

Е.М. Сүлеймен¹⁻⁵, Р.Н. Сүлеймен⁵, Б.М. Айкешев^{1,2,6*}

¹Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Казахстан;

²ТОО «Институт прикладной химии», Астана, Казахстан;

³Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова, Кокшетау, Казахстан;

⁴ТОО «КМГ Инжиниринг», Астана, Казахстан;

⁵Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан;

⁶Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

* Автор для корреспонденции: aikeshhev@gmail.com

Сравнительный анализ составов масла *Nigella sativa* (черный тмин) из Сирии и Пакистана методом хромато-масс-спектрометрии

В статье представлен анализ химических составов эфирного масла из *Nigella sativa* L. из Пакистана и Сирии. С использованием метода хромато-масс-спектрометрии (GC/MS) были выявлены и подробно проанализированы компоненты масла из обеих стран. Результаты показали незначительные различия в содержании химических компонентов между маслом тмина из Пакистана и Сирии. В эфирном масле из Пакистана выявлено повышенное содержание пальмитиновой кислоты, (Z)-9-октадеценовой кислоты и метилового эфира (Z,Z)-9,12-октадекадиеновой кислоты (линолевая кислота, метиловый эфир), в то время как эфирное масло из Сирии содержит больше гептадекановой и олеиновой кислот. Эти результаты свидетельствуют о том, что местоположение влияет на химический состав масла тмина, что имеет важное значение для его медицинского и кулинарного использования. Известно наличие ряда других компонентов, включая α -Туйен, α -Пинен, β -Пинен, o -Пимен, m -Ментан-6,8-диен, лимонен, γ -Терпинен, *cis*-4-метокситуйан, лонгифолен, метилтетрадеканоат и многие другие, которые могут оказывать разнообразные биологические эффекты. Эти результаты предоставляют важные данные для научного сообщества и промышленных предприятий, занимающихся производством и применением масла черного тмина. Знание различий в составе масла в зависимости от его происхождения способствует оптимизации производства и расширению возможностей для его медицинского и кулинарного использования. Результаты настоящего исследования предоставляют ценную основу для будущих исследований в области биохимии и медицинского применения масла черного тмина.

Ключевые слова: *Nigella sativa* L., Пакистан, Сирия, масло тмина, биологическая активность, сравнительный анализ, хромато-масс-спектрометрия.

Введение

Nigella sativa L. (черный тмин) — однолетнее растение родом из Средиземноморья. Относится к семейству *Ranunculaceae* (семейство Лютиковых). Широко используется в качестве лечебного растения во всем мире. Обычно её используют для лечения аллергических заболеваний. Семена применяются в качестве ароматизатора и консерванта. В исламских странах масло *N. sativa* признано одним из лучших лекарственных средств [1]. Известно, что состав масла семян *N. sativa* зависит от места произрастания [2, 3].

Семена черного тмина, или *N. sativa*, обладают бронхолитическими, гипотензивными, антибактериальными, противогрибковыми, болеутоляющими, противовоспалительными и иммуностимулирующими свойствами [4–6], гастропротекторным, гепатопротекторным, нефропротективным и нейропротекторным действием [7, 8].

Семена *N. sativa* используются в Германии, Франции и Азии в качестве пряности в кулинарии, особенно в Италии и Южной Франции, также как ветрогонное и мочегонное средство [9].

N. sativa культивируется в районах Афьона, Бурдура и Испарты в Турции. Семена продаются на рынках и используются в качестве приправы и лекарственной травы. Семена имеют состав, состоящий из 21 % белка, 35–5 жира, 5–5 влаги и 7 % золы, остальное — углеводы. В эфирном масле семян *N. sativa* были обнаружены соединения, обладающие противомикробной активностью [10]. Кроме того, эфирное масло обладает высокой эффективностью против грамположительных бактерий и *Fusarium moniliforme* [11], грамотрицательных бактерий, вирусов, шистосом [12, 13], содержит целый ряд биоактивных веществ (табл. 1) [14].

Цель данного исследования — найти отличия по составу масла семян *N. sativa* из Пакистана от масла семян *N. sativa* из Сирии, и в случае их нахождения, возможно ли охарактеризовать эти различия [2].

Т а б л и ц а 1

Химический состав масла семян *Nigella sativa*, полученные с использованием метода хромато-масс-спектрометрии

Место произрастания <i>Nigella sativa</i> L.	Компоненты	Литература
Иран	<i>транс</i> -анетол (38,3 %), <i>n</i> -Цимен (14,8 %), лимонен (4,3 %), карвон (4,0 %)	[15]
Индия	тимохинон (35,5 %), γ -Терпинен (27,46 %), тимол (7,43 %), 2,4-(10)-Туйадиен (4,74 %), пинокарвон (2,96 %)	[16]
Турция	β -Ситостерин (69,4 %), кампестерин (11,9 %), стигмастерол (18,6 %)	[10]
Индия	9-Эйкозин (63,04 %), линолевая кислота (13,48 %), пальмитиновая кислота (9,68 %), <i>n</i> -Цимол (2,54 %), тимохинон (1,86 %)	[17]
Марокко	холестерин (0,9 %), кампестерин (13,1 %), стигмастерол (17,8 %), β -ситостерин (49,4 %), $d5$ -авенастерин (12,4 %), $d7$ -стигмастерол (0,6 %), $d7$ -авенастерин (2,1 %)	[2]
Бангладеш	миристиновая кислота (0,23 %), пальмитиновая кислота (13,1 %), пальмитолеиновая кислота (0,28 %), стеариновая кислота (2,47 %), олеиновая кислота (21,8 %), <i>цис</i> -вакценовая кислота (1,18 %), линолевая кислота (57,0 %), линоленовая кислота (0,46 %), арахидиновая кислота (0,18 %), эйкозеновая кислота (0,39 %), эйкозодиеновая кислота (2,91 %), насыщенные кислоты (16,0 %), ненасыщенные кислоты (84,0 %)	[3]
Индия	α -Туйен (5,6 %), α -Пинен (1,4 %), сабинен (0,8 %), β -Пинен (1,7 %), α -фелландрен (0,1 %), α -Терпинен (0,2 %), <i>p</i> -Цимен (31,4 %), лимонен (1,0 %), 1,8-Цинеол (0,1 %), γ -Терпинен (0,2 %), терпинен-4-ол (1,0 %), тимохинон (37,6 %), борнилацетат (0,2 %), тимол (0,2 %), карвакрол (1,4 %), α -Лонгипинен (0,5 %), лонгифолен (2,0 %), тимогидрохинон (3,4 %), 10-Эпи- γ -эвдесмол (0,3 %), β -Эвдесмол (0,5 %), α -Эвдесмол (0,4 %)	[11]

Материалы и методы исследования

Методика метилирования масла

Получение метиловых эфиров из фракций выполняли в соответствии с ГОСТом [18].

Пробу фракции массой около 20–30 мг помещали в стакан, добавляли 2 мл гексана и 1 мл раствора метилата натрия в метаноле (получали растворением металлического натрия в метиловом спирте), двухфазную смесь перемешивали 30 мин, из верхнего (гексанового) слоя отбирали пробу на ГС/МС-анализ [19].

Определение компонентного состава

Определение компонентного состава масел проводили на газовом хроматографе Clarus-SQ 8 с масс-спектрометрическим детектором. Хроматографические условия: колонка капиллярная RestekRxi®-1 ms 0,25 мм x 30 м x 0,25 мкм; объем пробы: 1,0 мкл; газ-носитель He; скорость газ-носителя: 1 мл/мин; деление потока 1:25; t колонки: 45 °C (2 мин), подъем 1,5°C/мин до 200 °C, далее 15 °C/мин до 280 °C, изотермический режим при 280°C в течение 10 мин; t испарителя — 280 °C, масс-спектрометрический детектор: t — 240 °C, EI=70 eV; время сканирования с 4 до 120 мин; режим сканирования ионов 39–500 m/z . Процентное содержание компонентов вычисляли автоматически, исходя из площадей пиков общей хроматограммы ионов. Компоненты идентифицировали по масс-спектрам и времени удерживания, с использованием библиотеки NIST. Время удерживания компонентов пересчитывали относительно предельных углеводородов.

Результаты и обсуждение

По литературным данным, основными компонентами масла *Nigella sativa* являются (*Z,Z*)-9,12-октадекадиеновая кислота, (*E*)-9-октадеценивая кислота, 11-октадеценивая кислота, пальмитиновая кислота, стеариновая кислота, *транс*-анетол, *n*-цимен, лимонен, карвон, тимохинон, γ -терпинен, тимол, β -ситостерин, 9-эйкозин, стигмастерол, линолевая кислота и кампестерин [10, 15–17].

Как видно из таблицы 2 и хроматограмм на рисунках 1 и 2, сравнительный анализ составов композиций *Nigella sativa*, произрастающих в Пакистане и Сирии, показал более высокое содержание в сырье из Пакистана в процентах пальмитиновой кислоты (11,2 против 8,1 %), (Z)-9-октадеценовой кислоты (37,0 против 0,04 %), 3,7,11,15-тетраметил-(E,E,E)-2,6,10,14-гексадекатетраен-1-ола ацетат, (2,1 против 0,8 %). А масло *Nigella sativa* из Сирии показало большее содержание гептадекановой кислоты (36,6 против 56,7 %) и олеиновой кислоты (2,0 против 24,8 %) (табл. 2).

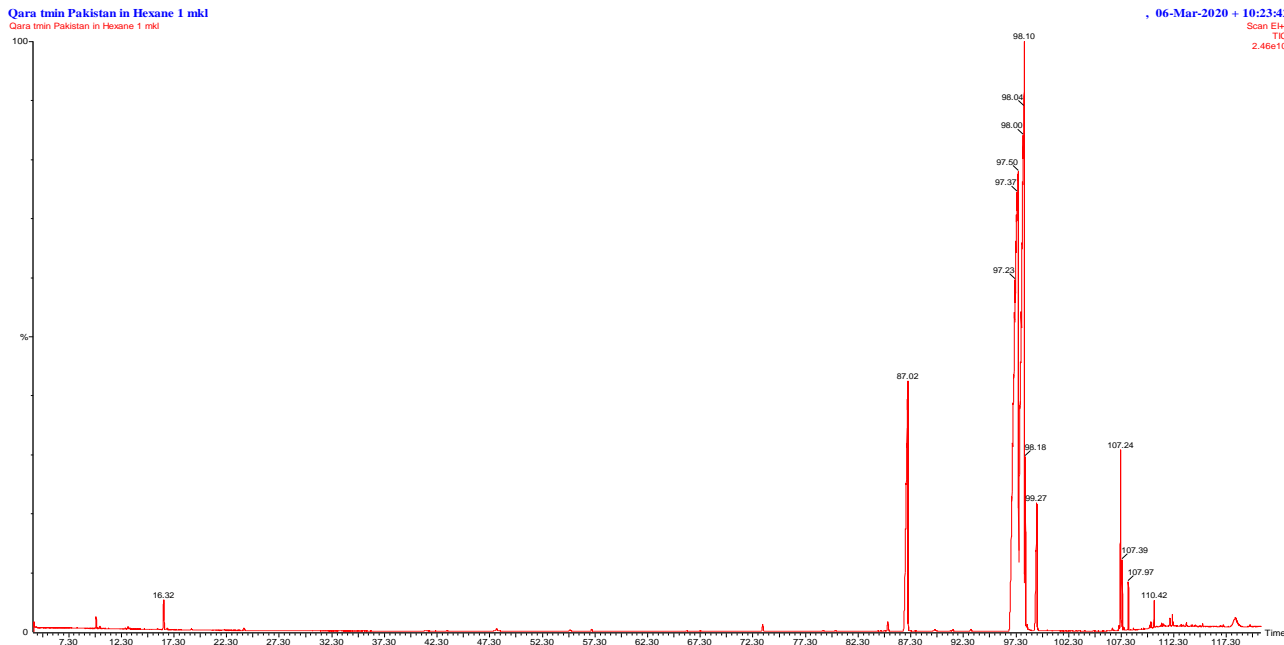


Рисунок 1. Хроматограмма масла черного тмина из Пакистана



Рисунок 2. Хроматограмма масла черного тмина из Сирии

Химический состав эфирного масла из *Nigella sativa* семейства *Ranunculaceae* из Пакистана и Сирии

RI расч.	RI лит.	Компоненты	Содержание, %	
			Паки-стан	Сирия
916	929±2	α-Туйен	0,16	0,12
922	929±7	α-Пинен	0,03	0,03
963	979±2	β-Пинен	0,03	0,02
1013	1022±2	o-Цимен	0,50	0,30
1017	1027±3	m-Мента-6,8-диен	0,02	
1020	1031±4	Лимонен		0,02
1047	1060±3	γ-Терпинен	0,03	
1110	1120±N/A	цис-4-Метокситуйан	0,05	0,04
1390	1405±5	Лонгифолен	0,10	0,03
1728	1725±2	Метилтетрадеcanoат	0,15	0,11
1812	1816 iu	7,11-Гексадекадиен	0,03	
1828	1820±4	Метилловый эфир пентадеcanoвой кислоты	0,03	0,02
1902	1913±N/A	(Z)-Метилгексадек-11-еноат	0,22	
1967	1968±7	n-Гексадеcanoвая кислота (пальмитиновая кислота)	0,09	
1902	1899±11	Метилловый эфир (Z)-9-гексадеценовой кислоты		0,13
1930	1926±2	Метилпальмитат*	11,21	8,14
1992	2016±N/A	Метилловый эфир цис-10-гептадеценовой кислоты	0,04	0,02
2020	2028±2	Метилловый эфир гептадеcanoвой кислоты		0,04
2095	2092±4	Метилловый эфир (Z,Z)-9,12-октадекадиеновой кислоты (линолевая кислота, метилловый эфир)	36,58	56,72
2020	2028±2	Метилловый эфир 15-метилгексадеcanoвой кислоты	0,05	
2114	2105±N/A	Метилловый эфир (Z)-9-октадеценовой кислоты		1,06
2106	2110±1	Метилловый эфир (E)-9-октадеценовой кислоты (олеиновая кислота, метилловый эфир)	37,02	0,04
2107	2115±N/A	Метилловый эфир 11-октадеценовой кислоты	1,96	24,76
2125	2128±4	Метилстеарат	3,52	3,93
2181	2184±0	9-Октадециновая кислота		0,02
2270	2255±N/A	Метил-8,11,14,17-эйкозатетраеноат		0,02
2290	2308 iu	Метил-(Z)-5,11,14,17-эйкозатетраеноат		0,02
2301	2302±N/A	3,7,11,15-Тетраметил-(E,E,E)-2,6,10,14-гексадекатетраен-1-ола ацета		0,02
2329	2306±N/A	Метилловый эфир цис-11,14-эйкозадиеновой кислоты	2,06	0,83
2334	2322±N/A	Метилловый эфир цис-11-эйкозеновой кислоты	0,73	0,25
2356	2329±5	метилловый эфир эйкозеновой кислоты	0,41	0,28
2353	2350±N/A	Метилловый эфир 2-[[2-(2-этилциклопропил) метил] циклопропил] метил-циклопропаноктановой кислоты		0,02
2324	2371±N/A	Этиловый эфир [R-(Z)-12-гидрокси-9-октадеценовой кислоты		0,05
2110	2098±3	Метилловый эфир (Z,Z,Z)-9,12,15-Октадекатриеновая кислота	0,06	
2471	2483 iu	Пентилловый эфир транс-9-октадеценовой кислоты		0,05
2301		Неидент. 1	0,04	0,01
2324		Неидент. 2	0,05	0,02
2320		Неидент.3		0,02
2364		Неидент.4		0,02
2464		Неидент.5		0,08
2317	2346±N/A	(Z,Z,Z)-8,11,14-Эйкозатриеновая кислота		0,04
2340	2360±3	цис-11-Эйкозеновая кислота	0,03	
2497	2510±N/A	Метилловый эфир цис-13,16-доксадиеновой кислоты	0,04	
2502	2508±N/A	Метилловый эфир (Z)-13-докозеновой кислоты	0,05	

2528	2528±3	Метиловый эфир докозановой кислоты	0,16	0,65
2616	2628±4	Метиловый эфир трикозановой кислоты	0,02	0,03
2712	2728±4	Метиловый эфир тетракозановой кислоты	0,09	0,25
2687	2710±N/A	Метиловый эфир (Z)-15-тетракозановой кислоты	0,06	
2800	2832±13	Сквален	0,02	
2909	2935±8	Метиловый эфир гексакозановой кислоты	0,02	
3069	3040±N/A	Стигмастан-3,5-диен	0,02	
3154	3150±N/A	β-Токоферол		0,03

*Примечание. Полужирным шрифтом выделены мажорные компоненты.

Заключение

Представлен анализ химического состава эфирного масла из *N. sativa* из Пакистана и Сирии. С использованием метода хромато-масс-спектрометрии были выявлены и подробно проанализированы компоненты масла из обеих стран.

Сравнительный анализ составов композиций *N. sativa*, произрастающих в Пакистане и Сирии, показал более высокое содержание в сырье из Пакистана в процентах пальмитиновой кислоты (11,2 против 8,1 %), (Z)-9-октадеценовой кислоты (37,0 против 0,04 %), 3,7,11,15-тетраметил-(E,E,E)-2,6,10,14-гексадекатетраен-1-ола ацетат, (2,1 против 0,8 %), а масло *Nigella sativa* L. из Сирии показало большее содержание гептадекановой кислоты (36,6 против 56,7 %) и олеиновой кислоты (2,0 против 24,8 %).

Известно наличие ряда других компонентов, включая α-Туйен, α-Пинен, β-Пинен, о-Цимен, м-Ментан-6,8-диен, лимонен, γ-Терпинен, цис-4-метокситуйан, лонгифолен, метилтетрадеcanoат и многие другие, которые могут оказывать разнообразные биологические эффекты.

Результаты данного исследования предоставляют ценную основу для будущих исследований в области биохимии и медицинского применения масла черного тмина.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP19679527).

References

- 1 Ashfaq S. *Nigella sativa* (Kalonji), its essential oils and their therapeutic potential / S. Ashfaq, N. Tabassum Khan, G. Mohammad Ali // Biomed J Sci & Tech Res. — 2021. — Vol. 33. — P. 25448–25454. <https://doi.org/10.26717/BJSTR.2021.33.005335>.
- 2 Gharby S.H. Chemical investigation of *Nigella sativa* L. seed oil produced in Morocco / S. Gharby, H. Harhar, D. Guillaume, A. Roudani, S. Boulbaroud, M. Ibrahimi, M. Ahmad, S. Sultana, T. Ben Hadda, I. Chafchaoui-Moussaoui, Z. Charrouf // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. — 2015. — Vol. 14. — P. 172–177. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2013.12.001>.
- 3 Kabir Y. Nutritional composition of the indigenous cultivar of black cumin seeds from Bangladesh / Y. Kabir, H. Shirakawa, M. Komai // Progress in Nutrition. — 2019. — Vol. 21. — P. 428–434. <https://doi.org/10.23751/pn.v21i1-S.6556>.
- 4 Akram Khan M. Chemical composition of *Nigella sativa* Linn. / M. Akram Khan, M. Afza // Inflammopharmacology. — 2016. <https://doi.org/10.1007/s10787-016-0262-7>.
- 5 Akram Khan M. Chemical composition and medicinal properties of *Nigella sativa* Linn / M. Akram Khan // Inflammopharmacology. — 1999. — Vol. 7 (1). — P. 15–35.
- 6 Aboul-Enein H.Y. Simple HPLC Method for the Determination of Thymoquinone in Black Seed Oil (*Nigella sativa* Linn) / H.Y. Aboul-Enein, L.I. Abou-Basha // Journal of Liquid Chromatography. — 2006. — Vol. 18(5). — P. 895–902. <https://doi.org/10.1080/10826079508010400>.
- 7 Krishnapura S. Cumin (*Cuminum cyminum*) and black cumin (*Nigella sativa*) seeds: traditional uses, chemical constituents, and nutraceutical effects / S. Krishnapura // Food Quality and Safety. — 2018. — Vol. 2. — P. 1–16. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyx031>.
- 8 Gali-Muhtasib H. The medicinal potential of black seed (*Nigella sativa*) and its components / H. Gali-Muhtasib, N. El-Najjar, R. Schneider-Stock // Advances in Phytomedicine. — 2005. — P. 133–153. [https://doi.org/10.1016/S1572-557X\(05\)02008-8](https://doi.org/10.1016/S1572-557X(05)02008-8)
- 9 Hedrick U.P. Sturtevant's edible plants of the world / U.P. Hedrick. — Dover, New York, 1972. — P. 388–389.
- 10 Nergiz C. Chemical composition of *Nigella sativa* L. seeds / C. Nergiz, S. Otles // Food Chemistry. — 1993. — Vol. 48. — P. 259–261.
- 11 Singh S. Composition, in vitro antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and oleoresins obtained from black cumin seeds (*Nigella sativa* L.) / S. Singh, S.S. Das, G. Singh, C. Schuff, M.P. de Lampasona, C.A.N. Catalán // BioMed Research International. — 2014. — Vol. 2014. — P. 1–10. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/918209>

- 12 Forouzanfar F. Black cumin (*Nigella sativa*) and its constituent (thymoquinone): a review on antimicrobial effects / F. Forouzanfar, B.S. Fazly Bazzaz, H. Hosseinzadeh // Iran J Basic Med Sci. — 2014. — Vol. 17. — P. 929–938.
- 13 Aboul-Ela M.A. Antimicrobial evaluation and chromatographic analysis of some essential and fixed oils / M.A. Aboul-Ela, N. Al-shaer, N.B. El Din Ghanem // Pharmazie. — 1996. — Vol. 57 (12). — P. 993–994.
- 14 Hassanien M.M. Phytochemical contents and oxidative stability of oils from non-traditional sources / M.M. Hassanien, A.G. Abdel-Razek, M. Rudzinska, A. Siger, K. Ratusz, R. Przybylski // Eur. J. Lipid Sci. Technol. — 2014. — Vol. 116. — P. 1563–1571. <http://dx.doi.org/10.1002/ejlt.201300475>
- 15 Nickavara B. Chemical Composition of the Fixed and Volatile Oils of *Nigella sativa* L. from Iran / B. Nickavara, F. Mojaba, K. Javidniab, M.A. Roodgar Amoli // Z. Naturforsch. — 2003. — Vol. 58. — P. 629–631.
- 16 Kumar S. Chemical composition of *Nigella sativa* L. seed extracts obtained by supercritical carbon dioxide / S. Kumar, T. Venkatachallam, H. Pattekhan, S. Divakar, U.S. Kadimi // J Food Sci Technol. — 2010. — Vol. 47(6). — P. 598–605. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-010-0109-y>
- 17 Dinakaran S. Chemical composition and antioxidant activities of black seed oil (*Nigella sativa* L.) / S. Dinakaran, S. Sridhar, P. Eganathan // IJPSR. — 2016. — Vol. 7(11). — P. 4473–4479. <http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232>
- 18 ГОСТ 30418–96. Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава. 1998–01–01. — Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1998. — 5 с.
- 19 Потапов А.С. Исследование отходов производства растительного масла методом хромато-масс-спектрометрии / А.С. Потапов, С.А. Зуйкова // Ползунов. вестн. — 2014. — № 3. — С. 187–189.

Е.М. Сүлеймен, Р.Н. Сүлеймен, Б.М. Айкешев

Сирия мен Пәкістанның *Nigella sativa* (зире майы) майының хроматомасс-спектрометрия әдісімен құрамын салыстырмалы талдау

Мақалада Пәкістан мен Сирияның *Nigella sativa* L. эфир майының химиялық құрамының талдауы берілген. Хромато масс-спектрометрия (GC/MS) әдісін қолдана отырып, екі елдің май компоненттері анықталып, егжей-тегжейлі талданды. Нәтижесінде Пәкістан мен Сириядан келген зире майы арасындағы химиялық компоненттердің құрамындағы шамалы айырмашылықтарды көрсетті. Пәкістаннан алынған эфир майында пальмитин қышқылының, (Z)-9-октадецен қышқылының және метил эфирінің (Z,Z)-9,12-октадекадиен қышқылының (линол қышқылы, метил эфирі) жоғарылауы анықталды, ал Сириядан алынған эфир майында гептадекан қышқылы мен олеин қышқылы көп. Тәжірибеде анықталғандай, зире майының химиялық құрамына өскен жері де ықпал жасайды, бұл оның емдік және аспаздық қолданылуына маңызды әсер ететін көрсетеді. Зерттеуде бірқатар басқа компоненттердің бар екені белгілі болды, яғни α -туйен, α -пинен, β -пинен, *o*-цимен, *m*-ментан-6,8-диен, лимонен, γ -терпинен, *cis*-4-метокситуйан, лонгифолен, метилтетрадеканаатты қоса есептегенде және басқалардың да көптеген әртүрлі биологиялық әсерлері болуы мүмкін. Бұл нәтижелер қара зире майын өндірумен және қолданумен айналысатын ғылыми қауымдастық пен өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін маңызды деректерді ұсынады. Майдың шығу тегіне байланысты құрамындағы айырмашылықтарды білу өндірісті оңтайландыруға және оны медициналық және аспаздық мақсатта пайдалануға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: *Nigella sativa*, Пәкістан, Сирия, зире майы, биологиялық белсенділік, салыстырмалы талдау, хроматография-масс-спектрометриясы (GC/MS).

Ye.M. Suleimen, R.N. Suleimen, B.M. Aikeshev

Comparative analysis of the compositions of *Nigella sativa* (black cumin) oil from Syria and Pakistan using gas chromatography-mass spectrometry

This article presents an analysis of the chemical composition of essential oil from *Nigella sativa* L. from Pakistan and Syria. Using gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS), oil components from both countries were identified and analyzed in detail. The results showed insignificant differences in the content of chemical components between cumin oil from Pakistan and Syria. The essential oil from Pakistan showed increased content of palmitic acid, (Z)-9-octadecenoic acid and (Z,Z)-9,12-octadecadienoic acid methyl ester (linoleic acid, methyl ester), while the essential oil from Syria contains more heptadecanoic acid and oleic acid. These results suggest that location influences the chemical composition of cumin oil, which has important implications for its medicinal and culinary uses. The study also revealed the presence of a number of other components, including α -thujene, α -pinene, β -pinene, *o*-cymene, *m*-menthane-6,8-diene, limonene, γ -terpinene, *cis*-4-methoxytujane, longifolene, methyltetradecanoate, and many others, which can have a variety of biological effects. These results provide important data for the scientific community and industries involved in the production and use of cumin oil. Knowing the differences in oil composition depending on its origin helps to optimize production and expand the possibilities for its medicinal and culinary use. The results

of this study provide a valuable basis for future research into the biochemistry and medicinal uses of cumin oil.

Keywords: *Nigella sativa*, Pakistan, Syria, cumin oil, biological activity, comparative analysis, gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS).

References

- 1 Ashfaq, S., Tabassum Khan, S.N., & Mohammad, Ali G. (2021). *Nigella sativa* (Kalonji), its essential oils and their therapeutic potential. *Biomed J Sci & Tech Res.*, 33; 25448–25454. <https://doi.org/10.26717/BJSTR.2021.33.005335>.
- 2 Gharby, S.H., Harhar, H., Guillaume, D., Roudani, A., Boulbaroud, S., Ibrahim, M., Ahmad, M., Sultana, S., Ben Hadda, T., Chafchaoui-Moussaoui, I., & Charrouf, Z. (2015). Chemical investigation of *Nigella sativa* L. seed oil produced in Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 14; 172–177. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2013.12.001>.
- 3 Kabir, Y., Shirakawa, H., & Komai, M. (2019). Nutritional composition of the indigenous cultivar of black cumin seeds from Bangladesh. *Progress in Nutrition*, 21; 428–434. <https://doi.org/10.23751/pn.v21i1-S.6556>.
- 4 Akram Khan, M. & Afza, M. (2016). Chemical composition of *Nigella sativa* Linn. *Inflammopharmacology*. <https://doi.org/10.1007/s10787-016-0262-7>.
- 5 Akram Khan, M. (1999). Chemical composition and medicinal properties of *Nigella sativa* Linn. *Inflammopharmacology*, 7 (1); 15–35.
- 6 Aboul-Enein, H.Y. & Abou-Basha, L.I. (2006). Simple HPLC Method for the Determination of Thymoquinone in Black Seed Oil (*Nigella sativa* Linn). *Journal of Liquid Chromatography*, 18(5); 895–902. <https://doi.org/10.1080/10826079508010400>.
- 7 Krishnapura, S. (2018). Cumin (*Cuminum cyminum*) and black cumin (*Nigella sativa*) seeds: traditional uses, chemical constituents, and nutraceutical effects. *Food Quality and Safety*, 2; 1–16. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyx031>.
- 8 Gali-Muhtasib, H., El-Najjar, N., & Schneider-Stock, R. (2005). The medicinal potential of black seed (*Nigella sativa*) and its components. *Advances in Phytomedicine*, 133–153. [https://doi.org/10.1016/S1572-557X\(05\)02008-8](https://doi.org/10.1016/S1572-557X(05)02008-8).
- 9 Hedrick, U.P. (1972). *Sturtevant's edible plants of the world*. Dover, New York, 388–389.
- 10 Nergiz, C. & Otles, S. (1993). Chemical composition of *Nigella sativa* L. seeds. *Food Chemistry*, 48; 259–261.
- 11 Singh, S., Das, S.S., Singh, G., Schuff, C., de Lampasona, M.P., & Catalán, C.A.N. (2014). Composition, in vitro antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and oleoresins obtained from black cumin seeds (*Nigella sativa* L.). *BioMed Research International*, 2014, 1–10. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/918209>.
- 12 Forouzanfar, F., Fazly Bazzaz, B.S., & Hosseinzadeh, H. (2014). Black cumin (*Nigella sativa*) and its constituent (thymoquinone): a review on antimicrobial effects. *Iran J Basic Med Sci.*, 17; 929–938.
- 13 Aboul-Ela, M.A., Al-shaer, N.N., & El Din Ghanem, B. (1996). Antimicrobial evaluation and chromatographic analysis of some essential and fixed oils. *Pharmazie.*, 57(12); 993–994.
- 14 Hassanien, M.M., Abdel-Razek, A.G., Rudzinska, M., Siger, A., Ratusz, A., & Przybylski, R. (2014). Phytochemical contents and oxidative stability of oils from non-traditional sources. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 116; 1563–1571. <http://dx.doi.org/10.1002/ejlt.201300475>.
- 15 Nickavara, B., Mojaba, F., Javidniab, K., & Roodgar Amoli, M.A. (2003). Chemical Composition of the Fixed and Volatile Oils of *Nigella sativa* L. from Iran. *Z. Naturforsch.*, 58; 629–631.
- 16 Kumar, S., Venkatachallam, T., Pattekhani, H., Divakar, S., & Kadimi, U.S. (2010). Chemical composition of *Nigella sativa* L. seed extracts obtained by supercritical carbon dioxide. *J Food Sci Technol.*, 47(6); 598–605. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-010-0109-y>.
- 17 Dinakaran, S., Sridhar, S., & Eganathan, P. (2016). Chemical composition and antioxidant activities of black seed oil (*Nigella sativa* L.). *IJPSR*, 7(11); 4473–4479. <http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232>.
- 18 (1998). GOST 30418-96. Masla rastitelnye. Metod opredeleniia zhirkokislotojnogo sostava. 1998–01–01 [State Standard 30418-96. Vegetable oils. Methods for determination of fat-oil composition]. Minsk: Intrastate soviet by standardization, metrology and certification [in Russian].
- 19 Potapov, A.S. & Zuikova, S.A. (2014). Issledovanie otkhodov proizvodstva rastitelnogo masla metodom khromato-masspektrometrii [Study of wastes of production of vegetable oils by method of chromat-mass-spectrometry]. *Polzunovskii vestnik — Polzunovskiy Vestnik*, 3, 187–189 [in Russian].

Information about authors

Suleimen, Yerlan Melsuly — Candidate of chemical sciences, Leading Researcher, Kazakh University of Business and Finance; Institute of Applied Chemistry, Astana, Kazakhstan; syerlan75@yandex.kz;

Suleimen, Raigul Nurbekkyzy — PhD, Senior Lecturer, L.N. Gumilyev National University, Astana, Kazakhstan; suleimen_rn@enu.kz ;

Aikeshev, Bulat Musulmanbekovich — Candidate of biological sciences, Researcher, Kazakh University of Business and Finance, Institute of Applied Chemistry, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical research university, Astana, Kazakhstan; aikeshev@gmail.com.