

УДК 615.322:547.913

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА ЭФИРНЫХ МАСЕЛ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ *MENTHA PIPERITA* L. И КОРНЕЙ *VALERIANA OFFICINALIS*

© *Е.В. Бекбулатова*<sup>1\*</sup>, *М.С. Зокирова*<sup>2</sup>, *Ф.Б. Эшбоев*<sup>3</sup>, *Ш.С. Азимова*<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Наманганский инженерно-технологический институт, ул. Касансайская, 7, Наманган, 160115, Узбекистан, [bekbulatovayekaterina.90@gmail.com](mailto:bekbulatovayekaterina.90@gmail.com)

<sup>2</sup> Ташкентский химико-технологический институт, ул. А. Навои, 32, Ташкент, 100011, Узбекистан

<sup>3</sup> Институт химии растительных веществ им. С.Ю. Юнусова АН РУз, ул. Мирзо Улугбека, 77, Ташкент, 100170, Узбекистан

Исследован компонентный состав эфирных масел (ЭМ), полученных методом гидродистилляции из воздушно-сухой надземной части *Mentha piperita* L. и корневищ *Valeriana officinalis* L., произрастающих в Ташкентской области, Узбекистан. С помощью газовой хроматографии-масс-спектрометрии (ГХ-МС) в ЭМ *Mentha piperita* идентифицировано 54 компонента, составляющих 98.95% от общего объема масла. Главные компоненты ЭМ *Mentha piperita*: ментон (32.98%), ментол (32.96%) и эвкалиптол (6.61%), среди которых преобладают окисленные монотерпены (85.38%). В ЭМ *Valeriana officinalis* было найдено 61 соединение, представляющее 95.50% от общего количества. Основные компоненты ЭМ *Valeriana officinalis*: изовалериановая кислота (38.81%), D,L-Изоборнилацетат (13.78%) и валеренал (5.98%), с преобладанием окисленных монотерпеноидов (55.04%).

Изучена антибактериальная и противогрибковая активность ЭМ с использованием метода агар-диффузии. ЭМ *Valeriana officinalis* показало выраженные антимикробные свойства, особенно против *Bacillus subtilis* и *Staphylococcus aureus*. *Mentha piperita* также продемонстрировала активность, но уступила *Valeriana officinalis*. Оба экстракта не проявили активности против *Escherichia coli* и *Candida albicans*. Также исследованы спиртовые экстракты указанных растений: методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) выявлены флавоноиды и обоснованы оптимальные условия их экстракции.

*Ключевые слова:* *Mentha piperita*, *Valeriana officinalis*, эфирное масло, ГХ-МС анализ, антимикробная активность, фенольные соединения.

**Для цитирования:** Бекбулатова Е.В., Зокирова М.С., Эшбоев Ф.Б., Азимова Ш.С. Химический состав и антимикробные свойства эфирных масел надземной части *Mentha piperita* L. и корней *Valeriana officinalis* // Химия растительного сырья. 2026. №2. С. 337–349. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20260216863>.

### Введение

Эфирные масла и экстракты, получаемые из лекарственных растений, представляют большой интерес для медицины, фармакологии и пищевой промышленности благодаря своим разнообразным биологическим свойствам. В частности, они могут быть использованы в качестве ингредиентов функциональных напитков, обогащая их полезными веществами и улучшая органолептические свойства. При этом для интеграции эфирных масел в водные основы функциональных напитков могут потребоваться специальные технологии, такие как микрокапсулирование или эмульгирование, для обеспечения стабильности и равномерного распределения активных компонентов. Спиртовые экстракты, в свою очередь, могут найти применение в концентрированных формах или как основа для безалкогольных фитонастоев, где этанол удаляется на последующих этапах производства, обеспечивая при этом экстракцию широкого спектра водорастворимых и спирторастворимых биологически активных соединений.

В данной работе исследуется компонентный состав и антимикробная активность эфирных масел, выделенных из мяты перечной (*Mentha piperita* L.) и валерианы лекарственной (*Valeriana officinalis*), произрастающих в Узбекистане, с целью оценки их потенциала для применения в составе функциональных напитков.

\* Автор, с которым следует вести переписку.

Мята перечная (*Mentha piperita L.*) Семейство Яснотковые (Lamiaceae) – многолетнее травянистое культурное растение, достигающее 30–100 см в высоту. Впервые было получено путем гибридизации дикорастущих видов мяты – мяты водной (*Mentha aquatica*) и мяты садовой (*Mentha spicata*) [1, 2]. В надземной части растения содержится до 2% эфирного масла, основной частью которого является ментол и различные терпены.

Препараты из листьев мяты перечной, мятный сок и настойка из эфирного масла используются для лечения расстройств пищеварения, лихорадки, простуды и воспаления горла [3]. Ментол, извлеченный из эфирного масла, применяется при заболеваниях уха, носа, дыхательных путей, а также для снятия зубной боли.

Основными фенольными соединениями водных экстрактов *M. piperita* являются кофейная кислота, розмариновая кислота, эриоцитрин, лютеолин-7-О-глюкозид, галловая кислота, п-кумаровая кислота, хлорогеновая кислота, синаповая кислота, эллаговая кислота, гесперидин и транс-феруловая кислота, из которых 12% относятся к флавоноидам [4–6].

Валериана лекарственная (*Valeriana officinalis*) подсемейство Валериановые (Valerianoideae) семейства Жимолостные (Caprifoliaceae). В Узбекистане валериану выращивают в качестве лекарственного растения. Культивируют несколько видов валерианы, наиболее известными из которых являются *Valeriana officinalis* и *Valeriana jatamansi*. Эти растения издавна используются в народной медицине и обладают разнообразными терапевтическими свойствами.

Валериана оказывает многостороннее действие на организм, обладает антибактериальными, фитонцидными, антифунгальными свойствами. Официальным сырьем валерианы лекарственной являются корневища с корнями [7, 8].

Эфирное масло *Valeriana officinalis*, получаемое преимущественно из корней и корневищ методами гидродистилляции или паровой дистилляции, представляет собой сложную смесь летучих соединений. Основные классы включают монотерпены (например,  $\alpha$ -пинен, камфен,  $\alpha$ -фенхен), монотерпеновые эфиры (например, борнилацетат, миртенилацетат), сесквитерпены (например, валеренал, валерианол, валеранон, аллоаромадендрен, спатуленол) и короткоцепочечные карбоновые кислоты (например, изовалериановая кислота). В следовых количествах могут присутствовать и другие соединения, например, алкалоид актинидин или флаваноны, уносимые с паром. Выход масла обычно колеблется от 0.1 до 2.0% в пересчете на сухую массу, хотя в некоторых источниках сообщается о выходе до 6% для японской валерианы. Разнообразие классов летучих соединений определяет характерный аромат и, вероятно, многогранные фармакологические эффекты эфирного масла. Сама по себе вариабельность выхода масла является значимым фактором для коммерческого производства.

В фармакологии валериану используют в качестве седативного, успокаивающего средства. Препараты валерианы оказывают многостороннее действие на организм: угнетают центральную нервную систему, снимают спазмы гладкой мускулатуры, регулируют деятельность сердца, действуя через центральную нервную систему, усиливают секрецию желудочно-кишечного тракта, желчеотделение.

Цель данного исследования – сравнительный анализ компонентного состава эфирных масел мяты перечной и валерианы лекарственной, оценка их антимикробной активности, а также определение возможности использования экстрактов этих растений в качестве ингредиентов функциональных напитков.

### Экспериментальная часть

Надземная часть мяты перечной (*Mentha piperita L.*) была собрана механизированным способом в фазе цветения в июне 2023 года и высушена естественным путем в тени. Корневища валерианы лекарственной (*Valeriana officinalis*) были собраны в октябре 2023 года, очищены от остатков надземных частей и земли, а затем быстро промыты водой. Слой корневищ толщиной 3–5 см подсушивался при активном вентилировании. Далее подсушенные корневища досушивались в сушилках при температуре не выше 35 °С до достижения ломкости. Сырье было выращено в Кибрайском районе Ташкентской области частным предпринятием «Gerbo Farm».

Влажность сырья определялась с помощью весового влагомера модели Kern DBS 60-3. Содержание золы было установлено в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 24027.2-80 «Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ» [9, 10]. Содержание экстрактивных веществ определяли экстракцией 70 и 60% этанолом для мяты и 75 и 65% этанолом для валерианы.

*Извлечение эфирных масел.* Эфирные масла (ЭМ) из 200 г измельченного сырья получали методом гидродистилляции с использованием аппарата типа Clevenger в течение 6 ч. Эфирные масла выделяли из дистиллятов методом жидкой экстракции дихлорметаном (1 : 5) с последующей отгонкой растворителя на ротационном испарителе при 30 °С. Эфирное масло мяты перечной представляет собой светло-желтую жидкость, эфирное масло валерианы – желтую. Эфирные масла хранили при -4 °С. Данный метод экстракции обеспечивает высокую эффективность выделения эфирных масел, а соблюдение условий хранения гарантирует сохранение их качества до момента применения.

*Анализ с использованием газовой хроматографии-масс-спектрометрии (ГХ-МС).* Качественный и количественный состав эфирных масел определяли с помощью хромато-масс-спектрометра Agilent 5975C inert MSD/7890A GC. Разделение компонентов смеси происходило на кварцевой капиллярной колонке Agilent HP-INNOWax (длиной 30 м, внутренним диаметром 250 мкм и толщиной пленки 0.25 мкм) с температурным режимом: 60 °С (выдержка 2 мин) – 4 °С/мин до 220 °С (выдержка 10 мин) – 1 °С/мин до 240 °С (выдержка 10 мин). Объем вводимой пробы составлял 1.0 мкл, а скорость потока подвижной фазы (водород) – 1.1 мл/мин. Спектры EI-MS регистрировались в диапазоне m/z 10–550 а.е.м. Идентификация компонентов осуществлялась на основании сопоставления характеристик масс-спектров с данными электронных библиотек (Wiley Registry of Mass Spectral Data-9th Ed., NIST Mass Spectral Library, 2011) и сравнения индексов удерживания (ИУ) соединений, определенных относительно времени удерживания n-алканов (C9–C32), а также анализа их масс-спектральной фрагментации, описанной в литературе. Количественное содержание компонентов эфирных масел рассчитывалось на основе площадей хроматографических пиков.

Для оценки антибактериальной и противогрибковой активности эфирных масел (ЭМ) и спиртовых экстрактов из наземной части *Mentha piperita* L. и корневищ *Valeriana officinalis* применялся модифицированный метод диск-диффузии в агаре. В качестве тестовых культур использовались следующие штаммы микроорганизмов: грамположительные бактерии *Bacillus subtilis* (RKMUz – 5) и *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923); грамотрицательные бактерии *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27879) и *Escherichia coli* (RKMUz – 221); а также грибковый штамм *Candida albicans* (RKMUz – 247). Штаммы RKMUz были взяты из коллекции Института микробиологии АН РУз. В качестве положительных контролей использовались ампициллин, цефтриаксон и флуконазол (Himedia Laboratories Pvt. Limited), а дихлорметан использовался в качестве отрицательного контроля.

Эфирные масла наносились на стерильные диски для избегания загрязнения. На каждый диск из стандартных металлизированных дисков с помощью пипетки наносили 20 мкл эфирного масла; такая же доза использовалась и для экстрактов. Количество антибиотиков на диск было следующим: ампициллин – 10 мкг/диск, гентамицин – 10 мкг/диск, флуконазол – 25 мкг/диск. Диски оставляли на несколько минут для того, чтобы масла и экстракты впитались, после чего их помещали на поверхность готовых агаровых пластин с культурой микроорганизмов и инкубировали при соответствующей температуре. Дихлорметан использовался в качестве отрицательного контроля, поскольку он является растворителем, который не должен обладать антибактериальной и противогрибковой активностью. Это позволяло установить, что наблюдаемые эффекты подавления роста микроорганизмов связаны именно с эфирными маслами, а не с их растворением или физическим воздействием на микроорганизмы. Все эксперименты проводились в трех повторностях.

*Методика проведения экстракции.* Для экстракции в качестве экстрагента были использованы растворы этанола с различными концентрациями. Так, для перечной мяты была выбрана концентрация 60, 70, 80%, а для корней валерианы – 75 и 65%. На 10 г сырья используется 150 мл экстрагента. Процесс экстракции проводится при температуре 24 °С. Каждый образец экстрагировался в течение 24 ч. После завершения экстракции экстракты фильтровались через фильтровальную бумагу. Готовые экстракты хранились в холодильнике при температуре -4 °С до начала анализа.

*Оборудование и условия анализа.* Анализ проводился с помощью ВЭЖХ с использованием режима изократического элюирования и диодно-матричного детектора (ДАД). Каждый образец анализировался дважды для обеспечения надежности результатов. В качестве подвижной фазы использовали ацетонитрил и буферный раствор. Спектральные данные исследованы в спектральном диапазоне от 200 до 400 нм. Хроматограф: Agilent Technologies 1260. Подвижная фаза: смесительный раствор ацетонитрила и буферного раствора (30 : 70), что обеспечивает оптимальные условия для разделения полифенолов.

pH установлен на 2.92 для улучшения разрешающей способности и стабильности полифенолов. Длина волны детектора – 254, 320 и 381 нм, что позволяет детектировать широкий спектр полифенольных

соединений. Колонка – Eclipse XDB-C18 (5.0 мкм, 4.6 × 250 мм), обеспечивающая хорошую разделяемость и высокую эффективность.

Полученные хроматограммы анализируются для определения количественного содержания полифенолов (рутин, кемпферол, галловая кислота, изорамнетин) с использованием соответствующих калибровок. Для идентификации фенольных соединений в экстрактах образцы анализировали дважды.

*Химикаты и реагенты.* Химические стандарты, т.е. рутин, апигенин, галловая кислота, робинин, гиперозид, лютеолин и кверцетин, были приобретены у Extrasynthese (Франция).

### **Обсуждение результатов**

Надземная часть мяты перечной *Mentha piperita* L. была собрана механизированным способом в фазе цветения в июне 2023 г. Этот период является оптимальным для сбора, так как именно в это время растение достигает максимального накопления активных соединений и эфирных масел. После сбора мята была высушена в тени естественным образом, что позволяет избежать потери летучих эфирных масел, критически важных для сохранения ее ароматических и лечебных свойств.

В ходе исследования были установлены числовые показатели и характеристики доброкачественности сырья для мяты перечной и валерианы лекарственной. Оценка проводилась по известным фармакопейным методикам, что обеспечивает высокую достоверность и надежность полученных результатов. Параметры контроля качества растительного сырья мяты и валерианы отражены в таблице 1.

С применением газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией (ГХ-МС) был проведен детальный анализ эфирного масла (ЭМ) мяты перечной, в результате которого было идентифицировано 54 различных химических компонента. Эти компоненты составляют 98.95% от общего объема масла, что указывает на высокую степень очистки и концентрации активных веществ в данном растительном экстракте.

Среди всех идентифицированных веществ 39 представляют собой летучие соединения, что делает ЭМ мяты перечной особенно интересным для изучения его ароматизационных и терапевтических свойств. Основным компонентом эфирного масла является ментол, который составляет 32,98% от общего состава.

Другие значимые компоненты включают ментол (32.96%), которые обладают выраженными охлаждающими и анестезирующими свойствами, что делает их важными для использования в медицинских и косметологических продуктах. Эвкалиптол (6.61%), также известный как 1,8-цинеол, в свою очередь, имеет антимикробные и противовоспалительные свойства. Неоизоментол (5.6%) также имеет значение в формировании аромата и потенциального терапевтического воздействия масла. (-)-Ментон, второй по распространенности монотерпеноид в эфирном масле *M. piperita*, является критическим промежуточным продуктом в биосинтезе ментола и обладает мятным ароматом и различными признанными биологическими активностями. (-)-Ментон напрямую синтезируется из (+)-пулегона путем восстановления двойной связи алкена C2–C8, катализируемого с помощью (+)-пулегонредуктазы [11].

Кроме того, в эфирном масле мяты перечной обнаружены и другие менее значительные компоненты, такие как ментен (3.75%), ментофуран (2.98%) и пиперитон (2.33%), которые могут оказывать дополнительные физиологические эффекты и дополнять ароматический профиль продукта.

Анализ состава показал, что в ЭМ мяты перечной преобладают окисленные монотерпены, составляя 85.38% от общего количества компонентов. Эти соединения, полученные в результате окислительных реакций, отличаются высокой биологической активностью. Кроме того, были обнаружены соединения, относящиеся к сесквитерпеновым углеводородам, которые составляют 2.86%, что также подчеркивает разнообразие химических веществ в эфирном масле. Результаты приведены в таблице 2.

ЭМ мяты перечной из Узбекистана обладает рядом особенностей в своем компонентном составе, которые отличают его от масел, полученных из растений, произрастающих в других регионах. В узбекском образце не были обнаружены некоторые терпены, которые присутствуют в эфирных маслах мяты перечной из европейских стран. К таким компонентам относятся  $\alpha$ -туйен,  $\alpha$ -пинен, сабинен,  $\beta$ -пинен, мирцен, изоментон, изоментол и  $\alpha$ -терпинеол [12].

Таблица 1. Параметры контроля качества растительного сырья мяты и валерианы

Параметры	Мята	Валериана
Содержание влаги (%)	8.98	6.84
Зольность (%)	5.77	8.73
Содержание золы, нерастворимой в 10% соляной кислоте (%)	0.29	0.35
Экстрактивные вещества (60% этанол)	28.12	Н/Д
Экстрактивные вещества (70% этанол)	30.38	Н/Д
Экстрактивные вещества (95% этанол)	25.54	Н/Д
Экстрактивные вещества (75% этанол)	Н/Д	27.4
Экстрактивные вещества (65% этанол)	Н/Д	27.8

Таблица 2. Компонентный состав эфирного масла *Mentha piperita L.*

№	Название компонента	RI	RT	%
1	Лимонен, (+/-)	1163	2.758	1.94
2	Эвкалиптол	1168	2.816	6.61
3	3,7-Диметилокта-1,3,7-триен	1196	3.146	0.41
4	γ-Терпинен	1202	3.288	1.00
5	(E)-β-Оцимен	1205	3.379	0.13
6	о-Цимен	1209	3.573	0.11
7	Терпинолен	1215	3.812	0.25
8	2-Метилбутиловый эфир 2-метилбутановой кислоты	1217	3.896	0.12
9	Пентильный эфир 3-метилбутановой кислоты	1224	4.175	0.15
10	(+)-3-Метилциклогексанон	1229	4.414	0.04
11	цис-3-Гексен-1-ол	1253	5.397	0.03
12	3-Октанол	1266	5.966	0.48
13	Ментофуран	1420	7.901	2.98
14	Ментон	1432	8.192	32.98
15	цис-3-Гексенилпентаноат	1436	8.308	0.11
16	1,1,2,3,3,4-Гексахлорбут-1-ен	1441	8.437	0.19
17	Этиловый эфир бензилкарбаминовой кислоты	1461	8.961	0.12
18	3-Карен	1487	9.634	0.43
19	β-Фелландрен	1497	9.893	0.19
20	Ментен	1507	10.15	3.75
21	4-Метил-1-(1-метилэтил)циклогексен	1518	10.47	0.22
22	Неоизоментол	1534	10.9	5.60
23	Кариофиллен	1545	11.19	1.92
24	транс-Каран	1557	11.53	0.73
25	Пулегон	1569	11.87	1.20
26	Ментол	1584	12.29	32.96
27	(1S,3S,6R)-3,7,7-Триметилбицикло[4.1.0]гептан	1596	12.61	0.16
28	β-Бисаболен	1617	13.15	0.30
29	Камфен	1626	13.4	0.81
30	Пиперитон	1646	13.92	2.33
31	(-)-Бициклогермакрен	1665	14.41	0.09
32	(+)-δ-Кадинен	1692	15.1	0.13
33	(-)-γ-Кадинен	1695	15.19	0.05
34	p-Мента-1(7),8(10)-диен-9-ол	2200	20.39	0.03
35	γ-Гурыонен	2290	22.68	0.32
36	Эвгенол	2339	23.9	0.03
37	Тимол	2369	24.67	0.16
38	1α-Изопропил-4,7-диметил-1,2,4αβ,5,6,8αβ-гексагидронафталин	2417	25.89	0.05
Сесквитерпеновые углеводороды				2.86
Окисленные монотерпены				85.38
Окисленные сесквитерпены				–
Другие				0.69
Всего				98.95

Содержание ментола и ментона, являющихся ключевыми компонентами эфирного масла мяты перечной, также отличается. Например, содержание ментона в образцах из Узбекистана (32.98%) ниже, чем в образцах из Эстонии (37.9%), Франции (39.5%), Венгрии (11.2%), Бельгии (45.6%), России (38.2%) и Украины (38.8%), но выше, чем в образцах из Греции (24.8%). Содержание ментола в образцах из Узбекистана (32.96%)

сопоставимо с образцами из Эстонии (31.6%), Франции (35.8%) и Венгрии (31.3%), но ниже, чем в образцах из Греции (39.5%), и выше, чем в образцах из Бельгии (17.6%), России (1.5%) и Украины (24.4%) [13–15].

В узбекском образце присутствуют компоненты, не обнаруженные в некоторых других образцах, такие как камфен (0.33%),  $\alpha$ -терпинен (1.00%), кариофиллен (1.92%) и пиперитон (2.33%). Эти различия в химическом составе могут быть обусловлены рядом факторов, включая генетические особенности растений, климатические и почвенные условия произрастания, а также методы культивирования и сбора сырья.

ЭМ, состоящие из летучих соединений, обладают различными биологическими характеристиками, такими как антиоксидантные, антибактериальные и противораковые свойства [16]. ЭМ мяты может способствовать снижению уровня стресса и тревожности, а также улучшению качества сна [17–19]. Это связано с тем, что ментол и другие компоненты масла оказывают действие на центральную нервную систему, помогая расслабить ум и тело [20].

Кроме того, мята перечная, благодаря своим ноотропным свойствам, может улучшить когнитивные функции, такие как память и концентрация. Исследования показывают, что ароматы, содержащие ментол, могут активировать область мозга, связанную с вниманием и аналитическим мышлением [21, 22]. Результаты исследования состава эфирного масла мяты перечной подчеркивают его потенциал как источника активных ингредиентов с многоаспектным терапевтическим воздействием. ЭМ мяты перечной может служить не только средством для повышения общего состояния здоровья, но и формой поддержки нервной системы и когнитивных функций, открывая новые горизонты для его применения в различных областях медицины, психологии и фитотерапии.

Корневища валерианы лекарственной (*Valeriana officinalis*) были собраны в октябре 2023 года. Осенний сбор способствует достижению максимальной концентрации активных соединений, которые накапливаются в корнях в этот период. После сбора корневища очищались от остатков надземных частей и загрязнений, а затем быстро промывались водой. Для подготовки корневищ к сушке их укладывали слоем толщиной 3–5 см, обеспечивая активное вентилирование. Обработка завершалась сушкой в специализированных сушилках при температуре не выше 35 °С до достижения ломкости. Такой подход позволяет предотвратить разрушение термочувствительных компонентов и сохраняет полезные свойства сырья.

В эфирном масле, полученном из корневищ *Valeriana officinalis* L., произрастающей в Ташкентской области, выявлено 61 соединение, суммарно составляющих 95.50% от общего объема. Среди них ключевыми компонентами являются изовалериановая кислота, которая доминирует и составляет 38.81%, а также D,L-Изоборнилацетат (13.78%), валеренал (5.98%), валериановая кислота (4.01%), (+)-миртенилацетат (2.96%), 3-метилпентановая кислота (2.78%), (-)-аромадендрен (2.53%), 1,9-аристолоден (2.36%) и  $\delta$ -элемен (1.48%). В целом, в эфирном масле преобладают окисленные монотерпеноиды, составляющие около 55%, а сесквитерпеновые углеводороды – примерно 18.63%. Эти данные отражены в таблице 3.

Таблица 3. Компонентный состав эфирного масла валерианы лекарственной (*Valeriana officinalis*)

№	Название компонента	RI	RT	%
1	2	3	4	5
1	$\beta$ -Фелландрен	1169	2.829	0.75
2	$\gamma$ -Терпинен	1208	3.282	0.37
3	m-Цимен	1209	3.567	0.33
4	Фурфурол	1291	6.995	0.45
5	$\delta$ -Элемен	1433	8.237	1.48
6	(+)-Циклоизосативен	1441	8.425	0.27
7	(-)- $\alpha$ -Гурыонен	1472	9.253	0.56
8	(+)-Селин-4,7(11)-диен	1481	9.473	0.06
9	Валериановая кислота, триметилсилиловый эфир	1484	9.544	0.53
10	1,2,4-Триэтилбензол	1491	9.738	0.48
11	D,L-изоборнилацетат	1517	10.423	13.78
12	Борнилацетат, (-)-	1518	10.456	0.47
13	Метилловый эфир карвакрола	1525	10.643	0.13
14	2-Изопропил-5-метил-1-метоксибензол	1535	10.928	0.24
15	Кариофиллен	1538	11.019	1.41

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5
16	Валериановая кислота	1567	11.801	4.01
17	Изовалериановая кислота	1568	11.827	38.81
18	(-)-Аромадендрен	1582	12.228	2.53
19	Гумулен	1601	12.746	0.30
20	(+)-Миртенилацетат	1608	12.914	2.96
21	Борнеол	1615	13.095	0.86
22	(R)-(+)-Лимонен	1621	13.27	0.36
23	Камфен	1625	13.373	0.43
24	Гермакрен D	1643	13.845	0.89
25	Кубенен	1650	14.02	0.25
26	Бициклогермакрен	1664	14.369	1.35
27	(Z)- $\alpha$ -Бисаболен	1668	14.486	0.19
28	$\delta$ -Кадинен	1688	15.01	0.34
29	3-Метилпентановая кислота	1699	15.294	2.78
30	$\alpha$ -Бисаболен	1713	15.65	0.11
31	Гермакрен B	1751	16.607	0.53
32	2,5-Диметокси-п-цимен	1785	17.468	0.29
33	$\beta$ -Ионон	1828	19.188	0.55
34	3,7,11,11-Тетраметил-7-гидроксибицикло[5.4.0]ундец-3-ен	1843	19.906	1.07
35	(+)-Аромадендрен	1847	20.081	0.24
36	$\alpha$ -Элемен	1852	20.34	0.23
37	$\delta$ -Селинен	1858	20.624	0.12
38	Неоаллооцимен	1875	21.433	0.26
39	Трицикло[5.3.0.0(2,8)]декан-4-он	1892	22.248	0.19
40	$\gamma$ -Гурьюнен	1897	22.474	0.21
41	(+)-Леден	1899	22.597	0.10
42	$\alpha$ -Селинен	2001	22.656	0.18
43	$\beta$ -Селинен	2016	22.985	0.10
44	Валеранон	2019	23.07	0.30
45	Изолонгифолен, 4,5-дегидро-	2040	23.522	1.48
46	Эвгенол	2055	23.865	0.32
47	$\beta$ -Гуайен	2063	24.053	0.10
48	[(2,2,3-Триметилциклопентилиден)метил]бензол	2066	24.111	0.11
49	(-)-Лепидозен	2075	24.312	0.24
50	$\beta$ -Маалиен	2083	24.486	0.10
51	$\gamma$ -Мууролен	2086	24.564	0.12
52	8,8-Диметил-4-метилен-1-оксапиро[2.5]окт-5-ен	2105	24.971	0.22
53	Валеренал	2113	25.165	5.98
54	Эремофилен	2122	25.359	0.32
55	$\gamma$ -Маалиен	2137	25.683	0.53
56	4,4-Диметил-3-(3-метилбут-2-ен-1-илиден)-2-метиленбицикло[4.1.0]гептан	2141	25.761	1.15
57	(-)-Аллоаромадендрен	2161	26.194	0.11
58	1,9-Аристоладиен	2167	26.33	2.36
59	Оксид ледена (II)	2201	27.067	0.28
60	1-Дезоксикапсидиол	2278	28.704	0.10
61	(3E,5E,8E)-3,7,11-Триметил-1,3,5,8,10-додекапентаен	2327	29.719	0.13
Сесквитерпеновые углеводороды				18.63
Окисленные монотерпены				–
Окисленные сесквитерпены				55.04
Другие				21.83
Всего				95.5

Борнилацетат часто указывается как один из основных компонентов, однако его содержание сильно варьирует: от 2.9 до 33.7% (12), в эстонских образцах – 8.8–33.7% (12), в болгарских образцах подвида *collina* – 6.0–7.3% (13), 11.6% – в иранском масле, полученном гидродистилляцией (14), 48.2% – в другом иранском образце (15) и 1.6–27.1% – как маркерное соединение в 16 образцах (16). Борнилацетат является ключевым маркером для многих хемотипов *V. officinalis* и вносит значительный вклад в аромат и потенциальную биоактивность масла. Его широкая вариабельность подчеркивает гетерогенность масла валерианы.

Концентрация валеренала в узбекском образце составляет около 5.98%, что также варьирует в международных исследованиях и достигает значений в диапазонах от следовых количеств (tr) до 15.6% (13), tr – 14.7% в эстонских образцах (15), 9.1–8.5% – в болгарских образцах подвида *collina* (13), 11.27% – в иранском масле при хеометрическом исследовании и 0–14.7% – в других исследованиях (16). Валереналь часто связывают с характерными седативными свойствами валерианы.

Что касается валерианола – сесквитерпенового спирта, то его содержание в эфирных маслах занимает диапазон от 0.2 до 18.2% [23], 0.3–16.7% – в эстонских образцах [24] и 12.55% – в иранском масле при хеометрическом исследовании. В анализируемом узбекском образце его наличие не воспринималось как основной компонент.

Валеранон, сесквитерпеновый кетон, присутствует в диапазоне от 0.5–10.9% [23], 0.5–9.4% – в эстонских образцах [24], 12.0–6.8% – в болгарских образцах подвида *collina* [25], 4.11% – в иранском масле при хеометрическом исследовании и 0.5–17.9% – как маркерное соединение в образцах [26]. В узбекском образце его содержание составляет 0.30%.

Особое значение имеет изовалериановая кислота: в образце из Ташкентской области она представлена в очень высокой концентрации – 38.81%. Она известна своим резким запахом и встречается в диапазоне от 0 до 13.1% [23], 0–2.1% – в эстонских образцах [24] и достигает 18.7–41.8% в иранском экстракте, полученном сверхкритической флюидной экстракцией (SFE-CO<sub>2</sub>) [27]. Хотя она вносит вклад в запах, ее присутствие и концентрация сильно варьируют и зависят от методов экстракции и обработки; иногда ее считают продуктом разложения. Чрезвычайно высокие уровни в экстрактах SFE-CO<sub>2</sub> по сравнению с гидродистиллированными маслами являются заметным отличием.

Обязательно стоит упомянуть и другие важные компоненты. Среди них камфен, который в различных образцах встречается в широком диапазоне от (0–11.1% [23]; 0.6–5.9% – в эстонских образцах [24]; 13.8% – в иранском образце [28]; 0–14.6% [26]),  $\alpha$ -пинен (0–14.0% [23]; 0.4–3.6% – в эстонских образцах [24]; 14.81% – в китайском образце [29]),  $\alpha$ -фенхен (0–28.3% [23]; 0.6–5.8% – в эстонских образцах [24]; 0–10.6% [26]) и спатуленол (0.7–4.1% – в эстонских образцах [24]; 0.3–7.3% [23]; 5.2–4.1% – в болгарских образцах подвида *collina* [25]; 13.33% – в иранском *V. officinalis* [30]). Также отмечаются миртенилацетат (2.0–7.2% [24]), аллоаромадендрен (0.3–7.6% [24]), (Z)-валеренилацетат (4.5–6.5% – в SFE-CO<sub>2</sub> [27]) и пачулол (16.75% – в китайском образце [29]). Эти соединения вносят заметный вклад в химический профиль эфирного масла и его свойства.

Экстракты и эфирные масла валерианы (*Valeriana officinalis*) широко используются в традиционной медицине и фитотерапии для поддержки психофизического здоровья. Валериана обладает успокаивающим эффектом благодаря содержащимся в ней компонентам, таким как валепотриаты и эфирные масла. Эти вещества способны снижать возбудимость нервной системы и помогают справляться с тревогой и стрессом [31, 32]. Валериана может повышать уровень серотонина и усиливать действие ГАМК, что приводит к снижению тревожности и улучшению настроения. ГАМК, как главный ингибиторный нейромедиатор, помогает уменьшить нервное возбуждение [33, 34].

В целом, разнообразие химических соединений, присутствующих в эфирном масле валерианы лекарственной, делает его исследование и практическое использование весьма актуальными. Регулярное исследование этих компонентов будет способствовать более глубокому пониманию их воздействия на здоровье человека и расширению возможностей применения валерианы как в традиционной, так и в альтернативной медицине.

В ходе исследования были изучены антибактериальные и противогрибковые свойства эфирных масел (ЭМ) и спиртовых экстрактов различных растений с применением модифицированного метода агар-диффузии, который позволяет оценить активность экстрактов в отношении различных микроорганизмов (табл. 4).

Результаты показали, что эфирное масло валерианы лекарственной обладает антимикробной активностью. В частности, ЭМ валерианы продемонстрировало заметную ингибирующую активность против бактерий *Bacillus subtilis* (12.25±0.4 мм) и *Pseudomonas aeruginosa* (12.65±0.12 мм). Против *Staphylococcus aureus* была зафиксирована заметная активность (8.5±0.15 мм). Активность экстракта валерианы выражена слабее, особенно против *Bacillus subtilis* и *Staphylococcus aureus*, что может быть связано с более низкой концентрацией антимикробных компонентов по сравнению с ЭМ.

Что касается мяты перечной, то ее результаты также показывают активность, однако по уровню она несколько уступает экстракту валерианы. Для *Bacillus subtilis* было зафиксировано заметное ингибирование в размере 9.45±0.2 мм, а для *Staphylococcus aureus* – 7.5±0.25 мм, что также классифицируется как заметная активность. Экстракт мяты показывает заметные результаты против *Bacillus subtilis* (11 мм), однако

активность против *Staphylococcus aureus* (7 мм) остается на заметном уровне, как и у эфирного масла. Это свидетельствует о том, что хотя мята перечная обладает антимикробной активностью, ее эффективность в сравнении с валерианой ниже.

Необходимо также отметить, что оба ЭМ и экстракты не продемонстрировали активности против *Escherichia coli* и *Candida albicans*. Этот факт может указывать на специфичность их антимикробных свойств, что говорит о том, что мята и валериана могут оказывать влияние на определенные группы микроорганизмов, но неэффективны против других, таких как кишечная палочка и обычные грибковые инфекции.

При сравнении с контрольными антибиотиками, такими как ампициллин/сульбактам и гентамицин, экстракты валерианы и мяты продемонстрировали значительно меньшую эффективность. Тем не менее это не умаляет их потенциального применения в комбинированной терапии и фитотерапии. Использование этих растений в составе комплексного лечения может усилить действие препаратов и снизить риск развития антибиотикорезистентности, что является актуальной проблемой современности.

Таким образом, результаты данного исследования подчеркивают важность дальнейших исследований, направленных на изучение механизмов антимикробного действия эфирных масел и их возможности в разработке новых фитотерапевтических подходов.

Также были исследованы спиртовые экстракты из надземной части мяты перечной (*Mentha piperita*) и корней валерианы (*Valeriana officinalis*) на содержание полифенолов с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) (табл. 5).

В качестве экстрагентов применялись этанольные растворы с различными концентрациями, что позволяет оценить эффективность экстракции и сопоставить содержание различных флавоноидов, включая рутин, кемпферол, галловую кислоту и изорамнетин.

Максимальное содержание рутина было зафиксировано при использовании 70 и 60% этанола, что показывает хорошую экстрактивную способность этих растворов. Снижение содержания полифенолов при 80% концентрации может быть связано с тем, что более высокая концентрация этанола может ухудшать растворимость некоторых соединений или способствовать их разрушению.

Таблица 4. Результаты *in vitro* скрининга на антимикробную активность (тесты на антибактериальную и противогрибковую активность)

№	Образцы	Диаметр зоны ингибирования (mm)				
		Грамположительные бактерии		Грамотрицательные бактерии		Грибы
		<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	
1	<i>Valeriana officinalis</i>	12.25±0.4	8.5±0.15	N/A	12.65±0.12	N/A
2	<i>Mentha p-p</i>	9.45±0.2	7.5±0.25	N/A	8.15±0.2	N/A
	Ampicillin/Sulbactam (10 µg+10 µg disc)	32.4±0.25	31.4±0.25	N/T	N/T	N/T
	Gentamicin (10 µg/disc)	N/T	N/T	26.3±0.15	31.4±0.22	N/T
	Fluconazole (25 µg/disc)	N/T	N/T	N/T	N/T	30.14±0.1
1	Valeriana extract	N/A	N/A	6	8	N/A
2	Mint extract	11	7	N/A	10	N/A
	Ampicillin/Sulbactam (10 µg+10 µg disc)	28	27	–	–	–
	Gentamicin (10 µg/disc)	–	–	20	24	–
	Fluconazole (25 µg/disc)	–	–	–	–	29

\*Нет ингибирования: – (N/A); Не тестирован – (N/T); Слабый: зона ингибирования ≤ 6 mm (weak), Заметный: 8–14 мм (appreciable), Выраженный: 14–20 мм (pronounced), Сильный: ≤ 20 мм (strong).

Таблица 5. Содержание полифенолов в экстракте надземной части *Mentha piperita* и *Valeriana officinalis*

№	Сырье	Экстрагент	Содержание полифенолов, мг/100 мл				
			Рутин	Кемпферол	Галловая кислота	Изорамнетин	Общее содержание
1	<i>Mentha piperita</i>	Этанол 60% /150 мл	88.98	–	48.67	4.51	142.16
2		Этанол 70% /150 мл	90.42	–	39.88	8.18	138.48
3		Этанол 80% /150 мл	79.57	0.63	31.52	1.61	113.33
4	<i>Valeriana officinalis</i>	Этанол 75% /150 мл	5.95	–	98.18	5.21	109.34
5		Этанол 65% /150 мл	–	–	91.25	4.91	96.16

Примечание. Продолжительность экстракции – 24 ч, температура экстракции 24°C, масса образца – 10 г.

Содержание галловой кислоты в экстрактах также продемонстрировало подобную зависимость, где наибольшее значение зарегистрировано при 60% этаноле.

В экстрактах корней валерианы концентрация полифенолов не достигает значений, наблюдаемых в экстрактах мяты перечной, что указывает на потенциально меньшую экстрактивную способность корней валерианы по сравнению с надземной частью мяты.

Высокое содержание галловой кислоты в 75% экстракте подчеркивает важность этого соединения в составе валерианы, возможно, объясняя ее свойства как фитопрепарата.

Концентрация 65% для валерианы также дает высокий выход рутина, что может быть интересным для дальнейших исследований.

### **Выводы**

Методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии (ГХ-МС) проведено изучение компонентного состава ЭМ мяты перечной (*Mentha piperita* L.) и валерианы лекарственной (*Valeriana officinalis* L.). ЭМ мяты перечной содержит 54 компонента, что составляет 98.95% от общего объема масла. Основными компонентами являются ментон (32,98%), ментол (32,96%), эвкалиптол (6,61%), Преобладающая группа: окисленные монотерпены (85.38%).

ЭМ валерианы лекарственной (*Valeriana officinalis*) содержит 61 компонент, что составляет 95.50% от общего объема масла. Основными компонентами являются изовалериановая кислота (38,81%), Д,L-изоборнилацетат (13,78%), валеренал (5,98%). Преобладающая группа – окисленные монотерпеноиды (55.04%). Оба ЭМ содержат высокое количество активных компонентов, обладающих антимикробными и успокаивающими свойствами. ЭМ валерианы демонстрирует более выраженные антимикробные свойства по сравнению с ЭМ мяты.

Исследованы спиртовые экстракты растений, выявлены флавоноиды (рутин, кемпферол, галловая кислота и изорамнетин) и установлены оптимальные условия их экстракции.

Благодаря своим терапевтическим свойствам ЭМ мяты и валерианы могут быть использованы в фитотерапии и производстве функциональных продуктов.

### **Финансирование**

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Наманганского инженерно-технологического института и Института химии растительных веществ имени академика С.Ю. Юнусова. 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 предоставите соответствующие ссылки на автора(ов), источник и Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

### **Список литературы**

1. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. *Mentha arvensis* L. s.l. – Мята полевая // Иллюстрированный определитель растений Средней России. М., 2004. С. 133.
2. Куркин В.А. Фармакогнозия. Самара, 2004.
3. Mahendran G., Rahman L.-U. Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological updates on Peppermint (*Mentha × piperita* L.) – A review // Phytotherapy Research. 2020. Vol. 34, no. 2. 2088.
4. Dorman H.D., Koşar M., Başer K.H.C., Hiltunen R. Phenolic profile and antioxidant evaluation of *Mentha × piperita* L. (peppermint) extracts // Natural Product Communications. 2009. Vol. 4. Pp. 535–542. <https://doi.org/10.1177/1934578X0900400419>.
5. Mahdavia F., Saharkhiz M.J., Karami A. Defensive response of radish seedlings to the oxidative stress arising from phenolic compounds in the extract of peppermint (*Mentha × piperita* L.) // Scientia Horticulturae. 2017. Vol. 214. Pp. 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.11.029>.
6. Tahira R., Naeemullah M., Akbar F., Masood M.S. Major phenolic acids of local and exotic mint germplasm grown in Islamabad // Pakistan J. Bot. 2011. Vol. 43. Pp. 151–154.
7. Кемпинкас В. К вопросу о действии валерианы // Фармакология и токсикология. 1964. №3. С. 305–309.
8. Лекарственные средства, применяемые в медицинской практике СССР / под ред. М.А. Клюева. М., 1989.

9. ОФС 1.5.3.0006.15. Определение содержания экстрактивных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах.
10. ГОСТ 24027.2-80. Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла. М., 1980.
11. Liu C., Gao Q., Shang Z., Liu J., Zhou S., Dang J., Liu L., Lange I., Srividya N., Lange B.M., Wu Q., Lin W. Functional characterization and structural insights into stereoselectivity of pulegone reductase in menthol biosynthesis // *Front. Plant Sci.* 2021. Vol. 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.780970>.
12. Cherman C., Culea M., Cozar O. Comparative analysis of some active principles of herb plants by GC/MS // *Talanta*. 2000. Vol. 53. Pp. 253–262. [https://doi.org/10.1016/S0039-9140\(00\)00458-6](https://doi.org/10.1016/S0039-9140(00)00458-6).
13. Dimandja J.-M.D., Stanfill S.B., Grainger J., Patterson G. Jr. Application of comprehensive two-dimensional gas chromatography (GCxGC) to the qualitative analysis of essential oils // *J. High Resol. Chromatogr.* 2000. Vol. 23. Pp. 208–214.
14. Coleman W.M., Lawrence B.M. Examination of the enantiomeric distribution of certain monoterpene hydrocarbons in selected essential oils by automated solid-phase microextraction-chiral gas chromatography-mass selective detection // *J. Chromatogr.* 2000. Vol. 38(3). Pp. 95–99. <https://doi.org/10.1093/chromsci/38.3.95>.
15. Orava A., Raal A., Arak E. Comparative chemical composition of the essential oil of *Mentha piperita* L. from various geographical sources // *Proc. Estonian Acad. Sci. Chem.* 2004. Vol. 53, no. 4. Pp. 174–181.
16. Diego M.A., Jones N.A., Field T., Hernandez-Reif M., Schanberg S., Kuhn C., Galamaga J., McAdam V., Galamaga R. Aromatherapy positively affects mood, eeg patterns of alertness and math computations // *International journal of neuroscience*. 1998. Pp. 217–224.
17. Matsumoto A., Takeda S. Essential oils and brain function: A review of the neuropsychological effects of essential oils // *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 2011. Vol. 35, no. 5. Pp. 825–839.
18. Ryu S.Y. et al. Effects of peppermint on cognitive functions and quality of life in patients with mild cognitive impairment: A randomized controlled trial // *Journal of Ginseng Research*. 2019. Vol. 43, no. 3. Pp. 389–396.
19. Perry N.S.L., Houghton P.J., Sidebotham J. The bioactivity of essential oils on the central nervous system // *Phytotherapy Research*. 2002. Vol. 16, no. 6. Pp. 461–466.
20. Itai T., Amayasu H., Kuribayashi M., Kawamura N., Okada M., Momose A., Tateyama T., Narumi K., Uematsu W., Kaneko S. Psychological effects of aromatherapy on chronic hemodialysis patients // *Psychiatry Clin. Neurosci.* 2000. Pp. 393–397. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1819.2000.00727.x>.
21. Gholamipourfard K., Salehi M., Banchio E. *Mentha piperita* phytochemicals in agriculture, food industry and medicine: Features and applications // *South African Journal of Botany*. 2021. Vol. 141. Pp. 183.
22. Moss M., Duckett P., Duckett S. Aromas of peppermint and lavender essential oils and their effects on cognitive performance and mood // *International Journal of Neuroscience*. 2010. Vol. 120, no. 4. Pp. 184–194.
23. Raal A., Arak E., Orav A., Kailas T. Variation in the Composition of the Essential Oil of Commercial *Valeriana officinalis* L. Roots from Different Countries // *Journal of Essential Oil Research*. 2008. Vol. 20, no. 6. Pp. 524–529. <https://doi.org/10.1080/10412905.2008.9700079>.
24. Raal A., Orav A., Arak E., Kailas T., Müürisepp M. Variation in the composition of the essential oil of *Valeriana officinalis* L. root from Estonia // *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences Chemistry*. 2007. Vol. 56, no. 2. Pp. 67–74. <https://doi.org/10.3176/chem.2007.2.02>.
25. Bos R., Hendriks H., Pras N., Stojanova A., Georgiev E.V. Essential Oil Composition of *Valeriana officinalis* ssp. *collina* Cultivated in Bulgaria // *Journal of Essential Oil Research*. 2000. Vol. 12, no. 3. Pp. 313–316. <https://doi.org/10.1080/10412905.2000.9699524>.
26. Raal A., Kokitko V., Odyntsova V., Orav A., Koshovy O. Comparative Analysis of the Essential Oil of the Underground Organs of *Valeriana* spp. from Different Countries // *Phyton-International Journal of Experimental Botany*. 2024. Vol. 93, no. 7. Pp. 1365–1382. <https://doi.org/10.32604/phyton.2024.053754>.
27. Safaralie A., Fatemi S., Sefidkon F. Essential oil composition of *Valeriana officinalis* L. roots cultivated in Iran. Comparative analysis between supercritical CO<sub>2</sub> extraction and hydrodistillation // *J. Chromatogr. A*. 2008. Vol. 1180, no. 1-2. Pp. 159–164. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2007.12.011>.
28. Raal A., Orav A., Arak E., Kailas T., Müürisepp M. Comprehensive Analysis of *Valeriana officinalis* L. Essential Oil using GC-MS Coupled with Integrated Chemometric Resolution Techniques // *International Journal of Food Properties*. 2014. Vol. 18, no. 3. Pp. 597–607. <https://doi.org/10.1080/10942912.2013.860167>.
29. Wang J., Zhao J., Liu H., Zhou L., Liu Z., Wang J., Han J., Yu Z., Yang F. Chemical analysis and biological activity of the essential oils of two valerianaceous species from China: *Nardostachys chinensis* and *Valeriana officinalis* // *Molecules*. 2010. Vol. 15, no. 9. Pp. 6411–6422. <https://doi.org/10.3390/molecules15096411>.
30. Samaneh E.T., Tayebbeh R., Hassan E., Vahid N. Composition of essential oils in subterranean organs of three species of *Valeriana* L. // *Nat. Prod. Res.* 2010. Vol. 24, no. 19. Pp. 1834–1842. <https://doi.org/10.1080/14786419.2010.482051>.
31. Tammadon M.R., Nobahar M., Hydarinia-Naieni Z., Ebrahimiyan A., Ghorbani R., Vafaei A.A. The Effects of Valerian on Sleep Quality, Depression, and State Anxiety in Hemodialysis Patients: A Randomized, Double-blind, Crossover Clinical Trial // *Oman Med J*. 2021. Vol. 36, no. 2.
32. Moline M.L., Broch L., Zak R., Gross V. Sleep in women across the life cycle from adulthood through menopause // *Sleep Med Rev*. 2003. Vol. 7, no. 2. Pp. 155–177.
33. Kozłowska E. et al. The effects of *Valeriana officinalis* on serotonin and GABA levels in the brain // *Molecules*. 2015. Vol. 20, no. 3. Pp. 3988–4002.

34. Felgentreff F., Becker A., Meier B., Brattström A. Valerian extract characterized by high valerenic acid and low acetoxy valerenic acid contents demonstrates anxiolytic activity // *Phytomedicine*. 2012. Vol. 19, no. 13. Pp. 1216–1222.

Поступила в редакцию 30 января 2025 г.

После переработки 2 июня 2025 г.

Принята к публикации 20 мая 2026 г.

*Bekbulatova E.V.*<sup>1\*</sup>, *Zokirova M.S.*<sup>2</sup>, *Eshboev F.B.*<sup>3</sup>, *Azimova Sh.S.*<sup>3</sup> CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF ESSENTIAL OILS FROM THE ABOVEGROUND PARTS OF *MENTHA PIPERITA* L. AND THE ROOTS OF *VALERIANA OFFICINALIS*

<sup>1</sup> *Namangan Engineering-Technological Institute, st. Kasansayskaya, 7, Namangan, 160115, Uzbekistan, bekkulatovayekaterina.90@gmail.com*

<sup>2</sup> *Tashkent Chemical-Technological Institute, st. A. Navai, 32, Tashkent, 100011, Uzbekistan*

<sup>3</sup> *Institute of Chemistry of Plant Substances named after S.Yu. Yunusov, st. Mirzo Ulugbeka, 77, Tashkent, 100170, Uzbekistan*

The component composition of essential oils (EO) obtained by hydrodistillation from the air-dried aboveground parts of *Mentha piperita* L. and rhizomes of *Valeriana officinalis* L., growing in the Tashkent region, Uzbekistan, was studied. Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis identified 54 components in the EO of *Mentha piperita*, accounting for 98.95% of the total oil. The major components of the EO of *Mentha piperita* are menthone (32.98%), menthol (32.96%), and eucalyptol (6.61%), with oxidized monoterpenes predominating (85.38%). In the EO of *Valeriana officinalis*, 61 compounds were found, representing 95.50% of the total. The main components of *Valeriana officinalis* EO are isovaleric acid (38.81%), D,L-isobornyl acetate (13.78%), and valerenal (5.98%), with a predominance of oxidized monoterpenoids (55.04%).

The antibacterial and antifungal activities of the EOs were studied using the agar diffusion method. *Valeriana officinalis* EO exhibited pronounced antimicrobial properties, particularly against *Bacillus subtilis* and *Staphylococcus aureus*. *Mentha piperita* also demonstrated activity but was less effective than *Valeriana officinalis*. Both extracts showed no activity against *Escherichia coli* and *Candida albicans*. Additionally, ethanol extracts of these plants were studied: high-performance liquid chromatography (HPLC) identified flavonoids, and optimal extraction conditions were justified.

**Keywords:** *Mentha piperita*, *Valeriana officinalis*, essential oil, GC-MS analysis, antimicrobial activity, phenolic compounds.

**For citing:** Bekbulatova E.V., Zokirova M.S., Eshboev F.B., Azimova Sh.S. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2026, no. 2, pp. 337–349. (in Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20260216863>.

## References

- Gubanov I.A., Kiseleva K.V., Novikov V.S., Tikhomirov V.N. *Illyustrirovannyi opredelitel' rasteniy Sredney Rossii*. [Illustrated guide to plants of Central Russia]. Moscow, 2004, p. 133. (in Russ.).
- Kurkin V.A. *Farmakognosiya*. [Pharmacognosy]. Samara, 2004. (in Russ.).
- Mahendran G., Rahman L.-U. *Phytotherapy Research*, 2020, vol. 34, no. 2, 2088.
- Dorman H.D., Koşar M., Başer K.H.C., Hiltunen R. *Natural Product Communications*, 2009, vol. 4, pp. 535–542. <https://doi.org/10.1177/1934578X0900400419>.
- Mahdavikia F., Saharkhiz M.J., Karami A. *Scientia Horticulturae*, 2017, vol. 214, pp. 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.11.029>.
- Tahira R., Naeemullah M., Akbar F., Masood M.S. *Pakistan J. Bot.*, 2011, vol. 43, pp. 151–154.
- Kempinkas V. *Farmakologiya i toksikologiya*, 1964, no. 3, pp. 305–309. (in Russ.).
- Lekarstvennyye sredstva, primenyayemyye v meditsinskoj praktike SSSR* [Medicines used in medical practice in the USSR], ed. M.A. Klyuyev Moscow, 1989. (in Russ.).
- OFS 1.5.3.0006.15. Opredeleniye sodержaniya ekstraktivnykh veshchestv v lekarstvennom rastitel'nom syr'ye i lekarstvennykh rastitel'nykh preparatakh*. [OFS 1.5.3.0006.15. Determination of the content of extractive substances in medicinal plant materials and medicinal herbal preparations]. (in Russ.).

\* Corresponding author.

10. GOST 24027.2-80. *Syr'ye lekarstvennoye rastitel'noye. Metody opredeleniya vlazhnosti, sodержaniya zoly, ekstraktivnykh i dubil'nykh veshchestv, efirnogo masla.* [GOST 24027.2-80. Medicinal plant materials. Methods for determining moisture, ash content, extractive and tannin substances, and essential oil]. Moscow, 1980. (in Russ.).
11. Liu C., Gao Q., Shang Z., Liu J., Zhou S., Dang J., Liu L., Lange I., Srividya N., Lange B.M., Wu Q., Lin W. *Front. Plant Sci.*, 2021, vol. 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.780970>.
12. Cherman C., Culea M., Cozar O. *Talanta*, 2000, vol. 53, pp. 253–262. [https://doi.org/10.1016/S0039-9140\(00\)00458-6](https://doi.org/10.1016/S0039-9140(00)00458-6).
13. Dimandja J.-M.D., Stanfill S.B., Grainger J., Patterson G. Jr. *J. High Resol. Chromatogr.*, 2000, vol. 23, pp. 208–214.
14. Coleman W.M., Lawrence B.M. *J. Chromatogr.*, 2000, vol. 38(3), pp. 95–99. <https://doi.org/10.1093/chromsci/38.3.95>.
15. Orava A., Raal A., Arak E. *Proc. Estonian Acad. Sci. Chem.*, 2004, vol. 53, no. 4, pp. 174–181.
16. Diego M.A., Jones N.A., Field T., Hernandez-Reif M., Schanberg S., Kuhn C., Galamaga J., McAdam V., Galamaga R. *International journal of neuroscience*, 1998, pp. 217–224.
17. Matsumoto A., Takeda S. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 2011, vol. 35, no. 5, pp. 825–839.
18. Ryu S.Y. et al. *Journal of Ginseng Research*, 2019, vol. 43, no. 3, pp. 389–396.
19. Perry N.S.L., Houghton P.J., Sidebotham J. *Phytotherapy Research*, 2002, vol. 16, no. 6, pp. 461–466.
20. Itai T., Amayasu H., Kuribayashi M., Kawamura N., Okada M., Momose A., Tateyama T., Narumi K., Uematsu W., Kaneko S. *Psychiatry Clin. Neurosci.*, 2000, pp. 393–397. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1819.2000.00727.x>.
21. Gholamipourfard K., Salehi M., Banchio E. *South African Journal of Botany*, 2021, vol. 141, 183.
22. Moss M., Duckett P., Duckett S. *International Journal of Neuroscience*, 2010, vol. 120, no. 4, pp. 184–194.
23. Raal A., Arak E., Orav A., Kailas T. *Journal of Essential Oil Research*, 2008, vol. 20, no. 6, pp. 524–529. <https://doi.org/10.1080/10412905.2008.9700079>.
24. Raal A., Orav A., Arak E., Kailas T., Müürisepp M. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences Chemistry*, 2007, vol. 56, no. 2, pp. 67–74. <https://doi.org/10.3176/chem.2007.2.02>.
25. Bos R., Hendriks H., Pras N., Stojanova A., Georgiev E.V. *Journal of Essential Oil Research*, 2000, vol. 12, no. 3, pp. 313–316. <https://doi.org/10.1080/10412905.2000.9699524>.
26. Raal A., Kokitko V., Odyntsova V., Orav A., Koshovyi O. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*, 2024, vol. 93, no. 7, pp. 1365–1382. <https://doi.org/10.32604/phyton.2024.053754>.
27. Safaralie A., Fatemi S., Sefidkon F. *J. Chromatogr. A*, 2008, vol. 1180, no. 1-2, pp. 159–164. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2007.12.011>.
28. Raal A., Orav A., Arak E., Kailas T., Müürisepp M. *International Journal of Food Properties*, 2014, vol. 18, no. 3, pp. 597–607. <https://doi.org/10.1080/10942912.2013.860167>.
29. Wang J., Zhao J., Liu H., Zhou L., Liu Z., Wang J., Han J., Yu Z., Yang F. *Molecules*, 2010, vol. 15, no. 9, pp. 6411–6422. <https://doi.org/10.3390/molecules15096411>.
30. Samaneh E.T., Tayebbeh R., Hassan E., Vahid N. *Nat. Prod. Res.*, 2010, vol. 24, no. 19, pp. 1834–1842. <https://doi.org/10.1080/14786419.2010.482051>.
31. Tammadon M.R., Nobahar M., Hydarinia-Naieni Z., Ebrahimian A., Ghorbani R., Vafaei A.A. *Oman Med J.*, 2021, vol. 36, no. 2.
32. Moline M.L., Broch L., Zak R., Gross V. *Sleep Med Rev.*, 2003, vol. 7, no. 2, pp. 155–177.
33. Kozłowska E. et al. *Molecules*, 2015, vol. 20, no. 3, pp. 3988–4002.
34. Felgentreff F., Becker A., Meier B., Brattström A. *Phytomedicine*, 2012, vol. 19, no. 13, pp. 1216–1222.

Received January 30, 2025

Revised June 2, 2025

Accepted May 20, 2026

#### Сведения об авторах

Бекбулатова Екатерина Вячеславовна – базовый докторант, [bekbulatovaeaterina90@gmail.com](mailto:bekbulatovaeaterina90@gmail.com)

Зокирова Маишхура Содикжоновна – кандидат технических наук, доцент кафедры мясомолочных и консервных продуктов, [mashxuratkti@mail.ru](mailto:mashxuratkti@mail.ru)

Эшбоев Фарход Бакир угли – младший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики, [bekbulatovaeaterina90@gmail.com](mailto:bekbulatovaeaterina90@gmail.com)

Азимова Шахноз Садыковна – доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией молекулярной генетики, [genlab\\_icps@yahoo.com](mailto:genlab_icps@yahoo.com)

#### Information about authors

Bekbulatova Ekaterina Vyacheslavovna – basic doctoral student, [bekbulatovaeaterina90@gmail.com](mailto:bekbulatovaeaterina90@gmail.com)

Zokirova Mashkhura Sodikjonovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Meat, Dairy, and Canned Products, [mashxuratkti@mail.ru](mailto:mashxuratkti@mail.ru)

Eshboev Farkhod Bakir-ugli – Junior Researcher, Molecular Genetics Laboratory, [bekbulatovaeaterina90@gmail.com](mailto:bekbulatovaeaterina90@gmail.com)

Azimova Shakhnoz Sadykovna – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Molecular Genetics Laboratory, [genlab\\_icps@yahoo.com](mailto:genlab_icps@yahoo.com)