Химия растительного сырья. 2026. №3. С. 202–209.
Khimiya rastitel'nogo syr'ya, 2026, no. 3, pp. 202–209.
DOI: 10.14258/jcprm.20260316891

УДК 615.322:547.913

КОМПОНЕНТЫ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ *SALVIA SARAWSCHANICA*

© ***М.У. Жураев, Д.Р. Сиддиков, С.А. Сасмаков, Э.Х. Ботиров****

Институт химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз, ул. Мирзо Улугбека, 77, Ташкент, 100170, Узбекистан, botirov-nepi@mail.ru

Изучен компонентный состав эфирного масла (ЭМ), полученного методом гидродистилляции из воздушно-сухой надземной части *Salvia sarawschanica* Regel et Schmalh, собранной в период цветения на территории Навоийской области Республики Узбекистан. Методом ГХ-МС в составе эфирного масла из воздушно-сухой надземной части идентифицировали 36 соединения, что составляло 95.1% от общего количества масла. В составе ЭМ преобладают окисленные монотерпены (41.5%) и монотерпены (32.7%). Сесквитерпены составляют 10.3% ЭМ, окисленные сесквитерпены не обнаружены. Главными компонентами ЭМ являются 1,8-цинеол, камфен, камфора, аромадендрен и лимонен, содержание которых составляло 33.8, 12.3, 6.8, 5.2 и 4.9% соответственно. Надземная часть *S. sarawschanica* может служить богатым источником 1,8-цинеола.

Из различных фракций метанольного экстракта надземной части *S. sarawschanica* выделили четыре индивидуальных фенольных соединения и два фитостерина, которые на основании изучения спектров ^{1}H, ^{13}C ЯМР, HSQC и HMBC идентифицировали с акацетином, лютеолином, цинарозидом, лютеолин-3'-O-β-D-глюкуронидом, β-ситостеролом и стигмастеролом.

Антибактериальное и противогрибковое действие эфирного масла, бензинового и этилацетатного экстрактов надземной части *S. sarawschanica* исследовали методом диск-диффузии в агаре. Результаты тестов показали, что ЭМ из надземных частей растения *S. sarawschanica* проявляет заметный антибактериальный эффект в отношении грамположительного штамма бактерий *B. subtilis.*

Ключевые слова: Salvia sarawschanica Regel et Schmalh, эфирное масло, ГХ-МС анализ, флавоноиды, стерины, антимикробная активность.

Для цитирования: Жураев М.У., Сиддиков Д.Р., Сасмаков С.А., Ботиров Э.Х. Компоненты надземной части *Salvia sarawschanica* // Химия растительного сырья. 2026. №3. С. 202–209. https://doi.org/10.14258/jcprm.20260316891.

Введение

Salvia (шалфей) является одним из крупнейших родов семейства *Lamiaceae* (яснотковые) и представлен более чем 1000 видами, широко распространенными в различных регионах мира [1]. На территории Узбекистана произрастают 25 видов растений данного рода [2, 3]. Многие виды шалфея известны своими ярко окрашенными цветами и некоторые из них используются для создания фитопрепаратов, а также в народной и традиционной медицине различных стран [4–8]. Виды шалфея давно известны своим широким спектром применения в народной медицине для снятия боли, защиты от окислительного стресса, повреждения свободными радикалами, ангиогенеза, воспаления, а также бактериальной и вирусной инфекции [5–9]. Шалфей выращивают из-за его ароматических свойств и обилия вторичных метаболитов, которые используются для производства пищевых добавок и эфирных масел, фармацевтических препаратов, красителей, косметики и биоцидов [6, 9, 10]. Некоторые виды шалфея (*S. sclarea, S. officinalis* и *S. fruticosa*) и их препараты включены в Европейскую фармакопею [9]. Виды шалфея также известны широким спектром лекарственных применений в народной медицине. Корни *S. miltiorrhiza* используются в традиционной китайской медицине для лечения заболеваний, связанных с кровообращением [5, 7, 8]. *S. sclarea* используется как средство для облегчения ночной потливости, связанной с менопаузой или туберкулезом, а также используется в парфюмерии в качестве ароматизатора [7]. С фитохимической точки зрения *Salvia* имеет сложный химический состав, основными соединениями которого являются терпеноиды и полифенолы. Обширные исследования химических компонентов растений данного рода выявили наличие сесквитерпеноидов, дитерпеноидов, сестертерпеноидов, тритерпеноидов, стероидов, флавоноидов, фенилпропаноидов, фенолкарбоновых

* Автор, с которым следует вести переписку.

кислот и других классов природных соединений [4–8, 11–16]. Вещества, выделенные из представителей рода *Salvia*, характеризуются значительной цитотоксической, противовоспалительной, антимикробной, антивирусной, антиплазмодиальной, антитромбоцитарно-агрегационной, ростингибирующей и репеллентной активностью [6–8, 11–13].

Salvia sarawschanica Regel et Schmalh произрастает в сухих руслах, скалах, каменистых, щебнистых и мелкоземистых склонах нижней и средней пояс гор Памира и Памиро-Алая в Средней Азии и Казахстане [2, 3, 11]. Настой используют в народной медицине Таджикистана при заболеваниях сердца, экстракт обладает антипортозойными и фунгистатическими свойствами. В надземной части растения обнаружены флавоноиды (гликозиды апигенина, лютеолина и хризоэриола), дубильные вещества, сапонины, алкалоиды, кумарины, хиноны [11, 16, 17].

С целью поиска биологически активных соединений из местного растительного сырья мы изучали компонентный состав ЭМ и метанольного экстракта надземной части *S. sarawschanica.*

Экспериментальная часть

Растительное сырье. Использованная в настоящей работе надземная часть *S. sarawschanica* заготовлена в период цветения (июль, 2024 г.) на территории Навоийской области. Вид идентифицировал канд. биол. наук О.М. Нигматуллаев в лаборатории биологии лекарственных и технических растений Института химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз.

Общие экспериментальные условия. Для колоночной хроматографии (КХ) применяли силикагель марки КСК (100/200 мкм, «Tianjin Sinomed Pharmaceutical», Китай). Для разделения отдельных элюатов использовали сефадекс марки LH-20 («GE Healthcare Bio-Sciences AB», Швеция). Для тонкослойной хроматографии использовали пластинки «Fluka» (Sigma-Aldrich, Германия). Пластинки просматривали в ультрафиолете в хроматографическом облучателе УФС-254/365 при 254 и 365 нм.

УФ-спектры снимали на спектрофотометрах EPS-3T “Hitachi”, Specord UV-Vis и СФ-26 в этаноле. Спектры ЯМР ^{1}H и ^{13}C снимали на спектрометре JNM-ECZ600R (Jeol, Япония) при рабочей частоте 600 и 150 МГц. Внутренний стандарт – ТМС.

Температуры плавления выделенных соединений определяли на приборе Electrothermal “MEL-TEMP®” (Equipment, USA).

ГХ-МС анализ. Качественный и количественный состав эфирного масла определяли на хромато-масс-спектрометре Agilent 5975C Inert MSD/7890A GC. Разделяли компоненты смеси на кварцевой капиллярной колонке Agilent HP-INNOWax (30 м × 250 мкм × 0.25 мкм) в температурном режиме: 60 °C (2 мин) – 4 °C/мин до 220 °C (10 мин) – 1 °C/мин до 240 °C (10 мин). Объем вносимой пробы составлял 1.0 мкм, скорость потока подвижной фазы (H_2) – 1.1 мл/мин. EI-MS спектры получили в диапазоне *m*/*z* 10–550 а.е.м. Компоненты идентифицировали на основании сравнения характеристик масс-спектров с данными электронных библиотек (Wiley Registry of Mass Spectral Data-9th Ed. NIST Mass Spectral Library, 2017) и сравнения индексов удерживания (ИУ) соединений, определенного по отношению к времени удерживания смеси *н*-алканов (C_9-C_{39}), а также сравнения их масс-спектральной фрагментации с таковыми описанными в литературе [18, 19].

Выделение эфирного масла. Выделение ЭМ из измельченной воздушно-сухой надземной части *S. sarawschanica* (300 г) осуществляли методом гидродистилляции при атмосферном давлении в течение 2.5 ч. Полученный дистиллят экстрагировали дихлорметаном, вытяжку эфирного масла сушили безводным сульфатом натрия. ЭМ до использования хранили в холодильнике.

Выделение компонентов надземной части. С целью выделения компонентов измельченную воздушно-сухую надземную часть *S. sarawschanica*, заготовленную в период цветения (9.4 кг), экстрагировали при комнатной температуре шестикратно метанолом. Объединенный экстракт упаривали в вакууме досуха (выход 10.6% по отношению к массе сырья), остаток растворяли в спирте и смешивали с силикагелем в соотношении 1 : 1 и высушивали при комнатной температуре, затем в сушильном шкафе при температуре 50–55 °C в течение 3 ч. Полученную смесь фракционировали на колонке, промывая последовательно бензином, хлороформом, этилацетатом, смесью растворителей этилацетат-метанол (8 : 2). Отогнав растворители, получили 190.0 г бензиновой, 235.0 г хлороформной, 84.5 г этилацетатной и 215.0 г этилацетат-метанольной фракции.

Хлороформную фракцию (250 г) смешивали с силикагелем (500 г), высушивали и фракционировали на колонке, промывая последовательно бензином и смесью растворителей бензин-этилацетат (9 : 1). Полученную подфракцию в количестве 51.4 г хроматографировали на колонке с сефадексом LH-20 в системе этилацетат-метанол (7 : 3). Из элюатов выделили 20 мг акацетина.

Этилацетатную фракцию хроматографировали на колонке с силикагелем (100 г) и промывая хлороформом, получили 38.25 г подфракции **1**, далее промывая смесью растворителей хлороформ-метанол (9 : 1) – подфракцию **2** в количестве 44.64 г. Подфракцию **1** (38.25 г) подвергали гель-фильтрации на сефадексе LH-20 в метаноле. Из отдельных фракций выделили 3.02 г β-ситостерина и 4.21 г стигмастерина. Подфракцию **2** в количестве 44.64 г также подвергали гель-фильтрации на сефадексе LH-20 в метаноле и из элюатов выделили 2.03 г лютеолина.

Этилацетат-метанольную фракцию (215.2 г) смешивали с силикагелем (250 г), высушивали и хроматографировали на колонке, промывая смесью растворителей этилацетат-метанол (9 : 1). Полученную подфракцию (80.5 г) подвергали гель-фильтрации на сефадексе LH-20 в системе этилацетат-метанол (7 : 3). Из элюатов выделили 120 мг цинарозида и 65 мг лютеолин-3'-O-β-D-глюкуронида.

Определение антибактериальной и противогрибковой активности. Для определения антибактериальной и противогрибковой активности ЭМ использовали модифицированный метод диск-диффузии в агаре [20]. В качестве тест-культур были использованы следующие штаммы микроорганизмов: граммположительные бактерий – *Bacillus subtilis* (RKMUz-5), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923); граммотрицательные бактерий – *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27879), *Escherichia coli* (RKMUz-221) и грибковый штамм *Candida albicans* (RKMUz-247). Штаммы RKMUz были получены из коллекции Института микробиологии АН РУз. Ампициллин, цефтриаксон и флуконазол (Himedia Laboratories Pvt. Limited) были использованы как положительный контроль, а дихлорметан – как отрицательный.

Обсуждение результатов

Методом ГХ-МС в составе ЭМ из воздушно-сухой надземной части *S. sarawschanica* идентифицировали 36 соединения, что составляло соответственно 95.1% от общего количества эфирного масла (табл. 1). В составе ЭМ преобладают окисленные монотерпены (41.5%) и монотерпены (32.7%). Сесквитерпены составляют 10.3% эфирного масла, окисленные сесквитерпены не обнаружены. Главными компонентами эфирного масла являются 1,8-цинеол, камфен, камфора, аромадендрен и лимонен, содержание которых составляло 33.8, 12.3, 6.8, 5.2 и 4.9% соответственно. 1,8-Цинеол используют при респираторных заболеваниях, таких как бронхит или простуда дыхательных путей, при хронических и воспалительных респираторных заболеваниях, астме и сенной лихорадке [21]. Надземная часть *S. sarawschanica* может служить богатым источником 1,8-цинеола.

Из различных фракций метанольного экстракта надземной части *S. sarawschanica* выделили шесть индивидуальных соединений, которые на основании изучения спектров ^{1}H, ^{13}C ЯМР, HSQC и HMBC идентифицировали с акацетином, лютеолином, цинарозидом, лютеолин-3'-O-β-D-глюкуронидом, β-ситостеролом и стигмастеролом.

Акацетин (5,7-дигидрокси-4′-метоксифлавон, 1). УФ-спектр (λ_{max}, EtOH, нм): 270, 329. Спектр ЯМР ^{1}H (600 МГц, C_5D_5N, м.д. δ, J/Гц): 3.79 (3H, с, 4′-OCH_3), 6.64 (1H, д, *J*=2.0, H-6), 6.73 (1H, д, *J*=2.0, H-8), 6.96 (1H, с, H-3), 7.29 (2H, д, *J*=8.8, H-3', 5'), 7.96 (2H, д, *J*=8.8, H-2', 6'). Спектр ЯМР ^{13}C (150 МГц, C_5D_5N, δ, м.д.): 165.31 (C-2), 104.53 (C-3), 183.32 (C-4), 163.23 (C-5), 99.06 (C-6), 166.33 (C-7), 93.34 (C-8), 158.58 (C-9), 106.37 (C-10), 122.62 (C-1'), 129.48 (C-2',6'), 117.40 (C-3',5'), 163.28 (C-4') 56.38 (4`-OCH_3) [22].

Лютеолин (5,7,3′,4′-тетрагидроксифлавон, 2). Т.пл. 227–229 °C, УФ-спектр (λ_{max}, EtOH, нм): 257, 265, 356; Спектр ЯМР ^{1}H (600 МГц, ДМСО-d_6+CCl_4, δ, м.д. J/Гц): 6.11 (1H, д, *J*=2.0, H-6), 6.34 (1H, д, *J*=2.0, H-8), 6.47 (1H, с, H-3), 6.85 (1H, д, *J*=8.3, H-5'), 7.29 (1H, дд, *J*=8.3, 2.1, H-6'), 7.32 (1H, д, 2.1, H-2'), 9.13 (1H, с, 3'-OH), 9.48 (1H, с, 4'-OH), 10.41 (1H, с, 7-OH), 12.81 (1H, с, 5-OH). Спектр ЯМР ^{13}C (150 МГц, ДМСО-d_6+CCl_4, δ, м.д.): 163.66 (C-2), 102.67 (C-3), 181.34 (C-4), 161.61 (C-5), 98.65 (C-6), 163.89 (C-7), 93.43 (C-8), 157.18 (C-9), 103.73 (C-10), 121.59 (C-1'), 113.05 (C-2'), 145.49 (C-3'), 149.33 (C-4'), 115.67 (C-5'), 118.27 (C-6') [23].

Цинарозид (лютеолин-7-O-β-D-глюкопиранозид, 3). Желтые кристаллы с т. пл. 256–259 °C. Спектр ЯМР ^{1}H (600 МГц, DMSO-d_6+*CCl_4*, м.д. δ, J/Гц): 3.22 (1H, м, 4"), 3.30 (1H, м, H-2"), 3.28-3.32 (1H, м, H-3"), 3.41 (1H, ддд, J = 9.7, 5.7, 2.3, H-5"), 3.53 (1H, дд, J = 11.6, 5.6, H-6"a), 3.75 (1H, дд, J = 11.6, 2.3, H-6"b), 4.46

(1H, уш.с., OH), 4.97 (1H, д, J =7.4, H-1"), 5.26 (1H, уш.с., OH), 6.39 (1H, д, J =2.2, H-6), 6.58 (1H, с, H-3), 6.72 (1H, д, J =2.2, H-8), 6.86 (1H, д, J =8.4, H-5′), 7.34 (1H, дд, J =8.4, 2.3, H-6′), 7.36 (1H, д, J =2.3, H-2′), 9.29 (1H, уш.с., OH), 9.60 (1H, уш.с., OH), 12.88 (1H, с, 5-OH). Спектр ЯМР ^{13}C (150 МГц, DMSO-d_6+CCl_4, δ, м.д.): 164.35 (C-2), 102.90 (C-3), 181.60 (C-4), 161.24 (C-5), 99.53 (C-6), 162.88 (C-7), 94.49 (C-8), 156.84 (C-9), 105.38 (C-10), 121.28 (C-1′), 113.19 (C-2′), 145.59 (C-3′), 149.69 (C-4′), 115.76 (C-5′), 118.60 (C-6′), 100.16 (C-1"), 72.88 (C-2"), 73.33 (C-3"), 69.48 (C-4"), 77.02 (C-5"), 60.70 (C-6") [23].

Лютеолин-3'-О-β-D-глюкуронид (4). Спектр ЯМР ^{1}H (600 МГц, DMSO-d_6+CCl_4, м.д. δ, J/Гц): 3.29-3.37 (2H, м, H-3", 4"), 3.33-3.36 (1H, м, H-2"), 3.52-3.55 (1H, м, H-5"), 4,79 (1H, д, J=7.7, H-1"), 6.08 (1H, д, J=2.1, H-6), 6.48 (1H, д, J=2.1, H-8), 6.65 (1H, с, H-3), 6.93 (1H, д, J=8.4, H-5′), 7.54 (1H, дд, J=8.4, 2.2, H-6′), 7.92 (1H, д, J=2.2, H-2′), 12.78 (1H, с, 5-OH). Спектр ЯМР ^{13}C (150 МГц, DMSO-d_6+CCl_4, δ, м.д.): 163.00 (C-2), 102.71 (C-3), 181.42 (C-4), 161.34 (C-5), 98.68 (C-6), 164.20 (C-7), 93.81 (C-8), 157.08 (C-9), 103.49 (C-10), 121.14 (C-1′), 116.96 (C-2′), 145.95 (C-3′), 152.11 (C-4′), 116.46 (C-5′), 122.04 (C-6′), 103.75 (C-1"), 73.03 (C-2"), 75.77 (C-3"), 71.82 (C-4"), 74.15 (C-5"), 172.41 (C-6") [24].

Таблица 1. Компонентный состав эфирного масла *Salvia sarawschanica*

Компоненты	ИУ	ВУ	Содержание, %
1,8-Цинеол	1172	2.833	33.8
Камфен	1189	2.994	12.3
2-Метил-5-изопропенилфуран	1202	3.240	0.1
м-Цимен	1211	3.615	0.6
Фурфурол	1298	7.257	0.7
5-Метилфурфурол	1423	7.943	0.6
Камфора	1441	8.422	6.8
L-Камфен	1510	10.220	6.5
2,5-Дигидро-3-метилфуран	1528	10.718	0.3
п-Мента-3,8-диен	1538	11.003	3.3
2-Изопропилиден-3-метилгекса-3,5-диеналь	1548	11.281	0.6
Аллоаромадендрен	1580	12.154	2.4
α-Пинен	1602	12.762	3.2
Космен	1616	13.124	0.3
Лимонен	1631	13.512	4.9
Этилиденциклопропан	1666	14.424	0.5
3,4-Эпокси-2-метил-1-бутен	1669	14.509	0.3
1,5,8-*п*-Ментатриен	1708	15.544	0.3
Дегидро-*п*-цимен	1765	16.986	0.1
1-Аллил-2-метилбензол	1769	17.090	0.7
Аромадендрен	1847	20.175	5.2
Изолонгифолен	2045	23.707	0.3
Эвгенол	2065	24.140	1.8
Карвакрол	2114	25.240	0.2
2-Метокси-4-винилфенол	2127	25.525	3.3
β-Селинен	2143	25.867	0.8
(3aR,7aR) -7a-Метил-2,3,3a,4,6,7-гексагидро-1H- инден-5-он	2189	26.864	0.9
γ-Неокловен	2200	27.109	0.5
α-Лонгипинен	2207	27.271	0.5
Геранил-*п*-цимен	2221	27.556	0.3
4,4-Диметил-3-(3-метилбут-3-енилиден)-2-метилиденбицикло[4.1.0]гептан	2282	28.843	0.6
2,3-Дигидробензофуран	2294	29.095	0.1
1-Децен	2403	31.327	0.8
Бензилметиловый эфир	2560	34.296	0.3
(1E,3Z,6E,10Z,14S)-3,7,11-триметил-14-пропан-2-илциклотетрадека-1,3,6,10-тетраен	2570	34.484	0.4
Z-3-Тетрадецен	2826	39.161	0.8
Монотерпены			32.7
Окисленные монотерпены			41.5
Сесквитерпены			10.3
Другие			10.6
Всего			95.1

β-Ситостерол (5). Кристаллическое вещество с т.пл 135–138 °C. На основании изучения спектров ^{1}H, ^{13}C ЯМР, HSQC, HMBC и сравнением с подлинным образцом соединение 2 идентифицировали с β-ситостерином [23].

Стигмастерол (6). Кристаллическое вещество с т. пл. 159–161 °C. Спектральные данные соответствуют опубликованным параметрам [25].

In vitro скрининг на антибактериальную и противогрибковую активность образцов из *Salvia sarawschanica* проводили методом диск-диффузии в агаре [20]. В качестве тест-культур использовали следующие штаммы бактерий: *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Bacillus subtilis* (RKMUz-5), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27879), *Escherichia coli* (RKMUz-221) и грибковый штамм *Candida albicans* (RKMUz-247). Препараты ампициллин/сульбактам, гентамицин и флуконазол (Himedia) были использованы как положительный, а растворители для экстракции – как отрицательный контроль.

Результаты тестов показали, что среди исследованных образцов только эфирное масло из надземных частей растения *S. sarawschanica* проявляет заметный антибактериальный эффект в отношении грамположительного штамма бактерий *B. subtilis* (10.04±0.10 мм) (табл. 2).

Таблица 2. Антибактериальная и противогрибковая активность образцов из надземной части *S. sarawschanica*

Образцы из надземной части *S. sarawschanica*	Диаметр зоны ингибирования (мм, ±SD, P≤0.05)				
	Bacillus subtilis	*Staphylococcus aureus*	*Pseudomonas aeruginosa*	*Escherichia coli*	*Candida albicans*
Эфирное масло	10.04±0.10	7.04±0.10	На	6.08±0.12	На
Бензиновый экстракт	6.04±0.10	7.04±0.10	На	На	На
Этилацетатный экстракт	Нт	На	На	7.08 ± 0.12	На
Ампициллин/Сульбактам (10 μг+10 μг диск)	31.04±0.10	29.04± 0.10	Нт	Нт	Нт
Гентамицин (10 μг/диск)	Нт	Нт	22.04±0.10	27.08±0.12	Нт
Флуконазол (25 μг/диск)	Нт	Нт	Нт	Нт	30.04±0.10

Примечание. Нт – не тестирован, На – не активен.

Выводы

Методом ГХ-МС изучен компонентный состав ЭМ из воздушно-сухой надземной части *S. sarawschanica.* В составе ЭМ преобладают окисленные монотерпены и монотерпены. Главными компонентами эфирного масла являются 1,8-цинеол, камфен, камфора, аромадендрен и лимонен. Надземная часть *S. sarawschanica* может служить богатым источником 1,8-цинеола.

Из надземной части *S. sarawschanica* выделили четыре флавоноида и два стерина, которые на основании изучения спектральных данных идентифицировали с акацетином, лютеолином, цинарозидом, лютеолин-3'-O-β-D-глюкуронидом, β-ситостерином и стигмастерином.

Антибактериальное и противогрибковое действие экстрактов корней и выделенных веществ исследовали in vitro методом диск-диффузии в агаре. Установлено, что эфирное масло проявляет антибактериальный эффект в отношении грамположительного штамма бактерий *B. subtilis*.

Финансирование
Работа выполнена при поддержке Бюджетной программы фундаментальных научных исследований АН РУз.

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 предоставите соответствующие ссылки на автора(ов), источник и Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Drew B.T., González-Gallegos J.G., Xiang C.L., Kriebel R., Drummond C.P., Walker J.B., Sytsma K.J. *Salvia* united: The greatest good for the greatest number // Taxon. 2017. Vol. 66(1). Pp. 133–145. https://doi.org/10.12705/661.7.

2. Turdiboev O.A., Shormanova A.A., Sheludyakova M.B., Akbarov F., Drew B.T., Celep F. Synopsis of the Central Asian *Salvia* species with identification key // Phytotaxa. 2022. Vol. 543(1). Pp. 1–20. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.543.1.1.
3. Турдибоев О.А., Тургинов О.Т. Таксономический состав рода *Salvia* L. во флоре Узбекистана // Узбекский биологический журнал. 2021. №1. С. 34–38.
4. Sage: The Genus *Salvia* (1st ed.). Ed. S.E. Kintzios. CRC Press, 2000. 318 p. https://doi.org/10.1201/9780203304556.
5. Xu J., Wei K., Zhang G., Lei L., Yang D., Wang W., Han Q., Xia Y., Bi Y., Yang M., Li M. Ethnopharmacology, phytochemistry, and pharmacology of Chinese *Salvia* species: A review // J. Ethnopharmacol. 2018. Vol. 225(28). Pp. 18–30. https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.06.0298.
6. Wu Y.B., Shi Q.W., Dong M., Kiyota H., Gu Y.C., Cong B. Constituents from *Salvia* species and their biological activities // Chem. Rev. 2012. Vol. 112(11). Pp. 5967–6026. https://doi.org/10.1021/cr200058f.
7. Wang J., Xu J., Gong X., Yang M., Zhang Ch., Li M. Biosynthesis, Chemistry, and Pharmacology of Polyphenols from Chinese *Salvia* Species: A Review // Molecules. 2019. Vol. 24(1). Pp. 155–178. https://doi.org/10.3390/molecules24010155.
8. Llurba-Montesino N., Schmidt T.J. *Salvia* Species as Sources of Natural Products with Antiprotozoal Activity // Int. J. Mol. Sci. 2018. Vol. 19(1). Pp. 264–296. https://doi.org/10.3390/ijms19010264.
9. Dougué Kentsop R.A., Devi P., Copetta A., Ruffoni B., Parisi V., Bisio A., Iobbi V. *Salvia* Species: Biotechnological Strategies Applied to In Vitro Cultures for the Controlled Production of Bioactive Diterpenoids // Agronomy. 2024. Vol. 14(4). Pp. 835–858. https://doi.org/10.3390/agronomy14040835.
10. Lubbe A., Verpoorte R. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials // Ind. Crop. Prod. 2011. Vol. 34(1). Pp. 785–801. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.01.019.
11. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Hippuridaceae-Lobeliacae. Санкт-Петербург, 1991. С. 78.
12. Bisio A., Pedrelli F., Ambola D.M., Labanca F., Schito A.M., Govaerts R., Tommasi D.N., Milella L. Quinone diterpenes from *Salvia* species: Chemistry, botany, and biological activity // Phytochem. Rev. 2019. Vol. 18. Pp. 665–842. https://doi.org/10.1007/s11101-019-09633-z.
13. Ghoran S.H., Taktaz F., Mozafari A.A., Tuncturk M., Sekeroglu N., Kijjoa A. Uncommon Terpenoids from Salvia Species. Chemistry, Biosynthesis and Biological Activities // Molecules. 2022. Vol. 27(3). Pp. 1128–1150. https://doi.org/10.3390/molecules2703112811.
14. Lu Y.R., Foo L.Y. Polyphenolics of *Salvia* – A review // Phytochemistry. 2002. Vol. 59(2). Pp. 117–140. https://doi.org/10.1016/S0031-9422(01)00415-0.
15. Li B., Zhang Ch., Peng L., Liang Z., Yan X., Zhu Y., Liu Y. Comparison of essential oil composition and phenolic acid content of selected Salvia species measured by GC-MS and HPLC methods // Industrial Crops and Products. 2015. Vol. 69. Pp. 329–334. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.02.047.
16. Gad H.A., Mamadalieva R.Z., Khalil N., Zengin G., Najar B., Khojimatov O.K., Al Musayeib N.M., Ashour M.L., Mamadalieva N.Z. GC-MS Chemical Profiling, Biological Investigation of Three *Salvia* Species Growing in Uzbekistan // Molecules. 2022. Vol. 27(17). Pp. 5365–5380. https://doi.org/10.3390/molecules27175365.
17. Smirnova L.P., Glyzin V.I., Patudin A.V., Bankovskii A.I. Flavonoids of some species of *Salvia* // Chem. Nat. Compd. 1974. Vol. 10(5). Pp. 687–688. https://doi.org/10.1007/BF00567884.
18. Adams R.P. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry, ed. 4.1. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, Illinois, 2017. 804 p.
19. Babushok V.I., Linstrom P.J., Zenkevich I.G. Retention Indices for Frequently Reported Compounds of Plant Essential Oils // J. Phys. Chem. Ref. Data. 2011. Vol. 40(4). Pp. 1–47. https://doi.org/10.1063/1.3653552.
20. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. CLSI document M100. 28th Edition. Wayne, PA, USA, 2018.
21. Cai Z.M., Peng J.Q., Chen Y., Tao L., Zhang Y.Y., Fu L.Y., Long Q.D., Shen X.C. 1,8-Cineole: a review of source, biological activities, and application // Asian Nat. Prod. Res. 2021. Vol. 23(10). Pp. 938–954. https://doi.org/10.1080/10286020.2020.1839432.
22. Zhang Y.K., Wang T.T., Huo X.M., Xue Z., Zhang H.Y., Zeng Y.R., Tan Ch. J. Chemical Constituents of *Clerodendrum japonicum* // Chem. Nat. Compd. 2023. Vol. 59(4). Pp. 771–772. https://doi.org/10.1007/s10600-023-04107-3.
23. Muradov M.T., Khurramov A.R., Bobakulov Kh.M., Karimov A.M., Botirov E.Kh. Constituents from the Aerial Part of Scutellaria oxystegia // Chem. Nat. Compd. 2023. Vol. 59(5). Pp. 939–940. https://doi.org/10.1007/s10600-023-04156-8.
24. Lu Y., Yeap Foo L. Flavonoid and phenolic glycosides from *Salvia oficinalis* // Phytochemistry. 2000. Vol. 55(3). Pp. 263–267. https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00309-5.
25. Muradov M.T., Khurramov A.R., Karimov A.M., Mutalliev L.Z., Tozhiboev A.G., Turgunov K.K., Bobakulov Kh.M., Botirov E.Kh. Iridoids and phytostrols from *Phlomoides kaufmanniana* // Chem. Nat. Compd. 2023. Vol. 59(2). Pp. 391–393. https://doi.org/10.1007/s10600-023-04003-w.

Поступила в редакцию 8 февраля 2025 г.

После переработки 13 марта 2025 г.

Принята к публикации 21 мая 2026 г.

Zhuraev M.U., Siddikov D.R., Sasmakov S.A., Botirov E.Kh.[*] COMPONENTS OF THE AERIAL PART OF *SALVIA SARAWSCHANICA*

Institute of Plant Chemistry named after academician S.Yu. Yunusov, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, st. Mirzo Ulugbeka, 77, Tashkent, 100170, Uzbekistan, botirov-nepi@mail.ru

The component composition of the essential oil (EO) obtained by hydrodistillation from the air-dried aboveground part of *Salvia sarawschanica* Regel et Schmalh collected during the flowering period in the Navoi region of the Republic of Uzbekistan was studied. Using GC-MS, 36 compounds were identified in the essential oil from the air-dried aboveground part, which accounted for 95.1% of the total oil. Oxidized monoterpenes (41.5%) and monoterpenes (32.7%) predominate in the composition of EO. Sesquiterpenes account for 10.3% of EO, oxidized sesquiterpenes were not detected. The main components of EO are 1,8-cineole, camphene, camphor, aromadendrene and limonene, the content of which was 33.8, 12.3, 6.8, 5.2 and 4.9%, respectively. The aerial part of S. sarawschanica can serve as a rich source of 1,8-cineole.

Four individual phenolic compounds and two phytosterols were isolated from various fractions of the methanolic extract of the aerial parts of *S. sarawschanica*; based on an analysis of ^{1}H and ^{13}C NMR, HSQC, and HMBC spectra, they were identified as acacetin, luteolin, cynaroside, luteolin-3'-O-β-D-glucuronide, β-sitosterol, and stigmasterol.

The antibacterial and antifungal activity of essential oil extracts, benzene and ethyl acetate extracts of the aerial part of *S. sarawschanica* was studied by the disk diffusion method in agar. The test results showed that the EO oil from the aboveground parts of the plant *S. sarawschanica* exhibits a noticeable antibacterial effect against the gram-positive strain of bacteria *B. subtilis*.

Keywords: Salvia sarawschanica Regel et Schmalh, essential oil, GC-MS analysis, flavonoids, sterols, antimicrobial activity.

For citing: Zhuraev M.U., Siddikov D.R., Sasmakov S.A., Botirov E.Kh. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2026, no. 3, pp. 202–209. (in Russ.). https://doi.org/10.14258/jcprm.20260316891.

References

1. Drew B.T., González-Gallegos J.G., Xiang C.L., Kriebel R., Drummond C.P., Walker J.B., Sytsma K.J. *Taxon*, 2017, vol. 66(1), pp. 133–145. https://doi.org/10.12705/661.7.
2. Turdiboev O.A., Shormanova A.A., Sheludyakova M.B., Akbarov F., Drew B.T., Celep F. *Phytotaxa*, 2022, vol. 543(1), pp. 1–20. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.543.1.1.
3. Turdiboyev O.A., Turginov O.T. *Uzbekskiy biologicheskiy zhurnal*, 2021, no. 1, pp. 34–38. (in Russ.).
4. *Sage: The Genus Salvia (1st ed.)*, ed. S.E. Kintzios. CRC Press, 2000, 318 p. https://doi.org/10.1201/9780203304556.
5. Xu J., Wei K., Zhang G., Lei L., Yang D., Wang W., Han Q., Xia Y., Bi Y., Yang M., Li M. *J. Ethnopharmacol*., 2018, vol. 225(28), pp. 18–30. https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.06.0298.
6. Wu Y.B., Shi Q.W., Dong M., Kiyota H., Gu Y.C., Cong B. *Chem. Rev.,* 2012, vol. 112(11), pp. 5967–6026. https://doi.org/10.1021/cr200058f.
7. Wang J., Xu J., Gong X., Yang M., Zhang Ch., Li M. *Molecules,* 2019, vol. 24(1), pp. 155–178. https://doi.org/10.3390/molecules24010155.
8. Llurba-Montesino N., Schmidt T.J. *Int. J. Mol. Sci*., 2018, vol. 19(1), pp. 264–296. https://doi.org/10.3390/ijms19010264.
9. Dougué Kentsop R.A., Devi P., Copetta A., Ruffoni B., Parisi V., Bisio A., Iobbi V. *Agronomy,* 2024, vol. 14(4), pp. 835–858. https://doi.org/10.3390/agronomy14040835.
10. Lubbe A., Verpoorte R. *Ind. Crop. Prod.,* 2011, vol. 34(1), pp. 785–801. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.01.019.
11. *Rastitel'nyye resursy SSSR. Tsvetkovyye rasteniya, ikh khimicheskiy sostav, ispol'zovaniye. Semeystva Hippuridaceae-Lobeliacae*. [Plant Resources of the USSR. Flowering Plants: Chemical Composition and Uses. Families Hippuridaceae–Lobeliaceae]. St. Petersburg, 1991, p. 78. (in Russ.).
12. Bisio A., Pedrelli F., Ambola D.M., Labanca F., Schito A.M., Govaerts R., Tommasi D.N., Milella L. *Phytochem. Rev*., 2019, vol. 18, pp. 665–842. https://doi.org/10.1007/s11101-019-09633-z.
13. Ghoran S.H., Taktaz F., Mozafari A.A., Tuncturk M., Sekeroglu N., Kijjoa A. *Molecules*, 2022, vol. 27(3), pp. 1128–1150. https://doi.org/10.3390/molecules2703112811.
14. Lu Y.R., Foo L.Y. P*hytochemistry*, 2002, vol. 59(2), pp. 117–140. https://doi.org/10.1016/S0031-9422(01)00415-0.
15. Li B., Zhang Ch., Peng L., Liang Z., Yan X., Zhu Y., Liu Y. *Industrial Crops and Products*, 2015, vol. 69, pp. 329–334. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.02.047.
16. Gad H.A., Mamadalieva R.Z., Khalil N., Zengin G., Najar B., Khojimatov O.K., Al Musayeib N.M., Ashour M.L., Mamadalieva N.Z. *Molecules*, 2022, vol. 27(17), pp. 5365–5380. https://doi.org/10.3390/molecules27175365.
17. Smirnova L.P., Glyzin V.I., Patudin A.V., Bankovskii A.I. *Chem. Nat. Compd*., 1974, vol. 10(5), pp. 687–688. https://doi.org/10.1007/BF00567884.
18. Adams R.P. *Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry, ed. 4.1*. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, Illinois, 2017, 804 p.
19. Babushok V.I., Linstrom P.J., Zenkevich I.G. *J. Phys. Chem. Ref. Data*., 2011, vol. 40(4), pp. 1–47. https://doi.org/10.1063/1.3653552.
20. *Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. CLSI document M100. 28th Edition*. Wayne, PA, USA, 2018.

[*] Corresponding author.

21. Cai Z.M., Peng J.Q., Chen Y., Tao L., Zhang Y.Y., Fu L.Y., Long Q.D., Shen X.C. *Asian Nat. Prod. Res.,* 2021, vol. 23(10), pp. 938–954. https://doi.org/10.1080/10286020.2020.1839432.
22. Zhang Y.K., Wang T.T., Huo X.M., Xue Z., Zhang H.Y., Zeng Y.R., Tan Ch. J. *Chem. Nat. Compd*., 2023, vol. 59(4), pp. 771–772. https://doi.org/10.1007/s10600-023-04107-3.
23. Muradov M.T., Khurramov A.R., Bobakulov Kh.M., Karimov A.M., Botirov E.Kh. *Chem. Nat. Compd*., 2023, vol. 59(5), pp. 939–940. https://doi.org/10.1007/s10600-023-04156-8.
24. Lu Y., Yeap Foo L. Flavonoid and phenolic glycosides from *Salvia oficinalis* // Phytochemistry. 2000, vol. 55(3), pp. 263–267. https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00309-5.
25. Muradov M.T., Khurramov A.R., Karimov A.M., Mutalliev L.Z., Tozhiboev A.G., Turgunov K.K., Bobakulov Kh.M., Botirov E.Kh. Iridoids and phytostrols from *Phlomoides kaufmanniana* // Chem. Nat. Compd. 2023, vol. 59(2), pp. 391–393. https://doi.org/10.1007/s10600-023-04003-w.

Received February 8, 2025

Revised March 13, 2025

Accepted May 21, 2026

Сведения об авторах

Жураев Мухаммаджон Уктам угли – базовый докторант лаборатории химии терпеноидов и фенольных соединений, muhammadjon_jurayev@mail.ru

Сиддиков Дониёр Рахимович – доктор философии (PhD) по химическим наукам, старший научный сотрудник лаборатории химии терпеноидов и фенольных соединений, drsiddiqov@mail.ru

Сасмаков Собирджан Анарматович – доктор биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики, sasmakov@web.de

Ботиров Эркин Хожиакбарович – доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией химии терпеноидов и фенольных соединений, botirov-nepi@mail.ru

Information about authors

Zhuraev Muhammadjon Uktam ugli – Doctoral candidate, Laboratory of the Chemistry of Terpenoids and Phenolic Compounds, muhammadjon_jurayev@mail.ru

Siddikov Doniyor Rakhimovich – PhD in Chemical Sciences, Senior Researcher, Laboratory of the Chemistry of Terpenoids and Phenolic Compounds, drsiddiqov@mail.ru

Sasmakov Sobirjan Anarmatovich – Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Molecular Genetics, sasmakov@web.de

Botirov Erkin Khojiakbarovich – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of the Chemistry of Terpenoids and Phenolic Compounds, botirov-nepi@mail.ru