génétique à l'avenir, en fonction de leurs propriétés agricoles, physiques et biochimiques. Les résultats rapportés dans cet article confirment que les arbres d'argane sont une source riche en acide linoléique et en nombreux autres acides gras qui semblent avoir un effet très positif sur la santé humaine.

5. CONCLUSIONS

L'huile d'argane est l'un des produits importants utilisés dans l'alimentation humaine et la cosmétique. Elle contient des niveaux élevés à la fois d'acide oléique et d'acide linoléique, ce qui en fait une excellente source d'acides gras polyinsaturés oméga-6. Les résultats de cette étude illustrent la grande diversité génétique existant au sein des arbres d'arganier en tant qu'espèce forestière, ainsi que le rôle du génotype dans la composition de l'huile et des acides gras. La forte variabilité observée entre les génotypes représente une base très prometteuse pour développer une nouvelle variété d'argane de haute qualité. Davantage d'expérimentations sont nécessaires pour clarifier l'hérédité des acides gras

chez l'arganier et pour déterminer la meilleure méthode d'amélioration génétique permettant de générer des génotypes supérieurs.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Guillaume, D.; Charrouf, Z. Saponines et métabolites secondaires de l'arganier (*Argania spinosa*). Cahiers Agricultures 2005, 14, 509-516.
- Charrouf, Z.; Guillaume, D. Should the amazigh diet (regular and moderate argan-oil consumption) have a beneficial impact on human health?. Critical reviews in food science and nutrition 2010, 50 (5), 473-477. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408390802544520>
- Venegas, C.; Cabrera-Vique, C.; García-Corzo, L.; Escames, G; Acuña-Castroviejo, D.; López, L. C. Determination of coenzyme Q10, coenzyme Q9, and melatonin contents in virgin argan oils: Comparison with other edible vegetable oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2011, 59 (22), 12102-12108.
- Cabrera-Vique, C.; Marfil, R.; Giménez, R.; Martínez-Augustin, O. Bioactive compounds and nutritional significance of virgin argan oil—an edible oil with potential as a functional food. Nutrition reviews 2012, 70 (5), 266-279. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2012.00478.x>
- Taribak, C.; Casas, L.; Mantell, C.; Elfadli, Z.; Metni, R.E.; Martínez de la Ossa, E.J. Quality of Cosmetic Argan Oil Extracted by Supercritical Fluid Extraction from *Argania spinosa* L. Journal of Chemistry 2013, 9. DOI: <https://doi.org/10.1155/2013/408194>
- Belcadi-Halouli, R.; Zekhnini, A.; Hatimi, A. Effects of extraction methods on chemical composition and oxidative stability of Argan oil. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research 2015, 7 (6), 518-524. Available at: <https://www.jocpr.com/articles/effects-of-extraction-methods-on-chemical-composition-and-oxidative-stability-of-argan-oil.pdf> [Accessed 26 May 2021]
- Belcadi-Haloui, R.; Zekhnini, A.; Hatimi, A. Comparative study on fatty acid and tocopherol composition in argan oils extracted from fruits of different forms. Acta Botanica Gallica 2008, 155 (2), 301-305. DOI: <https://doi.org/10.1080/12538078.2008.10516110>

8. Ait Aabd, N.; El Asbahani, A.; El Alem, Y.; El Finti, A.; Msanda, F.; El Mousadik, A. Variation in oil content and fatty acid composition in preselected argan trees with morphological characters and geographical localization. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism* 2013, 6 (3), 217-225. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12349-013-0134-2>
9. Hanana M.; Mezghenni H.; Ayed R.B.; Dhiab A.B.; Jarradi S.; Jamouss B.; Hamrouni L. Nutraceutical potentialities of Tunisian Argan oil based on its physicochemical properties and fatty acid content as assessed through Bayesian network analyses. *Lipids in health and disease* 2018, 17 (1), 138. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12944-018-0782-9>
10. Hilali, M.; Charrouf, Z.; Aziz Soulhi, A.E.; Hachimi, L.; Guillaume, D. Influence of origin and extraction method on argan oil physicochemical characteristics and composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2005, 53 (6), 2081-2087. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf040290t>
11. Kouidri, M.; Saadi, A.K.; Noui A.; Medjahed, F. The chemical composition of argan oil. *International Journal of Advanced Studies in Computers, Science and Engineering* 2015, 4 (1), 24. Available at: <http://www.ijascse.org/volume-4-theme-based-issue-1/Argon%20Oil.pdf> [Accessed 23 April 2021]
12. Khallouki, F.; Younos, C.; Soulimani, R.; Oster, T.; Charrouf, Z.; Spieglehader, B.; Batsh, H.; Owen, R.W. Consumption of argan oil (Morocco) with its unique profile of fatty acids, tocopherols, squalene, sterols, and phenolics compounds should confer valuable cancer chemo-preventive effects. *European Journal of Cancer Prevention* 2003, 12 (1), 67-75.
13. Yousfi, M.; Bombarda, I.; Hamia, C.; Djeridane, A.; Stocker, P.; Gaydou, E. Fatty acid, triglyceride and tocopherol composition of Algerian Argan (*Argania spinosa*) fruit seed lipids. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism* 2009, 2 (3), 197. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12349-009-0058-z>
14. Kodad, O.; Socias i Company, R. Variability of oil content and of major fatty acid composition in almond (*Prunus amygdalus Batsch*) and its relationship with kernel quality. *Journal of agricultural and food chemistry* 2008, 56 (11), 4096-4101.
15. Górnaś, P.; Rudzińska, M.; Raczky, M.; Mišina, I.; Segliņa, D. Impact of cultivar on profile and concentration of lipophilic bioactive compounds in kernel oils recovered from sweet cherry (*Prunus avium L.*) by-products. *Plant Foods for Human Nutrition* 2016, 71 (2), 158-164. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0538-5>
16. Goik, U.; Goik, T.; Załęska, I. The properties and application of argan oil in cosmetology. *European Journal of Lipid Science and Technology* 2019, 121 (4), 1800313. DOI: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201800313>
17. Ohlrogge, J.; Browse, J. Lipid biosynthesis. *The Plant Cell* 1995, 7 (7), 957. DOI: <https://doi.org/10.1105/tpc.7.7.957>
18. Ben Mansour, R.; Ben Slema, H.; Falleh, H.; Tounsi, M.; Kechebar, M.S.A.; Ksouri, R.; Megdiche-Ksouri, W. Phytochemical characteristics, antioxidant, and health properties of roasted and unroasted Algerian argan (*Argania spinosa*) oil. *Journal Food Biochemistry* 2018, 42 (5), e12562. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfbc.12562>
19. Soel, S.M.; Choi, O.S.; Bang, M.H.; Park, J.H.Y.; Kim, W.K. Influence of conjugated linoleic acid isomers on the metastasis of colon cancer cells in vitro and in vivo. *The Journal of Nutritional Biochemistry* 2007, 18 (10), 650-657. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2006.10.011>
20. Rahmani, M. Composition chimique de l'huile d'argane « vierge ». *Cahiers Agricultures* 2005, 14 (5), 461-465. Available at: <https://revues.cirad.fr/index.php/cahiersagricultures/article/view/30539/30299> [Accessed 23 April 2021]