

УДК 619:615.322.014

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА МАСЛЯНОГО ЭКСТРАКТА МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО (*JUNIPERUS COMMUNIS* L.) И МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ЗАРАФШАНСКОГО (*JUNIPERUS SERAVSCHANICA* K.) МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

© Д.Б. Тайирова*, Х.Р. Тухтаев

Ташкентский фармацевтический институт, ул. Ойбека, 45, Ташкент,
100015, Узбекистан, dilobartayirova@mail.ru

В статье приведены результаты сравнительного анализа состава жирных кислот масляных экстрактов плодов можжевельников обыкновенного (*Juniperus communis* L.) и зарафшанского (*Juniperus communis* L.) в хлопковом и подсолнечном масле. Анализ осуществляли на газовом хроматографе *Agilent Technologies* 6890 N с пламенно-ионизационным детектором. Показано, что масляные экстракты в хлопковом масле отличаются богатым содержанием пальмитиновой кислоты, а экстракт подсолнечного масла содержит больше линоленовой кислоты. Сравнение показывает, что насыщенные кислоты в хлопковом экстракте 15.41–20.34% больше, чем экстракта в подсолнечном масле. Определены основные физико-химические константы масляных экстрактов, содержащих от 0.9 до 1.1% дубильных веществ, определенных методом титрования. Методом ВЭЖХ определено содержание кверцетина в масляном экстракте можжевельника обыкновенного (0.130%) и зарафшанского (0.200%) в хлопковом масле. Масляные экстракты можжевельника обыкновенного содержат кверцетина подсолнечном масле 0.0142%, а можжевельник зарафшанский – 0.0122%. Полученные экстракты представляют практический интерес для превращения их в эмульсии, линименты и другие дисперсные системы.

Ключевые слова: плоды можжевельника обыкновенного и зарафшанского, масляный экстракт, мацерация, жирнокислотный состав, газожидкостная хроматография, кверцетин.

Для цитирования: Тайирова Д.Б., Тухтаев Х.Р. Сравнительный анализ жирнокислотного состава масляного экстракта можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) и можжевельника зарафшанского (*Juniperus seravschanica* K.) методом газожидкостной хроматографии // Химия растительного сырья. 2026. №1. С. 274–282. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20260115139>.

Введение

Применение можжевельника упоминается еще в трудах великого ученого Ибн Сины. Он рекомендовал иглообразные листья и плоды при боли в груди, затяжных кашлях, женских менструациях, при воспалительных заболеваниях и боли матки. Литературные данные по плодам и экстрактам можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) встречается часто [1–6] и традиционно используется как мочегонное средство, общего антисептика, а также для лечения болезней желудочно-кишечных расстройств [6–8]. Экспериментально доказано, что эфирные масла и экстракты можжевельника обладают антиоксидантной, антибактериальной, противовирусной и противогрибковой активностью [9]. Экстракты ягод можжевельника *Juniperus communis* L., 1- и 2-летнего созревания при использовании различных растворителей (пентан, хлороформ, ацетон, метанол и 70% этанол) при различных способах экстракции (экстракция и экстракция с ультразвуком) содержали в своем составе монотерпены, сесквитерпены, полисахариды, стероиды, сложные эфиры жирных кислот и бициклические монотерпены. Установлено, что антимикробная активность у ягод однолетнего созревания оказалось больше, чем двухлетнего.

* Автор, с которым следует вести переписку.

Наибольшая биоактивность наблюдалась у ацетонового экстракта, полученного методом ультразвуковой мацерации [10]. Состав эфирных масел зависит от места выращивания и доминирующим компонентом считается α -пинен [11–13]. Эфирные масла можжевельника обладают цитотоксическим эффектом [14] антиоксидантной [15–18], антибактериальной [19–20], иммуномодулирующей активностью [21].

Сведения о можжевельнике зарафшанском немногочисленны. Этот вид можжевельника распространен в странах Средней Азии и представляет большой практический интерес. Охарактеризован состав эфирных масел и нейтральных липид шишкоягод *Juniperus seravschanica* Kom. Показано, что в составе эфирных масел имеются 56 компонента и преобладают α -пинен (29.0%), α -мирцен (17.9%), гермакрен В (5.9%) и кедрол (3.1%). В составе шишкоягод найдены 5 разных классов нейтральных липидов с высоким содержанием жирных кислот [22, 23].

Из плодов *Juniperus polycarpus* var. *seravschanica* были выделены сесквитерпеноиды (эвдесмана), соли имидазолия (абиетана), подокарпана и др. Структуры полученных соединений доказаны спектроскопическими исследованиями. Выделенные терпеноиды проявили антимолярийную активность [24]. Образцы можжевельника из Казахстана отличался высоким содержанием кедролола. Выявлено, что эфирные масла из шишек *J. Seravschanica* (содержащими 16.8% кедролола) обладают иммуномодулирующими свойствами [25, 26]. Основным компонентом эфирного масла *J. Seravschanica* оказалось d,l-лимонен (45.2%). Метанольные экстракты проявили высокую активность против микробов в *M. luteus* и *B. Cereus* [27].

Большое практическое значение имеет масляный экстракт плодов можжевельника, который рекомендуется при отеках, цистите и бронхите. Масляный экстракт (МЭ) можжевельника может использоваться как сырье для получения других дисперсных систем (эмульсии, мази и линименты). Анализ литературы свидетельствует о малочисленности сведений, относящихся к масляным экстрактам одного из распространенного можжевельника зарафшанского, которые имеют большие плантации в Узбекистане.

Цель данной работы – получение и сравнительное изучение жирнокислотного состава МЭ плодов можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) и можжевельника зарафшанского (*Juniperus serafshanica* K.), выращенных в Республике Узбекистан.

Экспериментальная часть

В качестве сырья использовали высушенные и измельченные плоды можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) и можжевельника зарафшанского (*Juniperus serafshanica* K.), выращенного в Джизакской области Республики Узбекистан (2022 г.). Для получения МЭ использовали хлопковое и подсолнечное масла. МЭ получили методом мацерации, для этого в состав 100 г масла вводили измельченные плоды (размер 2–5 мм) при соотношении 10 : 1, 15 : 1 и 20 : 1 и в течение суток подвергали экстракции.

Для определения состава жирных кислот хорошо перемешанный образец поместили в круглодонную колбу на 50 мл, добавили 20 мл 2 н метанольного раствора КОН и затем поместили на водяную баню. Омыление липидов вели при кипячении в течение 1 ч. К водному раствору мыла добавили 50% водный раствор H_2SO_4 для его разложения и высвобождения жирных кислот (ЖК). Серную кислоту добавляли до появления розовой окраски раствора по метилоранжу. Из полученного кислого раствора ЖК экстрагировали трижды диэтиловым эфиром. Объединенные эфирные вытяжки промывали дистиллированной водой до нейтральной среды по метилоранжу, сушили над безводным сульфатом натрия, затем эфир отгоняли на ротаторном испарителе. ЖК переводили в метиловые эфиры обработкой свежеприготовленным диазометаном.

Очистку полученных метиловых эфиров ЖК проводили методом тонкослойной хроматографии на пластинках с силикагелем в системе растворителей гексан: диэтиловый эфир (4 : 1) в двукратной повторности. Зону моноэтиловых эфиров ЖК на сорбенте проявили в парах I_2 , очищали с пластинки и десорбировали на силикагеле многократным элюированием хлороформом. Хлороформные элюаты объединяли, и хлороформ упаривали на ротаторном испарителе. Полученные метиловые эфиры ЖК растворяли в гексане и анализировали на газовом хроматографе.

Анализ осуществляли на газовом хроматографе Agilent 8860 GC с пламенно-ионизационным детектором, используя капиллярную колонку Supelco 100 м × 0.25 мм с фазой SPTM-2560, газ-носитель – гелий, температура программирования колонки от 140 до 250 °С. Идентификацию ЖК проводили путем сравнением времен удерживания пиков с таковыми пиков стандартного образца смеси 37 метиловых эфиров жирных кислот (Supelco® 37 component FAME mix, Sigma-Aldrich, США).

Количественное определение содержания кверцетина из МЭ. Для этого в МЭ полученных в различных маслах вводили 96% этанол и экстрагировали в течение одних суток при соотношении масло : спирт 10 : 1 при постоянном перемешивании. Экстракцию повторили трехкратно (для отделения спиртовой вытяжки смесь на сутки оставляли в холодильнике), спиртовые вытяжки объединили и спирт удаляли перегонкой. Полученный жидкий экстракт подвергали анализу методом ВЭЖХ.

Микробиологическая активность определена по методу лунок. На чашки Петри вводили МПА (Himed) твердую питательную среду и, создавая стандартную мутность (0.5 Makfarland), посеяли патогены микроорганизмов. Для протекания процесса равномерного распределения патогенов дали отстояться смеси 30 мин. После этого сверлом врезали лунки диаметром 7–8 мм. В чашку Петри вводили МЭ можжевельника обыкновенного и зарафшанского и выдерживали в холодильнике, затем в термостате (37 °С температуре в течение 24 ч) и измеряли зону ингибирования тест-штамма вокруг лунки [28].

Содержание эфирных масел определено на аппарате Гинзбурга [29].

Обсуждение результатов

Как показывают результаты анализа газовой хроматографии, жирнокислотный состав МЭ можжевельника обыкновенного в хлопковом и подсолнечном масле имеет резкие различия (табл. 1). В МЭ можжевельника обыкновенного в хлопковом масле больше насыщенных жирных кислот и их значение достигает до 28.48%. Основными компонентами при этом являются пальмитиновая кислота (24.93%), стеариновая кислота (2.31%) и отмечены небольшие количества миристиновой (0.76%) и пальмитолеиновой кислот (0.54%). МЭ, полученный из можжевельника обыкновенного в подсолнечном масле, отличается тем, что жирные кислоты в экстракте почти в 2.5 раза меньше и составляют 8.14%. В составе МЭ на подсолнечном масле наибольшей составляющей является пальмитиновая кислота в количестве 5.85% и затем стеариновая кислота (1.81%). В составе экстракта на подсолнечном масле найдены небольшие количества миристиновой (0.08%) и пальмитолеиновой кислот (0.10%).

Содержание ненасыщенных жирных кислот МЭ в этих двух маслах также резко отличается друг от друга. Общее содержание ненасыщенных жирных кислот в МЭ можжевельника обыкновенного на хлопковом масле достигает до 71.52%. К главным составляющим в этом экстракте следует отнести линолеовую кислоту, содержание которой достигает 50.18%, затем олеиновую кислоту – 20.51%. Содержание арахидиновой (0.26%), бегеновой (0.12%), лигноцериновой (0.10), эйкозеновой и нервоновой кислот небольшое. В составе МЭ можжевельника обыкновенного в подсолнечном масле общее содержание ненасыщенных жирных кислот имеет величину 91.86%, где линолевая кислота – в количестве 63.55% и олеиновая кислота – 27.74%. Далее идут другие ненасыщенные кислоты – бегеновая (0.19%), линоленовая (0.18%), лигноцериновая (0.13%), нервоновая (0.09%).

Сравнение результатов анализа МЭ можжевельника зарафшанского в хлопковом масле показало (табл. 2), что в экстракте содержится 27.08% насыщенных жирных кислот и из них 23.25% – пальмитиновая кислота, 2.46% – стеариновая и в небольшом количестве – миристиновая (0.73%) и пальмитиолеиновая (0.63%) кислоты. При этом общее содержание насыщенных жирных кислот 1.40% ниже по сравнению с МЭ можжевельника обыкновенного. Содержание пальмитиновой кислоты в МЭ зарафшанского – 1.68%, что ниже, чем в МЭ можжевельника обыкновенного. Наблюдается незначительное повышение содержания стеариновой кислоты.

Общее содержание ненасыщенных жирных кислот МЭ зарафшанского в подсолнечном масле составляет 88.33%, где наблюдается уменьшение на 3.53% по сравнению с МЭ можжевельника обыкновенного. Содержание линолевой кислоты в составе МЭ зарафшанского составляет 69.55%, что на 6.00% больше, чем в МЭ можжевельника обыкновенного. Однако содержание олеиновой кислоты составляет 18.45%, что на 8.89% меньше, чем в МЭ можжевельника обыкновенного. Одним из различий двух экстрактов является то, что в составе МЭ зарафшанского отсутствует линоленовая кислота, тогда как в МЭ можжевельника обыкновенного ее количество составляет 0.04%.

В МЭ можжевельника зарафшанского содержание арахидиновой (0.26%), эйкозиновой (0.15%), бегеновой (0.75%) и лигноцериновой (0.21%) кислот немного больше, по сравнению с можжевельником обыкновенным. Полученные данные показывают, что МЭ в хлопковом масле отличаются богатым содержанием пальмитиновой кислоты, а экстракт подсолнечного масла содержит больше линоленовой кислоты. Сравнение показывает, что насыщенные кислоты в хлопковом экстракте (15.41–20.34%) больше, чем в экстракте в подсолнечном масле.

Таблица 1. Состав жирных кислот по данным ГХ (экстракт можжевельника обыкновенного), % от суммы жирных кислот

Жирная кислота	Содержание жирных кислот в МЭ	
	в хлопковом масле	в подсолнечном масле
Миристиновая (14:0)	0.76	0.08
Пальмитиновая (16:0)	24.93	5.85
Пальмитолеиновая (16:1)	0.54	0.10
Стеариновая (18:0)	2.31	1.81
Олеиновая (18:1)	20.51	27.74
Линолевая (18:2)	50.18	63.55
Линоленовая (18:3)	0.04	0.18
Арахидиновая (20:0)	0.26	0.08
Эйкозеновая (20:1)	0.09	0.13
Арахидоновая (20:4)	0.07	0.05
Бегеновая (22:0)	0.12	0.19
Лигноцериновая (24:0)	0.10	0.13
Нервоновая (24:1)	0.09	0.11
Σ насыщенных ЖК	28.48	8.14
Σ ненасыщенных ЖК	71.52	91.86

Таблица 2. Состав жирных кислот образцов, ГХ (можжевельника зарафшанского) % от суммы жирных кислот

Жирная кислота	Содержание, %	
	МЭ в хлопковом масле	МЭ в подсолнечном масле
Миристиновая (14:0)	0.73	0.05
Пальмитиновая (16:0)	23.25	6.13
Пальмитолеиновая (16:1)	0.63	0.08
Стеариновая (18:0)	0.10	0.04
Олеиновая (18:1)	2.46	4.23
Линолевая (18:2)	19.15	18.45
Линоленовая (18:3)	53.08	69.65
Арахидиновая (20:0)	Сл.	Сл.
Эйкозеновая (20:1)	0.29	0.26
Арахидоновая (20:4)	0.06	0.15
Бегеновая (22:0)	0.15	0.75
Лигноцериновая (24:0)	0.10	0.21
Σ насыщенных ЖК	27.08	11.67
Σ ненасыщенных ЖК	72.92	88.33

Основные физико-химические показатели МЭ можжевельника обыкновенного и можжевельника зарафшанского приведены в таблице 3. Данные показывают, что кислотное число экстрактов как в подсолнечном масле одинаковы. В то же время масляный экстракт можжевельника в хлопковом масле немного больше и достигает 0.9 мг/100 г КОН. МЭ можжевельника зарафшанского в подсолнечном масле имеет величину 1.16 иодного числа на 100 г. В случае МЭ можжевельника обыкновенного в хлопковом масле имеет величину 1.18 иода на 100 г. Сравнение числа омыления показывает, что значение числа масляного экстракта можжевельника зарафшанского в хлопковом масле больше (1.3 мг КОН/г). Число омыления достигает максимума для МЭ можжевельника обыкновенного в подсолнечном масле до 1.4 мг КОН/г. Эфирные числа образцов имеют величину от 0.4 до 0.6 мг КОН/г для МЭ можжевельника зарафшанского в хлопковом масле и МЭ можжевельника обыкновенного в подсолнечном масле.

МЭ можжевельника зарафшанского в хлопковом масле имеет наибольшую плотность (0.9928 г/мл). В случае МЭ наблюдаются близкие значения числа рефракции. Как показывают данные наибольшая величина дубильных веществ обнаружены в МЭ зарафшанского в хлопковом масле и можжевельника обыкновенного в подсолнечном масле (1.1%).

Данные по количественному определению кверцетина в МЭ приведены в таблице 4. Анализ данных ВЭЖХ показали, что содержание кверцетина в составе МЭ зарафшанского в хлопковом масле наибольшая и составляет 0.200%.

Содержание кверцетина в этом экстракте в подсолнечном масле 0.0122%. МЭ можжевельника обыкновенного в хлопковом масле содержит 0.130% кверцетина и в подсолнечном масле немного меньше и равна 0.0142%. По-видимому, компонентный состав хлопкового масла позволяет растворять больше кверцетина.

Для изученных МЭ на аппарате Гинзбурга определено содержание эфирных масел (табл. 5). Как показывают данные, МЭ можжевельника обыкновенного в хлопковом масле отличается наибольшим количеством эфирного масла (1.96%). Наименьшее количество эфирного масла найден в составе МЭ можжевельника обыкновенного в подсолнечном масле (0.25%).

Изучение антимикробных свойств МЭ можжевельника обыкновенного и зарафшанского коррелируются с данными по содержанию кверцетина, эфирных масел и дубильных веществ. Образцы, где отмечены большие содержания дубильных веществ, кверцетина и эфирных масел, отличаются лучшими антибактериальными свойствами. Как видно из таблицы 6, все изученные МЭ проявляют избирательную активность против микробов *Bacillus subtilis*. Максимальная зона ингибирования роста микробов замечена для МЭ можжевельника обыкновенного и зарафшанского в хлопковом масле (10 мм).

Для МЭ обоих плодов в подсолнечном масле наблюдается небольшая зона ингибирования (до 3 мм).

Таблица 3. Основные физико-химические показатели масляных экстрактов можжевельника обыкновенного и зарафшанского

Константы	МЭ можжевельника зарафшанского		МЭ можжевельника обыкновенного	
	в хлопковом масле	в подсолнечном масле	в хлопковом масле	в подсолнечном масле
Кислотное число, мг/КОН	0.7	0.8	0.9	0.8
Иодное число, I ₂ /100 г	1.12	1.16	1.18	1.11
Число омыления, мг КОН /г	1.3	1.2	1.2	1.4
Эфирное число, мг КОН /г	0.6	0.4	0.3	0.6
Плотность, г/мл	0.9928	0.9033	0.8965	0.9223
Число рефракции, 20 °С	1.3637	1.3636	1.3636	1.3650
Дубильные вещества, %	1.1	1.0	0.9	1.1

Таблица 4. Количественное определение кверцетина в МЭ можжевельника обыкновенного и зарафшанского, по данным ВЭЖХ

№	Испытанные образцы	Количество кверцетина, %
1	МЭ можжевельника зарафшанского в хлопковом масле	0.200
2	МЭ можжевельника зарафшанского в подсолнечном масле	0.0122
3	МЭ можжевельника обыкновенного в хлопковом масле	0.130
4	МЭ обыкновенного в подсолнечном масле	0.0142

Таблица 5. Содержание эфирных масел в МЭ можжевельника обыкновенного и зарафшанского

Можжевельник	Общее содержание эфирных масел, %
Обыкновенный в хлопковом масле	1.96
Обыкновенный в подсолнечном масле	0.25
Зарафшанский в хлопковом масле	1.80
Зарафшанский в подсолнечном масле	0.52

Таблиц 6. Антимикробные свойства мэ можжевельника обыкновенного и можжевельника зарафшанского против микробов (*Bacillus subtilis*)

Масляные экстракты	Зона ингибирования, мм
Можжевельник обыкновенный в хлопковом масле	10
Можжевельник обыкновенный в подсолнечном масле	2
Можжевельник зарафшанский в хлопковом масле	10
Можжевельник зарафшанский в подсолнечном масле	3

Выводы

Сравнительный анализ жирнокислотного состава МЭ можжевельника обыкновенного и зарафшанского показал обогащение состава МЭ можжевельника обыкновенного в хлопковом масле насыщенными кислотами. МЭ можжевельника зарафшанского в подсолнечном масле содержит больше ненасыщенных жирных кислот. В составе МЭ можжевельника обыкновенного в хлопковом масле дубильных веществ до 1.1%, кверцетина – 0.20%, эфирных масел – 1.96%. МЭ можжевельника обыкновенного и зарафшанского

отличаются избирательным действием против микробов *Bacillus subtilis*. Наибольший эффект антимикробного действия обнаружен в МЭ можжевельника обыкновенного в хлопковом масле.

Финансирование

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Ташкентского фармацевтического института. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Открытый доступ

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Dumitrescu E., Muselin F., Dumitrescu C.S., Orasan-Alic S.A., Moruzi R.F., Doma A.O., Mohamed E.A., Cristina R.T. *Juniper communis* L. Essential Oils from Western Romanian Carpathians: Bio-Structure and Effective Antibacterial Activity // Applied Sciences. 2022. Vol. 12(6). 2949. <https://doi.org/10.3390/app12062949>.
2. Orav A., Kailas T., Müürisepp M. Chemical investigation of the essential oil from berries and needles of common juniper (*Juniperus communis* L.) growing wild in Estonia // Natural Product Research. 2010. Vol. 24, no. 19. Pp. 1789–1799. <https://doi.org/10.1080/14786411003752037>.
3. Zheljzakov V.D., Astatkie T., Jeliaskova E.A., Heidel B., Ciampa L. Essential Oil Content, Composition and Bioactivity of Juniper Species in Wyoming, United States // Nat. Prod. Commun. 2017. Vol. 12(2). Pp. 201–204.
4. Esteban L.S., Mediavilla I., Xavier V., Amaral J.S., Pires T.C.S.P., Calhelha R.C., López C., Barros L. Yield, Chemical Composition and Bioactivity of Essential Oils from Common Juniper (*Juniperus communis* L.) from Different Spanish Origins // Molecules. 2023. Vol. 28(11). 4448. <https://doi.org/10.3390/molecules28114448>.
5. Mediavilla I., Bados R., Barros L., Xavier V., Finimundy T.C., Pires T.C.S.P., Heleno S.A., Calhelha R.C., Amaral J.S., Rizzo A.M., Casini D., Lombardi G., Chiaramonti D., Cámara M., Suárez A., Ardid T., Esteban L.S. Assessment of the Use of Common Juniper (*Juniperus communis* L.) Foliage following the Cascade Principle // Molecules. 2023. Vol. 28(10). 4008. <https://doi.org/10.3390/molecules28104008>.
6. Raal A., Komarov R., Orav A., Kapp K., Grytsyk A., Koshovyi O. Chemical composition of essential oil of common juniper (*Juniperus communis* L.) branches from Estonia // ScienceRise: Pharmaceutical Science. 2022. Vol. 6(40). Pp. 66–73. <https://doi.org/10.15587/2519-4852.2022.271048>.
7. Raina R., Verma P.K., Peshin R., Kour H. Potential of *Juniperus communis* L as a nutraceutical in human and veterinary medicine // Heliyon. 2019. Vol. 5(8). e02376. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02376>.
8. Höferl M., Stoilova I., Schmidt E., Wanner J., Jirovetz L., Trifonova D., Krastev L., Krastanov A. Chemical Composition and Antioxidant Properties of Juniper Berry (*Juniperus communis* L.) Essential Oil. Action of the Essential Oil on the Antioxidant Protection of *Saccharomyces cerevisiae* Model Organism // Antioxidants. 2014. Vol. 3(1). Pp. 81–98. <https://doi.org/10.3390/antiox3010081>.
9. Zivić N., Milošević S., Dekić V., Dekić B., Ristić N., Ristić M., Sretić Lj. Phytochemical and antioxidant screening of some extracts of *Juniperus communis* L. and *Juniperus oxycedrus* L. // Czech J. Food Sci. 2019. Vol. 37. Pp. 351–358. <https://doi.org/10.17221/28/2019-CjFS>.
10. Belov T., Terenzhev D., Bushmeleva K.N., Davydova L., Burkin K., Fitsev I., Gatiyatullina A., Egorova A., Nikitin E. Comparative Analysis of Chemical Profile and Biological Activity of *Juniperus communis* L. Berry Extracts // Plants. 2023. Vol. 12(19). 3401. <https://doi.org/10.3390/plants12193401>.
11. Elmastaş M. et al. A study on the in vitro antioxidant activity of juniper (*Juniperus communis* L.) fruit extracts // Analytical letters. 2006. Vol. 39, no. 1. Pp. 47–65.
12. Hajdari A., Mustafa B., Nebija D., Miftari E., Quave C.L., Novak J. Chemical Composition of *Juniperus communis* L. Cone Essential Oil and Its Variability among Wild Populations in Kosovo // Chem. Biodivers. 2015. Vol. 12(11). Pp. 1706–1717. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201400439>.
13. Ainane A., Abdoullatif F.M., Meritoali A., Mohamed J., Shybat Z.L., Ainane T. Chemical composition of *Juniperus communis* L. essential oil and evaluation of its antifungal activity in vitro against *Ascochyta rabiei* // Journal of analytical sciences and applied biotechnology. 2022. Vol. 4, no. 1. Pp. 108–115.
14. Fejér J., Gruňová D., Eliašová A., Kron I. Seasonal Variability of *Juniperus communis* L. Berry Ethanol Extracts: 2. In Vitro Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) Assay // Molecules. 2022. Vol. 27, no. 24. 9027. <https://doi.org/10.3390/molecules27249027>
15. Gonçalves A.C., Flores-Félix J.D., Coutinho P., Alves G., Silva L.R. Zimbro (*Juniperus communis* L.) as a Promising Source of Bioactive Compounds and Biomedical Activities: A Review on Recent Trends // International Journal of Molecular Sciences. 2022. Vol. 23(6). 3197. <https://doi.org/10.3390/ijms23063197>.

16. Ben Mrid R., Bouchmaa N., Bouargalne Y., Ramdan B., Karrouchi K., Kabach I., El Karbane M., Idir A., Ziyad A., Nhiri M. Phytochemical Characterization, Antioxidant and In Vitro Cytotoxic Activity Evaluation of *Juniperus oxycedrus* Subsp. *Oxycedrus* Needles and Berries // *Molecules*. 2019. Vol. 24, no. 3. P502. <https://doi.org/10.3390/molecules24030502>.
17. Rahimian Boogar A., Salehi H., Seyedabadi E. Distribution and Physiology of *Juniperus seravschanica* Trees in the Genow – The Southernmost and Arid Habitat of Iran // *Water*. 2022. Vol. 14. 3508. <https://doi.org/10.3390/w14213508>.
18. Tavares W.R., Seca A.M.L. The Current Status of the Pharmaceutical Potential of *Juniperus* L. Metabolites // *Medicines*. 2018. Vol. 5(3). 81. <https://doi.org/10.3390/medicines5030081>.
19. Alghamdi M.D., Nazreen S., Ali N.M., Amna T. ZnO Nanocomposites of *Juniperus procera* and *Dodonaea viscosa* Extracts as Antiproliferative and Antimicrobial Agents // *Nanomaterials*. 2022. Vol. 12(4). 664. <https://doi.org/10.3390/nano12040664>.
20. Jojić A.A., Liga S., Ufu D., Ruse G., Suci L., Motoc A., Şoica C.M., Tchiakpe-Antal D.S. Beyond Essential Oils: Diterpenes, Lignans, and Biflavonoids from *Juniperus communis* L. as a Source of Multi-Target Lead Compounds // *Plants*. 2024. Vol. 13(22). 3233. <https://doi.org/10.3390/plants13223233>.
21. Mërtiri I., Păcularu-Burada B., Stănciuc N. Phytochemical Characterization and Antibacterial Activity of Albanian *Juniperus communis* and *Juniperus oxycedrus* Berries and Needle Leaves Extracts // *Antioxidants*. 2024. Vol. 13. 345. <https://doi.org/10.3390/antiox13030345>.
22. Yuldashev M.P., Rasulova L.K. Flavonoids of *Juniperus seravschanica* // *Chemistry of Natural Compounds*. 2001. Vol. 37. Pp. 226–227. <https://doi.org/10.1023/A:1012557705124>.
23. Husnu Can Baser K., Kurkcuoglu M., Demirci B., Gusakova S.D., Sagdullayev Sh.Sh., Malzsev I.I., Aripov Kh.N. Essential oil and lipids from the cone berries of *Juniperus seravschanica* // *Chemistry of Natural Compounds*. 1999. Vol. 35(4). Pp. 397–400. <https://doi.org/10.1007/BF02282502>.
24. Khamis A.S., Chai L.C. Chemical and Antimicrobial Analyses of *Juniperus chinensis* and *Juniperus seravschanica* Essential Oils and Comparison with Their Methanolic Crude Extracts // *International Journal of Analytical Chemistry*. 2021. 9937522. <https://doi.org/10.1155/2021/9937522>.
25. Özek G., Schepetkin I.A., Yermagambetova M., Özek T., Kirpotina L.N., Almerikova S.S., Abugalieva S.I., Khlebnikov A.I., Quinn M.T. Innate Immunomodulatory Activity of Cedrol, a Component of Essential Oils Isolated from *Juniperus* Species // *Molecules*. 2021. Vol. 26. 7644. <https://doi.org/10.3390/molecules26247644>.
26. Okasaka M., Takaishi Y., Kashiwada Y., Kodzhimatov O.K., Ashurmetov O., Lin A.J., Consentino L.M., Lee K.H. Terpenoids from *Juniperus polycarpus* var. *seravschanica* // *Phytochemistry*. 2006. Vol. 67(24). Pp. 2635–2640. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2006.07.020>.
27. Rezanejad F., Ganjalikhani Hakemi F. Microstructural and histochemical analysis of shoots and cones of *Juniperus seravschanica* (*Cupressaceae*) // *Microsc. Res. Tech.* 2024. Vol. 87, no. 4. Pp. 790–799. <https://doi.org/10.1002/jemt.24469>.
28. Егоров Н.С. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. М., 1983. 370 с.
29. Государственная фармакопея СССР. XI изд. М., 1987. Вып. 1. 398 с.

Поступила в редакцию 30 апреля 2024 г.

После переработки 26 мая 2025 г.

Принята к публикации 27 августа 2025 г.

Tayirova D.B.*, Tukhtaev Kh.R. COMPARATIVE ANALYSIS OF THE FATTY ACID COMPOSITION OF OIL EXTRACT OF *JUNIPERUS COMMUNIS* L. AND *JUNIPERUS SERAVSCHANICA* K. BY GAS-LIQUID CHROMATOGRAPHY METHOD

Tashkent Pharmaceutical Institute, st. Oybek, 45, Tashkent, 100015, Uzbekistan, dilobartayirova@mail.ru

The article presents the results of a comparative analysis of the composition of fatty acids in oil extracts of common juniper (*Juniperus communis* L.) and Zarafshan (*Juniperus communis* L.) fruits in cottonseed and sunflower oil. The analysis was carried out on an Agilent Technologies 6890 N gas chromatograph with a flame ionization detector. Oil extracts in cottonseed oil have been shown to be rich in palmitic acid, while sunflower oil extract contains more linolenic acid. The main physicochemical constants of oil extracts were determined. Oil extracts contain from 0.9 to 1.1% tannins determined by titration. HPLC determined the content of quercetin in the oil extract of common juniper (0.130%) and Zarafshan (0.200%) in cottonseed oil. Oil extracts of common juniper contain quercetin in sunflower oil 0.0142%, and juniper zarafshan 0.0122%. The obtained extracts have posersed interest for converting them into emulsions, liniments and other dispersed systems.

Keywords: Common juniper and zarafshan fruits, oil extract, maceration, fatty acid composition, gas-liquid chromatography.

For citing: Tayirova D.B., Tukhtaev Kh.R. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2026, no. 1, pp. 274–282. (in Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20260115139>.

References

1. Dumitrescu E., Muselin F., Dumitrescu C.S., Orasan-Alic S.A., Moruzi R.F., Doma A.O., Mohamed E.A., Cristina R.T. *Applied Sciences*, 2022, vol. 12(6), 2949. <https://doi.org/10.3390/app12062949>.
2. Orav A., Kailas T., Müürisepp M. *Natural Product Research*, 2010, vol. 24, no. 19, pp. 1789–1799. <https://doi.org/10.1080/14786411003752037>.
3. Zheljzkov V.D., Astatkie T., Jeliaskova E.A., Heidel B., Ciampa L. *Nat. Prod. Commun.*, 2017, vol. 12(2), pp. 201–204.
4. Esteban L.S., Mediavilla I., Xavier V., Amaral J.S., Pires T.C.S.P., Calhelha R.C., López C., Barros L. *Molecules*, 2023, vol. 28(11), 4448. <https://doi.org/10.3390/molecules28114448>.
5. Mediavilla I., Bados R., Barros L., Xavier V., Finimundy T.C., Pires T.C.S.P., Heleno S.A., Calhelha R.C., Amaral J.S., Rizzo A.M., Casini D., Lombardi G., Chiaramonti D., Cámara M., Suárez A., Ardid T., Esteban L.S. *Molecules*, 2023, vol. 28(10), 4008. <https://doi.org/10.3390/molecules28104008>.
6. Raal A., Komarov R., Orav A., Kapp K., Grytsyk A., Koshovyi O. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*, 2022, vol. 6(40), pp. 66–73. <https://doi.org/10.15587/2519-4852.2022.271048>.
7. Raina R., Verma P.K., Peshin R., Kour H. *Heliyon*, 2019, vol. 5(8), e02376. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02376>.
8. Höferl M., Stoilova I., Schmidt E., Wanner J., Jirovetz L., Trifonova D., Krastev L., Krastanov A. *Antioxidants*, 2014, vol. 3(1), pp. 81–98. <https://doi.org/10.3390/antiox3010081>.
9. Zivić N., Milošević S., Dekić V., Dekić B., Ristić N., Ristić M., Sretić Lj. *Czech J. Food Sci.*, 2019, vol. 37, pp. 351–358. <https://doi.org/10.17221/28/2019-CjFS>.
10. Belov T., Terenzhev D., Bushmeleva K.N., Davydova L., Burkin K., Fitsev I., Gatiyatullina A., Egorova A., Nikitin E. *Plants*, 2023, vol. 12(19), 3401. <https://doi.org/10.3390/plants12193401>.
11. Elmastaş M. et al. *Analytical letters*, 2006, vol. 39, no. 1, pp. 47–65.
12. Hajdari A., Mustafa B., Nebija D., Miftari E., Quave C.L., Novak J. *Chem. Biodivers.*, 2015, vol. 12(11), pp. 1706–1717. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201400439>.
13. Ainane A., Abdoullatif F.M., Meritoali A., Mohamed J., Shybat Z.L., Ainane T. *Journal of analytical sciences and applied biotechnology*, 2022, vol. 4, no. 1, pp. 108–115.
14. Fejér J., Grufová D., Eliašová A., Kron I. *Molecules*, 2022, vol. 27, no. 24, 9027. <https://doi.org/10.3390/molecules27249027>.
15. Gonçalves A.C., Flores-Félix J.D., Coutinho P., Alves G., Silva L.R. *International Journal of Molecular Sciences*, 2022, vol. 23(6), 3197. <https://doi.org/10.3390/ijms23063197>.
16. Ben Mrid R., Bouchmaa N., Bouargalne Y., Ramdan B., Karrouchi K., Kabach I., El Karbane M., Idir A., Ziyad A., Nhiri M. *Molecules*, 2019, vol. 24, no. 3, P502. <https://doi.org/10.3390/molecules24030502>.
17. Rahimian Boogar A., Salehi H., Seyedabadi E. *Water*, 2022, vol. 14, 3508. <https://doi.org/10.3390/w14213508>.
18. Tavares W.R., Seca A.M.L. *Medicines*, 2018, vol. 5(3), 81. <https://doi.org/10.3390/medicines5030081>.
19. Alghamdi M.D., Nazreen S., Ali N.M., Amna T. *Nanomaterials*, 2022, vol. 12(4), 664. <https://doi.org/10.3390/nano12040664>.
20. Jojić A.A., Liga S., Uçu D., Ruse G., Suciú L., Motoc A., Şoica C.M., Tchiakpe-Antal D.S. *Plants*, 2024, vol. 13(22), 3233. <https://doi.org/10.3390/plants13223233>.
21. Mërtiri I., Păcularu-Burada B., Stănciuc N. *Antioxidants*, 2024, vol. 13, 345. <https://doi.org/10.3390/antiox13030345>.
22. Yuldashev M.P., Rasulova L.K. *Chemistry of Natural Compounds*, 2001, vol. 37, pp. 226–227. <https://doi.org/10.1023/A:1012557705124>.
23. Husnu Can Baser K., Kurkcuoglu M., Demirci B., Gusakova S.D., Sagdullayev Sh.Sh., Malzsev I.I., Aripov Kh.N. *Chemistry of Natural Compounds*, 1999, vol. 35(4), pp. 397–400. <https://doi.org/10.1007/BF02282502>.

* Corresponding author.

24. Khamis A.S., Chai L.C. *International Journal of Analytical Chemistry*, 2021, 9937522. <https://doi.org/10.1155/2021/9937522>.
25. Özek G., Schepetkin I.A., Yermagambetova M., Özek T., Kirpotina L.N., Almerikova S.S., Abugalieva S.I., Khlebnikov A.I., Quinn M.T. *Molecules*, 2021, vol. 26, 7644. <https://doi.org/10.3390/molecules26247644>.
26. Okasaka M., Takaishi Y., Kashiwada Y., Kodzhimatov O.K., Ashurmetov O., Lin A.J., Consentino L.M., Lee K.H. *Phytochemistry*, 2006, vol. 67(24), pp. 2635–2640. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2006.07.020>.
27. Rezanejad F., Ganjalikhani Hakemi F. *Microsc. Res. Tech.*, 2024, vol. 87, no. 4. Pp. 790–799. <https://doi.org/10.1002/jemt.24469>.
28. Egorov N.S. *Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po mikrobiologii*. [Guide to practical classes in microbiology]. Moscow, 1983, 370 p. (in Russ.).
29. *Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR*. 11th ed. [State Pharmacopoeia of the USSR]. Moscow, 1987, issue 1. 398 p. (in Russ.).

Received April 30, 2024

Revised May 26, 2025

Accepted August 27, 2025

Сведения об авторах

Тайирова Дилобар Бахтияровна – ассистент кафедры биотехнологии, докторант, dilobartayirova@mail.ru

Тухтаев Хаким Рахманович – доктор фармацевтических наук, профессор, dilobartayirova@mail.ru

Information about authors

Tayirova Dilobar Bakhtiyarovna – Assistant Professor, Department of Biotechnology, Doctoral Candidate, dilobartayirova@mail.ru

Tukhtayev Khakim Rakhmanovich – Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, dilobartayirova@mail.ru