

Caractérisation de l'huile de graines de *Cannabis sativa* L. cultivé au nord du Maroc

Seed oil characterization of Cannabis sativa L. cultivated in Northern Morocco

Hamid STAMBOULI*, **Aziz EL BOURI**, **Taoufik BOUAYOUN**,
My Ahmed BELLIMAM

Laboratoire de Recherches et d'Analyses Techniques et Scientifiques, Gendarmerie Royale, Rabat-Instituts, BP 6597, CP 10100 Rabat - Maroc

*Auteur à qui adresser la correspondance : Pr Hamid STAMBOULI, Laboratoire de Recherches et d'Analyses Techniques et Scientifiques, Gendarmerie Royale, Rabat-Instituts, BP 6597, CP 10100 RABAT - Maroc
Tél : +212 37 64 23 51 - Fax : +212 37 64 25 04 - E-mail : labgr@menara.ma

(Reçu le 14 avril 2006 ; accepté le 23 juin 2006)

RÉSUMÉ

La présente étude porte sur la caractérisation de la composition lipidique de l'huile des graines de *Cannabis sativa* L. type drogue cultivé au Nord du Maroc. Les résultats obtenus montrent que la composition en acides gras de cette huile est assez proche de celle des huiles de graines de cannabis type fibre cultivé dans d'autres parties du monde. Un taux d'acide linoléique (oméga-3) de 16 %, un ratio pondéral acides poly-insaturés/acides saturés (P/S) de 6:1 et un rapport oméga-6/oméga-3 de 3:1, ont été déterminés.

Les teneurs de cette huile en stérols et en tocophérols (α , β , γ) ont été évaluées respectivement à 3765 mg/kg, 13 mg/kg, 2 mg/kg et 426 mg/kg. Cette composition en acides gras, stérols et tocophérols, présente de fortes similitudes avec celle de l'huile de soja.

Enfin, un lavage à l'hexane des graines avant extraction de l'huile, permet d'obtenir un produit pratiquement exempt de traces de Δ -9-THC.

MOTS-CLÉS

Huile, graines, cannabis, acides gras, stérols, tocophérols.

SUMMARY

The object of this study was to characterize the lipid composition of hemp seed oil obtained from *Cannabis sativa* L. plants of the drug-type cultivated in the north of Morocco. Linolenic acid (oméga-3) constituted 16% of the total fatty acids. The weight ratios of polyunsaturated to saturated acids (P/S) and omega-6 to omega-3 fatty acids were 6:1 and 3:1, respectively. The total sterol concentration was 3765 mg/kg and the α -, β - and γ tocopherol concentrations were 13, 2 and 426 mg/kg, respectively. We conclude that this oil has the same fatty acid composition as the oils obtained from fiber-type cannabis cultivated in other parts of the world. Furthermore, the fatty acid, sterol and tocopherol compositions of the cannabis oil determined in this study are very similar to the soybean oil. Finally, we showed that washing the seeds with hexane before extraction results in an oil without any detectable amount of Δ -9-THC.

KEY-WORDS

Oil, seeds, cannabis, fatty acids, sterols, tocopherols.

Introduction

L'huile de graines de *Cannabis sativa* L. (chanvre) est connue pour ses utilisations à des fins alimentaires ; mais la variété de cannabis concernée par cette application est surtout celle de type fibre qui renferme un très faible taux en principe psychoactif Δ -9-THC (1,2). Selon Fournier G. (3), la réglementation Européenne fixe à 0,2 % par poids d'échantillon sec, la teneur maximale en Δ -9-THC autorisée pour la culture, l'importation, l'exportation, l'utilisation industrielle et commerciale (fibres et graines) des variétés de *Cannabis sativa* L. Cette limite, dans le cas de la réglementation canadienne, est fixée à 0,3 % pour les feuilles et à 10 mg/kg pour l'huile et les farines obtenues à partir des graines (2).

Il est établi que les graines de cannabis contiennent un pourcentage pondéral variable de 20 à 25 % pour les protéines, de 20 à 30 % pour les carbohydrates, de 25 à 35 % pour l'huile et de 10 à 15 % pour les fibres insolubles, en plus d'éléments minéraux divers (4,5). Plusieurs utilisations industrielles de l'huile de graines de cannabis sont connues dans les encres d'impression, dans les conservateurs de bois et dans les détergents et savons... (1) ; mais dans un but alimentaire, c'est la teneur en acides gras polyinsaturés des graines ou huile de chanvre qui rendrait ces produits intéressants (2). En effet, les huiles et aliments couramment consommés apportent plus d'acide linoléique (oméga-6) que d'acide alpha-linolénique (oméga-3). Ce déséquilibre, déconseillé pour l'organisme, peut être réduit par la consommation d'aliments riches en acide oméga-3, dont on peut citer par exemple, les huiles de lin et de poisson et également l'huile de graines de chanvre qui offre un rapport oméga-6/oméga-3 égal à 3/1 et considéré idéal par l'International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids (ISSFAL). La consommation de graines de chanvre ou de leur huile favoriserait donc un rééquilibrage des apports en acides gras essentiels pour l'organisme. Par ailleurs, quoique non complètes, les protéines de graines de chanvre sont de meilleure qualité et mieux digestibles que les autres graines végétales du fait qu'elles ne contiennent pas d'inhibiteurs de l'enzyme trypsine qui digère les protéines (2). En plus, cette huile serait une source directe d'acide gamma-linolénique AGL, un acide gras que certaines personnes, par exemple celles atteintes de diabète ou d'excès de cholestérol, ont des difficultés à synthétiser (2). Outre leur valeur nutritionnelle, les graines semblent également présenter des vertus thérapeutiques, notamment un abaissement du taux de cholestérol et de la tension artérielle (6).

Tout indiquerait donc que l'exploitation des graines de cannabis dans des industries alimentaires, cosmétiques et médicales, soit appelée à connaître davantage de

développement dans le futur. D'autant plus que les graines deviendraient de plus en plus disponibles sur le marché, du fait qu'elles constituent un sous produit de la variété fibre de cannabis dont la demande connaît un essor important dans les industries du papier et du textile. Ces perspectives économiques ouvrent actuellement le champ au développement de travaux de recherche scientifique sur les graines et huile de cannabis (1).

Au Maroc, la culture de *Cannabis sativa* L. concerne la variété drogue de cette plante, riche en Δ -9-THC, et couvre une superficie d'environ 120 000 ha qui s'étend sur 20 000 km² dans la région Nord du pays et la production en herbe de cannabis est estimée en moyenne à 750 kg par hectare (7). Une étude récente (8) avait permis de situer les teneurs en Δ -9-THC dans le *Cannabis sativa* L. cultivé dans ces régions entre 0,1 % et 1,5 % pour les plantes vertes en croissance, entre 0,7 % et 4,8 % pour les plantes sèches arrivées à maturité et entre 5,5 % et 11,3 % pour le produit en poudre. Des teneurs moyennes en Δ -9-THC ont été calculées pour chaque état de la plante, en croissance (0,5 %), sèche (2,1 %) et en poudre (8,3 %).

Si de nombreux travaux ont été consacrés à l'étude de la composition des huiles de graines de cannabis type fibre (9, 10, 11, 12), aucune étude n'a porté sur les graines de cannabis cultivé au nord du Maroc. Le présent travail vise la caractérisation de l'huile des graines de cette drogue à travers la détermination de sa composition en acides gras, stérols et tocophérols et la vérification de sa teneur en Δ -9-THC. La qualité alimentaire de cette huile, avec notamment une évaluation de son rapport oméga-6/oméga-3, sera confrontée à celle issue de la variété fibre du cannabis décrite dans la littérature ainsi qu'à celle des huiles d'olive et de soja, très réputées pour leurs vertus nutritionnelles.

Matériel et méthodes

Technique d'extraction de l'huile

Les prélèvements de graines sont réalisés sur la plante de *Cannabis sativa* L. sèche arrivée à maturité provenant de la récolte 2004 des zones de culture situées au nord du Maroc. Les graines sont d'abord légèrement écrasées dans un mortier, puis des prises d'essais homogènes de 30 grammes sont ensuite soumises à des extractions au Soxhlet par l'hexane. Les fractions d'huiles sont ensuite récupérées jusqu'à épuisement total de l'échantillon. La teneur en huile est exprimée en pourcentage poids par poids.

Composition chimique de l'huile

La composition chimique de l'huile obtenue est déter-

minée par chromatographie gazeuse avec détecteur à ionisation de flamme pour les acides gras et stérols, et chromatographie liquide avec détecteur fluorimétrique pour les tocophérols. Le contrôle de la teneur en Δ -9-THC de l'huile de graines de cannabis est réalisé par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

Analyse des acides gras : Les acides gras sont transestérifiés par une solution d'hydroxyde de potassium méthanolique à reflux selon la méthode normalisée NF EN ISO 5509 (13) puis analysés par chromatographie en phase gazeuse sous forme d'esters méthyliques, sur une colonne méga-bore polaire (polyéthylène glycol) CARBO-WAX 20 M (25 m x 0,32 mm x 0,50 μ m) selon la méthode normalisée NF EN ISO 5508 (14). Le chromatographe employé de marque Agilent autosystem est équipé d'un injecteur diviseur, fixé à une température de 240 °C avec un rapport de division de 50 et d'un détecteur à ionisation de flamme dont la température est réglée à 260 °C. Le gaz vecteur est l'azote de débit 2,5 ml/min et les analyses sont réalisées en isotherme 200 °C.

Analyse des stérols : Les stérols sont analysés par chromatographie en phase gazeuse sous forme des triméthylsilyléthers stéroliques suivant la méthode normalisée NF EN ISO 12228 (15), sur une colonne capillaire apolaire HP 5 (5 % diphenyle et 95 % diméthylpolysiloxane, 25 m x 0,32 mm x 0,25 μ m). Le principe de cette méthode consiste en la saponification d'une prise d'essai par une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium à ébullition sous reflux, l'isolement de l'insaponifiable, la séparation de la fraction stérolique de l'insaponifiable par chromatographie sur couche mince, puis la détermination de la composition qualitative et quantitative de cette fraction par chromatographie en phase gazeuse, en utilisant le cholestanol comme étalon interne. Le chromatographe utilisé Agilent autosystem est équipé d'un injecteur diviseur dont la température est fixée à 280 °C avec un rapport de division de 10 et d'un détecteur à ionisation de flamme réglé à une température de 300 °C. Le gaz vecteur est l'azote de débit 1 ml/min et l'analyse est réalisée en programmation de température (200 °C ; 10 °C/min jusqu'à 265 °C).

Analyse des tocophérols : Les tocophérols sont analysés sur un chromatographe en phase liquide Shimadzu 10 A, suivant la méthode officielle NF ISO 9936 (16), sur une colonne de silice LiChrosorb SI 60 (250 mm x 4,6 mm, 5 μ m), détection fluorimètre, excitation 290 nm, émission 330 nm. Le volume injecté est de 20 μ l pour un temps d'analyse de 30 min. La phase mobile de débit 0,5 ml / min se compose de l'isooctane contenant 1% d'isopropanol.

Dosage du Δ -9-THC : Le dosage du Δ -9-THC dans

l'huile de graines de cannabis est réalisé en chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG/SM) par la méthode d'étalonnage interne au nonadécane (8). L'instrument employé est un GC Varian CP-3800 couplé à un spectromètre de masse Saturn 2200 MS/MS, équipé d'un échantillonneur automatique CTC Analytics Combipal et d'un injecteur PTV 1079. La séparation est effectuée sur une colonne capillaire de type 5 % méthyl-phényl siloxane HP-5 (25 m x 0.2 mm x 0.11 μ m) avec l'hélium comme gaz vecteur. Un programme de température du four de 22 min est préconisé : 60 °C pendant 2 min, puis une rampe de 15 °C /min et enfin maintien de 280 °C pendant 5 min. L'injecteur fonctionnant en mode sans division (splitless), est chauffé à 270 °C. L'acquisition en spectrométrie de masse est réalisée en mode impact électronique -70 eV couvrant une gamme de masse allant de 35 à 500 uma. Les températures de la trappe et de la ligne de transfert sont respectivement de 180 °C et 280 °C.

Résultats et discussion

Teneur en huile : Une dizaine d'essais expérimentaux ont été réalisés pour évaluer la teneur moyenne en huile des graines de cannabis. Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau I. Il en ressort que la quasi-totalité de l'huile est extraite après 11 heures de traitement au sohxlet et que le pourcentage pondéral de cette huile dans les graines est estimé à près de 34 %. Cette valeur est équivalente à celle décrite dans la littérature (4,5) et reste très proche des valeurs publiées par Roberts et Yazicioglu évoquant un taux d'extraction huile/graine entre 35 et 38 % pour le can-

Tableau I : Teneur en huile des graines de *Cannabis sativa* L.

N° Essai	Temps d'extraction (h)	Teneur calculée en % (p/p)
1	6	20,5
2	7	21,1
3	7	21,2
4	7,5	21,8
5	8	22,8
6	9	25,8
7	10	28,5
8	11	33,6
9	12	34,9
10	12	34,6

nabis sativa d'origine turque (17).

Composition en acides gras : La composition en acides gras exprimée en pourcentage pondéral de l'huile issue des graines de cannabis a été établie (tableau II) et on y note la présence des principaux acides gras : acide linoléique C18:2 (51,3 %), acide

Tableau II : Composition en acides gras de l'huile de graines de *Cannabis sativa L.*

	Composition en acides gras (%)								
	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3 (n-3)	C 18 :3 (n-6)	C20:0	C20:1
Présente étude	7,9	0,2	2,7	20,3	51,3	15,7	ND	0,8	0,4
Référence bibliographique 13	7-9,4	NP	3-3,2	15-17	49,3-59	14-23,1	NP	NP	NP
Référence bibliographique 1	5,9-6,7	NP	2,7-3,2	9,9-15,6	53,4-56,6	C18:3 (n-3)	C18:3 (n-6)	0,8-1	0,9-1,3
						15,1-19,4	2-3,6		

oléique C18:1 (20,3 %), acide α -linoléique C18:3 (15,7 %), acide palmitique C16:0 (7,9 %), acide stéarique C18:0 (2,7 %), acide arachidique C20:0 (0,8 %), acide arachidoléique C20:1 (0,4 %) et acide palmitoléique C16:1 (0,2 %). Si cette huile renferme des teneurs en acides gras majoritaires C18:2, C18:1, C18:3, C16:0 et C18:0 proches de celles des huiles de cannabis citées dans la littérature (1,17), elle se distingue néanmoins par la présence de l'acide palmitoléique C16:1 à une faible concentration et l'absence de l'acide gamma-linolénique C18:3 (n-6).

De même, le bilan des acides gras polyinsaturés, mono-insaturés et saturés pour cette huile fait ressortir respectivement des valeurs de 67 %, 20,9 % et 11,5 % ou encore un ratio de 67:21:11. En comparaison avec des huiles de graines de cannabis d'autres origines décrites dans la littérature, aucun écart n'a été constaté. En effet, le ratio 78:11:11 publié par Oomah (1) reflète une quasi équivalence avec l'huile étudiée dans le pourcentage des acides saturés (11 %) et dans le pourcentage total des acides mono et poly insaturés (89 %). De même, l'étude de Ross (18) met en évidence, un groupe d'échantillons de graines de cannabis caractérisé par des taux d'acides insaturés et saturés respectivement de 89,4±1,9 % et 9,5±1,7 %, comparables à ceux obtenus dans la présente étude. Enfin, le ratio acides poly-insaturés / acides saturés (P/S) de l'huile étudiée a été évalué à 6/1 ; ce ratio assez élevé serait considéré comme favorable à la réduction du taux de cholestérol dans le sang et à la prévention des maladies cardiovasculaires (19).

Par ailleurs, en comparaison avec les compositions en acides gras des huiles végétales d'olive et de soja, établies dans les mêmes conditions opératoires (fig. 1), on note une ressemblance qualitative entre les trois types d'huiles. Toutefois, les profils chromatographiques des acides gras de l'huile de graines de cannabis et de l'huile de soja semblent présenter le plus de similitudes.

Ce résultat est confirmé en comparant les pourcentages relatifs en acides gras de ces trois huiles (tableau III) qui fait ressortir un rapprochement assez caractéristique entre l'huile de graines de cannabis et l'huile de

soja, notamment dans leurs teneurs en acides oléique (~ 20 %) et linoléique (~ 52 %). Cependant, l'huile de graine de cannabis se singularise en plus par un taux assez élevé d'acide linoléique oméga-3 (16 %) qui pourrait avoir des effets nutritionnels et physiologiques favorables pour la prévention des maladies cardiovasculaires et du cancer (20).

Enfin, la détermination du rapport oméga-6/oméga-3 de l'huile de graine de cannabis analysée, aboutit à un quotient de l'ordre de 3/1 susceptible de présenter un intérêt nutritionnel du fait qu'un rapport situé entre 1/1 à 4/1 est considéré comme idéal, comparativement aux rapports fournis par l'alimentation courante actuelle, estimés entre 10/1 et 30/1 (21). De même, le rapport oméga-6/oméga-3 déterminé par ces essais et qui est de l'ordre de 3/1, concorde avec les résultats avancés par la littérature pour des huiles de graines de cannabis

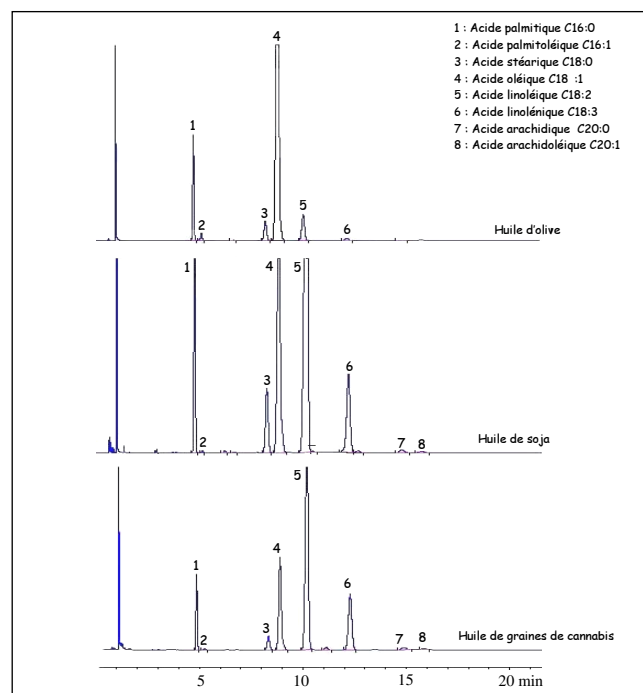


Figure 1 : Profil chromatographique GC/FID d'esters méthyliques des trois huiles végétales : huile d'olive, huile de soja et huile de graines de cannabis.

Tableau III : Composition en acides gras de l'huile de graines de cannabis, de l'huile d'olive et de l'huile de soja.

Acides gras	Huile de graines de cannabis (%)		Huile d'olive (%)		Huile de soja (%)	
	Essai ¹	Référence ²	Essai ¹	Norme ³	Essai ¹	Norme ³
Acide palmitique C16:0	7.9	[7-9,4]	10,11	[7.5-20.0]	10,93	[8.0-13.5]
Acide palmitoléique C16:1	0.2	-	0,83	[0.3-3.5]	0,09	[ND-0.2]
Acide stéarique C18:0	2.7	[3-3,2]	3,73	[0.5-5.0]	4,64	[2.0-5.4]
Acide oléique C18:1	20.3	[15-17]	78,66	[55.0-83.0]	22,21	[17.0-30.0]
Acide linoléique C18:2 [oméga-6]	51.3	[49,3-59]	5,44	[3.5-21.0]	53,42	[48.0-59.0]
Acide linoléique C18:3 [oméga-3]	15.7	[14-23,1]	0,67	[ND-1.0]	7,34	[4.5-11.0]
Acide arachidique C20:0	0.8	-	0,40	[ND-0.6]	0,36	[0,1-0.6]
Acide arachidoléique C20:1	0.4	-	ND	[ND-0.4]	0,18	[ND-0.5]
[Oméga-6 / Oméga-3] ¹	3/1		8 /1		7/1	

ND : non détecté - 1 : Présente étude - 2 : Résultats publiés par Roberts J.B. et Yazicioglu T. (17) - 3 : Teneurs déclarées dans la norme (23)

d'autres origines (17,22).

Composition en stérols : Le profil stérolique de l'huile de graines de cannabis analysée conformément à la norme NF EN ISO 12228 (19) se caractérise par la prédominance de quatre stérols : β -sitostérol, campestérol, Δ -5-avenastérol et stigmastérol. Les autres stérols déterminés dans cette huile sont : cholestérol, Δ -7-campéstérol, clerostérol, Δ -5,25-stigmastadiénol, Δ -7-stigmastérol et Δ -7-avenastérol. Une légère ressemblance a été mise en évidence entre les profils chromatographiques de la fraction stérolique de l'huile de graines de cannabis et celle de l'huile de soja (fig. 2).

Ce résultat est confirmé par la comparaison des pourcentages pondéraux en stérols individuels (tableau IV) qui montre des valeurs relativement voisines pour ces deux types d'huiles. De même, le taux de stérols totaux déterminé pour l'huile de graines de cannabis 3765 mg /kg s'inscrit dans l'intervalle des valeurs

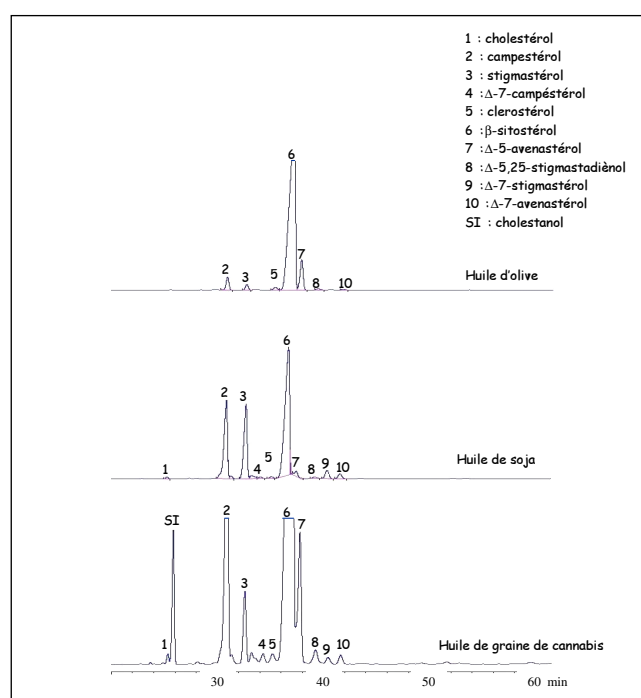


Figure 2 : Profil chromatographique GC/FID de triméthylsilyléthers stéroliques des trois huiles végétales : huile d'olive, huile de soja et huile de graines de cannabis.

Tableau IV : Composition en stérols individuels et totaux de l'huile de graines de cannabis, de l'huile d'olive et de l'huile de soja.

Stérols	Huile de graines de cannabis (%)	Huile d'olive (%)		Huile de soja (%)	
		Essai ¹	Norme ²	Essai ¹	Norme ²
cholestérol	0.4	0	≤0,5	0.3	[0.2-1.4]
campestérol	17,1	3,2	<4	22.3	[15.8-24.2]
stigmastérol	3.8	1,4	<4	19.8	[14.9-19.1]
Δ -7-campéstérol	0.4	0	ND	0.4	ND
clerostérol	0.5	0,9	a*	0.5	ND
β -sitostérol	68	85,9	b*	48.6	[47.0-60]
Δ -5-avenastérol	7.8	7,8	c*	1.7	[1.5-3.7]
Δ -5,25-stigmastadiénol	1,1	0,4	d*	0.5	ND
Δ -7-stigmastérol	0.3	0	≤0,5	2.5	[1.4-5.2]
Δ -7-avenastérol	0.5	0,3	e*	1.5	[1.0-4.6]
Stérols totaux mg/kg	3765	1000-1800		1800-4500	

*a+b+c+d+e > 93% - ND : non détecté - 1 : Présente étude - 2 : Teneurs déclarées dans la norme (23)

usuellement rencontrées dans l'huile de soja.

Composition en tocophérols : Le profil chromatographique HPLC des quatre tocophérols α , β , γ et δ présents dans l'huile de graines de cannabis étudiée est représenté sur la figure 3. Le tocophérol majoritaire est l'isomère (qui représente 90 % de la teneur globale en tocophérols (tableau V). Ce pourcentage relatif est équivalent à ceux cités dans la littérature pour deux espèces de la famille des Cannabaceae, *Cannabis sativa* L. et *Cannabis ruderalis* L. (1, 24). Toutefois, on notera que les concentrations individuelles obtenues pour les quatre isomères α , β , γ et δ dans des proportions 2:1:90:7, restent assez faibles et que les teneurs en tocophérols α , β et γ quoique très faibles, s'inscrivent dans les intervalles des concentrations usuellement rencontrées dans l'huile de soja.

Teneur en Δ -9-THC : La recherche de la présence du principe psychoactif du cannabis Δ -9-THC dans l'huile extraite des graines de la plante aboutit à la détection de cette substance à une concentration de l'ordre de 8 mg/kg. Cette valeur très faible, reste inférieure aux valeurs limites conventionnellement tolérées pour l'exploitation de l'huile de graines de cannabis à des fins alimentaires. En effet et à titre indicatif, cette limite est fixée au Canada à 10 mg/kg (2) alors qu'en Suisse, l'office fédéral de la santé publique a instauré une limite de 50 mg/kg (28, 29).

Les traces de Δ -9-THC détectées dans l'huile sont dues à une contamination des graines par les poils sécréteurs de résine. Cela a d'ailleurs été confirmé par lavage à l'hexane des graines débarrassées de leurs cuticules avant extraction de l'huile. Dans ce cas, aucune trace n'est détectée en GC/MS mode SIM (ions 314, 299, 231). Ces résultats concordent avec les conclusions de Ross et coll (10) qui ont montré que le Δ -9-THC était absent du stroma mais présent dans la cuticule des graines de cannabis.

Compte tenu des faibles concentrations en Δ -9-THC déterminées, il était indispensable de procéder à une évaluation des limites de détection LOD et de quantification LOQ de la méthode de dosage utilisée. Il en ressort un LOD de 15 pg/mg obtenu avec un rapport

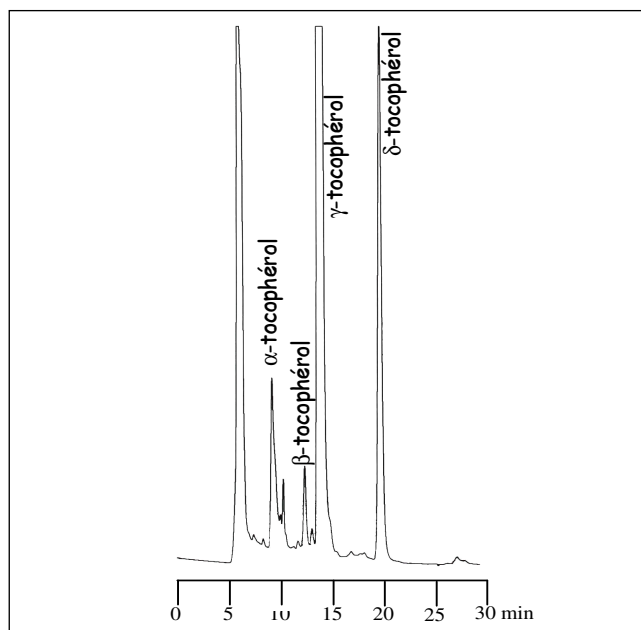


Figure 3 : Profil chromatographique HPLC des tocophérols de l'huile de graines de cannabis.

signal/bruit de 3 et un LOQ de 45 pg/mg pour un rapport signal/bruit de 9.

Conclusion

L'étude menée sur l'huile de graines du *Cannabis sativa* L. type drogue cultivé au nord du Maroc démontre que cette huile a une composition en acides gras assez proche de celle des huiles de graines de cannabis types drogue et fibre cultivés dans d'autres parties du monde. Cette huile qui représente 34 % de la composition des graines se caractérise par un taux assez élevé d'acide linoléique (oméga-3) de l'ordre de 16 % et par des teneurs en acides gras polyinsaturés, monoinsaturés et saturés qui sont respectivement de 67 %, 20,9 % et 11,5 %. Le ratio acides poly-insaturés/acides saturés (P/S) a été évalué à 6 et le rapport oméga-6/oméga-3 à 3/1. Selon la littérature, l'ensemble de ces caractéristiques rendrait cette huile équivalente à d'autres produits conseillés par les nutritionnistes pour leurs effets nutritionnels et physiologiques favorables à la réduction

Tableau V : Composition en tocophérols de l'huile de graines de cannabis, de l'huile d'olive et de l'huile de soja.

Tocophérols	Huile de graines de cannabis (mg/kg)		Huile d'olive (mg/kg) ³	Huile de soja (mg/kg) ⁴
	Essai ¹	Référence ²		
α . Tocophérol	13	38	12-430	9-352
β . Tocophérol	2	22	Traces	ND-36
γ . Tocophérol	426	737	Traces	89-2307
δ . Tocophérol	33	25	Traces	154-932

ND : non détecté - 1 : Présente étude - 2 : Résultats publiés par Oomah B.D. (1) - 3 : Résultats publiés (25, 26, 27) - 4 : Teneurs déclarées dans la norme (23)

tion du taux de cholestérol dans le sang et à la prévention des maladies cardiovasculaires et du cancer.

La composition en acides gras de l'huile de cannabis étudiée présente des similitudes avec l'huile de soja. Ce rapprochement est également confirmé par les taux de stérols (3765 mg/kg) et tocophérols α (13 mg/kg), β (2 mg/kg) et γ (426 mg/kg) déterminés pour cette huile qui s'inscrivent dans les intervalles de concentrations usuellement obtenues dans l'huile de soja. Enfin, le taux du principe psychoactif du cannabis Δ -9-THC dans l'huile étudiée reste faible de l'ordre de 8 mg/kg et obéit aux normes internationales régissant le commerce de ce type de produits alimentaires. Son apport résulte de la contamination des graines proches des sommités florifères porteuses de poils sécréteurs. Un lavage à l'hexane des graines débarrassées de leurs cuticules avant extraction de l'huile, permet d'obtenir

Références

1. Oomah B.D., Busson M., Godfrey D.V., Drover J.C.G. Characteristics of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. *Food Chemistry*. 2002 ; 76 : 33-43.
2. Chanvre (huile et graines). <http://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx...> (consulté le 19/08/2005).
3. Fournier G. Le chanvre (*Cannabis sativa* L.) et sa réglementation Européenne en 2003. Teneurs en Δ -9-THC des variétés cultivées en France. *Ann. Toxicol. Anal.* 2003 ; 15(3) : 190-5.
4. Deferne J.L., Pate D.W. Hemp seed oil : a source of valuable essential fatty acid : *J. Int. Hemp Assoc.* 1996 ; 3 : 4-7.
5. Pate D.W. Hemp seed : a valuable food source. In : P. Ranali, Editor. *Advances in hemp research*. Binghamton, New York : The Haworth Press. 1999 ; 243-55.
6. Jones K. Nutritional and medicinal guide to hemp seed. Rainforest Botanical Laboratory. Gigsons. BC. Canada, 1995.
7. Stambouli H. Etude des cultures du *Cannabis sativa* L. du Nord du Maroc. Bulletin on Narcotic on "Sciences in drug control". 2005.
8. Stambouli H., El Bouri A., Bellimam M.A., Bouayoun T., El Karni N. Concentrations du Δ -9-THC dans les cultures de *Cannabis sativa* L. du nord du Maroc. *Ann. Toxicol. Anal.* 2005 ; 17(2) : 79-86.
9. Novotny M., Lee M.L., Low C.E., Maskarinec M.P. (1976) High-resolution gas chromatography/mass spectrometric analysis of tobacco and marijuana sterols. *Steroids* 1976 ; 27 : 665-73.
10. Ross S.A., Mehmedic Z., Murphy T.P., Elsohly M.A. GC-MS analysis of the total delta-9 THC content of both drug- and fiber-type cannabis seeds. *J. Anal. Toxicol.* 2000 ; 24 : 715-7.
11. Yotoriyama M., Ishiharajima E., Kato Y., Nagato A., Sekita S., Watanabe K., Yamamoto I. Identification and determination of cannabinoids in both commercially available and cannabis oils stored long term. *Journal of Health Science* 2005 ; 51 : 483-7.
12. Zoller O., Rhyh P., Zimmerli B. High-performance liquid chromatographic determination of delta 9-tetrahydrocannabinol and the corresponding acid in hemp containing foods with special regard to the fluorescence properties of delta 9-tetrahydrocannabinol. *J. Chromatogr. A.* 2000 ; 872 : 101-10.
13. Norme internationale ISO 5509. Corps gras d'origines animale et végétale. Préparation des esters méthyliques d'acides gras. ISO 5509. 2000.
14. Norme européenne NF EN ISO 5508. Corps gras d'origine animale et végétale. Analyse par chromatographie en phase gazeuse des esters méthyliques d'acides gras. AFNOR. 1995.
15. Norme européenne NF EN ISO 12228. Corps gras d'origines animale et végétale. Détermination de la teneur en stérols individuels et totaux. AFNOR. 1999.
16. Norme française NF ISO 9936. Corps gras d'origines animale et végétale. Détermination des teneurs en tocophérols et en tocotriénols. AFNOR. 2002.
17. Roberts J.B., Yazicioglu T. *Cannabis sativa* (Moraceae). In : Ucciani E. *Nouveau dictionn. des huiles veget.* 1995 ; 106-7.
18. Ross S.A., ElSohly H.N., ElKashoury E.A., ElSohly M.A. Fatty acids of Cannabis seeds. *Phytochemical Analysis*. 1996 ; 7 : 279-283.
19. Rudel L.L., Kelly K., Sawyer J.K., Shah R., Wilso M.D. Dietary monounsaturated fatty acids promote aortic atherosclerosis in LDL receptor-null ApoB100-overexpressing transgenic mice. *Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology*. 1998 ; 18 : 1818-27.
20. Oomah B.D., Mazza G. Flaxseed products for disease prevention. In : Mazza G., Editor. *Functional foods biochemical and processing aspects*. Technomic Publishing Co, Lancaster, PA, 1998 ; : 91-138.
21. Acides gras essentiels. <http://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx...> (consulté le 19/08/2005).
22. Erasmus U. In : *Fats that heal-Fats that kill*. Alive Books. Canada, 1993.
23. Norme commerciale nationale applicable à l'huile d'olive et à l'huile de grignons d'olive.
24. Ivanov S.A., Aitzetmüller K. Tocopherol and tocotrienol composition of the seed lipids of a number of species representing the Bulgarian flora. *Fett/Lipid* 100. 1998 : 348-52.
25. Kiritsakis A., Markakis P. Olive oil : a review. *Adv. Food Res.* 1987 ; 31 : 453-82.
26. Gutierrez F., Jimenez B., Ruiz A., Albi M.A. Effect of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties picual and hojiblanca and the different components involved. *J. Agric. Food Chem.* 1999 ; 47 : 121-7.
27. Psomiadou E., Tsimidou M., Boskou D. Alpha-tocopherol content of greek virgin olive oils. *J. Agric. Food Chem.* 2000 ; 48 : 1770-5.
28. Circular No.2 of the Swiss Federal Office of Public Health, March 13, 1996.
29. Lehmann T., Sager F., Brenneisen R. Excretion of cannabinoids in urine after ingestion of cannabis seed oil. *J. Anal. Toxicol.* 1997 ; 21 : 373-5.