

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ТАДЖИКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АБУАЛИ ИБНИ СИНО»**

УДК:615.322:582.5(575.31)

дисс  
*Рисоев*

**МАВЛОНАЗАРОВА СУЛХИЯ НОЁБШОЕВНА**

**«ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТРЁХ ВИДОВ ФЕРУЛЫ,  
ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ТАДЖИКИСТАНЕ»**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата фармацевтических наук по специальностям

3.4.2. Фармацевтическая химия, фармакогнозия,

3.3.19. Микробиология

Душанбе – 2026

Диссертация выполнена на кафедре фармакогнозии и организации экономикой фармации ГОУ «ТГМУ имени Абуали ибни Сино»

**Научные руководители:** **Юсуфи Саломудин Джаббор** - доктор фармацевтических наук, профессор кафедры фармакогнозии и организации экономикой фармации ГОУ «ТГМУ имени Абуали ибни Сино», академик НАНТ

**Саторов Саидбег** - доктор медицинских наук, профессор кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии НОУ «Медико-социальный институт Таджикистана»

**Официальные оппоненты:** **Нурузова Зухра Абдикадыровна** - доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой микробиологии, вирусологии и иммунологии Ташкентского государственного медицинского университета, г. Ташкент, Республика Узбекистан

**Сахратов Вали Алимарданович** - кандидат фармацевтических наук, старший преподаватель кафедры фармацевтической химии и управления экономикой фармации Таджикского национального университета

**Ведущее учреждение:** Фармацевтический институт образования и исследований, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Защита диссертации состоится «06» июля 2026 года в «15.00» часов на заседании разового диссертационного совета 6D.KOA-031 при ГОУ «Таджикский государственный медицинский университет имени Абуали ибни Сино» Адрес: 734026, г. Душанбе, Пр. Рудаки 139, [www.tajmedun.tj](http://www.tajmedun.tj)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ «Таджикский государственный медицинский университет имени Абуали ибни Сино», Автореферат разослан «    »                      2026 г.

**Учёный секретарь**  
**диссертационного совета**  
к.м.н., доцент



**Юлдашева У.П.**

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Ферула (лат. *Ferula*) относится к отделу цветковых растений, семейства Зонтичные (*Apiaceae*), разновидности которых произрастают в различных регионах земного шара: Центральной Азии, страны Восточной Азии с умеренным климатом, Средиземноморье, Северная и Западная Африка и некоторые страны Европы и американского континента [1, с. 1248-1259; 2, с. 1233-1257].

«Надземные и подземные части представителей рода ферулы характеризуются широким химическим разнообразием. Лечебный эффект различных видов этого растения обусловлен повышенным содержанием эфирного масла, феруловой кислоты, асарезена, фарнезиферола, умбеллиферона, сесквитерпена, асафоетида, сесквитерпенового кумарина, асимафоетидиола и другими химическими соединениями [3]. Наличие терпеноидов, включая дитерпены и сесквитерпены, и связанные с ними антимикробные, противогрибковые и противопаразитарные эффекты, еще больше подчёркивают терапевтический потенциал этого рода растений» [4, с. 31-39].

Камедь (млечный сок) является одним из ценных компонентов представителей рода ферулы, который применяют в сухом и свежем виде, в водном и спиртовом экстрактах и настойках. Экстракты и настойки из надземных и подземных частей различных видов этой группы растений использовали и применяют при патологиях инфекционного и неинфекционного происхождения: туберкулёзе лёгких, сифилисе, стафилококковых, стрептококковых и вирусных заболеваниях, сахарном диабете, ревматизме, бронхиальной астме, болезнях печени, почек и церебральном атеросклерозе [5, с. 419-422; 6, с. 59-62; 7].

Растения рода *Ferula* L. издавна используются для терапии заболеваний нервной системы, таких как болезнь Альцгеймера, боли, депрессии и судороги, для лечения злокачественных новообразований [8; 9; 10, с. 1913-1921].

Фитохимический состав и биологическая активность видов рода *Ferula* L. могут значительно варьировать. Так, исследования *F. communis* выявили различия в содержании фенольных соединений и уровне антиоксидантной активности, в зависимости от типа экстрагента и метода экстракции. Авторы [11] отмечают, что «более высокая концентрация фенолов и выраженная антиоксидантная активность характерны для популяций, произрастающих в высокогорных районах».

Метаболомный анализ позволяет изучать весь химический профиль каждой части лекарственного растения, выявлять новые перспективные природные соединения и обеспечивать надёжность и эффективность фитотерапии, учитывая изменчивость состава растений из-за условий окружающей среды, выращивания и сезона. Использование метаболомных методов исследования лекарственных растений необходимо для идентификации активных соединений, контроля качества и стандартизации фитопрепаратов, понимания механизмов их действия и безопасности. Комплексное изучение биологически активных соединений, с помощью передовых аналитических методов, открывает перспективы для открытия и разработки новых фармацевтических препаратов, потенциально способных улучшить качество жизни и здоровье человека [12, с. 97-105].

«Экстракты из корней и надземных частей растения рода ферулы оказывают ингибирующее действие на различные вирусы, что делает их привлекательной альтернативой обычным противовирусным средствам» [13]. Согласно имеющимся научным данным, «представители рода *Ferula* L. обладают сильным антибактериальным и противогрибковым действием [14, 15, с. 82-93]. Также клинические исследования показали, что некоторые виды, такие как *F. assa-foetida*, могут эффективно использоваться при лечении COVID-19» [16, с. 152-165; 17, с. 364-385].

Республика Таджикистан характеризуется не только специфическими природно-климатическими условиями, но и разнообразием флоры и фауны. Различные виды рода *Ferula* L., в основном горные растения, преимущественно произрастают на высотах от 300 до 3600 м над уровнем моря. На территории нашей страны, являющейся высокогорным регионом, встречаются 37 видов представителей этого рода растения, 6 из которых — эндемичные виды для Республики Таджикистан [18, с. 321-326; 19, 250-320].

Анализ научной литературы позволяет заключить, что фармакогностическая характеристика (включая микроскопическое и метаболомное исследования) представителей рода *Ferula* L., в частности видов *F. violacea*, *F. gigantea* и *F. kuhistanica*, произрастающих на территории Республики Таджикистан, остаётся неизученной. Следовательно, углублённое фармакогностическое исследование данных видов ферулы представляет большой научно-практический интерес и является весьма актуальным.

**Степень научной разработанности изучаемой проблемы.** Исследования по изучению большинства видов рода *Ferula* L. преимущественно проводились учёными из ближнего и дальнего зарубежья. Узбекскими исследователями изучен химический состав надземной и подземной частей видов ферулы, произрастающих на территории этой страны [20, с. 275-284; 21, с. 52-56; 22, с. 172-177; 23]. Сообщается о лечебно-профилактическом эффекте видов данного растения, встречающихся на территории Казахстана, Кыргызстана и Туркменистана [24, с. 487-503; 25, с. 109-111]. Фитохимической характеристике *F. tadshikorum*, произрастающей на территории Таджикистана, посвящены работы Sharopov F. и соавт. [26, с. 18-23]. Изучению фитохимических свойств и биологической активности представителей рода ферулы посвящены труды многочисленных исследователей европейских и азиатских стран [27; 28, с. 31-39; 29, с. 9-14; 30; 31]. Антибактериальная активность *F. gigantea* ранее была описана в трудах А. Ф. Хасанова [32, с. 96-98].

Однако в доступной литературе отсутствуют научные данные о фармакогностических свойствах видов ферулы, произрастающих в различных природно-климатических условиях Республики Таджикистан, что подтверждает актуальность темы диссертационного исследования.

**Связь исследования с программами (проектами), научной тематикой.** Диссертационное исследование имеет непосредственную связь с «Государственной программой развития фармацевтической промышленности Республики Таджикистан на 2021–2025 годы» (Постановление Правительства Республики Таджикистан от 28 октября 2020 года № 569), научной темой кафедры

фармакогнозии и организации экономикой фармации «Растительное сырьё ущелья реки Харангон» (Государственный регистрационный номер № 0124TJ1579) [33] и инициативной научно-исследовательской темы кафедры микробиологии, иммунологии и вирусологии «Изучение антибактериальной активности лекарственных растений Таджикистана» ГОУ «ТГМУ имени Абуали ибни Сино».

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

**Цель исследования.** Изучить фармакогностическую характеристику трёх видов рода ферулы: *Ferula violacea*, *Ferula gigantea* и *Ferula kuhistanica*, произрастающих на территории Республики Таджикистан.

### Задачи исследования:

1. Провести микроскопическое изучение корней исследуемых видов ферулы.
2. Провести нецелевое метаболомное исследование корней и семян *F. violacea*, как основного объекта исследования.
3. Изучить специфичность метаболомного профиля корней и семян *F. violacea* в зависимости от органа и способа получения исследуемых образцов (камеди, выжимок и экстрактов).
4. Изучить фитохимические свойства образцов, полученных из корней и семян исследуемых видов ферулы.
5. Определить содержание общих полифенолов и антиоксидантный потенциал образцов, полученных из корней и семян исследуемых видов ферулы.
6. Оценить вирусингибирующий, антибактериальный и противогрибковый эффекты образцов, полученных из корней и семян исследуемых видов ферулы.

**Объект исследования.** Объектами исследования являлись камедь, выжимки и экстракты, полученные из корней и семян трёх видов рода *Ferula* L.: *F. violacea*, *F. gigantea* и *F. kuhistanica*, произрастающих на территории Республики Таджикистан.

**Предмет исследования.** Фармакогностическая характеристика, в частности, микроскопическое исследование, изучение метаболомного профиля вида *F. violacea*, сравнительный фитохимический анализ, оценка вирусингибирующего эффекта, антибактериальной и противогрибковой активности экстрактов, полученных из корней и семян исследуемых объектов.

### Научная новизна исследования:

1. Впервые проведено микроскопическое исследование строения корней *F. violacea*, *F. kuhistanica* и *F. gigantea*.
2. Представлен первый комплексный нецелевой метаболомный анализ *F. violacea*.
3. Впервые продемонстрирована специфичность метаболомного профиля корней и семян *F. violacea* в зависимости от органа растений и способа получения исследуемого образца.
4. Впервые получены данные о фитохимической характеристике корней и семян исследованных видов ферулы.
5. Впервые получена информация о содержании общих полифенолов и антиоксидантом потенциале корней и семян исследованных видов ферулы.
6. Впервые установлена противовирусная активность образцов, полученных из корней и семян исследованных видов ферулы.

7. Получены дополнительные данные об антибактериальных и противогрибковых свойствах образцов, полученных из корней и семян исследованных видов ферулы.

**Теоретическая и научно-практическая значимость исследования.**

Теоретическая значимость данной диссертационной работы заключается в существенном расширении сведений о фармакогностической характеристике видов - *F. violacea*, *F. kuhistanica* и *F. gigantea*, произрастающих на территории Республики Таджикистан. Полученные результаты имеют большое значение в поиске природных источников и дальнейшей перспективе разработки на основе видов ферулы эффективных лекарственных средств. Обширное химическое разнообразие, выявленное в данном исследовании, значительно расширяет метаболомный ландшафт рода *Ferula* L. и даёт ценную информацию о биосинтетических путях, протекающих в этих растениях.

Практическая значимость выполненной работы состоит в том, что впервые получена информация о фармакогностической характеристике трёх видов ферулы. Полученные данные о морфолого-анатомической структуре корней, метаболомном профиле корней и семян вида *F. violacea*, результаты изучения фитохимических свойств можно будет использовать с целью проведения межвидовой дифференциации рода ферулы. Результаты изучения противовирусной и антибактериальной активности камеди и спиртовых экстрактов могут быть использованы при выборе природных источников и перспективных фармацевтических субстанций для разработки новых отечественных фитопрепаратов, обладающих выраженными противовирусными и антибактериальными свойствами.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Определен комплекс микроскопических признаков корней и выявлен уникальный состав из 419 метаболитов для вида *F. violacea*. Установлена зависимость состава от способа экстракции и органоспецифичность накопления соединений: в корнях преобладают высокомолекулярные вещества и терпеноиды, а в семенах — низкомолекулярные метаболиты, аминокислоты и алкалоиды.
2. Выявлена вариабельность содержания полифенолов в зависимости от вида и органа растения. Доказано, что наибольшей антиоксидантной активностью обладают этаноловые экстракты корней и выжимки из семян *F. violacea*.
3. Установлена высокая вирусингибирующая активность экстрактов и камеди видов *F. violacea* и *F. kuhistanica* в отношении вирусов гриппа А(Н1N1) и А(Н3N2). Доказано селективное антимикробное действие *F. violacea*, характеризующееся выраженным бактерицидным эффектом в отношении грамположительных бактерий.

**Степень достоверности результатов диссертации.** Научные положения и выводы диссертационной работы основываются на достаточно большом объеме лабораторной работы, благодаря использованию современного сертифицированного оборудования, множественной повторности и современных компьютерных методов статистической обработки, а также положительных отзывов на опубликованные

научные статьи в журналах, входящих в перечень ВАК при Президенте Республики Таджикистан, и международных журналах, индексируемых в базе данных СКОПУС.

### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности.**

Диссертационная работа соответствует паспорту ВАК при Президенте Республики Таджикистан по специальностям 3.4.2. Фармацевтическая химия и фармакогнозия, пунктов: 1. «Определение и получение новых активных веществ, их природного происхождения, выявление связей и закономерностей между строением и свойствами веществ»; 3. «Изучение состава лекарственного растительного сырья, идентификация природных соединений, разработка методов выделения, стандартизации и контроля качества лекарственного растительного сырья и лекарственных форм на его основе» и 3.3.19. Микробиология, пункт 11. «Действие биотических и абиотических факторов на микроорганизмы, механизмы их адаптации и резистентности к факторам внешней среды»

**Личный вклад соискателя учёной степени в исследования.** Автором самостоятельно проведён информационный поиск по теме диссертационной работы, анализ первоисточников и анализ данных научной литературы по теме диссертационной работы.

Лабораторная и экспериментальная часть работы выполнены автором самостоятельно на базах кафедры фармакогнозии и организации экономики фармации ГОУ «ТГМУ имени Абуали ибни Сино» (г. Душанбе, РТ); лаборатории кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии НОУ «Медико-социальный институт Таджикистана», лаборатории противовирусной защиты Научно-производственного центра микробиологии и вирусологии (Алматы, Казахстан) и в лаборатории Биологии растений Ратгерского Университета (Нью-Джерси, США).

Постановка цели и задач исследования, а также обсуждение результатов и обобщение выводов диссертационной работы осуществлены при участии научных руководителей. Личный вклад автора указывается по тексту диссертации, а также в списке публикаций автореферата.

Автор непосредственно принимал участие в планировании работы на всех этапах проведённых исследований, проанализировал современные данные отечественной и зарубежной литературы по теме диссертации, проводил статистическую обработку полученных материалов, анализировал результаты исследований, обобщил их в выводах и практических рекомендациях, подготовил публикации и доклады. Основной и решающий объём работы выполнен самостоятельно, содержит ряд новых результатов и свидетельствует о личном вкладе диссертанта в науку.

**Апробация и реализация результатов диссертации.** Основные положения работы изложены и обсуждены на следующих конференциях: XVII Международной научно-практической конференции молодых учёных и студентов ГОУ «ТГМУ им. Абуали ибни Сино», посвящённой теме: «Актуальные вопросы современных научных исследований» (Душанбе, 2022); Международной научно-практической конференции «Интеграция теории и практики в медицине: достижения и перспективы», (Кемерово, РФ, 2023); The 2nd International Conference on Natural Products and Chronic Diseases (Jokarta, Indonesia, 2024); International Conference of Clinical Microbiology, Virology and Infectious Diseases (Vienna, Austria, 2024);

International symposium «Plants and Human Health» (Душанбе, 2024); Республиканской научно-практической апрельской конференции молодых учёных и студентов НОУ «Медико-социальный институт Таджикистана» (Душанбе, 2025); ежегодной V международной конференции НОУ «Медико-социальный институт Таджикистана» (Душанбе, 2025). Апробация диссертационной работы состоялась на заседании межкафедральной проблемной комиссии по теоретическим дисциплинам ГОУ «ТГМУ имени Абуали ибни Сино» (№ 5 от 13.05.2025 года).

**Публикации по теме диссертации.** По материалам диссертационной работы опубликовано 23 научных работ, в том числе 4 статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в реестр, рекомендуемых ВАК при Президенте Республики Таджикистан, и 3 статьи в журналах, индексируемых в SCOPUS, а также 16 статей и тезисов в сборниках научно-практических конференций и симпозиумов.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация изложена на 195 страницах, состоит из введения, общей характеристики работы, обзора литературы, 8 глав собственных исследований, обсуждения, заключения, рекомендаций и списка литературы, включающего 305 источников, в том числе 52 работы на русском и 253 на иностранных языках. Диссертационная работа содержит 23 рисунка и 23 таблицы.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Материалы и методы исследования.** В качестве объектов исследования использовали растения трёх видов рода *Ferula* L.: *F. violacea*, *F. kuhistanica* и *F. gigantea*, собранных в различных природно-климатических регионах Республики Таджикистан: Варзобском ущелье и ГБАО – на высоте от 1180 до 2251 метров над уровнем моря.

В качестве исследуемого материала были использованы камедь (млечный сок) и спиртовые экстракты из корней, а также выжимки (сок) и спиртовые экстракты из семян исследуемых растений. Сухие порошки и экстракты из корней и семян исследованных растений получали с помощью, модифицированной нами методики.

Микроскопическое исследование корней растений тех видов ферулы, которые были включены в исследование, было проведено по общепринятой методике микроструктурного анализа.

Для проведения метаболомного исследования и фитохимических анализов были использованы жидкостная хроматография с масс-спектрометрией, ультра-высокопроизводительная жидкостная хроматография и спектроскопия ядерного магнитного резонанса.

Специфическую вирусингибирующую активность исследуемых материалов определяли в соответствии с методическими рекомендациями «Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств». Для определения противовирусной активности исследуемого экстракта были взяты штаммы вируса гриппа, с различной антигенной формулой: A/Vlad/2/09 (H1N1) и A/Almaty/8/98(H3N2). В качестве критерия специфического противовирусного действия соединений рассчитывали химиотерапевтический индекс (ХТИ), определяемый отношением токсичной концентрации вещества (ТК50) к эффективной концентрации (ЭК50).

Антимикробную активность растительных экстрактов определяли дискодиффузионным методом (ДДМ), с использованием четырёх видов стандартных патогенных штаммов бактерий: *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*. Изучение противогрибковых свойств проводили по отношению к эталонному штамму *Candida albicans*, с использованием среды Сабуро.

Статистическая обработка материала проведена с использованием пакета прикладных программ Statistica 10,0 (Statsoft, США). Нормальность распределения выборки определяли по критерию Шапиро-Уилка. Сравнение нескольких независимых количественных групп проводилось по Н-критерию Краскела-Уоллиса. Сравнение независимых величин проводилось по U-критерию Манна-Уитни, зависимых – по T-критерию Вилкоксона. Корреляция проводилось по критерию Пирсона.

Для статистической обработки изучения противогриппозной активности исследованных образцов все результаты были подсчитаны и выражены как стандартная ошибка среднего. Представлены результаты трёх независимых экспериментов, в каждом из которых было 4 повторности. Различия между более чем двумя группами анализировали на статистическую значимость, с использованием однофакторного дисперсионного анализа. Значения  $p < 0,05$  считались статистически значимыми.

**Результаты исследования.** По данным научной литературы, виды рода *Ferula* L. существенно различаются по анатомо-морфологическим признакам. В частности, «при изучении вегетативных органов *F. foetida* установлено, что диагностическими признаками сырья являются форма и строение клеток эпидермиса. Кроме того, корни разновозрастных особей данного вида различаются по степени развития проводящей зоны и мощности основных гистологических элементов» [34, с. 899-908]. Однако сведения об анатомо-морфологической характеристике видов рода *Ferula* L., произрастающих в Таджикистане, отсутствуют. Исходя из вышеизложенного, на первом этапе работы нами было проведено микроскопическое исследование корней *F. violacea*.

При анализе поперечного среза корня установлено, что пробка залегает по всей окружности корня и состоит из 9-16 рядов толстостенных клеток. Пробка имеет тёмно-коричневый цвет. При микрокопировании поверхности видно, что клетки пробки корня плотно прилегают друг к другу (рисунок 1 -A1) и имеют многоугольную (4-5 углов) слегка сглаженную форму (рисунок - 1 -B1).

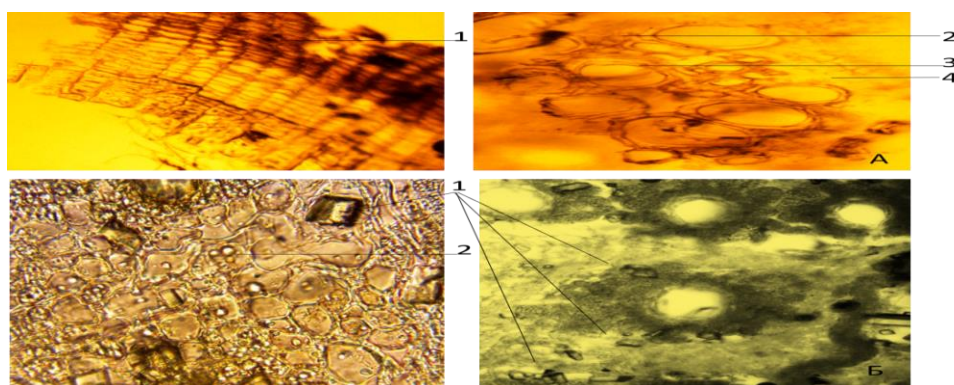


Рисунок 1. -Поперечный срез корня *F. violaceae*

На поперечном срезе хорошо видны флоэма, сосуды ксилемы и паренхимные клетки. Полость паренхимных клеток заполнена крахмалом. Кроме схизогенного вместилища, в паренхимных клетках содержатся призматические кристаллы. Основная часть корковой паренхимы представляет собой рыхло расположенные клетки и состоит из многочисленных полостей и разрывов. В толще паренхимы коры наблюдаются вместилища схизогенного происхождения. Сердцевинные лучи вытянуты в радиальном направлении, также хорошо видны клетки паренхимы, заполненные запасным питательным веществом, т.е. крахмальными зёрнами.

Перициклическая зона центрального цилиндра представлена основной тканью, которая заполнена многочисленными плазматическими кристаллами. Микроскопическое исследование выявило непучковый тип проводящей системы корня. Камбий расположен в виде сплошного кольца параллельно её поверхности.

На втором этапе изучения анатомо-морфологической характеристики исследованных растений было проведено микроскопическое изучение корней *F. kuhistanica*. Установлено, что её корень, как и корень ферулы фиолетовой, имеет округлую форму.

При микроскопии поперечного среза корня данного вида выделяются три зоны: пробка, первичная кора и центральный цилиндр. Пробка коричневатого цвета, покрывает корень снаружи, состоит из 7-8 слоёв одинакового размера, которые плотно прилегают друг к другу. Далее под пробкой располагаются радиальные лучи, схизогенные вместилища, клетки паренхимы, заполненные крахмальными зёрнами, сердцевинные лучи, камбиальная зона и флоэма.

Клетки основной паренхимы характеризуются крупным размером, оболочки слегка утолщённые, имеют округлую или овальную форму. Большинство из клеток частично или полностью заполнены крахмальными зёрнами.

На поперечном срезе просматриваются крахмальные зёрна мелкого размера, несложной структуры, по форме округлые или овальные. Клетки сердцевинных лучей характеризуются наличием большого количества крахмала. В паренхиме клетки обращают на себя внимание наличием клеток, содержащих жёлтые пигменты. Как и можно было ожидать, на срезе просматриваются сосуды ксилемы, флоэма и клетки паренхимы, которые имеют округлую и вытянутую форму.

В целом, анализ результатов микроскопии поперечного среза корня *F. kuhistanica* показал, что флоэма занимает значительно меньший объём по сравнению с ксилемой. Сердцевина корневища преимущественно выполнена основной тканью из тонкостенных округлых клеток.

Третьим этапом анатомо-морфологического исследования корней растений тех видов ферулы, которые были включены в работу, являлось микроскопическое изучение корня *F. gigantea*. Установлено, что корень *F. gigantea* имеет округлое строение. Он снаружи покрыт многослойной пробкой и состоит из широких и узких клеток. Кора занимает большую часть корня и состоит из тонкостенных узких клеток, вытянутых вдоль его окружности и почти не образующих межклетников.

Клетки корковой паренхимы, как и остальные клетки, содержат запасные питательные вещества (крахмал). Также в коре расположены схизогенные вместилища. Проводящие элементы (сосуды ксилемы) локализованы глубже, в центральном цилиндре.

При микроскопическом анализе среза корня данного вида ферулы выявлено два типа сосудов: густоспиральные и лестничнопористые. Флоэмная часть выражена слабее (менее широкая); сердцевинные лучи доходят до корковой паренхимы. Ксилема развита хорошо, её сосуды многочисленны и достигают центра корня, причём центральные сосуды крупнее периферийных. Ксилема представлена одиночными сосудами или их группами. Клетки корковой паренхимы, как и прочие, содержат запасные питательные вещества (крахмальные зёрна) и схизогенные вместилища. Сосуды ксилемы локализованы строго в центральном цилиндре.

«Интеграция микроскопического анализа с метаболомным профилированием обеспечивает всестороннюю фармакогностическую оценку лекарственного растительного сырья. Такой подход позволяет не только определить специфику качественного состава метаболитов в различных органах растения, но и проследить биосинтетические циклы формирования ключевых химических компонентов. В частности, наше предыдущее нецелевое исследование *F. violacea* подтвердило, что метаболомный профиль корней и семян данного вида детерминирован активностью шикиматного и фенилпропаноидного путей, а также биосинтезом алкалоидов и терпеноидов» [35].

«Метаболомика или метаболомное профилирование является новым научным направлением в биологии и медицине. Метаболомный анализ может являться эффективной аналитической платформой как для фитохимического исследования растительного сырья, так и для регулярных мероприятий по контролю качества растительного материала и фитопрепаратов» [36, с. 243-253].

Исходя из научно-практической важности данного раздела науки, следующим этапом нашего исследования являлся метаболомный анализ корней и семян растения основного объекта исследования - *F. violacea*.

Нецелевой метаболомный анализ *F. violacea* был проведён с использованием масс-спектрометра. Таблица масс-характеристик была создана с помощью программного обеспечения Bruker MetaboScape, и после гармонизации данных, последующей обработки и курирования осталось 540 масс-характеристик. Предполагаемые метаболиты, уровень достоверности 2а и 3 были идентифицированы путём сопоставления спектров масс-характеристик с известными соединениями и библиотеками спектров in-silico.

Для установления природы выявленных соединений и подтверждения того, что они являются биологическими метаболитами, а не синтетическими веществами, были оценены показатели сходства с природными соединениями (ПС-сходство или NP-likeness). При этом большинство выявленных химических структур (n = 470) получили оценку выше 0. Для дополнительного подтверждения биологической значимости структуры были сопоставлены с базой данных ChEBI (для первичных метаболитов) и несколькими коллекциями природных растительных соединений из базы данных COCONUT (для вторичных метаболитов). Из 540 аннотированных структур лишь три не были обнаружены в исследованных биохимических базах данных. В совокупности эти результаты подтверждают достоверность идентификации признаков как природных метаболитов.

Впервые выявленные метаболиты были определены путём сопоставления записей общедоступных баз данных для ранее идентифицированных природных

продуктов рода *Ferula* L. Выявленные метаболиты были дополнительно распределены по биосинтетическим путям, а также классифицированы на уровне суперклассов и химических классов.

В таблице 1 представлен сравнительный анализ ранее описанных метаболитов у представителей рода *Ferula* L. и тех, которые были выявлены впервые в этом исследовании. Наши результаты показывают расширение разнообразия метаболитов по нескольким биосинтетическим путям. Терпеноиды (1102 метаболитов) остаются наиболее разнообразными метаболитами, 213 из которых идентифицированы у вида *F. violacea*, 143 из них являются новыми. Аналогичным образом шикиматы и фенилпропаноиды представляют собой основной путь, включающий 121 идентифицированную в этом исследовании структуру, из них 83 — ранее неописанные.

**Таблица 1. -Количество метаболитов, синтезирующихся различными метаболическими путями в *F. violacea* (n=540)**

Метаболический путь	Количество:	
	Раннее известные метаболиты в <i>Ferula</i> L.	Метаболиты, идентифицированные в этом исследовании (впервые идентифицированные)
Терпеноиды	1102	213 (143)
Шикиматы и фенилпропаноиды + гибриды	781	121 (83)
Алколоиды + гибриды	28	56 (56)
Аминокислоты и пептиды + гибриды	6	51 (45)
Поликетиды + гибриды	1	38 (37)
Жирные кислоты + гибриды	149	24 (23)
Углеводы + гибриды	2	7 (7)
Неизвестные соединения	68	30 (25)

Примечательно, что выраженное увеличение наблюдалось для алкалоидов и их гибридов с 56 новыми описанными метаболитами. Аналогичным образом разнообразие аминокислот и пептидных производных продемонстрировало заметное обогащение: от лишь 6, описанных ранее, метаболитов, до 45 описанных структур, из которых все являются новыми для рода. Аналогичным образом разнообразие аминокислот и пептидных производных продемонстрировало заметное обогащение: всего лишь от 6, описанных ранее, метаболитов до 45 структур, из которых все являются новыми для данного рода.

Почти все идентифицированные соединения производные поликетидов (38 метаболитов), ранее в роде *Ferula* L. не были описаны (37 метаболитов). Другие пути биосинтеза, связанные с жирными кислотами и углеводами, также продемонстрировали рост химического разнообразия. Также обращает на себя внимание тот факт, что все семь химических соединений, относящихся к углеводам и их гибридам, впервые были выявлены в роде *Ferula* L.

Почти все идентифицированные поликетиды и их гибриды (37 из 38) ранее не были описаны в роде *Ferula* L. Другие пути биосинтеза, в том числе связанные с жирными кислотами и углеводами, также продемонстрировали рост химического разнообразия. Обращает на себя внимание тот факт, что 23 метаболита, характеризующихся как жирные кислоты и их гибриды, а также 7 химических соединений, относящихся к углеводам и их гибридам, впервые были выявлены в роде *Ferula* L, т.е., ранее не были обнаружены у других представителей этого рода растений.

Таблица 2 представляет распределение суперклассов терпеноидов в пределах рода *Ferula* L., сравнивая ранее описанные терпеноиды с теми, которые были впервые идентифицированы в этом исследовании. Наши результаты указывают на значительное увеличение разнообразия терпеноидов, особенно в суперклассах сесквитерпеноидов и монотерпеноидов.

**Таблица 2. -Количество метаболитов из различных суперклассов, синтезирующихся терпеноидным метаболическим путем в *F. violacea***

Суперкласс	Количество:	
	Ранее известные метаболиты в <i>Ferula</i> L.	Метаболиты, идентифицированные в этом исследовании (впервые идентифицированные)
Сесквитерпеноиды+ гибриды	714	115 (67)
Монотерпеноиды	126	34 (21)
Апокаротиноиды	1	9 (8)
Меротерпеноиды	33	18 (15)
Дитерпеноиды	4	16 (12)
Стероиды	95	10 (9)
Каротеноиды (C40)	3	2 (2)
Тритерпеноиды	21	1 (1)
Неизвестные соединения	20	8 (8)

Сесквитерпеноиды и их гибриды являются доминирующим суперклассом с 714 метаболитами, описанными ранее, и 115 метаболитами — идентифицированными в *F. violacea*, 67 из которых — новые структуры. Монотерпеноиды также продемонстрировали значительное разнообразие: 126 ранее описанных метаболитов и 34 — идентифицированы в этом исследовании, из которых 21 метаболит является новым для рода ферулы. Разнообразие апокаротиноидов увеличилось. Ранее в *Ferula* L. был описан только 1 представитель этого суперкласса. Нам удалось выявить ещё 8 новых соединений этой группы.

Дитерпеноиды (4 ранее описанных в *Ferula* L., 12 неописанных) и меротерпеноиды (33 ранее описанных, 15 нововыявленных) продемонстрировали умеренное увеличение разнообразия. В суперклассе стероидов наблюдалось выраженное увеличение: было идентифицировано 10 стероидов, почти все из

которых ранее не были описаны для ферулы (9). Однако, разнообразие тритерпеноидов оставалось относительно ограниченным: в данном исследовании был описан только один новый стероид и два новых каротиноида.

Распределение природных продуктов *F. violacea*, образующихся в результате шикиматного и фенилпропаноидного метаболизма, представлено в таблице 3, где сравниваются ранее описанные метаболиты ферулы с метаболитами, впервые выявленными в данном исследовании.

**Таблица 3. -Количество метаболитов из различных суперклассов, синтезирующихся шикиматным и фенилпропаноидным путями в *Ferula L.***

Суперкласс	Количество:	
	Ранее известные метаболиты в <i>Ferula L.</i>	Метаболиты, идентифицированные в этом исследовании (впервые идентифицированные)
Фенольные кислоты (C6-C1) + гибриды	21	28 (21)
Фенилпропаноиды(C6-C3) + гибриды	57	28 (17)
Кумарины + гибриды	606	21 (9)
Флавоноиды	38	16 (11)
Лигнаны	21	5 (4)
Фенантреноиды	-	1 (1)
Стирилпироны	-	1 (1)
Стильбеноиды	4	1 (1)
Малые пептиды	-	1 (1)
Неизвестные соединения	30	19 (17)

Алкалоиды представляют собой структурно разнообразный класс азотсодержащих вторичных метаболитов, со значительным фармакологическим потенциалом. Ранее для представителей рода *Ferula L.* данные соединения не были описаны. В таблице 4 сравниваются алкалоиды, идентифицированные в этом исследовании, с алкалоидами, ранее описанными в роде *Ferula L.* Результаты показывают, что все обнаруженные нами алкалоиды были впервые выявлены в данном роде. Сюда включены 18 триптофановых, 7 антралиловых, 5 никотиновых структур и 3 тирозина, что подчёркивает роль метаболизма ароматических аминокислот в биосинтезе алкалоидов ферулы. Кроме того, идентификация новых описанных пептидных алкалоидов (1) и тетраамат/пептидных алкалоидов (2) предполагает ранее не идентифицированную нерибосомальную пептидсинтетазную активность в *Ferula L.*

Для оценки относительного обилия различных биосинтетических путей и связанных с ними суперклассов с помощью метаболомного профилирования был исследован химический состав *F. violacea*. Примечательно, что многие метаболиты

проявляли гибридные характеристики, принадлежащие к множеству путей биосинтеза, но были отнесены к основной присвоенной им классификации.

При анализе распространения путей биосинтеза природных продуктов у *F. violacea* установлено, что наиболее распространёнными метаболитами являются терпеноиды, аминокислоты и алкалоиды.

**Таблица 4. -Количество метаболитов из различных суперклассов, синтезирующихся, алкалоидным путем в *Ferula L.***

Суперкласс	Количество:	
	Раннее известные метаболиты в <i>Ferula L.</i>	Метаболиты, идентифицированные в этом исследовании (впервые идентифицированные)
Триптофановые алкалоиды + гибриды	-	18 (18)
Алкалоиды антраниловой кислоты	-	7 (7)
Никотиновая кислота + гибриды	-	5 (5)
Алкалоиды тирозина	-	2 (2)
Пептидные алкалоиды	-	1 (1)
Лизиновые алкалоиды + гибриды	-	5 (5)
Алкалоиды орнитина	-	1 (1)
Псевдоалкалоиды	-	7 (7)
Тетраматные алкалоиды	-	2 (2)
Тирозиновые алкалоиды + гибриды	-	3 (3)
Неизвестные соединения	-	7 (7)

В терпеноидном метаболическом пути сесквитерпеноиды являлись преобладающим суперклассом, что подчёркивает их значимость в биологической активности видов рода *Ferula L.* Малые пептиды составляли большую часть метаболитов из аминокислотного и пептидного метаболического путей биосинтеза, с аминокислотами тирозин, триптофан, фенилаланин и аспарагин в высоком содержании (относительное содержание >1%). Алкалоидный биосинтетический путь у *F. violacea* продемонстрировал обширное богатство метаболитов; при этом наиболее распространёнными суперклассами оказались алкалоиды, производные триптофана, никотиновой кислоты и лизина. Высоко распространённые метаболиты алкалоидов (относительное содержание >1%) включали 3-индолакриловую кислоту и 1-(метилпиридин-3-ил)-этанамин. Значительное присутствие алкалоидов на основе индола согласуется с наблюдаемым расширением метаболитов, образующихся из триптофана, что указывает на сильную зависимость биосинтеза алкалоидов от метаболизма ароматических аминокислот.

При изучении структурного разнообразия терпеноидов в *F. violacea* некоторые из них были идентифицированы как высоко консервативные и широко распространённые соединения. В частности, нестереохимические исходные соединения нуциферола, ванилата ферванола, фетидона, меросесквитерпеноида и группы структурно родственных даукановых сесквитерпеноидов продемонстрировали наибольшую интенсивность.

Консервативная субструктура (6-метил-азулен-4-ил) циклогексанкарбоксилата предполагает тесную биосинтетическую связь между этими даукановыми сесквитерпеноидами и может быть ключевым фактором, определяющим их биоактивность. Однако, модификации функциональных групп в положениях 2, 3, 4, 12, 13, 14 и 15 вносят изменчивость внутри группы. Эти модификации, вероятно, влияют на биологическую активность, растворимость и взаимодействие этих соединений с молекулярными мишенями, способствуя их разнообразным фармакологическим свойствам. Высокая распространённость и консервативность этих соединений в образцах предполагают сильное биосинтетическое предпочтение этого класса соединений в *F. violacea* и их потенциальную фармакологическую значимость.

«Содержание биологически активных компонентов в органах растений рода *Ferula* L. варьирует в широких диапазонах как внутри одного вида, так и в межвидовом сравнении» [37]. Как указывали Perel'son, M.E. и соавт. «для корней характерно преимущественное накопление сесквитерпеновых кумаринов (например, таджиферина), ароматических лактонов и сесквитерпенов» [38, с. 533-537]. «В то же время надземные части растений являются основным источником эфирных масел, в составе которых доминируют монотерпены, а также кислородсодержащие моно и сесквитерпеноиды» [39]. Однако аналогичная информация относительно видов ферулы, произрастающих на территории нашей страны, отсутствует. Исходя из этого, нами был изучен метаболитный состав корней и семян ферулы фиолетовой как ранее не изученного вида.

Сравнительный анализ метаболитного состава корней и семян *F. violacea* позволил получить следующие результаты. Так, классификация органоспецифических метаболитов показала, что уникальные для корней и семян соединения относятся преимущественно к шикиматно-фенилпропаноидному, терпеноидному и алкалоидному путям биосинтеза. Большинство этих соединений были обнаружены в относительно низкой концентрации, с интенсивностью менее 1 миллиона. Примечательно, что корнеспецифические метаболиты включали отдельную группу флавоноидов и фенольных кислот из шикиматного и фенилпропаноидного метаболических путей, которые были обнаружены исключительно в образцах корневого сока. Это открытие предполагает органоспецифическую метаболическую адаптацию, потенциально связанную с защитными механизмами корней или специализированными биосинтетическими функциями.

Анализ дифференциального содержания выявил в общей сложности 60 метаболитов, которые обогащали корни, и 83 метаболита, обогащающие семена (логарифмическое изменение  $>1$ ). Большинство метаболитов со значительными различиями в содержании между органами демонстрировали логарифмические

изменения ниже 5, хотя несколько метаболитов продемонстрировали логарифмические изменения выше 8, включая терпеноид фарнезил-4-гидроксибензоазид, обогащающий семена.

Другие метаболиты, обогащающие семена, с интенсивностью, превышающей 1 миллион, были преимущественно алкалоидами и аминокислотами. Это свидетельствует о том, что семена отдают приоритет биосинтезу алкалоидов, вероятно, для химической защиты или метаболических функций, связанных с прорастанием. Напротив, метаболиты, которыми богаты корни растения, с интенсивностью, превышающей 1 миллион, были в основном терпеноидами.

«Концентрация фенолов и флавоноидов в порошках, экстрактах и настояках лекарственных растений, в частности и у видов ферулы, варьирует в зависимости от факторов окружающей среды, стадии вегетации, части или органа растения, метода экстракции и используемого растворителя (экстрагента)» [40, с. 97-106]. По данным авторов [41, с. 1654–1656] «содержание фенольных соединений и антиоксидантную активность экстрактов из корней и надземных частей (цветков и плодов) *F. longipedunculata*, установили, что наибольшее содержание фенольных соединений характерно для метаноловых экстрактов корней, а аналогичный экстракт, полученный из надземной части, характеризуется наименьшими показателями присутствия этой группы химических соединений. Экстракты показали значительный антиоксидантный потенциал, при этом экстракты корней и плодов проявили наибольшую эффективность».

Проведением анализа главных компонентов данных массовых характеристик и с помощью PERMANOVA (переменная: орган + метод обработки, R<sup>2</sup>: 30 %, р-значение: 0,013) установлено, что количество метаболитов в исследуемых образцах зависит от метода или способа их получения. Так, сравнение метаболитов в зависимости от метода обработки выявило 512 общих метаболитов в этаноловых экстрактах, причём 2 метаболита были обнаружены исключительно в спиртовых экстрактах. В натуральных образцах (камеди из корня или выжимка из семян) было идентифицировано 538 общих метаболитов, из которых 28 были уникальными таковых образцов.

Установлено, что большинство метаболитов, специфичных для сока, были связаны с шикиматным и фенилпропаноидным путями, а также с терпеноидами. Эти специфичные для метода соединения, как правило, имели низкую распространённость, с интенсивностью менее 3,0 миллионов. Повторяющаяся группа структурно родственных производных шикиматных и фенилпропаноидных производных из суперклассов флавоноидов и фенольных кислот была обнаружена исключительно в образцах корневого сока (камеди), что указывает на преимущественную растворимость этих метаболитов в водных экстрактах, т.е. в натуральных образцах, которые содержат большую концентрацию воды.

Анализ дифференциального содержания выявил 65 метаболитов, обогащённых в экстрактах, и 32 – в соках. Многие метаболиты с дифференциальным содержанием, различающиеся между методами обработки, продемонстрировали логарифмическое изменение менее 5. Практически все метаболиты с высоким содержанием, характеризующиеся дифференциальным

содержанием (интенсивностью >1 миллиона), были обнаружены в спиртовых экстрактах.

Полученные результаты позволяют резюмировать, что натуральные образцы (камедь или сок из корней и выжимка из семян) для исследования содержат почти всё разнообразие метаболитов в *F. violacea*. Эти метаболические различия подчёркивают влияние методов обработки образцов на состав метаболитов и специализированные биосинтетические возможности каждого органа, вероятно, отражая их различные физиологические и экологические функции

Представители рода *Ferula* L. характеризуются богатым составом биологически активных веществ и широким спектром фармакологической активности. Установлено, что виды ферулы содержат сложный комплекс соединений, включающий смолы (до 62%), камедь (около 25%), эфирные масла (3–7%), а также производные феруловой кислоты и ванилин. Согласно исследованиям Kajimoto T. и соавт., «химический профиль *Ferula assa-foetidae* характеризуется наличием специфических сесквитерпеноидных производных и серосодержащих соединений. Именно эти компоненты определяют уникальные органолептические характеристики сырья – резкий чесночный запах и специфический вкус, а также обуславливают его высокую фармакологическую активность, включая антимикробные и спазмолитические свойства» [42, с. 1761–1763].

В спиртовом экстракте, полученном из корней *F. kuhistanica*, было выявлено множество химических групп и соединений. При этом кумарины являлись наиболее преобладающей группой химических соединений, составляя 40,3 % от общей полной ионной хроматограммы (ТИС). Наблюдалось наличие высокой концентрации 6-метилкумарина (18,7 %), 7-метоксикумарина (12,1 %) и (+)-мармина (9,5 %), которые известны своими противовоспалительными и антимикробными свойствами, что подтверждает традиционное использование *F. kuhistanica* в медицине для лечения воспалительных заболеваний и инфекций (таблица 5).

Флавоноиды составляли 22,1 % от общего ТИС, из них: 6-метилкумарин — 14,3 % и кемпферол — 7,8 %. Терпеноиды составляли 15,7 % от общего ТИС, включая β-кадинен — 10,5 % и *p*-мента-1,3,8-триена — 5,2 %. Фенольные кислоты составляли 12,8 % от общего ТИС, включая 3,4-дигидроксибензойную кислоту — 9,8 % и кафеальдегида — 3,0 %. Азотсодержащие соединения были представлены только одним химическим соединением — 7-[(2,5-диметилфенил) метил]-2-[метил(пиридин-3-ил)] и его концентрация составила всего 8,6 %.

При фитохимическом анализе экстракта, полученного из корней вида *F. gigantea*, нам удалось выявить более 449 химических соединений, относящихся к различным химическим группам. В хроматограмме экстракта наблюдается множество пиков в диапазоне времени удерживания (RT) от 2 до 40 минут. Наиболее интенсивные пики выявлены в диапазоне RT 22–38 минут, что соответствует среднеполярным соединениям.

Известно, что «многие представители рода *Ferula* L. содержат множество фенольных соединений, обладающих выраженной антиоксидантной активностью и проявляют достаточный антимикробный и противогрибковый эффекты» [43, с. 7–11]. Установлено, что «водно-спиртовые экстракты из цветков, стеблей и листьев вида *F. gummosa* обладают выраженным антиоксидантным потенциалом и антигемо-

**Таблица 5. -Основные группы соединений в спиртовом экстракте, полученном из корня *F. kuhistanica***

Химическая группа	Примеры соединений	Процент от общего ТИС (%)
<b>Кумарины</b>		<b>40,3</b>
	6-метилкумарин	18,7
	7-метоксикумарин	12,1
	(+)-мармин	9,5
<b>Флавоноиды</b>		<b>22,1</b>
	Изоскутеллареин	14,3
	Кемпферол	7,8
<b>Терпеноиды</b>		<b>15,7</b>
	$\beta$ -кадинен	10,5
	p-мента-1,3,8-триен	5,2
<b>Фенольные кислоты</b>		<b>12,8</b>
	3,4-дигидроксибензойная кислота	9,8
	Кафеальдегид	3,0
<b>Азотсодержащие соединения</b>		
	7-[(2,5-диметилфенил)метил]-2-[метил(пиридин-3-ил)]	<b>8,6</b>
<b>Другие соединения</b>		<b>0,5</b>

литическим эффектом, что может быть обусловлено высоким содержанием фенольных соединений, в частности, флавоноидов» [44, с. 101-104]. При сравнительной оценке антиоксидантного эффекта различных экстрактов растений, произрастающих в Турции, установлено, что «метанольные и водные экстракты *F. elaeochytris*, ацетоновые и метанольные экстракты *F. stricta*, проявляют достаточно высокую антиоксидантную активность. Гексановые экстракты обоих видов растений демонстрировали низкий уровень антиоксидантного потенциала» [45, с. 69-75].

Проведённые нами исследования показали, что содержание общих полифенолов в корнях и семенах всех трёх включённых в исследование видов рода *Ferula L.* варьирует в широких диапазонах. Суммарное содержание фенольных соединений в камеди из корней исследуемых образцов, колебалось от 985,7±14,4 мг/мл до 2772,7±57,3 мг/мл. Статистически значимые различия ( $P < 0,001$ ) в содержании полифенолов были обнаружены между камедями из корней *F. violacea* (2772,7±57,3 мг/мл) и *F. gigantea* (985,7±14,4 мг/мл). Данный показатель для *F. kuhistanica* (2054,4±384,8 мг/мл) был близким к значению *F. violaceae* ( $p = 0,016$ ), но значительно больше, чем концентрация фенольных соединений в камеди из корней *F. gigantea* (990,7±4,9 мг/мл).

В 70%-ных этаноловых экстрактах из корней наибольшее количество полифенолов было обнаружено у *F. kuhistanica* (2176±21,1 мг/мл), что было

несколько ближе к значению вида *F. violacea* ( $1582,3 \pm 21,0$  мг/мл;  $P=0,033$ ), но значительно больше, чем у представителя *F. gigantea* ( $990,7 \pm 4,9$  мг/мл;  $P < 0,001$ ).

При изучении антиоксидантного потенциала образцов, полученных из семян исследуемых видов *Ferula* L., установлено, что наибольшую антиоксидантную активность демонстрирует выжимка из семян *F. violaceae* ( $83,7 \pm 1,3$  мг/мл), что статистически достоверно выше ( $P < 0,001$ ), чем данный показатель у *F. kuhistanica* ( $30,6 \pm 1,0$  мг/мл) и *F. gigantea* ( $31,5 \pm 0,9$  мг/мл). 70%-ный этаноловый экстракт семян этого вида по своей антиоксидантной активности ( $57,6 \pm 0,9$  мг/мл) статистически значимо ( $P < 0,001$ ) превосходил только образец, полученный из вида *F. gigantea* ( $19,8 \pm 0,8$  мг/мл), проявляя несколько повышенное значение ( $p = 0,033$ ), чем *F. kuhistanica* ( $33,2 \pm 1,1$  мг/мл). Примерно аналогичными значениями характеризовался 70%-ный этаноловый экстракт из корня данного вида растения ( $63,2 \pm 0,3$  мг/мл), что достаточно больше ( $P < 0,001$ ), чем значения образца, полученного из *F. gigantea* ( $29,8 \pm 0,3$  мг/мл) и ближе ( $p = 0,033$ ) к показателям из корня *F. kuhistanica* ( $45,6 \pm 0,6$  мг/мл). Обращает на себя внимание антиоксидантный потенциал камеди, полученной из корней исследуемых растений. Камедь, полученная из корня *F. gigantea*, проявляла близкое значение антиоксидантной активности ( $45,7 \pm 0,6$  мг/мл) к аналогичному образцу из *F. violacea* ( $38,4 \pm 0,7$  мг/мл).

В настоящий момент потенциальные противовирусные средства либо довольно токсичны, либо их активность невысока. В данной ситуации «неоспоримое преимущество будут иметь препараты, эффективные в отношении многих вирусов и обладающие рядом других свойств, что позволит сочетать этиотропное и патогенетическое лечение» [46, с. 255– 269]. Именно поэтому «значительный интерес представляют вещества растительного происхождения, поскольку некоторые из них, являясь относительно малотоксичными, обладают достаточно широким спектром биологической активности, проявляя антимикробные, противовирусные, иммуномодулирующие и другие свойства» [47].

В связи с этим, в рамках данной диссертационной работы нами было запланировано исследование противовирусного потенциала трёх видов рода *Ferula* L., произрастающих на территории Таджикистана.

Установлено, что этаноловый экстракт из семян *F. violacea* проявляет выраженный эффект в отношении штамма А(Н3N2) при самом низком уровне ( $0,5$  мкг/мл) эффективной концентрации ЕС50. Примерно такой же ЕС50 относительно данного штамма характеризовалась выжимка из этого органа растения ( $0,8$  мкг/мл). В отношении другого использованного в работе штамма А(Н1N1), как выжимка, так и этаноловый экстракт проявляли одинаковый уровень эффективной концентрации —  $5,5$  мкг/мл.

При сравнительной оценке показателей ЕС50 исследованных образцов и противовирусных препаратов (таблица 6) установлено, что эффективность этанолового экстракта из семян *F. violacea* в отношении штамма А(Н3N2) в 62 раза превосходит ЕС50 Тамифлю ( $0,5$  мкг/мл против  $31$  мкг/мл) и в 23 раза — эффективность Римантадина ( $0,5$  мкг/мл против  $11,6$  мкг/мл). Значения эффективной концентрации выжимки из семян для данного штамма в 38,8 раз пре-

**Таблица 6. -Значение эффективной концентрации камеди и этанолового экстракта, полученных из корней *F. violacea* по отношению к исследуемым штаммам вируса гриппа (мкг/мл)**

Исследуемые образцы и препараты сравнения	Штамм вирус гриппа	
	А(Н1N1)	А(Н3N2)
Тамифлю	10,7±0,63	31,0±0,63
Римантадин	11,7±0,14	11,6±0,18
Этаноловый экстракт	0,5±0,01	0,6±0,02
Камедь	0,7±0,03	0,38±0,01

восходила значения ЕС<sub>50</sub> препарата Тамифлю (0,8 мкг/мл против 31 мкг/мл) и в 14,5 раза – Римантадина (0,8 мкг/мл против 11,6 мкг/мл). Однако, значение ЕС<sub>50</sub> данного образца (0,5 мкг/мл) в отношении штамма А(Н1N1) только примерно в 2 раза превосходило ЕС<sub>50</sub> Тамифлю (10,7 мкг/мл) и Римантадина (11,7 мкг/мл).

Анализ показателей эффективной концентрации камеди из корней *F. violacea* и препаратов сравнения позволяет заключить, что значения ЕС<sub>50</sub> этого образца в отношении вируса А(Н1N1) в 15,3 раза (0,7 мкг/мл против 10,7 мкг/мл) превосходят значения Тамифлю и 16,7 раза — аналогичного показателя Римантадина (0,7 мкг/мл против 11,7 мкг/мл). Сравнительно высокой степенью ЕС<sub>50</sub> в отношении данного вируса характеризовался и этаноловый экстракт из этого органа растения, который по данному значению в 21,4 раза превосходил Тамифлю (0,5 мкг/мл против 10,7 мкг/мл) и в 23,4 раза (0,5 мкг/мл против 11,7 мкг/мл) Римантадин.

Высокий уровень химиотерапевтический индекс (ХТИ) для обоих штаммов вируса гриппа показали камедь и этаноловый экстракт из корня *F. violacea*: от >142,3 до >263,0. В то же время, этаноловый экстракт и выжимка, полученные из семян этого вида растения, обладали низким уровнем ХТИ в отношении штамма А(Н1N1) – >18,2. Для штамма А(Н3N2) этот показатель был достаточно высоким и находился на уровне >200,0 и >125,0 (этаноловый экстракт и выжимка из семян соответственно). Сравнительный анализ противовирусной активности этаноловых экстрактов *F. violacea* и *F. kuhistanica* с препаратами сравнения показал, что ХТИ экстрактов растения в десятки раз превышает аналогичный показатель Римантадина и Тамифлю, у которых ХТИ не превышал 32,7.

«Среди лекарственных растений представители рода *Ferula* L. считаются богатым источником противомикробных соединений, при этом различные виды ферулы обладают специфическим антибактериальным действием» [48]. Проведенный нами ранее анализ научной литературы позволяет отметить, что «антибактериальными свойствами обладают многие виды рода *Ferula* L., произрастающие в различных почвенно-климатических зонах. Широкий ареал распространения и адаптация данных растений к специфическим условиям среды обитания обуславливают вариабельность их вторичного метаболизма и, как следствие, выраженность их биологической активности» [49, с. 115-122].

Результаты исследования показали, что для тест-штамма *S. aureus* диаметр зоны чувствительности к образцам, полученным из корней и семян *F. violacea*, составляет от 17,0±0,7 мм до 19,6±0,5 мм, что статистически значимо превышает

аналогичный показатель для *Ps. aeruginosa*, *Kl. pneumoniae* и *C. albicans*. Зона ограничения роста тест-штамма *C. albicans* вокруг дисков, пропитанных камедью и этаноловым экстрактом, полученными из корней, а также выжимкой и этаноловым экстрактом из семян этого вида растений, не превышала  $8,5\pm 0,6$  мм, что свидетельствует об их возможном фунгистатическом действии.

Сравнительная оценка антибактериальной активности камедей из корней всех трёх исследованных растений показала, что повышенной антистафилококковой активностью ( $p < 0,001$ ), характеризуется камедь из корней *F. violacea* (таблица 7). Диаметр зоны задержки роста тестового штамма *S. aureus* вокруг диска, пропитанного этой камедью, находился на уровне  $19,3\pm 0,5$  мм, в то время как камедь, полученная из корней *F. gigantea* и *F. kuhistanica*, продемонстрировала одинаковую активность в отношении этого микроорганизма. Так, ингибирующая зона роста этого микроорганизма вокруг дисков составляла  $12,3\pm 0,7$  мм и  $12,8\pm 0,6$  мм соответственно.

**Таблица 7. -Сравнительная оценка антибактериальной активности камедей, полученных из корней трёх видов рода *Ferula* L.**

Микроорганизм	Вид			
	<i>F. violaceae</i> (n =10)	<i>F. gigantea</i> (n =10)	<i>F. kuhistanica</i> (n =10)	P (df =2)
<i>S. aureus</i>	$19,3\pm 0,5$	$12,3\pm 0,7$ $p1 < 0,001$	$12,8\pm 0,6$ $p1 = 0,003$ $p2 > 0,05$	$< 0,001$
<i>Ps. aeruginosa</i>	$9,8\pm 0,3$	$9,9\pm 0,9$	$9,9\pm 0,9$	$> 0,05$
<i>Kl. pneumonia</i>	$8,8\pm 1,0$	$10,8\pm 0,9$ $p1 = 0,002$	$10,0\pm 0,7$ $p1 > 0,05$ $p2 > 0,05$	$= 0,002$
<i>C. albicans</i>	$8,3\pm 0,4$	$10,2\pm 0,8$ $p1 < 0,001$	$9,9\pm 0,7$ $p1 = 0,002$ $p2 > 0,05$	$< 0,001$

Все камеди, полученные из корней исследуемых растений, не отличались между собой по уровню бактерицидного эффекта на тестовый штамм *Ps. aeruginosa*: от  $9,8\pm 0,3$  мм до  $9,9\pm 0,9$  мм ( $p > 0,05$ ). Низкой и примерно одинаковой антибактериальной активностью характеризовались все исследуемые образцы в отношении *Kl. pneumoniae*: от  $8,8\pm 1,0$  мм до  $10,8\pm 0,9$  мм ( $p > 0,05$ ).

Как мы отметили ранее, камедь из корней *F. violacea* проявила фунгистатическое действие на *C. albicans*. Однако, камедь, полученная из корней *F. gigantea*, показала несколько повышенный ( $10,2\pm 0,8$  мм) противогрибковый эффект против этого тестового штамма ( $p1 < 0,001$ ), но схожее значение ( $p1 = 0,002$ ) с образцом, полученным из корней вида *F. kuhistanica* ( $9,9\pm 0,7$  мм). В нашем исследовании сок и этаноловые экстракты, полученные из семян, не проявили выраженной антимикробной активности: зона задержки роста вокруг дисков,

приготовленных из материалов, полученных из семян всех трёх видов ферулы, не превышала более  $8,0 \pm 1,0$  мм, что свидетельствует об их низком бактерицидном эффекте.

Таким образом, данные научной литературы и предварительный скрининг показывают, что виды рода *Ferula* L. — *F. violacea*, *F. kuhistanica* и *F. gigantea*, произрастающие на территории Таджикистана, до начала настоящего исследования оставались фармакогностически неизученными. Полученные нами результаты представляют собой первую научную информацию о фармакогностической характеристике этих видов рода *Ferula* L. Виды *F. violacea* и *F. kuhistanica* обладают многообещающим потенциалом для разработки новых БАВ и эффективных фитотерапевтических препаратов.

## ВЫВОДЫ

1. Определены морфолого-анатомические диагностические признаки корней видов - *F. violacea*, *F. kuhistanica* и *F. gigantea*, произрастающих в Таджикистане. У *F. violaceae* в клетках основной паренхимы корней встречаются призматические кристаллы, которые при анатомическом исследовании корней *F. kuhistanica* и *F. gigantea* не наблюдаются. Паренхимные клетки корней *F. violaceae*, в отличие от *F. kuhistanica* и *F. gigantea*, заполнены крахмальными зёрнами и имеют более развитые сосуды [15-А].
2. Представлен первый всесторонний нецелевой метаболомный анализ *F. violacea*, выявивший 419 ранее не описанных метаболитов для этого рода и значительно расширивший её известное химическое разнообразие. Многочисленные, ранее не описанные, метаболиты обнаружены в терпеноидных, шикиматно-фенилпропаноидных и алкалоидных метаболических путях. Широко распространены сесквитерпеноиды, кумарины и новые алкалоиды, что подчёркивает их значимость в химическом профиле и особые метаболитические возможности этого вида [7-А, 22-А].
3. Дифференциальный анализ корней и семян выявил органоспецифичное обогащение метаболитами, демонстрирующее чёткую биосинтетическую специализацию. Семена обогащены аминокислотами и алкалоидами, в то время как корни характеризуются более высоким содержанием терпеноидов. Профиль метаболитов в исследуемых образцах напрямую зависит от способа получения исследуемого образца: этаноловые экстракты позволяют выявлять большее количество метаболитов, связанных с шикиматами, фенилпропаноидами и терпеноидами, тогда как камедь и выжимки содержат соединения из класса фенилпропаноидов [7-А, 22-А].
4. Корни и семена исследованных видов ферулы характеризуются специфическим химическим составом. Корни характеризуются наличием химических соединений средней и высокой молекулярной массы, в то время как семена богаты низкомолекулярными соединениями. Основными химическими компонентами как корней, так семян всех трёх исследованных видов ферулы являются химические соединения, относящиеся к классам кумаринов, флавоноидов и терпеноидов [10-А, 14-А, 23-А].

5. Повышенная концентрация полифенолов обнаружена в камеди и спиртовых экстрактах, полученных из корней и семян видов *F. violaceae* и *F. kuhistanica*, что существенно отличается от значения выжимки из всех образцов, полученных из корней и семян вида *F. gigantea*. Выжимка из семян и этаноловый экстракт из корней *F. violaceae* характеризуются высоким антиоксидантным потенциалом [2-А, 16-А, 19-А].
6. Камедь из корней и семян *F. violacea* и *F. kuhistanica* обладает выраженной вирусингибирующей активностью в отношении штаммов вируса гриппа А(Н1N1) и А(Н3N2). Противовирусная активность камеди и этаноловых экстрактов характеризуется низкими значениями эффективной концентрации (ЕС50) и исключительно высокими значениями химиотерапевтического индекса (ХТИ), превосходящими аналогичные показатели коммерческих препаратов Тамифлю и Римантадин. [1-А, 5-А, 9-А, 11-А, 12-А, 13-А, 18-А, 20-А].
7. *In vitro* наибольшей антибактериальной активностью характеризуются все образцы, полученные из камеди и семян вида *F. violaceae*, которые преимущественно действуют на тестовый штамм золотистого стафилококка (*S. aureus*), проявляя незначительный антибактериальный эффект против тестовых штаммов *Ps. aeruginosa* и *Kl. pneumonia* [4-А, 6-А, 8-А, 17-А].

#### **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ**

1. Результаты анатомо-морфологического изучения корней исследованных видов растений можно рекомендовать как один из способов идентификации представителей рода *Ferula* L.
2. Результаты метаболомного исследования корней и семян *F. violacea* закладывают прочную основу для дальнейшего изучения их фармакогностического, фармакологического и промышленного потенциала, а также позволяют объективно определить подлинность и доброкачественность лекарственного растительного сырья. Использованные в работе методологии подтверждают высокую эффективность современных инструментов метаболомики в поиске и идентификации новых метаболитов.
3. Результаты исследований по изучению химического состава основных групп биологически активных компонентов семян и корней можно рекомендовать для разработки фармакопейной статьи и лекарственных препаратов различного спектра действия.
4. Результаты изучения вирусингибирующей активности исследованных видов ферулы свидетельствуют о высоком противогриппозном эффекте камеди и семян вида *F. violacea*. Это позволяет рекомендовать данные материалы в качестве биологически активных добавок при терапии вирусных заболеваний верхних дыхательных путей.
5. Результаты оценки антибактериальной активности позволяют рекомендовать данные виды растений в качестве сырья для разработки препаратов против инфекционных заболеваний различной этиологии.
6. Результаты исследования рекомендуются для внедрения в учебный процесс кафедр фармакогнозии, фармакологии, микробиологии, вирусологии и

иммунологии медицинских ВУЗ-ов и колледжей, а также в деятельность научно-исследовательских центров. Материалы работы могут быть использованы при выполнении научно-исследовательских проектов аспирантами и соискателями фармацевтического, химического и медицинского профилей.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ozodbek, A. Ecological Analysis of Species of the Genus *Ferula* L., Distributed in Navoi Region (Uzbekistan) [Text] / A. Ozodbek [ at al.] // Amer. J. of Pl. Sc. – 2023. – V. 14. – P. 1248-1259.
2. Sabzehzari, M. Pharmacological and therapeutic aspects of plants from the genus *Ferula*: a comprehensive review [Text] / M. Sabzehzari // Mini Rev. Med. Chem. – 2020, – V. 20(13). – P. 1233-1257.
3. Palá-Paúl, J. Chemical Composition of the Essential Oils of the Iberian Peninsula Endemic Species *Eryngium dilatatum* Lam [Text] / J. Palá-Paúl [ at al.] // Molecules. – 2024, 29, 562. <https://doi.org/10.3390/molecules29030562>. (Дата обращения: 28.12.2024).
4. Shailja, C., Bhawna, W., Gitika C. *Ferula asafetida* (Hing): A Review Based Upon its Ayurvedic and Pharmacological Properties [Text] / C. Shailja, W. Bhawna, C. Gitika // Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res. – 2021. –V. 68(2). – P. 31-39.
5. Bagheri, S.M, Esmailidehaj, M. A. Comprehensive Review of the Pharmacological Effects of Genus *Ferula* on Central Nervous System Disorders [Text] / S.M. Bagheri, M. Esmailidehaj // Cent. Nerv. Syst. Agents Med. Chem. – 2024. – V. 24(2). – P. 105-116.
6. Bagheri, S.M. Effect of *Ferula assa-foetida* oleo-gum-resin on renal function in normal Wistar rats [Text] / S.M. Bagheri [ at al.] // Indian J. Nephrol. – 2016. – V. 26(6). – P. 419-422.
7. Seo, H. Antituberculosis effect of microbiome therapeutic PMC205 in extensively drug-resistant pulmonary tuberculosis in vivo [Text] / H. Seo // Int. J. Antimicrob. Agents. -2024. doi: 10.1016/j.ijantimicag.2024.107274. (Дата обращения: 29.12.2024).
8. Karademir, Y. Effects of Ferulic Acid on Cognitive Function: A Systematic Review [Text] / Y. Karademir, [ at al.] // Mol. Nutr. Food Res. – 2024, DOI: 10.1017/S1479262124000017. (Дата обращения: 15.12.2024).
9. Rong, H. The Inhibitory Effect an Mechanism of *Ferula akitschkensis* Volatile Oil on Gastric Cancer. Evid. Based Complement [Text] / H. Rong [ at al.] // Altern. Med. - 2022. 5092742. DOI: 10.1155/2022/5092742. (Дата обращения: 25.12.2022).
10. Saleem, M., Alam, A., Sultana, S. Asafoetida inhibits early events of carcinogenesis: a chemopreventive study [Text] / M. Saleem, A. Alam, S. Sultana // Life sciences. – 2001. –V. 68(16). –P. 1913-1921.
11. Nouioura, G. Comprehensive analysis of different solvent extracts of *Ferula communis* L. fruit reveals phenolic compounds and their biological properties via in vitro and in silico assays [Text] / G. Nouioura [ at al.] // Sci Rep. - 2024. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59087-3>. (Дата обращения: 25.12.2024).

12. Орлова, А. А. Использование подходов метаболомики в анализе лекарственных растений и фитопрепаратов [Текст] / А.А. Орлова [ и др.] // Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2021. – Т.10. – № 1. – С. 97-105.
13. Mohammadi, R. Antiviral Effect of Ferula Plants and their Potential for Treatment of COVID-19: A Comprehensive Review [Text] / R. Mohammadi [ at al.] // Curr. Pharm. Biotechnol. -2024, doi: 10.2174/0113892010285343240530040218. (Дата обращения: 28.11.2024).
14. Ed-Dahmani, I. *Ferula communis* leaf extract: antioxidant capacity, UHPLC–MS/MS analysis, and in vivo and in silico toxicity investigations. [Text] / I. Ed-Dahmani [ at al.] // Sec. Chem. Biology. -2024, V2. <https://doi.org/10.3389/fchem.2024.1485463> (Дата обращения: 15.02.2025).
15. Gholizadeh, F.Z. Investigation of the antibacterial effect of *Ferula foetida* (Bunge) Regel oleo-gum-resin extracts and essential oil on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and its simultaneous effect with vancomycin [Text] // F.Z. Gholizadeh [ at al.] // J. Med. Plants. – 2024. –V. 23 (90). – P. 82-93.
16. Bahrami-Taghanaki, H.R. The effect of *Ferula assa-foetida* L. oleo gum resin and tragacanth (Phytopaj) in patients with COVID-19: A randomized clinical trial [Text] / H.R. Bahrami-Taghanaki [ at al.] // Avicenna J. Phytomed. – 2024. – V. 14(2). – P. 152-165.
17. Sangchooli, T. Chemical Composition, Antioxidant Properties, and Antimicrobial Activity of *Ferula assa-foetida* L. Essential Oil against Pathogenic Bacteria [Text] / T. Sangchooli [ at al.] // Chem. Methodol. – 2024. – V. 8(5). – P. 364-385.
18. Бекназарова, Х.А., Наврузшоев, Д. Биолого-морфологические особенности ферулы гиганской - *Ferula gigantea* В. Fedtch. в условиях Памирского ботанического сада [Текст] / Х.А. Бекназарова, Д. Наврузшоев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2014. – Т. 57. – № 4. – С. 321-326.
19. Ходжиматов, М. Дикорастущие лекарственные растения Таджикистана [Текст]: монография /М. Ходжиматов. - Душанбе: Гл. научн. ред. Таджэнциклопедии. - 1989. – С. 250-320.
20. Мукумов, И.У. Род ферула (*Ferula* L.) во флоре Кашкадарьинской области. [Текст] / И.У. Мукумов // Вестник Науки. – 2020. - № 1(22). –Т.2. – С. 275-284.
21. Самединов, Р.С., Набиев А.Н., Туляганов С.Х. [Текст] / Р.С. Самединов, А.Н. Набиев, С.Х. Туляганов / Исследование гонадотропного действия растения *Ferula assa-foetida* // Фармация. -2022. – Т. 71 – № 3. – С. 52-56.
22. Khamraeva, D.T., Khojimatov, O.K., Uralov, A.I. Growth and development of *Ferula tadshikorum* Pimenov in culture [Text] / D.T. Khamraeva, O.K. Khojimatov, A.I. Uralov // Acta Biol. Sib. – 2019. – V. 5(3). – P. 172-177.
23. Rakhymbayev, N. Component composition and antimicrobial activity of subcritical CO<sub>2</sub> extract of *Ferula asafoetida* L., growing in the territory of Kazakhstan. [Text] / N. Rakhymbayev [ at al.] // Science Rise: Pharmaceutical Science. – 2023. – № 2(42). – P. 82-91.
24. Акмурадов, А., Рахманов, О.Х. Биоэкологические и фитотерапевтические особенности ферулы [Текст] / А. Акмурадов, О.Х. Рахманов // Туркменская наука на пути международных отношениях (Сборник научных статей) - Ашхабад: Ылым. – 2013. – С. 487-503.

25. Ходжамбергенова, П. Е. Сравнительная характеристика химико-биологических свойств различных видов ферулы, произрастающих на территории Южного Приаралья [Текст] / П. Е. Ходжамбергенова // Проблемы биологии и медицины – 2022. – № 6(141). – С. 109-111.
26. Sharopov, F.S. The Chemical Composition and Biological Activity of the Essential Oil from the Underground Parts of *Ferula tadshikorum* (Apiaceae) [Text] / F. Sharopov [ at al.] // Rec. Nat. Prod. – 2019. – № 13(1). – P. 18-23.
27. Babekov, A.U. Terpenoid coumarins and macro and microelement composition of three types of roots of plants of the Genus *Ferula* L. [Text] / A.U. Babekov [ at al.] // Web of Conf. V.537, SDEA. – 2024. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453705007>. (Дата обращения: 10.08. 2024).
28. Choudhary, S., Walia, B., Chaudhary G. *Ferula asafetida* (Hing): A Review Based Upon its Ayurvedic and Pharmacological Properties [Text] / S. Choudhary, B. Walia, G. Chaudhary // Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res. – 2021. – V. 68(2). – № 6. – P. 31-39.
29. Estekhdami, P., Nasiri, A.D. Chemical Composition of Volatile Oil of *Ferula Assafoetida* L. [Text] / P. Estekhdami, A.D. Nasiri // Intern. Journ.of Res. Stud.in Agr. Scien. – 2019. – V. 5(8). – P. 9-14.
30. Ozek, T., Özek, G., Yur, S. Phytochemical and Biological Characteristics of Apiaceae Species from Turkey [Text] / T. Ozek, G. Özek, S. Yur // Med. and Arom. Plants of Turkey -2023. DOI:10.1007/978-3-031-43312-2\_4. (Дата обращения: 25.12.2023).
31. Singh, S., Shukla, A., Semwal, B. Phytochemical and Pharmacological Potential of *Ferula asafetida* “Hing” [Text] / S. Singh, A. Shukla, B. Semwal // Current Bioact. Compounds. -2024. Doi: 10.2174/157340721-9666230626111830. (Дата обращения: 25.12.2024).
32. Хасанов, А.Ф. Биолого-морфологические особенности и агрохимический анализ ферулы гигантской *Ferula gigantea* В. Fedtsch в условиях Кулябского региона Республики Таджикистан [Текст] / А.Ф. Хасанов // Вестник АПК Верхневолжья, Ярославль. – 2016. – №3(35). – С. 96-98.
33. Республика Таджикистан. Постановление Правительства Республики Таджикистан «О Государственной программе развития фармацевтической промышленности Республики Таджикистан на 2021–2025 годы» от 28 октября 2020 года, № 569 [Электронный ресурс] //«Адлия». — URL:[http://adlia.tj/show\\_doc.fwx?demo=1&server=1&datum=28.10.2020&number=569](http://adlia.tj/show_doc.fwx?demo=1&server=1&datum=28.10.2020&number=569) (дата обращения: 03.01.2022).
34. Иманбаева, А.А., Сарсенбаев, К.Н. Сагындыкова, М.С. Анатомическое строение надземных и подземных органов *Ferula foetida* (Bunge) Regel в случае популяций Мангистау [Текст] / А.А. Иманбаева, К.Н. Сарсенбаев, М.С. Сагындыкова // Сибирский экологический журнал. –2015. – № 6. – С. 899-208.
35. Mavlonazarova, S. Untargeted Metabolomics Reveals Organ-Specific and Extraction-Dependent Metabolite Profiles in Endemic Tajik Species *Ferula violacea* Korovin / K. Acosta, R. Abzalimov, S. Satorov, V. Dushenkov // Plant Direct, 2026; 10: e70123. <https://doi.org/10.1002/pld3.70123> [SCOPUS]. ISSN:2475-4455.
36. Карцова, Л. А., Соловьёва, С. А. Применение хроматографических и электрофоретических методов в метаболомных исследованиях / Л.А. Карцова, С.А. Соловьёва [Текст] // Журн. Аналит. Химии. – 2019. –Т. 74. – № 4. – С. 243-253.

37. Bahetjan, Y, Chemistry, Bioactivity, and Prediction of the Quality Marker (Q-Marker) of *Ferula* Plants in China: A Review [Text] / Y. Bahetjan [ et al.] // *Molecules*. -2023. 4;28(13):5191. doi: 10.3390/molecules28135191. (Дата обращения: 19.12.2023).
38. Perel'son, M.E. New Terpenoid Coumarins from *Ferula tadshikorum* [Text] / M.E. Perel'son [ et al.] // *Chem. Nat. Compd.* – 1976. – V. 12. – P. 533-537.
39. Bahetjan, Y, Chemistry, Bioactivity, and Prediction of the Quality Marker (Q-Marker) of *Ferula* Plants in China: A Review [Text] / Y. Bahetjan [ et al.] // *Molecules*. – 2023. 4;28(13):5191. doi: 10.3390/molecules28135191. (Дата обращения: 19.12.2023).
40. Jalili, B. Variability in phenolic compounds, antioxidant capacity and essential oil profile in different tissues of *Ferula assa-foetida* L. populations in Iran: an opportunity for industrial products [Text] / B.Jalili [et al.] // *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization*. – 2024, 22, 97-106. <https://doi.org/10.1017/S1479262124000017>. (Дата обращения: 15).
41. Karakaya, S. Determination of natural phenolic compounds of *Ferula longipedunculata* Peşmen and assessment their antioxidant and anticholinesterase potentials [Text] / S. Karakaya [et al.] // *Nat. Prod. Res.* –2019. – V. 35(10). – P. 1654-1656.
42. Kajimoto, T., Yahiro, K., Nohara, T. Sesquiterpenoid and Disulphide Derivatives from *Ferula assa-foetida* [Text] / T. Kajimoto, K. Yahiro, T. Nohara // *Phytochem.* – 1989. –V. 28. – Т. 1761-1763.
43. Хасанов, А.Ф. Биологические особенности ферулы гигантской в условиях Хатлонской области Республики Таджикистан [Текст] /А.Ф.Хасанов // В материалах научно-теоретической конференции преподавателей и студентов ФДТК с целью обобщения научных работ, Куляб, – 2014. – С. 7-11.
44. Deveci, E., Tel-Çayan G., Duru M.E. Essential Oil Composition, Antioxidant, Anticholinesterase and Antityrosinase Activities of Two Turkish Plant Species: *Ferula elaeochytris* and *Sideritis stricta* [Text] / E. Deveci, G. Tel-Çayan, M.E. Duru // *Natural Product Communications*. –2018. – V. 13. – № 1. – P. 101-104.
45. Karakaya, S. Comparison of the Essential Oils of *Ferula orientalis* L., *Ferulago sandrasica* Peşmen and Quézel, and *Hippomarathrum microcarpum* Petrov and Their Antimicrobial Activity d morphological investigation of *Ferula tingitana* L. (Apiaceae) [Text] / S. Karakaya [ et al.] // *Turk J. Pharm. Sci.* – 2019. – V. 16(1). – P. 69-75.
46. McConnell, M.J. COVID-19 and liver injury: role of inflammatory endotheliopathy, platelet dysfunction and thrombosis [Text] / M.J. McConnell [et al.] // *Hepatol. Commun.* – 2022. – V. 6 (2). – P. 255-269.
47. Hassan, H. In silico exploration of disulfide derivatives of *Ferula foetida* oleo-gum (Covexir®) as promising therapeutics against SARS-CoV-2. [Text] / H. Hassan [ et al.] // *Comput. Biol. Med.* -2022. DOI: 10.1016/j.compbiomed.2022.105566. (Дата обращения: 28.03.2023).
48. Hulankova, R. Methods for Determination of Antimicrobial Activity of Essential Oils In Vitro—A Review [Text] / R. Hulankova / *Plants*. -2024, 13(19):2784. <https://doi.org/10.3390/plants13192784>. (Дата обращения: 18.12.2024).
49. Саторов, С. Противовирусные и антибактериальные свойства растений рода *Ferula* L. [Текст] / С. Саторов, С.Н. Мавлоназарова, С.ДЖ. Юсуфи // *Здравоохранение Таджикистана*. – 2025. – №1. – С. 115-122. ISSN 0514-2415.

## ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Статьи в рецензируемых журналах

- [1-А] Мавлоназарова, С.Н. Вирусингибирующий эффект растения вида *Ferula kuhistanica* Korovin, произрастающего в высокогорных условиях Республики Таджикистан [Текст] / С. Саторов, С.Н. Мавлоназарова, С.ДЖ. Юсуфи // Здравоохранение Таджикистана. – 2023. – №2. – С. 100-105.
- [2-А] Мавлоназарова, С.Н. Мухтавои пайвастагиҳои фенолӣ ва ғаъолнокии антиоксидантии намудӣ эндемикии растаниҳои чинси *Ferula violacea* Korovin [Текст] / С.Н. Мавлоназарова // Авҷи Зухал. – 2023. – № 4. –С. 99-102.
- [3-А] Мавлоназарова, С.Н. Систематика, общая характеристика и применение растений рода *Ferula* L. в медицине. [Текст] / С. Саторов, С.Н. Мавлоназарова, С.ДЖ. Юсуфи // Здравоохранение Таджикистана. – 2024. – №2. – С. 114-121.
- [4-А] Mavlonazarova, S.N. Total Polyphenol Content, Antioxidant Potential, Antibacterial and Antifungal Properties of *Ferula* L. Species Growing in Tajikistan [Text] S.Satorov, S.Mavlonazarova, S. Yusufi, V. Dushenkov // Journal of drug and Alcohol Research. – 2024. – V.13 – P 15-25 [SCOPUS].
- [5-А] Mavlonazarova, S.N. Efficacy of *Ferula* L. species extracts from Tajikistan against influenza viruses [Text] / S. Satorov, S. Mavlonazarova, A. Bogoevlenskiy, S. Yusufi, V. Dushenkov // African Journal of Biological Sciences. – 2024. – V. 6(9). – P. 3254-3268 [SCOPUS].
- [6-А] Мавлоназарова, С.Н. Противовирусные и антибактериальные свойства растений рода *Ferula* L. [Текст] / С. Саторов, С.Н. Мавлоназарова, С.ДЖ. Юсуфи // Здравоохранение Таджикистана. – 2025. – №1. – С. 115-122.
- [7-А] Mavlonazarova, S. Untargeted Metabolomics Reveals Organ-Specific and Extraction-Dependent Metabolite Profiles in Endemic Tajik Species *Ferula violacea* Korovin / К. Acosta, R. Abzalimov, S. Satorov, V. Dushenkov // Plant Direct, 2026; 10: e70123. <https://doi.org/10.1002/pld3.70123>.

### Статьи и тезисы в журналах и сборниках конференции

- [8-А] Мавлоназарова, С.Н. Противомикробные свойства *Ferula kuhistanica* [Текст] / С. Саторов, С.Н. Мавлоназарова, С.ДЖ. Юсуфи // Материалы международной научно-практической конференции: «Таджикистан и современный мир: новые горизонты научно-технического, экономического и инновационного сотрудничества». – Кулоб, 2022. – С. 545-547.
- [9-А] Mavlonazarova, S.N. Antiviral activity of the extract obtained from the root of *Ferula kuhistanica* Korovin [Text] S. Satorov, S. Mavlonazarova, S. Yusufi, // Материалы Республиканской научно-практической конференции: «Роль естественных, математических и точных наук в применении и развитии инновационной технологии и искусственный интеллект» посвященная 20-летию изучения и развития естественных, математических и точных наук на 2020-2040 годы и 30-летию 16-й сессии Верховного Совета Республики Таджикистан. – Кулоб, 2022. – С. 312-313.
- [10-А] Mavlonazarova, S.N. Studies of some pharmacognostic parameters of an extract obtained from the underground part of *Ferula kuhistanica* [Text] / S.N. Mavlonazarova // Материалы научно-практической конференция молодых ученых и студентов ГОУ

- «ТГМУ им. Абуали ибни Сино»: Актуальные вопросы современных научных исследований. – Душанбе, 2022. – С. 352.
- [11-А] Мавлоназарова, С.Н. Противовирусный эффект материалов, полученных из корня *Ferula kuhistanica* Korovin в зависимости от способа экстрагирования. [Текст] / С. Саторов, С.Н. Мавлоназарова, С.ДЖ. Юсуфи // Материалы международной научно-практической конференции: Интеграция теории и практики в медицине: достижения и перспективы». - Кемерово, 2023. – С. 246-250.
- [12-А] Мавлоназарова С.Н. Вирусингибирующий эффект растения вида *Ferula kuhistanica* Korovin, произрастающего в высокогорных условиях Республики Таджикистан [Текст] // С. Саторов, С.Н, Мавлоназарова // Вестник Медико-социального института Таджикистана. – 2023. – №2. – С. 38-39.
- [13-А] Mavlonazarova, S.N. In vitro antiviral activity against influenza strains of tajik endemic plants *Ferula violacea* Korovin. [Text] / S. Satorov, S. Mavlonazarova, A. Bogoevlenkiy, S. Yusufi, E. Nilufar // International Conference on Clinical Microbiology. - Rome, Italy. – 2023. – P. 46.
- [14-А] Мавлоназарова, С.Н. Фитохимическое изучение эндемичных видов растений рода *Ferula*, произрастающих в Таджикистане [Текст] / С. Саторов, С.Н. Мавлоназарова, Дж. Бобокалонов // Конференсияи байналмилалӣ дар мавзуи: «Инкишофи боғпарварӣ, ангурпарварӣ ва сабзавотпарварӣ бо истифодаи аз технологияи муосир», бахшида ба 70-солагии корҳои илмию-педагогии аъзовобастаи АМИТ, корманди шоистаи ҶТ, д.и.б., профессор Гулов С.М. – Душанбе, 2024. – С. 256-259.
- [15-А] Мавлоназарова, С.Н. Микроскопическое исследование корней *Ferula kuhistanica*, *Ferula gigantea*, *Ferula violacea*, произрастающих в Таджикистане [Текст] / С.Н. Мавлоназарова, С. Саторов, Ш.С. Холова // Конференсияи байналмилалӣ дар мавзуи: «Инкишофи боғпарварӣ, ангур-парварӣ ва сабзавотпарварӣ бо истифодаи аз технологияи муосир», бахшида ба 70-солагии корҳои илмию-педагогии аъзо вобастаи АМИТ, корманди шоистаи ҶТ, д.и.б., профессор Гулов С.М. – Душанбе, 2024. – С. 178-181.
- [16-А] Mavlonazarova, S.N. Study of endemic species of *Ferula* growing in Tajikistan [Text] / S.N. Mavlonazarova, S. Satorov // Материалы ежегодной IV Республиканской научно-практической конференции НОУ “Медико-социальный институт Таджикистана” на тему: “Стратегия развития медицинской и социальной науки в РТ, опыт, проблемы и пути её решения”. – Душанбе, 2024. – С. 199-200.
- [17-А] Mavlonazarova, S.N. Medicinal plants as natural source of antiviral, antibacterial and fungicidal compounds [Text] / S. Satorov, F. Mirzoeva, S.N. Mavlonazarova // Материалы ежегодной IV Республиканской научно-практической конференции НОУ “Медико-социальный институт Таджикистана”: Стратегия развития медицинской и социальной науки в РТ, опыт, проблемы и пути её решения. – Душанбе, 2024. – С. 197-198.
- [18-А] Mavlonazarova, S.N. Efficacy of *Ferula* L. species extracts from Tajikistan against influenza viruses [Text] / S. Satorov, S. Mavlonazarova, A. Bogoevlenkiy, S. Yusufi, V. Dushenkov // Proceeding of international conference. -Vienna, Austria – 2024. – P. 23.

- [19-A] Mavlonazarova, S.N. Pharmacognostic properties of endemic species of *Ferula* growing in Tajikistan. [Text] / S. Satorov, S. Mavlonazarova // The 2th International Conference on Natural Products and Chronic Diseases. Jakarta, Indonesia, 2024. – P. 37.
- [20-A] Мавлоназарова, С.Н. Эффективность экстрактов 3-х видов ферулы, произрастающих в Таджикистане против различных штаммов вируса гриппа [Текст] / С.Н. Мавлоназарова // Апрельская научно-практическая конференция молодых учёных и студентов НОУ “Медико-социальный институт Таджикистана”: “Молодёжь – создатели науки и инноваций сегодня и завтра”. – Душанбе. – 2024. – С. 65.
- [21-A] Mavlonazarova, S.N. Development of the methods of obtaining gums and extracts from roots and seeds plants of the *Ferula* L. [Text] / S.N. Mavlonazarova // Апрельская научно-практическая конференция молодых учёных и студентов НОУ “Медико-социальный институт Таджикистана”: Медико –социальное образование, инновационные подходы, опыт, проблемы и пути её решения. – Душанбе, 2025. – С. 149.
- [22-A] Mavlonazarova, S.N. Comparative Development of the methods of btaining gums and extracts from roots and seeds plants of the *Ferula* [Текст] / S.N. Mavlonazarova // Апрельская научно-практическая конференция молодых учёных и студентов НОУ-“Медико-социальный институт Таджикистана”: Медико–социальное образование, инновационные подходы, опыт, проблемы и пути её решения. –Душанбе, 2025. – С. 149-150.
- [23-A] Mavlonazarova, S.N. Phytochemical characterization of plants of genus *Ferula* L. [Text] / Sh. Satorov, S.N. Mavlonazarova, M. Vakhidov, R. Amirova // Апрельская научно-практическая конференция молодых учёных и студентов НОУ-“Медико-социальный институт Таджикистана”: “Медико–социальное образование, инновационные подходы, опыт, проблемы и пути её решения”. –Душанбе, 2025.– С.161.

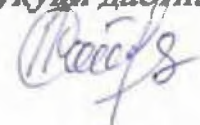
### Перечень сокращений, условных обозначений

<i>F. violacea</i>	<i>Ferula violaceae</i> Korov.
<i>F. kuhistanica</i>	<i>Ferula kuhistanica</i> Korov.
<i>F. gigantea</i>	<i>Ferula gigantea</i> Korov.
NP	Natural product (натуральный продукт)
ChEBI	Chemical Entities of Biological Interest (химические соединения, представляющие биологический интерес)
COCONUT	COllection of Open Natural ProDUcTs (коллекция открытых природных соединений)
TIC	Total ion chromatogram (полная ионная хроматограмма)
RT	Retention Time (время удержания)
EC	Effective concentration (эффективная концентрация)
ХТИ	Химиотерапевтический индекс

**МУАССИСАИ ДАВЛАТИИ ТАЪЛИМИИ  
«ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ ТИББИИ ТОҶИКИСТОН  
БА НОМИ АБУАЛӢ ИБНИ СИНО»**

**ВБД: 615.322:582.5(575.31)**

*Бо ҳуқуқи дастнавис*



**МАВЛОНАЗАРОВА СУЛҲИЯ НОӢБШОЕВНА**

**«ОМУЗИШИ ФАРМАКОГНОСТИКИИ СЕ НАМУДИ КАМОЛ  
(FERULA), КИ ДАР ТОҶИКИСТОН МЕРӢЯНД»**

**АВТОРЕФЕРАТИ**

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмии номзади

илмҳои фарматсевтӣ аз рӯи ихтисосҳои

3.4.2. Химияи фарматсевтӣ, фармакогнозия

3.3.19. Микробиология

Душанбе – 2026

Дисертатсия дар кафедраи фармакогнозия ва ташкили иқтисоди фарматсевтии МДТ “Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуалӣ ибни Сино” иҷро шудааст.

**Роҳбарони илмӣ:** Юсуфӣ Саломудин Ҷаббор - доктори илмҳои фарматсевтӣ, профессори кафедраи фармакогнозия ва ташкили иқтисоди фарматсевтии МДТ “Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуалӣ ибни Сино”, академики АМИТ

Саторов Саидбег - доктори илмҳои тиббӣ, профессори кафедраи микробиология, вирусология ва иммунологияи МТҒ “Донишқадаи тиббӣ-иҷтимоии Тоҷикистон”

**Муқарризони расмӣ:**

Нурузова Зухра Абдикадыровна - доктори илмҳои тиббӣ, профессор, мудири кафедраи микробиология, вирусология ва иммунологияи Донишгоҳи давлатии тиббии Тошканд, ш. Тошканд, Ҷумҳурии Узбекистон

Сахратов Вали Алимарданович - номзади илмҳои фарматсевтӣ, муаллими калони кафедраи химияи фарматсевтӣ ва идораву иқтисодиёти фарматсевтии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

**Муассисаи пешбар:**

Институти фарматсевтии таълим ва тадқиқот, ш. Тошканд, Ҷумҳурии Узбекистон

Ҳимояи дисертатсия санаи «06» июли соли 2026 соати «15.00» дар маҷлиси шурои яқдафъаинаи дисертатсионии 6D.KOA-031 назди МДТ “ДДТТ ба номи Абуалӣ ибни Сино” баргузор мегардад. Суроға: 734026, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони Рудаки 139, [www.tajmedun.tj](http://www.tajmedun.tj);

Бо дисертатсия дар китобхонаи МДТ “ДДТТ ба номи Абуалӣ ибни Сино” шинос шудан мумкин аст.

Автореферат «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ соли 2026 фиристода шуд.

**Котиби илмӣ**

шурои дисертатсионӣ,  
номзади илмҳои тиб, дотсент



Юлдашева У.П.

## МУҚАДДИМА

**Мубрамии мавзуи таҳқиқот.** Камол (лот. *Ferula*, рус. ферула) ба гурӯҳи, рустаниҳои гулдор, оилаи Чатргулҳо (*Ariaceae*) дохил мешавад ва дар минтақаҳои гуногуни қурраи замин мерӯяд: Осиёи Марказӣ, кишварҳои Осиёи Шарқӣ, кишварҳои иқлимашон муътадил, Миёназамин, Африқои Шимолӣ ва Ҷанубӣ ва баъзе кишварҳои Аврупо ва қитъаи Америка [1, с. 1248-1259; 2, с. 1233-1257].

«Барои қисмҳои рӯизаминӣ ва зеризаминии намояндагони авлоди *Ferula* L. гуногунии васеи химиявӣ хос аст. Таъсири табобатии намудҳои гуногуни ин рустанӣ бо доштани муҳтавои баланди рағғани эфирӣ, кислотаи ферулӣ, асарезен, фарнезиферол, умбеллиферон, сесквитерпен, асафоеид, кумарини сесквитерпенӣ, асимафоеидиол ва дигар пайвастагиҳои химиявӣ иртибот дорад [3]. Мавҷудияти терпеноидҳо, аз ҷумла дитерпенҳо ва сесквитерпенҳо, инчунин, таъсири зиддимикробӣ, зиддизанбуруғӣ ва зиддипаразитии бо онҳо алоқаманд, иқтидори табобатии ин авлоди рустаниро боз ҳам бештар таъкид мекунад» [4, с. 31-39].

Самғ (шилм ва ё шираи рустанӣ) яке аз ҷузъҳои арзишманди намояндагони авлоди *Ferula* L. мебошад, ки онро дар шакли хушк ва тару тоза, чавҳарҳою шарбати обӣ ё спиртӣ истифода мебаранд. Чавҳар ва шарбати аз қисмҳои рӯизаминӣ ва зеризаминии намудҳои гуногуни ин рустанӣ ҳосил шударо ҳангоми бемориҳои сироятӣ ва ғайрисироятӣ истифода мекарданд ва ба қор мебаранд: сили шушҳо, оташак, бемориҳои стафилококкию стрептококкӣ ва вирусӣ, диабет қанд, тарбод, астмаи бронхиалӣ, бемориҳои чигару гурдаҳо, атеросклерози мағзи сар [5, с. 419-422; 6, с. 59-62; 7].

Рустаниҳои авлоди *Ferula* L. аз қадим барои табобати бемориҳои системаи асаб, ба монанди бемории Алсгеймер, дард, депрессия ва кашишхурӣ, барои табобати омоси бадсифат (саратон) истифода мешуданд [8; 9; 10, с. 1913-1921].

Таркиби фитохимиявӣ ва фаъолнокии биологии намудҳои авлоди *Ferula* L. метавонанд аз ҳамдигар хеле фарқ дошта бошанд. Масалан, таҳқиқи *F. assa-foetida* фарқиятҳо дар муҳтавои пайвастагиҳои фенолӣ, фаъолнокии зиддиоксидантӣ ва профилҳои рағғанҳои эфириро дар байни популятсияҳо, ки дар баландиҳои гуногун мерӯянд, муайян кард. Тибқи маълумоти муаллифон: «фаъолнокии нисбатан баланди зиддиоксидантӣ ва муҳтавои пайвастагиҳои фенолӣ дар байни популятсияҳои дар баландиҳои назаррас ҷойгиршуда мушоҳида шудааст» [11].

Таҳлили метаболомӣ имкон медиҳад, ки тамоми профили химиявии ҳар як қисми рустании шифобахш омукта шавад, пайвастагиҳои нави табиӣ умедбахш муайян гарданд, эътимодноқӣ ва самаранокии гиёҳдармонӣ, бо назардошти тағйирёбии таркиби рустанӣ вобаста ба шароити муҳити атроф, парвариш ва мавсим, таъмин карда шавад. Истифодаи усулҳои метаболомӣ дар омузиши рустаниҳои шифобахш ҷиҳати муайян кардани пайвастагиҳои фаъол, назорати сифат, стандартизатсияи доруҳои гиёҳӣ, инчунин, дарки механизмҳои таъсир ва бехатарии онҳо аҳамияти муҳим дорад. Омузиши ҳамҷонибаи пайвастагиҳои фаъоли биологӣ бо истифода аз усулҳои пешрафтаи таҳлилӣ,

имкониятҳои навро барои кашф ва таҳияи доруҳои муосир бо мақсади беҳтар намудани сифати зиндагӣ ва саломатии инсон фароҳам меорад [12, с. 97-105].

«Қавҳарҳои аз реша ва қисмҳои рӯизаминии рустаниҳои авлоди *Ferula L.* гирифташуда нисбат ба вирусҳои гуногун таъсири боздорандагиро доранд, ки ин онҳоро ба чойгузини муносибе барои доруҳои анъанавии зиддивирӯсӣ табдил медиҳад» [13]. Тибқи маълумоти илмии мавҷуда, «намояндагони авлоди *Ferula L.* дорои таъсири қавии зиддимикробӣ ва зиддизанбуруғӣ мебошанд [14; 15; с. 82-93]. Таҳқиқотҳои клиникӣ, инчунин, нишон доданд, ки баъзе намудҳо, ба монанди *F. assa-foetida*, метавонанд дар табобати COVID-19 самаранок истифода шаванд» [16, с. 152-165; 17, с. 364-385].

Барои Ҷумҳурии Тоҷикистон на танҳо шароити махсуси табию иқлимӣ, балки гуногунии олами наботот ва ҳайвонот низ хос аст. Намудҳои гуногуни авлоди *Ferula L.* асосан рустаниҳои кӯҳӣ буда, онҳо бештар дар баландҳои аз 300 то 3600 метр аз сатҳи баҳр мерӯянд. Дар ҳудуди кишвари мо, ки минтақаи кӯҳсор аст, 37 намуди намояндагони ин авлод ба қайд гирифта шудаанд, ки 6-тои онҳо барои Ҷумҳурии Тоҷикистон намудҳои эндемикӣ ба ҳисоб мераванд [18, с. 321-326; 19, 250-320].

Таҳлили адабиёти илмӣ нишон медиҳад, ки хусусиятҳои фармакогностикӣ, аз ҷумла таҳқиқоти микроскопӣ ва метаболомии намояндагони авлоди *Ferula L.*, бахусус намудҳои *F. violacea*, *F. gigantea* ва *F. kuhistanica*, ки дар Ҷумҳурии Тоҷикистон мерӯянд, то ҳол ба таври кофӣ омӯхта нашудаанд. Бинобар ин, гузаронидани омӯзиши амиқи фармакогностикӣ ин намудҳои *Ferula L.* дорои аҳамияти бузурги назариявӣ ва амалӣ буда, хеле муҳим мебошад.

**Дарачаи коркарди илмӣ проблема мавриди омӯзиш.** Таҳқиқоти марбут ба аксари намудҳои авлоди *Ferula L.* асосан аз ҷониби олимони кишварҳои хориҷии наздик ва дур анҷом дода шудаанд. Аз ҷумла, муҳаққиқони ўзбек таркиби химиявии қисмҳои рӯизаминӣ ва зеризаминии намудҳои *Ferula L.* -ро, ки дар минтақаи онҳо мерӯянд, ба таври васеъ мавриди омӯзиш қарор додаанд [20, с. 275-284; 21, с. 52-56; 22, с. 172-177; 23]. Оид ба таъсири табобатӣ пешгирикунандаи намудҳои ин рустани, ки дар ҳудуди Қазоқистон, Қирғизистон ва Туркманистон мерӯянд, иттилоот дода шудааст [24, с. 487-503; 25, с. 109-111]. Хусусиятҳои фитохимиявии *F. tadshikorum*, ки дар Тоҷикистон мерӯяд, дар таҳқиқотҳои Шаропов Ф. ва дигарон, тавсиф шудаанд [26, с. 18-23]. Ба омӯзиши хосиятҳои фитохимиявӣ ва фаъолнокии биологӣ намояндагони авлоди *Ferula L.* пажухишҳои муҳаққиқони сершумори кишварҳои Аврупо ва Осиё бахшида шудаанд [27; 28; с. 31-39; 29, с. 9-14; 30; 31]. Фаъолнокии зиддимикробии *F. gigantea* қаблан дар асарҳои илмии Хасанова [32, с. 96-98] оварда шудааст.

Бо вучуди ин, дар адабиёти илмӣ мавҷуда маълумоти кофӣ оид ба хосиятҳои фармакогностикӣ намудҳои *Ferula L.*, ки дар шароити гуногуни табию экологии Ҷумҳурии Тоҷикистон рушд мекунанд, ба мушоҳида нарасид, ки ин муҳим будани таҳқиқоти диссертатсионии моро таъкид мекунад.

**Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо (лоихаҳо), мавзуҳои илмӣ.** Таҳқиқоти диссертатсия бевосита бо «Барномаи давлатии рушди саноати дорусозӣ дар

Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2021–2025» (Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 28-уми октябри соли 2020, № 569) алоқа дошта, тибқи татбиқи мавзӯи илмӣ кафедраи фармакогнозия ва ташкили иқтисоди фарматсевтии МДТ «ДДТТ ба номи Абуалӣ ибни Сино» ва лоиҳаи фармоиши «Ашӯҳои хоми растанигии дараи дарёи Харангон» (Рақами қайди давлатӣ № 0124ТJ1579) [33] ва мавзӯи ташаббусии илмӣ-тадқиқотии кафедраи микробиология, иммунология ва вирусология МДТ-и Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуалӣ ибни Сино «Омузиши фаъолнокии зиддимикробии рустаниҳои шифобахши Тоҷикистон» иҷро карда шудааст.

## ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

**Мақсади таҳқиқот.** Омузиши хусусиятҳои фармакогностикии се намуди авлоди *Ferula L.*: *Ferula violacea*, *Ferula gigantea* ва *Ferula kuhistanica*, ки дар ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон мерӯянд.

### Вазифаҳои тадқиқот:

1. Гузаронидани омузиши микроскопии решаҳои намудҳои таҳқиқшавандаи *Ferula L.*
2. Гузаронидани таҳқиқоти ғайрмақсадноки метаболомии реша ва тухмиҳои *F. violacea*, ҳамчун объекти асосии таҳқиқот.
3. Омузиши хусусиятҳои профили метаболомии реша ва тухмиҳои *F. violacea* вобаста ба узв ва усули ба даст овардани намунаҳои мавриди таҳқиқ (самғ, фишурда ва чавҳарҳо).
4. Омузиши хосиятҳои фитохимивии намунаҳо аз решаҳо ва тухмиҳо, ки аз намудҳои таҳқиқшавандаи *Ferula L.* ба даст оварда шудаанд.
5. Муайян кардани муҳтавои полифенолҳои умумӣ ва иқтидори зиддиоксидантии намунаҳо, ки аз решаҳо ва тухмиҳои намудҳои таҳқиқшавандаи *Ferula* ба даст оварда шудаанд.
6. Арзёбии таъсирҳои вирусманъкунандагӣ, зиддимикробӣ ва зиддизанбуруғии намунаҳои аз решаҳо ва тухмиҳои намудҳои таҳқиқшаванда.

**Объекти таҳқиқот.** Объекти таҳқиқот самғ, фишурда ва чавҳарҳои аз решаҳо ва тухмиҳои се намуди авлоди *Ferula L.* (*F. violacea*, *F. gigantea* ва *F. kuhistanica*), ки дар ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон мерӯянд, интихоб шудаанд.

**Мавзӯи таҳқиқот.** Тавсифи фармакогностикӣ, аз ҷумла таҳқиқоти микроскопӣ, омӯختани профили метаболомии намуди – *F. violacea*, таҳлили муқоисавии фитохимиявӣ, баҳодиҳии таъсири вирусманъкунандагӣ, фаъолнокии зиддимикробию зиддизанбуруғии чавҳарҳо, ки аз решаҳо ва тухмиҳои объектҳои таҳқиқшаванда ба даст оварда шудаанд.

### Навгонии илмӣ таҳқиқот:

1. Бори нахуст таҳқиқоти микроскопии сохтори решаҳои *F. violaceae*, *F. kuhistanica* ва *F. gigantea* омӯхта шуд.
2. Бори нахуст таҳлили ҳамачонибаи метаболомии ғайрмақсадноки *F. violacea* пешниҳод гардид.
3. Бори нахуст махсусияти профилсозии метаболомии решаҳо ва тухмиҳои *F. violacea* вобаста ба узви рустанӣ ва тарзи гирифтани намунаи таҳқиқшаванда нишон дода шуд.

4. Бори нахуст оид ба хусусиятҳои фитохимивии решаҳо ва тухмиҳои намудҳои таҳқиқшавандаи *Ferula* L. маълумотҳо ба дастоварда шуданд.
5. Бори нахуст оид ба муҳтавои полифенолҳои умумӣ ва иқтидори зиддиоксидантии решаҳо ва тухмиҳои намудҳои таҳқиқшавандаи *Ferula* маълумотҳо ба дастоварда шуданд.
6. Бори нахуст фаъолнокии зиддивирусии намунаҳое, ки аз решаҳо ва тухмиҳои намудҳои таҳқиқшавандаи *Ferula* ба даст оварда шудаанд, муқаррар карда шуд.
7. Маълумоти иловагӣ оид ба хусусиятҳои зиддимикробии намунаҳои аз решаҳо ва тухмиҳои намудҳои мавриди омузиши *Ferula* ба даст оварда шуд.

**Аҳамияти назариявӣ ва илмию-амалии таҳқиқот.** Аҳамияти назариявии таҳқиқоти диссертатсионии мазкур аз васеъ намудани маълумоти назаррас оид ба тавсифи фармакогностикӣ намудҳои *Ferula*: *F. violacea*, *F. kuhistanica* ва *F. gigantea*, ки дар ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон мерӯянд, иборат аст. Натиҷаҳои ба даст овардашуда барои ҷустуҷӯи сарчашмаҳои табиӣ ва дурнамои минбаъдаи коркарди доруворихои шифобахш дар асоси намудҳои *Ferula* аҳамияти калон дорад. Гуногунии васеи химиявӣ, ки дар таҳқиқоти мазкур муайян карда шудаанд, манзараи метаболомии авлоди *Ferula* L.-ро хеле васеъ месозад ва аз роҳҳои биосинтетикӣ дар ин рустаниҳо ҷараёнбанда иттилооти арзишманд медиҳад.

Аҳамияти амалии таҳқиқот аз он иборат аст, ки аввалин иттилоот оид ба хусусиятҳои фармакогнозии се намуди *Ferula* ба даст оварда шудааст. Маълумоти бадастомада оид ба сохтори морфологӣ-анатомии решаҳо, профили метаболомии реша ва тухмиҳои намуди *F. violacea*, инчунин, натиҷаҳои омузиши хосиятҳои фитохимиявӣ метавонанд бо мақсади гузаронидани дифференсиатсияи байнинамудии авлоди *Ferula* L. истифода шаванд. Натиҷаҳои омузиши фаъолнокии зиддивирусӣ ва зиддимикробии самғ ва ҷавҳарҳои спиртии рустаниҳоро метавон ҳангоми интиҳоби манбаъҳои табиӣ барои коркарди доруҳои нави ватании дорои хосиятҳои шифобахш истифода бурд.

#### **Нуктаҳои ба химоя пешниҳодшаванда:**

1. Мачмуи аломатҳои микроскопии решаҳо муайян карда шуда, таркиби нодири иборат аз 419 метаболит барои намуди *F. violacea* ошкор гардид. Вобастагии таркиби моддаҳо аз усули экстраксия ва хусусияти узвӣ захирашавии пайвастагиҳо муқаррар карда шуд: дар решаҳо пайвастагиҳои миёнаю баландмолекулавӣ ва терпеноидҳо, дар тухмиҳо бошад — метаболитҳои пастмолекулавӣ, аминокислотаҳо ва алкалоидҳо бартарӣ доранд.
2. Тағйирпазирии байнинамудӣ ва узвии муҳтавои полифенолҳо ва шиддатнокии фаъолнокии зиддиоксидантӣ дар решаҳо ва тухмиҳои намудҳои таҳқиқшудаи авлоди *Ferula* L. муайян карда шуд. Иҷбот гардид, ки ҷавҳарҳои этанолии решаҳо ва фишурдаи тухмиҳои *F. violacea* дорои иқтидори ниҳонии зиддиоксидантӣ мебошанд.
3. Фаъолнокии баланди вирусбоздорандагии самғ ва ҷавҳарҳои этанолии решаҳои тухмиҳои намудҳои *F. violacea* ва *F. kuhistanica* нисбат ба вирусҳои

зукоми A(H1N1) ва A(H3N2) муайян карда шуд. Барои намуди *F. violacea* таъсири баланди зиддимикробӣ нисбат ба микробҳои граммусбат, фаъолнокии ҳадди ақал нисбат ба микрофлораи грамманфӣ хос аст.

**Дарачаи эътимоднокии натиҷаҳои диссертатсия.** Нуқтаҳо ва хулосаҳои илмӣ таҳқиқоти диссертатсионӣ дар заминаи ҳаҷми кофии корҳои лабораторӣ, тавассути истифода намудани таҷҳизоти муосири дорои гувоҳнома, такроркунии зиёд ва усулҳои муосири компютерӣ дар коркарди оморӣ, инчунин, тақризи мусбат ба мақолаҳои дар маҷаллаҳои ба феҳристи КОА, назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон дохилшуда ва маҷаллаҳои байналмилалӣ дар СКОПУС индексатсияшуда асоснок карда шудаанд.

**Мутобиқати диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ.** Таҳқиқоти диссертатсионӣ ба шиносномаи КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон аз рӯи ихтисосҳои 3.4.2. Химияи фарматсевтӣ, фармакогнозия, бандҳои 1. «Муайян кардан ва ҳосил кардани моддаҳои фаъол, пайдоиши табиӣ онҳо, муайян кардани иртибот ва қонуниятҳои байни сохтор ва ҳосиятҳои ин моддаҳо»; 3. «Омузиши таркиби ашёи хоми рустаниҳои доругӣ, муайянкунии пайвастагиҳои табиӣ, коркарди усулҳои ҷудокунӣ, стандартизатсия ва назорати сифати ашёи хоми рустаниҳои шифобахш ва шаклҳои доругӣ дар асоси он» ва 3.3.19. Микробиология, банди 11. «Таъсири омилҳои биотикӣ ва абиотикӣ ба микроорганизмҳо, механизмҳои мутобиқшавии онҳо ва устуворӣ нисбат ба омилҳои муҳити атроф».

**Саҳми шахсии доктараи дарёфти дараҷаи илмӣ дар таҳқиқот.** Муаллиф ҷустуҷӯӣ иттилоотиро оид ба мавзӯи пажӯҳиши диссертатсионӣ, таҳлили сарчашмаҳои аввалин ва таҳлили маълумотҳои адабиёти илмӣ ба мавзӯи таҳқиқот бахшидашударо мустақилона анҷом додааст.

Қисми лабораторӣ ва эксперименталии таҳқиқот аз тарафи муаллиф мустақилона дар пойгоҳҳои кафедраи фармакогнозия ва ташкили иқтисоди фармасевтии МДТ «ДДТТ ба номи Абуалӣ ибни Сино»; лабораторияи кафедраи микробиология, иммунология ва вирусологияи МДТ «ДДТТ ба номи Абуалӣ ибни Сино»; лабораторияи кафедраи микробиология, вирусология ва иммунологияи МТҒ «Донишқадаи тиббӣ-иҷтимоӣ Тоҷикистон», лабораторияи муҳофизати зиддивирусии Маркази илмӣ-истеҳсолии микробиология ва вирусология, Алмато, Қазоқистон ва лабораторияи Биологияи рустаниҳо, Донишгоҳи Ратгерс, ИМА анҷом дода шудааст.

Мақсад ва вазифагӯзори таҳқиқот, инчунин, баррасии натиҷаҳо ва ҷамъбасти хулосаҳои диссертатсия бо иштироки роҳбарони илмӣ сурат гирифтааст. Саҳми шахсии муаллиф аз матни рисола ва инчунин, феҳристи интишороти фишурда бармеояд.

Муаллиф дар тарҳрезии таҳқиқот дар ҳама марҳалаҳои таҳқиқоти гузаронидашуда, бевосита иштирок намуда, маълумоти муосири адабиёти илмӣ ватанӣ ва хориҷиро оид ба мавзӯи диссертатсия таҳлил кардааст, коркарди оморӣ маводи ҳосилшударо гузаронидааст, натиҷаҳои таҳқиқотро таҳлил намудааст, онҳоро дар хулосаҳо ва тавсияҳои амалӣ ҷамъбаст кардааст, интишорот ва гузоришҳо омода кардааст. Ҳаҷми асосӣ ва ҳалқунандаи таҳқиқот мустақилона иҷро карда шудааст, як қатор натиҷаҳои нав дорад ва аз саҳми шахсии диссертант дар илм гувоҳӣ медиҳад.

**Тасвиб ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия.** Муқаррароти асосии кор пешниҳод ва баррасӣ шуданд: дар Конференсияи байналмилалӣ XVII илмӣ-амалии олимони ҷавон ва донишҷӯёни МДТ «ДДТТ ба номи Абуалӣ ибни Сино» дар мавзӯи «Масъалаҳои мубрами таҳқиқотҳои муосири тиббӣ» (Душанбе, 2022); The 2<sup>nd</sup> International Conference on Natural Products and Chronic Diseases, (Jokarta, Indonesia, 2024); International Conference of Clinical Microbiology, Virology and Infectious Diseases (Vienna, Austria, 2024); International symposium: «Plants and Human Health» (Dushanbe, 2024); Конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалии апрелии олимони ҷавону донишҷӯёни МТҒ «Донишкадаи тиббӣ-иҷтимоӣ Тоҷикистон» (Душанбе, 2025); Конференсияи V солони байналмилалӣ илмӣ-амалии МТҒ «Донишкадаи тиббӣ-иҷтимоӣ Тоҷикистон» (Душанбе, 2025).

Тасвиби таҳқиқоти диссертатсия дар маҷлиси комиссияи байни кафедравӣ проблемавӣ оид ба фанҳои назариявӣ МДТ «ДДТТ ба номи Абуалӣ ибни Сино» (№ 5 аз «13» майи соли 2025) сурат гирифтааст.

**Интишорот аз рӯи мавзӯи диссертатсия.** Аз рӯи маводи диссертатсия 23 таълифоти илмӣ нашр шудааст, ки аз онҳо 4 мақола дар маҷаллаҳои тақризшавандаи Комиссияи олии аттестатсионӣ назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, 3 мақола дар маҷаллаҳои индексшавандаи SCOPUS, инчунин, 16 мақолаю фишурдаҳо дар маҷмуаҳои конференсияҳои илмӣ-амалӣ ва симпозиумҳо ба таъъ расидаанд.

**Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия.** Диссертатсия дар ҳаҷми 195 саҳифа таълиф шуда, аз муқаддима, тавсифи умумии таҳқиқот, шарҳи адабиёт, 8 боби таҳқиқоти худӣ, баррасӣ, хулосаҳо, тавсияҳо ва феҳристи адабиёти истифодашуда (52 – бо забони русӣ ва 253 – бо забонҳои хориҷӣ) иборат аст. Дар таҳқиқоти диссертатсия 23 расм ва 23 ҷадвал оварда шудааст.

## ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

**Мавод ва усулҳои таҳқиқот.** Ҳамчун объекти таҳқиқот се намуди рустании авлоди *Ferula* L. истифода шуданд: *F. violacea*, *F. kuhistanica* ва *F. gigantea*. Намунаҳо аз минтақаҳои гуногуни табию иқлимӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон (дараи Варзоб ва ВМКБ) дар баландии аз 1180 то 2251 метр аз сатҳи баҳр ҷамъоварӣ гардидаанд.

Ба сифати маводи таҳқиқшаванда самғ (шираи рустанӣ) ва ҷавҳарҳои спиртӣ, ки аз решаҳо гирифта шуданд. Инчунин, афшурдаҳо ва ҷавҳарҳои спиртӣ аз тухмиҳои рустаниҳои таҳқиқшаванда истифода карда шуданд. Хокаи хушк ва ҷавҳарҳои решаҳо тухмиҳои рустании мавриди таҳқиқ бо усули тақмилифтаи мо омода карда шуданд.

Таҳқиқи микроскопии решаҳои намудҳои *Ferula* L. мавриди омузиш қароргирифта аз рӯи методикаи маъмули таҳлили микросохторӣ гузаронида шуд.

Барои гузаронидани таҳқиқоти метаболомӣ ва таҳлили фитохимиявӣ хроматографияи моеъгӣ бо масс-спектрометрия, хроматографияи моеъгии баландсифат ва спектроскопияи резонанси ҳастаии магнитӣ ба кор бурда шуданд.

Фаъолнокии махсуси вирусманъқунандагии маводи таҳқиқшавандаро мутобиқи дастури методӣ «Дастурамал оид ба гузаронидани таҳқиқотҳои то клиникии маводи доруворӣ» муайян карда шуд. Барои муайян намудани фаъолнокии зиддивирусии ҷавҳарҳои таҳқиқшаванда штаммҳои вирусҳои зуком дорои формулаҳои антигении гуногун: A/Vlad/2/09 (H1N1) ва A/Almaty/8/98(H3N2) истифода шуданд. Ҳамчун меъёри таъсири мушаххаси зиддивирусии пайвастагӣҳо нишондиҳандаи химиотерапевтӣ (НХТ) ҳисоб карда шуд, ки он таносуби концентратсияи захрогинии моддаро (КТ50) нисбати концентратсияи муассир (КМ50) ифода мекунад.

Фаъолияти зиддимикробии ҷавҳарҳои рустаниро бо усули дискодиффузӣ (УДД), бо истифода аз 4 намуди штамҳои стандартии патогении бактерияҳо муайян карда шуд: *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiellae pneumoniae*. Омузиши хосиятҳои зиддизанбуруғӣ нисбат ба штамми меъёрии *Candida albicans*, бо истифода аз муҳити ғизоии Сабуро гузаронида шуд.

Коркарди омории мавод бо истифода аз бастаи барномаҳои амалии Statistica 10,0 (Statsoft, ИМА) иҷро карда шуд. Муътадил будани гурӯҳбандии намунаҳо мувофиқи критерия Шапиро-Уилк иҷро карда шуд. Муқоиса кардани якҷанд гурӯҳи мустақили микдорӣ мувофиқи U- критерияи Манн-Уитни, гурӯҳҳои вобаста мувофиқи T- критерияи Вилкоксон анҷом дода шуд. Ҳамбастагӣ тибқи критерияи Пирсон сурат гирифт.

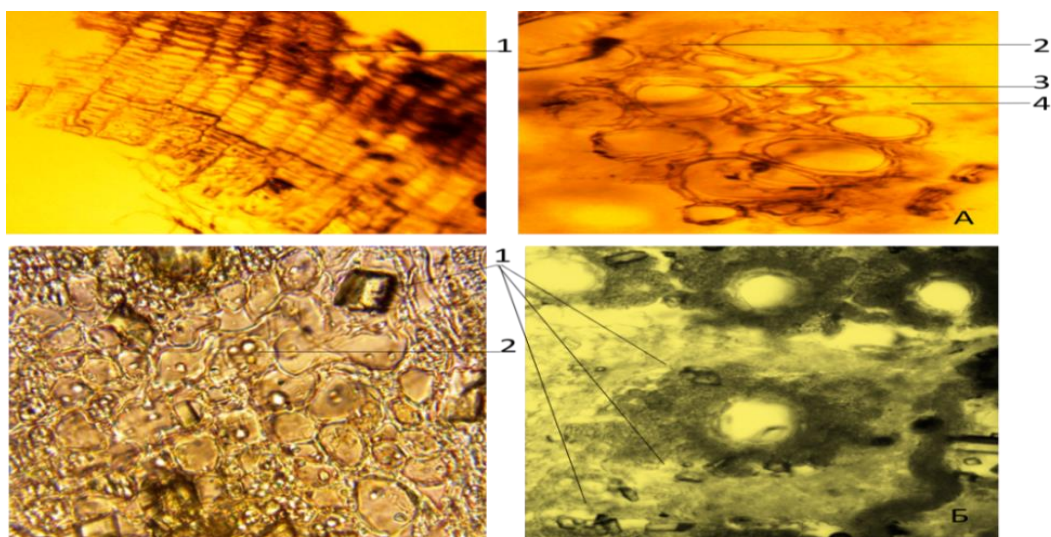
Барои коркарди омории омузиши фаъолнокии зиддизукомӣ таҳқиқоти намунаҳои ҳамаи натиҷаҳо ҳисоб карда шуданд ва ҳамчун хатои миёнаи стандартӣ ифода карда шуданд. Натиҷаҳои 3 озмоиши мустақил оварда шуд, ки ҳар яке аз онҳо 4 маротиба такрор дошт. Фарқияти байни зиёда аз ду гурӯҳ барои аҳамити оморӣ бо истифода аз таҳлили як омилаи дисперсионӣ таҳлил карда шуданд. Арзиши  $p < 0,05$  аз ҷиҳати оморӣ муҳим ҳисобида шуд.

**Натиҷаҳои таҳқиқот.** Бино ба маълумоти адабиёти илмӣ, намудҳои авлоди *Ferula* L. аз рӯйи нишонаҳои анатомию морфологӣ аз ҳамдигар тафовути ҷиддӣ доранд. Аз ҷумла, «ҳангоми омузиши узвҳои вегетативии *F. foetida* муайян карда шуд, ки шакл ва сохти ҳуҷайраҳои эпидермис нишонаҳои ташхисии ашёи хоми ин гиёҳ мебошанд. Ба ғайр аз ин, решаҳои намунаҳои гуногунсоли ин намуд аз рӯйи дараҷаи инкишофи минтақаи гузаронанда ва тавоноии унсурҳои асосии гистологӣ фарқ мекунанд» [34, с. 899-908]. Вале дар адабиёт оид ба тавсифи анатомию морфологии намудҳои авлоди *Ferula* L., ки дар Тоҷикистон мерӯянд, маълумот мавҷуд нест. Бо дарназардошти гуфтаҳои боло, дар марҳалаи аввали кор аз ҷониби мо таҳқиқи микроскопии решаҳои *F. violacea* гузаронида шуд.

Ҳангоми таҳлили буриши кундаланги (марзӣ) реша муқаррар карда шуд, ки пӯстлох аз 9-16 қатори ҳуҷайраҳои деворашон ғафси қаҳваранг иборат аст. Ҳангоми таҳлили микроскопии сатҳ мушоҳида мешавад, ки ҳуҷайраҳои пӯстлохи реша бо якдигар ҷафс хобида (расми 1 -A1), бисёркунҷа мебошанд (4-5 кунҷ) ва шакли нисбатан суфта доранд (расми 1 -B1).

Дар буриши кундаланг флоэма, рағҳои ксилема ва паренхимаи ҳуҷайраҳо ба хубӣ дида мешаванд. Ковокии ҳуҷайраҳои паренхима бо крахмал пур шудаанд. Ғайр аз маҳзани (холигиҳои) шизогенӣ дар ҳуҷайраҳои паренхима

кристалҳои призматикӣ низ мавҷуд аст. Қисми асосии паренхимаи қишро хучайраҳои бо фосила ҷойгиршуда ташкил медиҳанд ва аз ковоқиҳою тарқишҳои сершумор иборат аст. Дар қабри паренхимаи қишр маҳзанҳои пай-



Расми 1. -Буриши кундаланги решаи *F. violacea*

доишашон шизогенӣ дида мешавад. Нурҳои мағзӣ дар самти радиалӣ тул кашишудаанд, ҳамчунин хучайраҳои паренхима, ки бо моддаҳои ғизоии захиравӣ, яъне донаҳои крахмал пур шудаанд, ба ҳуби намоёнанд.

Минтақаи перисиклии силиндри марказӣ аз бофтаи асосӣ ташкил шудааст, ки пур аз кристалҳои сершумори плазматикӣ мебошанд. Таҳқиқоти микроскопӣ навъи бевандчагии системаи гузаронандаи решаҳо муайян кард. Камбий дар шакли ҳалқаи яклухт параллел ба сатҳи реша ҷойгир шудааст.

Дар марҳалаи дуҷуми омӯзиши хусусиятҳои анатомӣ-морфологии рустаниҳои таҳқиқшуда омӯзиши микроскопии решаи *F. kuhistanica* гузаронида шуд. Муқаррар карда шуд, ки решаи вай мисли решаи камоли бунафш шакли мудаввар дорад.

Ҳангоми таҳқиқи микроскопии буриши кундаланги решаи ин намуд се қабат дида мешавад: пӯстлох, қишри ибтидоӣ ва силиндри марказӣ. Пӯстлох ранги қаҳвагӣ дорад, решаҳо аз берун мепӯшонанд, аз 7-8 қабати андозаашон якхела иборат аст, ки бо якдигар хеле ҷафс хобидаанд. Сипас, дар зерини пӯстлох нурҳои радиалӣ, маҳзанҳои шизогенӣ, хучайраҳои паренхимаи пур аз донаҳои крахмал, нурҳои мағзӣ, минтақаҳои камбалӣ ва флоэма ҷойгир шудаанд.

Хучайраҳои паренхимаи ибтидоӣ калон буда, пардаҳои каме ҷафс ва шакли мудаввар ё байзашакл доранд. Аксари хучайраҳо қисман ё пурра бо донаҳои крахмал пур шудаанд. Бештари хучайраҳо қисман ва ё пурра пур аз донаҳои крахмалӣ ҳастанд.

Дар буриши кундаланг донаҳои андозаашон хурди крахмал дида мешаванд, сохторашон мураккаб нест, шаклашон мудаввар ва байзавӣ аст. Хучайраҳои нурҳои мағзӣ дорои миқдори зиёди крахмал ҳастанд. Дар паренхимаи хучайраҳо мавҷудияти хучайраҳои дорои пигментҳои зард диққатҷалбкунандаанд. Ҳамон тавр, ки интизор меравад, дар буриш рағҳои

ксилема, флоэма ва ҳучайраҳои паренхима дида мешаванд, ки шакли мудаввар ва кашида доранд.

Дар маҷмуъ, таҳлили натиҷаҳои микроскопияи буриши кундаланги решаи *F. kuhistanica* нишон дод, ки дар муқоиса аз ксилема флоэма ҳаҷми хеле хурдро ишғол мекунад. Мағзи решапора асосан аз бофтаи асосӣ ва аз ҳучайраҳои деворашон нозуки мудаввар пур шудааст.

Марҳалаи сеюми таҳқиқоти анатомӣ-морфологии решаҳо намудҳои *Ferula*-ҳои ба пажӯҳиш шомилшуда омузиши микроскопии решаи *F. gigantea* буд. Муқаррар карда шудааст, ки решаи *F. gigantea* сохтори мудаввар дорад. Вай аз берун бо пӯстлохи серқабатӣ пӯшонида шудааст ва аз ҳучайраҳои васеъ ва борик иборат аст. Қишр қисми зиёди решаҳо ишғол мекунад ва аз ҳучайраҳои девортунуку борик ва дарозрӯяи қад-қадӣ давраи реша кашидашуда иборат аст, ки қариб фосилаҳои байнихучайравӣ ҳосил намекунад.

Ҳучайраҳои паренхимавии қишр, ба монанди дигар ҳучайраҳо, моддаҳои ғизоии эҳтиётӣ (крахмал) доранд. Инчунин, дар қишр маҳзанҳои схизогенӣ ҷойгир шудаанд. Элементҳои гузаронанда (найчаҳои ксилема) амиқтар, дар цилиндри марказӣ воқеъ гардидаанд.

Ҳангоми таҳлили микроскопии буриши кундаланги решаи ин намуди *Ferula* ду навъи найчаҳо: морпечи зич ва нардбонӣ-суроҳдор мушоҳида мешаванд. Қисми флоэма суст ифода ёфтааст (нисбатан камбар аст); нурҳои мағзӣ то паренхимаи қишр мерасанд. Ксилема нағз инкишоф ёфтааст: найчаҳои он сершумор буда, то маркази реша паҳн шудаанд. Найчаҳои дар марказ ҷойгиршуда нисбат ба найчаҳои канорӣ калонтаранд. Ксилема аз найчаҳои алоҳида ва гурӯҳӣ иборат аст. Ҳучайраҳои паренхимаи қишр, ба монанди дигар ҳучайраҳо, моддаҳои ғизоии эҳтиётӣ (донаҳои крахмал) ва маҳзанҳои схизогенӣ доранд. Найчаҳои ксилема қатъиян дар цилиндри марказӣ ҷойгир шудаанд.

«Ҳамоҳангсозии таҳлили микроскопӣ бо профили метаболомӣ арзёбии ҳамаҷонибаи фармакогностикӣ ашёи хоми доруӣ рустаниявиро таъмин менамояд. Чунин муносибат имкон медиҳад, ки на танҳо хусусиятҳои таркиби сифатии метаболитҳо дар узвҳои гуногуни рустани муайян карда шаванд, балки давраҳои биосинтетикӣ ташаккули ҷузъҳои асосии химивӣ низ пайгирӣ карда шаванд. Аз ҷумла, таҳқиқоти ғайрмақсадноки қаблӣ мо оид ба намуди *F. violacea* тасдиқ намуд, ки профили метаболомӣ решаҳо ва тухмиҳои ин намуд бо фаъолнокии роҳҳои шикиматӣ ва фенилпропаноидӣ, инчунин, биосинтези алкалоидҳо ва терпеноидҳо муайян карда мешавад» [35].

«Метаболомика ё профилсозии метаболомӣ самти нави илмӣ дар соҳаи биология ва тиб мебошад. Таҳлили метаболомӣ метавонад ҳамчун платформаи самараноки таҳлилӣ ҳам барои таҳқиқоти фитохимиявӣ ашёи хоми рустани ва ҳам барои чорабиниҳои мунтазами назорати сифати маводи рустанигӣ ва гиёҳдоруҳо хизмат кунад» [36, с. 243-253].

Бо дарназардошти аҳамияти илмию амалии ин бахши илм, марҳалаи навбатии таҳқиқоти мо таҳлили метаболомӣ реша ва тухмиҳои рустании объекти асосии таҳқиқот — *F. violacea* маҳсуб меёфт.

Таҳлили метаболомӣ ғайрмақсадноки *F. violacea* бо истифода аз масс-спектрометр гузаронида шуд. Ҷадвали масс-хусусиятҳо бо ёрии таъминкунии

барномавии Bruker Metabo Scare тартиб дода шуд ва пас аз мураббабсозӣ 540 масс-хусусият боқӣ монд. Метаболитҳои эҳтимоли сатҳи эътимоднокии 2a ва 3 тавассути муқоиса кардани спектрҳои масс-хусусиятҳо бо пайвастагиҳои маълум ва пойгоҳи спектралӣ *in-silico* муайян карда шуданд.

Барои муайян кардани моҳияти пайвастагиҳои ошкоршуда ва тасдиқи он, ки онҳо метаболитҳои биологӣ мебошанд, на моддаҳои синтетикӣ, нишондиҳандаҳои шабоҳат ба пайвастагиҳои табиӣ (ПТ-шабоҳат ё NP-likeness) арзёбӣ карда шуданд.

Дар ин маврид, бештари сохторҳои химиявӣ ( $n = 470$ ) муайян кардашуда баҳои аз 0 баланд гирифтаанд. Барои санҷиши минбаъдаи аҳамияти биологӣ онҳо, сохторҳои муайянкардашуда бо пойгоҳи маълумоти ПХДАБ (барои метаболитҳои аввалия) ва якҷанд коллексияи маҳсулоти рустанигии табиӣ аз пойгоҳи маълумоти ПМДПТ, барои метаболитҳои дувумии рустаниҳо муқоиса карда шуд. Аз 540 сохторҳои химиявӣ муайянкардашуда танҳо се адад дар ягон пойгоҳҳои маълумоти таҳқиқшудаи биохимиявӣ дида нашуд. Дар маҷмӯъ, ин натиҷаҳо дурустии муайянсозии нишонаҳоро ҳамчун метаболитҳои табиӣ тасдиқ мекунанд.

Метаболитҳое, ки маротибаи аввал ошкор шудаанд, тавассути муқоисаи сабтҳои пойгоҳҳои маълумоти дастрас барои маҳсулоти табиӣ қаблан муайянкардашудаи авлоди *Ferula L.* муайян карда шуданд. Метаболитҳои ошкоршуда илова бар ин мувофиқи роҳҳои биосинтетикӣ тақсим карда шуда, инчунин, дар сатҳи суперсинфҳо ва синфҳои химиявӣ тасниф карда шуданд.

Дар ҷадвали 1 таҳлили муқоисавӣ метаболитҳои қаблан тавсифшуда дар намояндагони авлоди *Ferula L.* ва онҳое, ки бори нахуст дар ин таҳқиқот

**Ҷадвали 1. -Миқдори метаболитҳое, ки дар *F. violacea* бо роҳҳои гуногуни метаболӣ синтез мешаванд ( $n=540$ )**

Роҳи метаболӣ	Миқдор:	
	Метаболитҳои қаблан маълуми <i>Ferula L.</i>	Метаболитҳое, ки дар ин таҳқиқот муайян карда шудаанд (бори нахуст муайян карда шудаанд)
Терпеноидҳо	1102	213 (143)
Шикиматҳо ва фенилпропаноидҳо + гибридҳо	781	121 (83)
Алкалоидҳо + гибридҳо	28	56 (56)
Аминокислотаҳо ва пептидҳо + гибридҳо	6	51 (45)
Поликетидҳо + гибридҳо	1	38 (37)
Кислотаҳои ҷарбӣ + гибридҳо	149	24 (23)
Карбогидратҳо + гибридҳо	2	7 (7)
Пайвастагиҳои номаълум	68	30 (25)

муайян карда шудаанд, пешниҳод шудааст. Натиҷаҳо гуногунии густурдаи ме-

таболитҳоро аз рӯйи якчанд роҳҳои биосинтезикии метаболикӣ нишон медиҳад. Тавре ки аз ҷадвали пешниҳодшуда бармеояд, терпеноидҳо дар байни намояндагони авлоди *Ferula L.* гуногуншаклтарин метаболитҳо боқӣ мемонанд: аз 1102 пайвастагии қаблан тавсифшуда, 213 ададаш дар ин намуди *Ferula (F. violacea)* муайян карда шуданд, ки 143-тои онҳо бори аввал аз ҷониби мо ошкор гардида, барои тамоми авлоди *Ferula L.* нав мебошанд.

Ба ҳамин монанд шикиматҳо ва фенилпропаноидҳо роҳи асосии метаболикиро ташкил медиҳанд, ки 121 сохторҳои дар ин таҳқиқот муайянкардашуда, аз ҷумла 83 пайвастагии қаблан тавсифнашударо дар бар мегирад. Ҷолиби диққат он аст, ки зиёдшавии назаррас дар алкалоидҳо ва гибридҳои онҳо ба мушоҳида расид, ки 56-тои онҳо аввалин маротиба, ҳамчун метаболити нав метавон номид. Ҳамчунин, гуногунии аминокислотаҳо ва ҳосилаҳои пептидӣ афзоиши назаррасро нишон доданд: аз 6 метаболити қаблан тавсифшуда то 45 сохтор, ки ҳамаи онҳо барои ин авлод бори нахуст тавсиф гаштаанд.

Тақрибан ҳамаи поликетидҳои идентификатсияшуда ва гибридҳои онҳо (37 аз 38), қаблан дар авлоди *Ferula L.* тавсиф нашудаанд. Роҳҳои дигари биосинтез, аз ҷумла бо кислотаҳои ҷарбӣ ва карбогидратҳо алоқаманд низ афзоиши гуногунии химиявиро нишон доданд. Он далел таваччуҳо ба худ ҷалб мекунад, ки 23 метаболит ҳамчун кислотаҳои ҷарбӣ ва гибридҳои онҳо доништа мешаванд, инчунин, 7 пайвастагии химиявӣ, ки ба карбогидратҳо ва гибридҳои онҳо дохил карда шуда буданд, бори нахуст дар авлоди *Ferula L.* муайян карда шуданд, яъне қаблан дар дигар намояндагони ин авлоди рустани муайян карда нашуда буданд.

Ҷадвали 2 тақсим кардани суперсинфҳои терпеноидҳоро дар ҳудуди авлоди *Ferula L.*, нишон медиҳад ва терпеноидҳои қаблан тавсифшударо бо онҳое, ки бори нахуст дар ин таҳқиқот муайян шудаанд, муқоиса мекунад.

**Ҷадвали 2. -Микдори метаболитҳо аз суперсинфҳои гуногун, ки тавассути роҳи метаболикии терпеноидӣ дар *F. violacea* синтез мешаванд**

Суперсинф	Микдор:	
	Метаболитҳои қаблан маълум дар <i>Ferula L.</i>	Метаболитҳое, ки дар ин таҳқиқот муайян карда шудаанд (бори нахуст муайян карда шудаанд)
Сесквитерпеноидҳо+гибридҳо	714	115 (67)
Монотерпеноидҳо	126	34 (21)
Апокаротиноидҳо	1	9 (8)
Меротерпеноидҳо	33	18 (15)
Дитерпеноидҳо	4	16 (12)
Стероидҳо	95	10 (9)
Каротеноидҳо (C40)	3	2 (2)
Тритерпеноидҳо	21	1 (1)
Пайвастагиҳои номаълум	20	8 (8)

Натиҷаҳои мо ба зиёдшавии назаррасии гуногунии терпеноидҳо, махсусан дар суперсинфҳои сесквитерпеноидҳо ва монотерпеноидҳо ишора мекунанд.

Сесквитерпеноидҳо ва гибридҳои онҳо суперсинфи афзалиятноки дорои 714 метаболитҳои қаблан тавсифшуда ва 115 муайянкардашуда дар *F. violacea*, аз ҷумла 67 метаболитҳои нав боқӣ монданд. Монотерпеноидҳо низ гуногунии назаррасро нишон доданд, ки аз 126 метаболити қаблан тавсифшуда ва 34 сохтори дар ин тадқиқот муайяншуда иборатанд; аз ин миқдор 21 пайвастагӣ барои ин авлоди рустани нав мебошанд. Гуногунии апокаротиноидҳо зиёд шуданд. Дар *Ferula*-ҳо қаблан танҳо 1 намояндаи ин суперсинф тавсиф шуда буд. Мо муваффақ шудем, ки боз 8 пайвастагиҳои нави ин гурӯҳро муайян кунем.

Дитерпеноидҳо (4 адад қаблан барои *Ferula* L. маълум ва 12 адад бори аввал муайянкардашуда) ва меротерпеноидҳо (33 адад қаблан маълум ва 15 адад бори аввал муайянкардашуда) зиёдшавии муътадили гуногуниро намоиш доданд. Дар суперсинфи стероидҳо зиёдшавии возеҳ ба мушоҳида расид: 10 метаболитҳо муайян карда шуданд, тақрибан ҳамаи (9) онҳо қаблан барои *Ferula* тавсиф нашуда буданд. Аммо, гуногунии каротиноидҳо ва тритерпеноидҳо нисбатан маҳдуд боқӣ монданд: дар таҳқиқоти мазкур танҳо як стероиди нав ва ду каротиноиди нав муайян карда шуд.

Гурӯҳбандӣ кардани маҳсулоти табиӣ *F. violacea*, ки дар натиҷаи метаболизми шикиматӣ ва фенилпропаноидӣ ҳосил мешаванд, дар чадвали 3 оварда шудааст, ки дар он метаболитҳои қаблан тавсифшудаи *Ferula* бо метаболитҳои, ки бори аввал дар ин таҳқиқот муайян карда шудаанд, муқоиса мешаванд.

**Чадвали 3. -Миқдори метаболитҳо аз суперсинфҳои гуногун, ки бо роҳҳои шикиматӣ ва фенилпропаноидӣ дар *Ferula* L. синтез шудаанд**

Суперсинф	Миқдор:	
	Метаболитҳои қаблан маълум дар <i>Ferula</i> L.	Метаболитҳои, ки дар ин таҳқиқот муайян карда шудаанд (бори нахуст муайян карда шудаанд)
Кислотаҳои фенолӣ (C6-C1) + гибридҳо	21	28 (21)
Фенилпропаноидҳо (C6-C3) + гибридҳо	57	28 (17)
Кумаринҳо + гибридҳо	606	21 (9)
Флавоноидҳо	38	16 (11)
Лигнанҳо	21	5 (4)
Фенантреноидҳо	-	1 (1)
Стирилпиронҳо	-	1 (1)
Стилбеноидҳо	4	1 (1)
Пептидҳои хурд	-	1 (1)
Пайвастагиҳои номаълум	30	19 (17)

Миқдори зиёди метаболитҳои қаблан тавсифнашуда аз якчанд суперсинф, аз ҷумла кислотаҳои фенолӣ, фенилпропаноидҳо ва флавоноидҳо муайян карда шуданд. Кислотаҳои фенолӣ (С6-С1) ва гибридҳои онҳо, ки бо фаъолнокии зиддиоксидантӣ ва вазифаҳои сигналии худ маъруфанд, афзоиши аз ҳама назарраси гуногуниро нишон доданд: дар таҳқиқоти мазкур 28 метаболит муайян карда шуданд, ки 21 адади онҳо қаблан барои *Ferula* тавсиф нашуда буданд. Ба ҳамин монанд, фенилпропаноидҳо (С6-С3) ва гибридҳои онҳо, ки ҳамчун пайвастагиҳои мобайнии калидӣ дар биосинтези лигнин ва тавлиди метаболитҳои дуюминдараҷаи биоактивӣ хизмат мекунанд, гуногунии навро нишон доданд: 28 пайвастагӣ муайян карда шуд, ки 17 адади он қаблан дар авлоди *Ferula* L. тавсиф нашуда буданд. Кумаринҳо афзоиши мӯътадили гуногуниро нишон доданд: дар маҷмӯъ 21 адад муайян карда шуд, ки аз онҳо 9 метаболит бори аввал муайян карда шудаанд.

Қаблан дар *Ferula* L. 38 навъи метаболитҳои суперсинфи флавоноидҳо, ки бо хосиятҳои зиддиоксидантӣ ва зиддиилтиҳобии худ маъруфанд, тавсиф шуда буданд. Дар ин таҳқиқот ба мо муяссар гашт, ки 16 метаболитҳои ин суперсинфро муайян кунем, ки аз онҳо 11 пайвастагӣ бори нахуст муайян карда шуда буданд. Шумораи метаболитҳои муайянкардашуда, ки ба лигнанҳо мансубанд, аз 5 пайвастагии химиявӣ бештар набуданд, ки аз онҳо 4 ададаш бори аввал муайян карда шудаанд. Бар иловаи ин суперсинфҳои бартаридошта дар *F. violacea* каме пештар ҳосилаҳои фенилпропаноидҳои паст молекулавӣ, аз ҷумла, 1 фенантреноид, 1 стилбеноид ва 1 стирилпирон муайян карда шуданд.

Алкалоидҳо ба синфи метаболитҳои дуюминдараҷаи нитрогендор тааллуқ дошта, дорои сохтори мураккаб ва иқтидори назарраси фармакологӣ мебошанд. Қайд кардан ба маврид аст, ки дар намудҳои авлоди *Ferula* L. қаблан чунин пайвастагиҳо муайян карда нашуда буданд. Дар ҷадвали 4 алкалоидҳои дар ин тадқиқот муайяншуда бо алкалоидҳое, ки қаблан дар намояндагони авлоди *Ferula* L. маълум буданд, муқоиса карда мешаванд. Натиҷаҳо нишон медиҳанд, ки ҳамаи алкалоидҳои дар ин тадқиқот муайяншуда бори аввал дар авлоди *Ferula* L. кашф карда шудаанд. Аз ҷумла: 18 алкалоидҳои триптофанӣ, 7 алкалоиди кислотаи антранилӣ, 5 сохтори никотинӣ ва 3 алкалоиди тирозинӣ. Натиҷаҳои ба даст овардашуда нақши метаболизми аминокислотаҳои ароматиро дар биосинтези алкалоидҳо дар намояндагони *Ferula* таъкид мекунанд. Илова бар ин, муайян кардани алкалоидҳои пептидӣ (1) ва алкалоидҳои тетрамаатӣ (2) мавҷудияти фаъолнокии қаблан номаълуми пептидсинтезаи ғайририбосомавиرو дар авлоди *Ferula* L. пешбинӣ менамояд.

Барои баҳо додан ба фаровонии роҳҳои гуногуни биосинтетикӣ ва суперсинфҳои ба онҳо алоқаманд бо ёри профилсозии метаболомӣ таркиби химиявии *F. violacea* таҳлил карда шуд. Қобили тавачуҳ аст, ки метаболитҳои зиёд хусусиятҳои гибридӣ зоҳир намуданд, ки ба роҳҳои сершумори биосинтез тааллуқ доранд, аммо ба таснифи барояшон асосӣ дохил карда шудаанд.

Ҳангоми таҳлили паҳншавии роҳҳои биосинтези маҳсулоти табиӣ дар *F. violacea* мушоҳида мешавад, ки ҳиссаи бештари метаболитҳо ба терпеноидҳо, аминокислотаҳо ва алкалоидҳо рост меояд.

Ҷадвали 4. - Шумораи метаболитҳо аз суперсинфҳои гуногун, ки дар *Ferula L.* тавассути роҳи алкалоидӣ синтез мешаванд

Суперсинф	Миқдор:	
	Метаболитҳои қаблан маълум дар <i>Ferula L.</i>	Метаболитҳои, ки дар ин таҳқиқот муайян карда шудаанд (бори нахуст муайян карда шудаанд)
Алкалоидҳои триптофанӣ	-	18 (18)
Алкалоидҳои кислотаи антранилӣ	-	7 (7)
Кислотаи никотинат ва гибридо	-	5 (5)
Алкалоидҳои тирозин	-	2 (2)
Алкалоидҳои пептидӣ	-	1 (1)
Алкалоидҳои лизинӣ ва гибридо	-	5 (5)
Алкалоидҳои орнитинӣ	-	1 (1)
Псевдоалкалоидҳо	-	7 (7)
Алкалоидҳои тетрамаатӣ	-	2 (2)
Алкалоидҳои тирозинӣ ва гибридо	-	3 (3)
Пайвастагиҳои номаълум	-	7 (7)

Дар роҳҳои метаболикии терпеноидӣ сесквитерпеноидҳо суперсинфи бартариандозта ба ҳисоб мерафтанд, ки аҳамияти онҳо дар фаъолнокии биологии намудҳои авлоди *Ferula L.* таъкид мекунад. Пептидҳои хурд қисми зиёди метаболитҳои роҳҳои метаболикии аминокислотӣ ва пептидии биосинтезро бо аминокислотаҳои тирозин, триптофан, фенилаланин ва аспарагин бо муҳтавои зиёд (муҳтавои нисбӣ >1%) ташкил медиҳад. Роҳи алкалоидии биосинтетикӣ дар *F. violacea* гуногунии васеи метаболитҳоро нишон дод; дар ин миён, алкалоидҳои ҳосилаи триптофан, кислотаи никотин ва лизин суперсинфҳои маъмултарин буданд. Метаболитҳои хеле пахншудаи алкалоидҳо (муҳтавои нисбии >1%) кислотаи индолакрилӣ-3 ва 1-(метилпиридин-3-ил) этанаминро дар бар гирифтааст. Мавҷудияти назарраси алкалоидҳои асоси индолӣ бо васеъшавии метаболитҳои аз триптофан ҳосилшаванда мувофиқат мекунад, ки ин аз вобастагии қавии биосинтези алкалоидҳо аз метаболизми аминокислотаҳои ароматӣ шаҳодат медиҳад.

Ҳангоми омӯختани гуногунии сохтори терпеноидҳо дар *F. violacea*, баъзе аз онҳо ҳамчун пайвастагиҳои консервативии баланд ва ба таври васеъ пахншуда шинохта шудаанд. Аз ҷумла, пайвастагиҳои нестереохимиявии ибтидоии нутсиферол, ванилатаферванол, фетидони сесквитерпеноидҳои даукан шиддатнокии баландтарро нишон доданд.

Зерсохтори консервативии (6-метилазулен-4-ил) сиклогексанкарбоксилат робитаи зичи биосинтетикиро байни ин сесквитерпеноидҳои дауканӣ пешбинӣ

мекунад ва метавонад омили калидии муайянкунандаи фаъолнокии биологии онҳо бошад. Аммо модификатсияи гурӯҳҳои функционалӣ дар мавқеъҳои 2, 3, 4, 12, 13, 14 ва 15 дар дохили гурӯҳ тағйирпазиранд. Ин модификатсияҳо, эҳтимолан, ба фаъолнокии биологӣ, ҳалшавандагӣ ва таъсири мутақобилаи ин пайвастагиҳо бо ҳадафҳои молекулавӣ таъсир расонида, ба гуногунии хосиятҳои фармакологии онҳо мусоидат мекунанд. Паҳншавии густурда ва тағйирнопазирии ин пайвастагиҳо дар намунаҳо аз афзалияти қавии биосинтетикӣ ин синфи пайвастагиҳо дар *F. violacea* ва аҳамияти эҳтимолии фармакологии онҳо шаҳодат медиҳанд.

«Муҳтавои ҷузъҳои фаъоли биологӣ дар узвҳои рустаниҳои авлоди *Ferula* L. ҳам дар дохили як намуд ва ҳам дар муқоисаи байнинамудҳо дар доираи васеъ тағйир меёбад» [37]. Тавре ки Перелсон М. Е. ва ҳамкоронаш қайд кардаанд, «барои решаҳо чамъшавии афзалиятноки кумаринҳои сесквитерпенӣ (масалан, тоциферин), лактонҳои ароматикӣ ва сесквитерпенҳо хос аст» [38, с. 533-537]. «Дар айни замон, қисмҳои рӯизаминии рустанӣ манбаи асосии равғанҳои эфирӣ мебошанд, ки дар таркиби онҳо монотерпенҳо, инчунин, моно ва сесквитерпеноидҳои дорои оксиген бартарӣ доранд» [39]. Аммо маълумоти шабеҳ дар мавриди намудҳои *Ferula*., ки дар ҳудуди кишвари мо мерӯянд, мавҷуд нест. Бо назардошти ин, аз ҷониби мо таркиби метаболитии решаҳо ва тухмиҳои камоли бунафш ҳамчун намуди қаблан омехтанашуда мавриди омузиш қарор гирифт.

Таҳлили муқоисавии таркиби метаболитии решаҳо ва тухмиҳои *F. violacea* имкон дод, ки натиҷаҳои зерин ба даст оварда шаванд. Ҳамин тариқ, гурӯҳбандии метаболитҳои барои ҳар як узв хос нишон дод, ки пайвастагиҳои нодир барои решаҳо ва тухмиҳо асосан ба роҳҳои биосинтези шикиматию фенилпропаноидӣ, терпеноидӣ ва алкалоидӣ мансубанд. Аксарияти ин пайвастагиҳо дар концентратсияи нисбатан паст, бо шиддатнокии камтар аз 1 миллион ошкор карда шудаанд. Қобили зикр аст, ки метаболитҳои барои ҳар як реша хос гурӯҳи алоҳидаи флавоноидҳо ва кислотаҳои фенолиро аз роҳҳои метаболитии шикиматӣ ва фенилпропаноидӣ дар бар мегиранд, ки онҳо танҳо дар намунаҳои самғи реша ошкор карда шудаанд. Ин кашфиёт мутобиқати метаболитии хосро барои ҳар як узв пешгӯӣ мекунад, ки эҳтимолан бо механизмҳои муҳофизатии реша ё вазифаҳои махсусгардонидашудаи биосинтетикӣ алоқаманд мебошад.

Таҳлили муҳтавои дифференциалӣ дар маҷмуъ 60 метаболити дар решаҳо афзуншуда ва 83 метаболити дар тухмиҳо афзуншударо ошкор намуд (тағйирёбии логарифмӣ  $>1$ ). Аксарияти метаболитҳо бо тафовути назарраси муҳтаво байни узвҳо тағйироти логарифмӣ камтар аз 5-ро нишон доданд, гарчанде ки якчанд метаболитҳо, аз ҷумла терпеноиди фарнезил-4-гидроксибензоазид, ки дар тухмиҳо афзун аст, тағйироти логарифмӣ беш аз 8-ро зоҳир намуданд.

Метаболитҳои дигари дар тухмиҳо афзун буда, шиддатнокиашон аз 1 миллион зиёд аст, асосан алкалоидҳо ва аминокислотаҳо ташкил доданд. Ин гувоҳи он аст, ки тухмиҳо ба биосинтези алкалоидҳо, эҳтимолан барои муҳофизати химиявӣ ё вазифаҳои метаболитии марбут ба сабзиш, аввалият

медиханд. Баръакс, метаболитҳои дар решаҳои рустанӣ фаровон буда, ки шиддатнокии онҳо аз 1 миллион зиёд аст, асосан терпеноидҳо мебошанд.

«Концентратсияи фенолҳо ва флавоноидҳо дар хокаҳо, чавҳарҳо ва шарбатҳои рустанӣҳои доруй, аз ҷумла дар намудҳои *Ferula* низ, вобаста ба омилҳои муҳити зист, марҳилаи вегетатсия, қисм ё узви рустанӣ, усули экстраксия ва экстрагенти истифодашаванда тағйир меёбад» [40, с. 97-106]. Тибқи маълумоти муаллифон [41, с. 1654–1656], «ҳангоми муайян намудани миқдори пайвастагиҳои фенолӣ ва фаъолнокии зиддиоксидантии чавҳарҳо аз реша ва қисмҳои рӯизаминӣ (гулҳо ва меваҳо)-и *F. longipedunculata*, муқаррар карда шуд, ки миқдори зиёдтарини пайвастагиҳои фенолӣ барои чавҳарҳои метанолии реша хос мебошад. Чавҳари шабехе, ки аз қисмҳои рӯизаминӣ ба даст омадааст, бо нишондиҳандаҳои пасттарини мавҷудияти ин гурӯҳи пайвастаҳои химиявӣ тавсиф меёбад. Чавҳарҳо иқтидори назарраси зиддиоксидантиро нишон доданд, ки дар ин миён чавҳарҳои реша ва меваҳо самаранокии бештар зоҳир намуданд».

Тавассути гузаронидани таҳлили ҷузъҳои асосӣ маълумоти масс-спектрометрӣ ва бо истифода аз ТБДП (тағйирёбанда: узв + усули коркард, R2: 30%, арзиши p: 0.013), муайян карда шуд, ки миқдори метаболитҳо дар намунаҳои омехташуда аз усул ё тарзи тайёр кардани онҳо вобастагӣ дорад. Ҳамин тавр, муқоисаи метаболитҳо вобаста ба усули коркард мавҷудияти 512 метаболити умумиро дар чавҳарҳои этанолӣ ошкор намуд, ки аз ин, 2 метаболит танҳо дар ҳамин намунаҳо муайян карда шуд. Дар намунаҳои табиӣ (самғ аз реша ё фишурдаи тухмиҳо) 538 метаболити умумӣ шинохта шуданд, ки аз онҳо 28-тоаш танҳо барои ин намунаҳо хос буданд, яъне дар намунаҳои этанолӣ дида нашуданд.

Муайян карда шуд, ки аксарияти метаболитҳои хоси шира ба роҳҳои шикиматӣ ва фенилпропаноидӣ, инчунин, ба терпеноидҳо алоқаманд буданд. Ин пайвастагӣҳо, ки хоси ин усул мебошанд, одатан фаровонии паст дошта, шиддатнокии онҳо камтар аз 3,0 миллионро ташкил дод. Гурӯҳи такроршавандаи ҳосилаҳои аз ҷиҳати сохторӣ наздики шикиматӣ ва фенилпропаноидӣ аз суперсинфҳои флавоноидҳо ва кислотаҳои фенолӣ танҳо дар намунаҳои шираи (самғи) реша ошкор карда шуданд, ки ин аз ҳалшавандагии афзалиятнокии ин метаболитҳо дар чавҳарҳои обӣ, яъне дар намунаҳои табиӣ, ки концентратсияи зиёди об доранд, шаҳодат медиҳад.

Таҳлили муҳтавои дифференциалӣ 65 метаболити дар чавҳарҳо афзуншуда ва 32 метаболити дар шираҳо афзуншударо ошкор намуд. Бисёр метаболитҳо бо муҳтавои дифференциалӣ, ки вобаста ба усулҳои коркард фарқ мекунанд, тағйирёбии логарифмии фаровонии нисбии камтар аз 5-ро нишон доданд. Қариб ҳамаи метаболитҳо бо муҳтавои баланди пайвастагӣҳо, ки бо таносуби дифференциалӣ (шиддатнокии >1 миллион) тавсиф мешаванд, дар чавҳарҳои спиртӣ ошкор карда шуданд.

Натиҷаҳои бадастомада имкон медиҳанд ҳулоса намоем, ки намунаҳои табиӣ (самғи реша ва фишурдаи тухмиҳо) қариб тамоми гуногунии метаболитҳои *F. violacea*-ро дар бар мегиранд. Ин тафовутҳои метаболитӣ таъсири усулҳои коркарди намунаҳоро ба таркиби метаболитҳо ва

имкониятҳои махсусгардонидашудаи биосинтетикӣ ҳар як узв нишон дода, эҳтимолан вазифаҳои гуногуни физиологӣ ва экологии онҳоро инъикос менамоянд

Намояндагони авлоди *Ferula* L. бо таркиби бойи моддаҳои аз ҷиҳати биологӣ фаъол ва доираи васеи таъсири фармакологӣ тавсиф мешаванд. Муайян карда шудааст, ки намудҳои *Ferula* дорои маҷмуи мураккаби пайвастагиҳо мебошанд, ки қатронҳо (то 62%), самғро (тақрибан 25%), равғанҳои эфирӣ (3–7%), инчунин, ҳосилаҳои кислотаи ферулат ва ванилинро дар бар мегиранд. Тибқи тадқиқотҳои Качимото Т. ва ҳаммуаллифон, «профили химиявии *Ferula assa-foetida* бо мавҷудияти ҳосилаҳои ҳоси сесквитерпеноидӣ ва пайвастагиҳои до рои сулфур тавсиф меёбад. Маҳз ҳамин ҷузъҳо хусусиятҳои беназири органолептикӣ ашёи хом — бӯи тези сирпиёз ва таъми хосро муайян намуда, инчунин, фаъолнокии баланди фармакологӣ, аз ҷумла ҳосиятҳои зиддимикробӣ ва спазмолитикӣ онро таъмин мекунанд» [42, с. 1761–1763].

Дар ҷавҳари спиртӣ, ки аз решаҳои *F. kuhistanica* гирифта шудааст, гурӯҳҳои зиёди химиявӣ муайян карда шуд (ҷадвали 5). Дар ин маврид кумаринҳо гурӯҳи нисбатан бартаридоштаи пайвастагиҳои химиявӣ ба ҳисоб мераванд, онҳо 40,3% -ро аз хроматограммаи умумии пурраи ионӣ (ХПИ) ташкил медиҳанд. Концентратсияи баланди 6-метилкумарин (18,7%), 7-метоксикумарин (12,1%) ва (+)-мармин (9,5%) ба мушоҳида расид, ки бо ҳосиятҳои зиддиилтиҳобӣ ва зиддимикробии худ маъруфанд, ки инро

**Ҷадвали 5. -Гурӯҳҳои пайвастагиҳои асосӣ дар ҷавҳари спиртии аз решаи *F. kuhistanica* гирифташуда**

Гурӯҳи химиявӣ	Намунаҳои пайвастагиҳо	Ҷоизи умумии ХПИ (%)
<b>Кумаринҳо</b>		40,3
	6-метилкумарин	18,7
	7-метоксикумарин	12,1
	(+)-мармин	9,5
<b>Флавоноидҳо</b>		22,1
	Изоскутеллареин	14,3
	Кемпферол	7,8
<b>Терпеноидҳо</b>		15,7
	β-кадинен	10,5
	p-мента-1,3,8-триен	5,2
<b>Кислотаҳои фенолӣ</b>		12,8
	3,4- кислотаи дигидроксибензой	9,8
	Кафеалдегид	3,0
<b>Пайвастагиҳои нитрогендор</b>		
	7-[(2,5-диметилфенил)метил]-2-[метил(пиридин-3-ил)]	8,6
<b>Дигар пайвастагиҳо</b>		0,5

истифодаи анъанавии *F. kuhistanica* дар тиб барои табобати бемориҳои илтиҳобию сироятӣ тасдиқ мекунад.

Флавоноидҳо 22,1% -ро аз ХПИ-и умумӣ, ки аз ин изоскутеллареин - 14,3% ва кемпферол - 7,8% ташкил доданд. Терпеноидҳо 15,7% -ро аз ХПИ-и умумӣ ташкил медиҳанд, аз ҷумла  $\beta$ -кадинен -10,5% ва *p*-мент-1,3,8-триен - 5,2%. Кислотаҳои фенолӣ 12,8% -ро аз ХПИ-и умумӣ ташкил доданд, аз ҷумла 3,4-кислотаи дигидроксибензой - 9,8% ва кафеалдегид - 3,0%. Пайвастиҳои нитрогендор танҳо бо як пайвастиҳои химиявӣ - 7-[(2,5-диметилфенил) метил]-2-[метил(пиридин-3-ил)] муарри-фӣ шудаанд ва ҳамагӣ 8,6 %-ро ташкил медоданд.

Ҳангоми таҳлили фитохимиявии чавҳари аз решаҳои намуди *F. gigantea* бадастомада, ба мо муяссар шуд, ки зиёда аз 449 пайвастиҳои химиявиро, ки ба гурӯҳҳои мухталифи химиявӣ мансубанд, ошкор намоем. Дар хроматограммаи чавҳар қуллаҳои зиёде дар фосилаи вақти нигоҳдорӣ (ВН) аз 2 то 48 мушоҳида мешаванд. Қуллаҳои пуршидаттарин дар фосилаи ВН 22 - 38 дақиқа муайян карда шуданд, ки ин ба пайвастиҳои кутбияташон миёна мувофиқат мекунад.

Маълум аст, ки «бисёр намояндагони авлоди *Ferula* L. дорои миқдори зиёди пайвастиҳои фенолӣ мебошанд, ки фаъолнокии баланди зиддиоксидантӣ дошта, таъсири назарраси зиддимикробӣ ва зиддизамбуруғӣ зоҳир менамоянд» [43, с. 7-11]. Муқаррар карда шудааст, ки «чавҳарҳои обию спиртии гулҳо, пояҳо ва баргҳои намуди *F. gummosa* дорои иқтидори баланди зиддиоксидантӣ ва таъсири зиддигемолитикӣ мебошанд, ки ин метавонад аз ҳисоби муҳтавои зиёди пайвастиҳои фенолӣ, аз ҷумла флавоноидҳо бошад» [44, с. 101-104]. Ҳангоми арзёбии муқоисавии таъсири зиддиоксидантии чавҳарҳои гуногуни рустаниҳое, ки дар Туркия месабзанд, муқаррар карда шуд, ки «чавҳарҳои метанолӣ ва оби *F. elaeochytris*, инчунин, чавҳарҳои асетонӣ ва метанолии *F. stricta* фаъолнокии баланди зиддиоксидантиро зоҳир менамоянд. Чавҳарҳои гексанин ҳарду намуди рустани сатҳи пасти иқтидори зиддиоксидантиро нишон доданд» [45, с. 69–75].

Таҳқиқоти гузаронидаи мо нишон доданд, ки миқдори умумии полифенолҳо дар реша ва тухмиҳои ҳар се намуди авлоди *Ferula* L., ки ба таҳқиқот шомил карда шудаанд, дар ҳудудҳои васеъ тағйир меёбад. Муҳтавои умумии пайвастиҳои фенолӣ дар самғи решаҳои намунаҳои таҳқиқшаванда, аз  $985,7 \pm 14,4$  мг/мл то  $2772,7 \pm 57,3$  мг/мл фарқ мекард. Фарқиятҳои аз ҷиҳати омӯрӣ муҳим ( $P < 0,001$ ), дар муҳтавои полифенолҳо дар байни самғҳои решаҳои *F. violaceae* -  $2772,7 \pm 57,3$  мг/мл ва *F. gigantea* -  $985,7 \pm 14,4$  мг/мл ба қайд гирифта шуд. Ин нишондиҳанда барои *F. kuhistanica* ( $2054,4 \pm 384,8$  мг/мл) ба нишондиҳандаи *F. violaceae* ( $p = 0,016$ ) наздик буд, вале назар ба консентратсияи пайвастиҳои фенолӣ дар самғи решаи *F. gigantea* ( $990,7 \pm 4,9$  мг/мл) хеле зиёд буд.

Дар чавҳарҳои этанолии ҳафтӯдфоизаи решаҳо миқдори зиёди полифенолҳо дар *F. kuhistanica* -  $2176 \pm 21,1$  мг/мл дида шуд, ки ба нишондиҳандаи ( $P = 0,033$ ) намуди *F. violacea* -  $1582,3 \pm 21,0$  мг/мл наздик, вале, нисбат ба *F. gigantea* -  $990,7 \pm 4,9$  мг/мл бештар буд ( $P < 0,001$ ).

Ҳангоми омӯختани фаъолнокии зиддиоксидантии намунаҳои аз тухмии намудҳои таҳқиқшудаи *Ferula* L. муқаррар карда шуд, ки фаъолнокии

баландтарини зиддиоксидантиро афшурдаи тухмии *F. violaceae* -  $83,7 \pm 1,3$  мг/мл дорад, ки аз ҷиҳати оморӣ саҳеҳан ( $P < 0,001$ ) аз ҳамин гуна нишондиҳанда дар *F. kuhistanica* ( $30,6 \pm 1,0$  мг/мл) ва *F. gigantea* ( $31,5 \pm 0,9$  мг/мл) баланд аст. Чавҳари 70%-и этанолии тухмиҳои ин намуд аз рӯйи фаъолнокии зиддиоксидантии худ ( $57,6 \pm 0,9$  мг/мл) танҳо аз намунаи аз намуди *F. gigantea* ( $19,8 \pm 0,8$  мг/мл) бадастомада аз ҷиҳати оморӣ ба таври назаррас ( $P < 0,001$ ) бартарӣ дошт ва нисбат ба *F. kuhistanica* ( $33,2 \pm 1,1$  мг/мл) нишондиҳандаи каме баландтарро ( $p = 0,033$ ) зоҳир намуд. Тақрибан ҳамин гуна нишондиҳандаҳо барои чавҳари 70% -и этанолии решаи ҳамин намуди рустанӣ ( $63,2 \pm 0,3$  мг/мл) низ хос буданд, ки ба қадри кофӣ ( $P < 0,001$ ) назар ба нишондиҳандаи намунаи аз *F. gigantea* ( $29,8 \pm 0,3$  мг/мл) ба даст овардашуда зиёданд ва ( $p = 0,033$ ) ба нишондиҳандаҳои решаҳои *F. kuhistanica* ( $45,6 \pm 0,6$  мг/мл) наздиканд. Фаъолнокии зиддиоксидантии самғи аз решаҳои рустанӣҳои таҳқиқшаванда диққатҷалбкунандаанд. Самғ аз решаи *F. gigantea* ба дастовардашуда бо фаъолнокии зиддиоксиданти ( $45,7 \pm 0,6$  мг/мл) ба ҳамин гуна намуна аз *F. violacea* ( $38,4 \pm 0,7$  мг/мл) наздик аст.

Дар шароити муосир воситаҳои эҳтимолии зиддивирӯсӣ ё захрнокии баланд доранд ва ё дорои фаъолнокии паст мебошанд. Дар чунин вазъият «бартарии раднопазирро доруҳои соҳиб мешаванд, ки нисбат ба бисёр вирусҳои самарабахш буда, дорои як қатор хосиятҳои дигар мебошанд; ин имкон медиҳад, ки табобати этиотропӣ ва патогенетикӣ бо ҳам омехта карда шаванд» [46, с. 255–269]. Маҳз бинобар ҳамин «моддаҳои пайдоишашон рустанӣҳои тавачҷуҳи зиёдро ба худ ҷалб мекунанд, зеро баъзеи онҳо дар қатори захрнокии нисбатан паст, дорои доираи васеи фаъолнокии биологӣ мебошанд ва хосиятҳои зиддимикробӣ, зиддивирӯсӣ, масуниятбахшӣ ва дигар хусусиятҳоро зоҳир менамоянд» [47].

Вобаста ба ин, дар доираи кори диссертатсионии мазкур омузиши фаъолнокии зиддивирӯсии се намуди рустанӣҳои авлоди *Ferula* L., ки дар ҳудуди Тоҷикистон мерӯянд, ба нақша гирифта шудааст.

Муқаррар карда шудааст, ки чавҳари этанолий аз тухмиҳои *F. violacea* дар ҳолати пасттарин концентратсия ( $0,5$  мкг/мл) ба штамми А(Н3Н2) таъсири концентратсияи муассир (КМ50) мерасонад. Тақрибан ҳамин гуна КМ50 нисбат ба ҳамин штамм афшурдаи ин узви рустанӣ низ дошт ( $0,8$  мкг/мл). Нисбат ба дигар штамми дар таҳқиқот истифодашуда А(Н1Н1), ҳам афшурда ва ҳам чавҳари этанолий сатҳи якхелаи КМ-ро ( $5,5$  мкг/мл) нишон доданд.

Ҳангоми арзёбии муқоисавии нишондиҳандаҳои КМ50 намунаҳои таҳқиқшуда ва маводи зиддизукомӣ муқаррар карда шуд, ки самаранокии чавҳари этанолий аз тухмии *F. violacea* нисбат ба штамми А(Н3Н2) то 62 маротиба аз КМ50 Тамифлю ( $0,5$  мкг/мл дар муқобили  $31$  мкг/мл) ва то 23 маротиба аз самаранокии Римантадин ( $0,5$  мкг/мл дар муқобили  $11,6$  мкг/мл) бартарӣ дорад (ҷадвали 6). Аҳамияти КМ50-и афшурда аз тухмӣ нисбати ҳамин штамм 38,8 маротиба аз нишондиҳандаи КМ50 маводи Тамифлю ( $0,8$  мкг/мл дар муқобили  $31$  мкг/мл) ва то 14,5 маротиба аз – Римантадин ( $0,8$  мкг/мл дар муқобили  $11,6$  мкг/мл) бартарӣ дошт. Аммо нишондиҳандаи КМ50-и ҳамин намуна ( $0,5$  мкг/мл) нисбат ба штамми А(Н1Н1) танҳо тақрибан

2 маротиба аз КМ50 Тамифлю (10,7 мкг/мл) ва Римантадин (11,7мкг/мл) бартарӣ дошт.

**Ҷадвали 6. - Нишондоди консентратсияи муассири самғ ва экстракти этанолии аз решаҳои *F. violacea* гирифташуда нисбат ба штаммҳои вируси зукоми мавриди таҳқиқ қарордошта (мкг/мл)**

Намунаҳои мавриди таҳқиқ ва маводи муқоисавӣ	Штамми вируси зуком	
	A(H1N1)	A(H3N2)
Тамифлю	10,7±0,63	31,0±0,63
Римантадин	11,7±0,14	11,6±0,18
Чавҳари этаноли	0,5±0,01	0,6±0,02
Самғ	0,7±0,03	0,38±0,01

Таҳлили нишондиҳандаҳои консентратсияи муассири самғи решаи *F. violacea* ва маводи муқоисавӣ имконият медиҳанд ҳулоса барорем, ки нишондиҳандаи КМ50-и ин намуна нисбат ба вируси A(H1N1) то 15,3 маротиба (0,7 мкг/мл дар муқобили 10,7 мкг/мл) аз нишондиҳандаи Тамифлю ва 16,7 маротиба аз ҳамин гуна нишондиҳандаи Римантадин (0,7 мкг/мл дар муқобили 11,7 мкг/мл) баланд аст. Дараҷаи нисбатан баланди КМ50 нисбат ба ҳамин вирус барои чавҳари этанолии ҳамин узви рустанӣ хос буд, ки аз ҷиҳати ҳамин нишондиҳанда 21,4 маротиба аз Тамифлю (0,5 мкг/мл дар муқобили 10,7 мкг/мл) ва то 23,4 маротиба (0,5 мкг/мл дар муқобили 11,7 мкг/мл) аз Римантадин бартарӣ дошт.

Сатҳи баланди нишондиҳандаи химиятерапевтӣ (НХТ)-ро (аз >142,3 то >263,0) барои ҳарду штамми вируси зуком самғ ва чавҳари этанолии решаи *F. violacea* нишон доданд. Ҳамзамон, чавҳари этаноли ва фишурдаи аз тухмиҳои ин намуди рустанӣ ҳосилшуда нисбат ба штамми A(H1N1) сатҳи пасти НХТ-ро нишон доданд (>18,2). Барои штамми A(H3N2) ин нишондиҳанда ба қадри кофӣ баланд ва ба >200,0 ва >125,0 (мутаносибан аз чавҳари этаноли ва фишурда аз тухмиҳо) баробар буд. Таҳлили муқоисавии фаъолнокии зиддивирсии чавҳарҳои этанолии *F. violacea* ва *F. kuhistanica* дар қиёс бо доруҳои стандартӣ нишон дод, ки нишондиҳандаи НХТ чавҳарҳои рустанӣ аз ҳамин гуна нишондиҳандаҳои Римантадин ва Тамифлю дахҳо баробар болотар аст; дар ҳоле ки НХТ доруҳои мазкур аз 32,7 баланд нест.

«Дар байни рустанҳои шифобахш, аъзоёни авлоди *Ferula* L. манбаи ғании пайвастагиҳои зиддимикробӣ ҳисобида мешаванд. Дар ин миён, намудҳои гуногуни *Ferula* дорои фаъолияти мушаххаси зиддимикробӣ мебошанд» [48]. Таҳлили адабиёти илмие, ки қаблан аз ҷониби мо гузаронида шуд, имкон медиҳад қайд намоем, ки «бисёр намудҳои авлоди *Ferula* L., ки дар минтақаҳои гуногуни хоку иқлим месабзанд, дорои хосиятҳои зиддимикробӣ мебошанд. Паҳншавии васеъ ва мутобиқшавии ин рустанӣ ба шароити муҳити зист боиси тағйирпазирии мубодилаи моддаҳои дуюмдараҷа ва дар натиҷа, муайян шудани шиддатнокии фаъолияти биологии онҳо мегардад» [49, с. 115-122].

Натиҷаҳои таҳқиқот нишон доданд, ки барои штамми тестии *S. aureus* диаметри минтакаи ҳассосият нисбат ба намунаҳои аз реша ва тухмиҳои *F. violacea* бадастомада аз  $17,0 \pm 0,7$  мм то  $19,6 \pm 0,5$  мм-ро ташкил медиҳад, ки ин аз нишондиҳандаҳои шабеҳ барои штаммҳои *Ps. aeruginosa*, *Kl. pneumoniae* ва *C. albicans* ба таври оморӣ назаррас баланд аст ( $p < 0,001$ ). Минтакаи маҳдудшавии рушди штамми тестии *C. albicans* дар атрофи дискҳои бо самғ ва чавҳари этанолии реша, инчунин, бо фишурда ва чавҳари этанолии тухмиҳои ин намуди рустани таркардашуда, аз  $8,5 \pm 0,6$  мм баланд нестанд, ки аз имконпазир будани таъсири зиддизанбуруғӣ дарак медиҳад.

Арзёбии муқоисавии фаъолнокии зиддимикробии самғҳои аз решаҳои ҳамаи се намуди рустаниҳои таҳқиқшаванда гирифташуда нишон дод, ки фаъолнокии баланди зиддистафилококкӣ ( $p < 0,001$ ) барои самғҳои аз решаҳои *F. violacea* гирифташуда хос аст (ҷадвали 7). Диаметри минтакаи таваккуфи рушди штамми тестии *S. aureus* дар атрофи дискҳои бо ин самғ таркардашуда дар сатҳи  $19,3 \pm 0,5$  мм қарор дошт, ҳол он ки самғҳои аз решаҳои *F. gigantea* ва *F. kuhistanica* гирифташуда нисбат ба ин микроорганизм фаъолнокии якхеларо нишон дод. Ҳамин тариқ, минтакаи боздорандагии рушди ин микроб дар атрофи дискҳо мутаносибан  $12,3 \pm 0,7$  мм ва  $12,8 \pm 0,6$  мм -ро ташкил дод.

**Ҷадвали 7. -Арзёбии муқоисавии фаъолнокии зиддимикробии самғҳое, ки аз решаи се намуди авлоди *Ferula L.* гирифта шудаанд**

Микроорганизм	Намуд			
	<i>F. violacea</i> (n =10)	<i>F. gigantea</i> (n =10)	<i>F. kuhistanica</i> (n =10)	P (df =2)
<i>S. aureus</i>	$19,3 \pm 0,5$	$12,3 \pm 0,7$ $p1 < 0,001$	$12,8 \pm 0,6$ $p1 = 0,003$ $p2 > 0,05$	$< 0,001$
<i>Ps. aeruginosa</i>	$9,8 \pm 0,3$	$9,9 \pm 0,9$	$9,9 \pm 0,9$	$> 0,05$
<i>Kl. pneumonia</i>	$8,8 \pm 1,0$	$10,8 \pm 0,9$ $p1 = 0,002$	$10,0 \pm 0,7$ $p1 > 0,05$ $p2 > 0,05$	$= 0,002$
<i>C. albicans</i>	$8,3 \pm 0,4$	$10,2 \pm 0,8$ $p1 < 0,001$	$9,9 \pm 0,7$ $p1 = 0,002$ $p2 > 0,05$	$< 0,001$

Ҳамаи самғҳое, ки аз решаи рустаниҳои таҳқиқшуда ҳосил карда шудаанд, аз якдигар бо сатҳи таъсири зиддимикробӣ доштан нисбат ба штамми тестии *Ps. aeruginosa* - аз  $9,8 \pm 0,3$  мм то  $9,9 \pm 0,9$  мм ( $p > 0,05$ ) фарқ намекарданд. Фаъолнокии паст ё тақрибан якхелаи зиддимикробӣ барои ҳамаи намунаҳои таҳқиқшуда нисбат ба *Kl. pneumonia* - аз  $8,8 \pm 1,0$  мм то  $10,8 \pm 0,9$  мм хос аст ( $p > 0,05$ ).

Тавре ки мо қайд кардем, самғи решаи *F. violacea* нисбат ба *C. albicans* таъсири зиддизанбуруғӣ зоҳир намуд. Аммо самғи аз решаи *F. gigantea* гирифташуда каме баланд шудани ( $10,2 \pm 0,8$  мм) таъсири зиддимикробиро дар

муқобили ин штамми тестӣ ( $p_1 < 0,001$ ) зоҳир намуд, аммо нишондиҳандаҳои бо намунаҳои ( $p = 0,002$ ), ки аз решаи намуди *F. kuhistanica* ( $9,9 \pm 0,7$  мм) гирифта шудааст монанд мебошанд. Дар таҳқиқоти мо шарбат ва ҷавҳари этанолий, ки аз тухмиҳои гирифта шудаанд, фаъолнокии возеҳи зиддимикробӣ зоҳир накарданд, яъне минтақаи боздорандагии рушд дар атрофи дискҳои, ки аз маводи аз тухмиҳои 3 намуди *Ferula* L. гирифта шудаанд, аз  $8,0 \pm 1,0$  мм зиёд набуданд, ки ин аз таъсири пасти зиддимикробии онҳо дарак медиҳад.

Ҳамин тариқ, маълумоти адабиёти илмӣ ва натиҷаҳои бадастовардаи мо имконият медиҳанд хулоса барорем, ки омӯзиши фармакогностикӣ намудҳои *Ferula*: *F. violacea*, *F. kuhistanica* ва *F. gigantea*, дар ҳудуди Тоҷикистон мерӯянд то оғози таҳқиқоти мазкур омӯхта нашуда боқӣ мондаанд. Натиҷаҳои бадастовардаи мо иттилооти нахустини илмӣ оид ба тавсифи фармакогностикӣ ин намудҳои авлоди *Ferula* L. ба ҳисоб мераванд. Намудҳои *F. violacea* ва *F. kuhistanica* дорои имкониятҳои умедбахш барои таҳияи моддаҳои нави фаъоли биологӣ (МБФ) ва гиёҳдорҳои муосир мебошанд.

### ХУЛОСАҶО

1. Аломатҳои таҳлили морфологию анатомии решаҳои намудҳои *F. violacea*, *F. kuhistanica* ва *F. gigantea*, ки дар Тоҷикистон мерӯянд, муайян карда шуданд. Дар ҳуҷайраҳои паренхимаи асосии решаҳои *F. violacea* кристаллҳои призмашакл вомехӯранд, ки ҳангоми таҳқиқи микроскопии решаҳои *F. kuhistanica* ва *F. gigantea* мушоҳида намешаванд. Ҳуҷайраҳои паренхимавии решаи *F. violacea*, бархилофи *F. kuhistanica* ва *F. gigantea*, бо донаҳои крахмал пур буда, дорои рағҳои бештар инкишофёфта мебошанд [15-М].
2. Нахустин таҳлили ҳамаҷонибаи метаболомии ғайримаксадноки *F. violacea* пешниҳод шудааст, ки 419 метаболити қаблан барои ин намуд тавсифнашударо ошкор намуда, гуногунии химиявии маълуми онро ба таври назаррас васеъ кард. Шумораи зиёди метаболитҳои қаблан номаълум дар роҳҳои метаболитикӣ терпеноидҳо, шикимату фенилпропаноидҳо ва алкалоидҳо дарёфт гардиданд. Сесквитерпеноидҳо, кумаринҳо ва алкалоидҳои нав, ба таври васеъ паҳн шудаанд, ки ин аҳамияти онҳоро дар профили химиявӣ ва имкониятҳои махсуси метаболитикӣ ин намуд таъкид мекунанд [7-М, 22-М].
3. Таҳлили тафриқавии решаҳо ва тухмиҳои ғайӣ гардонидани метаболитҳои ба узв хосро ошкор намуд, ки ин таҳассуси дақиқи биосинтетикӣро нишон медиҳад. Тухмиҳо бо аминокислотаҳо ва алкалоидҳо ғайӣ буда, дар ҳоле ки решаҳо бо миқдори зиёди терпеноидҳо тавсиф мешаванд. Профили метаболитҳо дар намунаҳои таҳқиқшаванда бевосита аз тарзи гирифтани намуна вобастагӣ дорад: ҷавҳарҳои этанолий имкон медиҳанд, ки миқдори бештари метаболитҳои марбут ба шикиматҳо, фенилпропаноидҳо ва терпеноидҳо муайян карда шаванд, дар ҳоле ки самғ ва фишурдаҳо пайвастагиҳои синфи фенилпропаноидҳоро дар бар мегиранд [7-М, 22-М].
4. Решаҳо ва тухмиҳои намудҳои таҳқиқшудаи *Ferula* бо таркиби химиявии махсус тавсиф мешаванд. Барои решаҳо мавҷудияти пайвастагиҳои химиявии дорои вазни молекулавӣ миёна ва баланд хос аст. Тухмиҳо бо

- пайвастагиҳои дорои вазни молекулавии паст ғанӣ мебошанд. Чузъҳои асосии химиявии ҳам решаҳо ва ҳам тухмиҳои ҳар се намуди таҳқиқшудаи *Ferula*-ро пайвастагиҳои химиявие ташкил медиҳанд, ки ба синфҳои кумаринҳо, флавоноидҳо ва терпеноидҳо тааллуқ доранд [7-М, 10-М, 14-М, 23-М].
5. Концентратсияи баланди полифенолҳо дар самғ ва чавҳарҳои спиртӣ, ки аз реша ва тухмиҳои намудҳои *F. violacea* ва *F. kuhistanica* ба даст омадаанд, муайян карда шуд, ки ин аз нишондиҳандаҳои фишурдаи ҳамаи намунаҳои реша ва тухмиҳои намуди *F. gigantea* ба таври назаррас фарқ мекунад. Фишурдаи тухмиҳо ва чавҳари этанолии решаи *F. violacea* бо иқтидори баланди зиддиоксидантӣ тавсиф мешаванд [2-М, 4-М, 14-М, 16-М, 19-М, 23-М].
  6. Самғи решаҳо ва тухмиҳои *F. violacea* ва *F. kuhistanica* дорои фаъолнокии баланди вирусингбоздорандагӣ нисбат ба штаммҳои вируси зукоми А(Н1Н1) ва А(Н3Н2) мебошанд. Фаъолнокии зиддивирუსии самғ ва чавҳарҳои этанолӣ бо нишондиҳандаҳои пасти концентратсияи муассир (КМ50) ва нишондиҳандаҳои ниҳоят баланди нишондиҳандаи химиятерапевтӣ (НХТ) тавсиф мешаванд, ки аз чунин нишондиҳандаҳои доруҳои тичоратии Тамифлю ва Римантадин болотар мебошанд [1-М, 5-М, 6-М, 9-М, 11-М, 12-М, 13-М, 18-М, 20-М].
  7. Дар шароити *in vitro*, ҳамаи намунаҳои аз самғ ва тухмиҳои намуди *F. violacea* бадастомада бо фаъолнокии баланди зиддимикробӣ тавсиф мешаванд. Онҳо асосан ба штамми эталонии стафилококки тиллоранг (*S. aureus*) таъсир расонида, нисбат ба штаммҳои этало-нии *Ps. Aeruginosa* ва *Kl. pneumoniae* таъсири ночизи зиддимикробӣ зоҳир мекунанд [4-М, 6-М, 8-М, 17-М].

## ТАВСИЯҲО БАРОИ ИСТИФОДАИ АМАЛИИ НАТИҶАҲОИ ТАҲҚИҚОТ

1. Натиҷаҳои омузиши анатомӣ-морфологӣ решаҳои намудҳои таҳқиқшавандаи рустаниҳоро метавон ҳамчун яке аз усулҳои идентификатсияи намояндагони авлоди *Ferula* L. тавсия кард.
2. Натиҷаҳои таҳқиқоти метаболомӣ решаҳо ва тухмиҳои *F. violacea* барои таҳқиқотҳои минбаъдаи фармакогнозӣ, фармакологӣ ва потенциали саноатӣ асоси мустаҳкам мешаванд, инчунин, асли ва хушсифат будани ашёи хоми рустанигиро муайян мекунанд. Методологияҳои дар ин ҷо истифодашуда арзиши воситаҳои пешрафтаи метаболомиро дар кашф кардани метаболитҳои нав таъкид мекунанд.
3. Натиҷаҳои таҳқиқот оид ба омузиши таркиби химиявии гурӯҳҳои асосии чузъҳои фаъоли биологии тухмиҳо ва решаҳоро метавон барои коркарди дастури фармакопей маводи доруворӣ спектри таъсираш гуногун истифода намуд.
4. Натиҷаҳои омузиши фаъолнокии вирусбоздорандагии намудҳои таҳқиқшудаи *Ferula* аз таъсири баланди зиддизукомӣ самғ ва тухмиҳои намуди *F. violacea* шаҳодат медиҳанд. Ин имкон медиҳад, ки маводи мазкур ҳамчун иловаҳои биологии фаъол ҳангоми табобати бемориҳои вирусӣ дар роҳҳои болоии нафас тавсия дода шаванд.

5. Натиҷаҳои омузиши ғаёлнокии зиддимикробӣ метавонанд барои коркарди доруҳои зиддимикробӣ ва ҳангоми табобати бемориҳои сироятии этиологияшон гуногун истифода карда шаванд.
6. Натиҷаҳои таҳқиқотро мумкин аст барои донишҷӯён дар кафедраҳои фармакогнозия, фармакология, микробиология, вирусология ва иммунологияи муассисаҳои таълимии олии тиббӣ ва колледжҳо, марказҳои илмӣ-таҳқиқотӣ тавсия намуд, ҳангоми иҷро намудани корҳои илмӣ-таҳқиқотии аспирантҳо ва унвонҷӯёни соҳаҳои фарматсевтӣ, химия ва тиббӣ мавриди истифода қарор дод.

### РҶҲАТИ АДАБИЁТ

1. Ozodbek, A. Ecological Analysis of Species of the Genus *Ferula* L., Distributed in Navoi Region (Uzbekistan) [Text] / A. Ozodbek [ at al.] // Amer. J. of Pl. Sc. – 2023. – V. 14. – P. 1248-1259.
2. Sabzehzari, M. Pharmacological and therapeutic aspects of plants from the genus *Ferula*: a comprehensive review [Text] / M. Sabzehzari // Mini Rev. Med. Chem. – 2020, – V. 20(13). – P. 1233-1257.
3. Palá-Paúl, J. Chemical Composition of the Essential Oils of the Iberian Peninsula Endemic Species *Eryngium dilatatum* Lam [Text] / J. Palá-Paúl [ at al.] // Molecules. – 2024, 29, 562. [https://doi.org/ 10.3390/molecules29030562](https://doi.org/10.3390/molecules29030562). (Дата обращения: 28.12.2024).
4. Shailja, C., Bhawna, W., Gitika C. *Ferula asafetida* (Hing): A Review Based Upon its Ayurvedic and Pharmacological Properties [Text] / C. Shailja, W. Bhawna, C. Gitika // Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res. – 2021. –V. 68(2). – P. 31-39.
5. Bagheri, S.M, Esmailidehaj, M. A. Comprehensive Review of the Pharmacological Effects of Genus *Ferula* on Central Nervous System Disorders [Text] / S.M. Bagheri, M. Esmailidehaj // Cent. Nerv. Syst. Agents Med. Chem. – 2024. – V. 24(2). – P. 105-116.
6. Bagheri, S.M. Effect of *Ferula assa-foetida* oleo-gum-resin on renal function in normal Wistar rats [Text] / S.M. Bagheri [ at al.] // Indian J. Nephrol. – 2016. – V. 26(6). – P. 419-422.
7. Seo, H. Antituberculosis effect of microbiome therapeutic PMC205 in extensively drug-resistant pulmonary tuberculosis in vivo [Text] / H. Seo // Int. J. Antimicrob. Agents. -2024. doi: 10.1016/j.ijantimicag.2024.107274. (Дата обращения: 29.12.2024).
8. Karademir, Y. Effects of Ferulic Acid on Cognitive Function: A Systematic Review [Text] / Y. Karademir, [ at al.] // Mol. Nutr. Food Res. – 2024, DOI: 10.1017/S1479262124000017. (Дата обращения: 15.12.2024).
9. Rong, H. The Inhibitory Effect an Mechanism of *Ferula akitschkensis* Volatile Oil on Gastric Cancer. Evid. Based Complement [Text] / H. Rong [ at al.] // Altern. Med. - 2022. 5092742. DOI: 10.1155/2022/5092742. (Дата обращения: 25.12.2022).
10. Saleem, M., Alam, A., Sultana, S. Asafoetida inhibits early events of carcinogenesis: a chemopreventive study [Text] / M. Saleem, A. Alam, S. Sultana // Life sciences. – 2001. –V. 68(16). –P. 1913-1921.

11. Nouioura, G. Comprehensive analysis of different solvent extracts of *Ferula communis* L. fruit reveals phenolic compounds and their biological properties via in vitro and in silico assays [Text] / G. Nouioura [ at al.] // Sci Rep. - 2024. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59087-3>. (Дата обращения: 25.12.2024).
12. Орлова, А. А. Использование подходов метаболомики в анализе лекар-ственных растений и фитопрепаратов [Текст] / А.А. Орлова [ и др.] // Разработка и регистра-ция лекарственных средств. – 2021. – Т.10. – № 1. – С. 97-105.
13. Mohammadi, R. Antiviral Effect of Ferula Plants and their Potential for Treatment of COVID-19: A Comprehensive Review [Text] / R. Mohammadi [ at al.] // Curr. Pharm. Biotechnol. -2024, doi: 10.2174/0113892010285343240530040218. (Дата обращения: 28.11.2024).
14. Ed-Dahmani, I. *Ferula communis* leaf extract: antioxidant capacity, UHPLC–MS/MS analysis, and in vivo and in silico toxicity investigations. [Text] / I. Ed-Dahmani [ at al.] // Sec. Chem. Biology. -2024, V2. <https://doi.org/10.3389/fchem.2024.1485463> (Дата обращения: 15.02.2025).
15. Gholizadeh, F.Z. Investigation of the antibacterial effect of *Ferula foetida* (Bunge) Regel oleo-gum-resin extracts and essential oil on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and its simultaneous effect with vancomycin [Text] // F.Z. Gholizadeh [ at al.] // J. Med. Plants. – 2024. –V. 23 (90). – P. 82-93.
16. Bahrami-Taghanaki, H.R. The effect of *Ferula assa-foetida* L. oleo gum resin and tragacanth (Phytopaj) in patients with COVID-19: A randomized clinical trial [Text] / H.R. Bahrami-Taghanaki [ at al.] // Avicenna J. Phytomed. – 2024. – V. 14(2). – P. 152-165.
17. Sangchooli, T. Chemical Composition, Antioxidant Properties, and Antimicrobial Ac-tivity of *Ferula assa-foetida* L. Essential Oil against Pathogenic Bacteria [Text] / T. Sangchooli [ at al.] // Chem. Methodol. – 2024. – V. 8(5). – P. 364-385.
18. Бекназарова, Х.А., Наврузшоев, Д. Биолого-морфологические особенности фе-рулы гиганской - *Ferula gigantea* В. Fedtch. в условиях Памирского ботаническо-го сада [Текст] / Х.А. Бекназарова, Д. Наврузшоев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2014. – Т. 57. – № 4. – С. 321-326.
19. Ходжиматов, М. Дикорастущие лекарственные растения Таджикистана [Текст]: монография /М. Ходжиматов. - Душанбе: Гл. научн. ред. Таджэнциклопедии. - 1989. – С. 250-320.
20. Мукумов, И.У. Род ферула (*Ferula* L.) во флоре Кашкадарьинской области. [Текст] / И.У. Мукумов // Вестник Науки. – 2020. - № 1(22). –Т.2. – С. 275-284.
21. Самединов, Р.С., Набиев А.Н., Туляганов С.Х. [Текст] / Р.С. Самединов, А.Н. Набиев, С.Х. Туляганов / Исследование гонадотропного действия растения *Ferula assa-foetida* // Фармация. -2022. – Т. 71 – № 3. – С. 52-56.
22. Khamraeva, D.T., Khojimatov, O.K., Uralov, A.I. Growth and development of *Ferula tadshikorum* Pimenov in culture [Text] / D.T. Khamraeva, O.K. Khojimatov, A.I. Uralov // Acta Biol. Sib. – 2019. – V. 5(3). – P. 172-177.
23. Rakhymbayev, N. Component composition and antimicrobial activity of subcritical CO2 extract of *Ferula asafoetida* L., growing in the territory of Kazakhstan. [Text] / N. Rakhymbayev [ at al.] // Science Rise: Pharmaceutical Science. – 2023. – № 2(42). – P. 82-91.

24. Акмурадов, А., Рахманов, О.Х. Биоэкологические и фитотерапевтические особенности ферулы [Текст] / А. Акмурадов, О.Х. Рахманов // Туркменская наука на пути международных отношениях (Сборник научных статей) - Ашхабад: Ылым. – 2013. – С. 487-503.
25. Ходжамбергенова, П. Е. Сравнительная характеристика химико-биологических свойств различных видов ферулы, произрастающих на территории Южного Приаралья [Текст] / П. Е. Ходжамбергенова // Проблемы биологии и медицины – 2022. – № 6(141). – С. 109-111.
26. Sharopov, F.S. The Chemical Composition and Biological Activity of the Essential Oil from the Underground Parts of *Ferula tadshikorum* (Apiaceae) [Text] / F. Sharopov [ at al.] // Rec. Nat. Prod. – 2019. – № 13(1). – P. 18-23.
27. Babekov, A.U. Terpenoid coumarins and macro and microelement composition of three types of roots of plants of the Genus *Ferula* L. [Text] / A.U. Babekov [ at al.] // Web of Conf. V.537, SDEA. – 2024. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453705007>. (Дата обращения: 10.08. 2024).
28. Choudhary, S., Walia, B., Chaudhary G. *Ferula asafetida* (Hing): A Review Based Upon its Ayurvedic and Pharmacological Properties [Text] / S. Choudhary, B. Walia, G. Chaudhary // Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res. – 2021. – V. 68(2). – № 6. – P. 31-39.
29. Estekhdami, P., Nasiri, A.D. Chemical Composition of Volatile Oil of *Ferula Assafoetida* L. [Text] / P. Estekhdami, A.D. Nasiri // Intern. Journ.of Res. Stud.in Agr. Scien. – 2019. – V. 5(8). – P. 9-14.
30. Ozek, T., Özek, G., Yur, S. Phytochemical and Biological Characteristics of Apiaceae Species from Turkey [Text] / T. Ozek, G. Özek, S. Yur // Med. and Arom. Plants of Turkey -2023. DOI:10.1007/978-3-031-43312-2\_4. (Дата обращения: 25.12.2023).
31. Singh, S., Shukla, A., Semwal, B. Phytochemical and Pharmacological Potential of *Ferula asafetida* “Hing” [Text] / S. Singh, A. Shukla, B. Semwal // Current Bioact. Compounds. -2024. Doi: 10.2174/157340721-9666230626111830. (Дата обращения: 25.12.2024).
32. Хасанов, А.Ф. Биолого-морфологические особенности и агрохимический анализ ферулы гигантской *Ferula gigantea* В. Fedtsch в условиях Кулябского региона Республики Таджикистан [Текст] / А.Ф. Хасанов // Вестник АПК Верхневолжья, Ярославль. – 2016. – №3(35). – С. 96-98.
33. Республика Таджикистан. Постановление Правительства Республики Таджикистан «О Государственной программе развития фармацевтической промышленности Республики Таджикистан на 2021–2025 годы» от 28 октября 2020 года, № 569 [Электронный ресурс] //«Адлия». — URL:[http://adlia.tj/show\\_doc.fwx?demo=1&server=1&datum=28.10.2020&number=569](http://adlia.tj/show_doc.fwx?demo=1&server=1&datum=28.10.2020&number=569) (дата обращения: 03.01.2022).
34. Иманбаева, А.А., Сарсенбаев, К.Н. Сагындыкова, М.С. Анатомическое строение надземных и подземных органов *Ferula foetida* (Bunge) Регель в случае популяций Мангистау [Текст] / А.А. Иманбаева, К.Н. Сарсенбаев, М.С. Сагындыкова // Сибирский экологический журнал. –2015. – № 6. – С. 899-208.
35. Mavlonazarova, S. Untargeted Metabolomics Reveals Organ-Specific and Extraction-Dependent Metabolite Profiles in Endemic Tajik Species *Ferula violacea* Korovin / К.

- Acosta, R. Abzalimov, S. Satorov, V. Dushenkov // Plant Direct, 2026; 10: e70123. <https://doi.org/10.1002/pld3.70123> [SCOPUS]. ISSN:2475-4455.
36. Карцова, Л. А., Соловьёва, С. А. Применение хроматографических и электрофоретических методов в метаболомных исследованиях / Л.А. Карцова, С.А. Соловьёва [Текст] // Журн. Аналит. Химии. – 2019. – Т. 74. – № 4. – С. 243-253.
37. Bahetjan, Y, Chemistry, Bioactivity, and Prediction of the Quality Marker (Q-Marker) of Ferula Plants in China: A Review [Text] / Y. Bahetjan [ at al.] // Molecules. -2023. 4;28(13):5191. doi: 10.3390/molecules28135191. (Дата обращения: 19.12.2023).
38. Perel'son, M.E. New Terpenoid Coumarins from *Ferula tadshikorum* [Text] / M.E. Perel'son [ at al.] // Chem. Nat. Compd. – 1976. – V. 12. – P. 533-537.
39. Bahetjan, Y, Chemistry, Bioactivity, and Prediction of the Quality Marker (Q-Marker) of Ferula Plants in China: A Review [Text] / Y. Bahetjan [ at al.] // Molecules. – 2023. 4;28(13):5191. doi: 10.3390/molecules28135191. (Дата обращения: 19.12.2023).
40. Jalili, B. Variability in phenolic compounds, antioxidant capacity and essential oil profile in different tissues of *Ferula assa-foetida* L. populations in Iran: an opportunity for industrial products [Text] / B.Jalili [et al.] // Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization. – 2024, 22, 97-106. <https://doi.org/10.1017/S1479262124000017>. (Дата обращения: 15).
41. Karakaya, S. Determination of natural phenolic compounds of *Ferula longipedunculata* Peşmen and assessment their antioxidant and anticholinesterase potentials [Text] / S. Karakaya [et al.] // Nat. Prod. Res. –2019. – V. 35(10). – P. 1654-1656.
42. Kajimoto, T., Yahiro, K., Nohara, T. Sesquiterpenoid and Disulphide Derivatives from *Ferula assa-foetida* [Text] / Т. Kajimoto, К. Yahiro, Т. Nohara // Phytochem. – 1989. –V. 28. – Т. 1761-1763.
43. Хасанов, А.Ф. Биологические особенности ферулы гигантской в условиях Хатлонской области Республики Таджикистан [Текст] /А.Ф.Хасанов // В материалах научно-теоретической конференции преподавателей и студентов ФДТК с целью обобщения научных работ, Куляб, – 2014. – С. 7-11.
44. Deveci, E., Tel-Çayan G., Duru M.E. Essential Oil Composition, Antioxidant, Anticholinesterase and Antityrosinase Activities of Two Turkish Plant Species: *Ferula elaeochytris* and *Sideritis stricta* [Text] / E. Deveci, G. Tel-Çayan, M.E. Duru // Natural Product Communications. –2018. – V. 13. – № 1. – P. 101-104.
45. Karakaya, S. Comparison of the Essential Oils of *Ferula orientalis* L., *Ferulago sandrasica* Peşmen and Quézel, and *Hippomarathrum microcarpum* Petrov and Their Antimicrobial Activity and morphological investigation of *Ferula tingitana* L. (Apiaceae) [Text] / S. Karakaya [ at al.] // Turk J. Pharm. Sci. – 2019. – V. 16(1). – P. 69-75.
46. McConnell, M.J. COVID-19 and liver injury: role of inflammatory endotheliopathy, platelet dysfunction and thrombosis [Text] / M.J. McConnell [et al.] // Hepatol. Commun. – 2022. – V. 6 (2). – P. 255-269.
47. Hassan, H. In silico exploration of disulfide derivatives of *Ferula foetida* oleo-gum (Covexir®) as promising therapeutics against SARS-CoV-2. [Text] / H. Hassan [ at al.] // Comput. Biol. Med. -2022. DOI: 10.1016/j.combiomed.2022.105566. (Дата обращения: 28.03.2023).

48. Hulankova, R. Methods for Determination of Antimicrobial Activity of Essential Oils In Vitro—A Review [Text] / R. Hulankova / Plants. -2024, 13(19):2784. <https://doi.org/10.3390/plants13192784>. (Дата обращения: 18.12.2024).
49. Саторов, С. Противовирусные и антибактериальные свойства растений рода *Ferula* L. [Текст] / С. Саторов, С.Н. Мавлоназарова, С.ДЖ. Юсуфи // Здоровоохранение Таджикистана. – 2025. – №1. – С. 115-122. ISSN 0514-2415.

## ИНТИШОРОТ АЗ РҶӢ МАВЗУИ ДИССЕРТАТСИЯ

### Мақолаҳо дар маҷаллаҳои тақризшаванда

- [1-М] Мавлоназарова, С.Н. Вирусингибирующий эффект растения вида *Ferula kuhistanica* Korovin, произрастающего в высокогорных условиях Республики Таджикистан [Текст] / С. Саторов, С.Н. Мавлоназарова, С.ДЖ. Юсуфи // Здоровоохранение Таджикистана. -2023. -№2. -С. 100-105.
- [2-М] Мавлоназарова, С.Н. Мухтавои пайвастагиҳои фенолӣ ва фаъолнокии антиоксидантии намудӣ эндемикии рустании чинси *Ferula violacea* Korovin [Текст] / С.Н. Мавлоназарова // Авҷи Зухал. –2023. -№ 4. –С. 99-102.
- [3-М] Мавлоназарова, С.Н. Систематика, обшая характеристика и применение растений рода *Ferula* L. в медицине. [Текст] / С. Саторов, С.Н. Мавлоназарова, С.ДЖ. Юсуфи // Здоровоохранение Таджикистана. -2024. - №2. –С. 114-121.
- [4-М] Mavlonazarova, S.N. Total polyphenol content, antioxidant potential, antibacterial and antifungal properties of *Ferula* L. species growing in Tajikistan [Text] S.Satorov, S.Mavlonazarova, S. Yusufi, V. Dushenkov // Journal of drug and Alcohol Research. -2024. –V.13. -P 15-25 [SCOPUS].
- [5-М] Mavlonazarova, S.N. Efficacy of *Ferula* L. species extracts from Tajikistan against influenza viruses [Text] / S. Satorov, S. Mavlonazarova, A. Bogoevlenkiy, S. Yusufi, V. Dushenkov // African Journal of Biological Sciences. -2024. -V. 6(9). –P. 3254-3268 [SCOPUS].
- [6-М] Мавлоназарова, С.Н. Противовирусные и антибактериальные свойства растений рода *Ferula* L. [Текст] / С. Саторов, С.Н. Мавлоназарова, С.ДЖ. Юсуфи // Здоровоохранение Таджикистана. -2025. - №1. –С. 115-122.
- [7-М] Mavlonazarova, S. Untargeted Metabolomics Reveals Organ-Specific and Extraction-Dependent Metabolite Profiles in Endemic Tajik Species *Ferula violacea* Korovin / K. Acosta, R. Abzalimov, S. Satorov, V. Dushenkov // Plant Direct, 2026; 10: e70123. <https://doi.org/10.1002/pld3.70123>.

### Мақолаҳо ва фишурдаҳо дар маҷмауаҳои конференсияҳо

- [8-М] Мавлоназарова, С.Н. Противомикробные свойства *Ferula kuhistanica* [Текст] / С. Саторов, С.Н. Мавлоназарова, С.ДЖ. Юсуфи // Материалы международной научно-практической конференции: «Таджикистан и современный мир: новые горизонты научно-технического, экономического и инновационного сотрудничества». – Кулоб, 2022. -С. 545-547.
- [9-М] Mavlonazarova, S.N. Antiviral activity of the extract obtained from the root of *Ferula kuhistanica* Korovin [Text] S. Satorov, S. Mavlonazarova, S. Yusufi, // Материалы Республиканской научно-практической конференции: «Роль естественных, математических и точных наук в применении и развитии инновационной технологии и искусственный интеллект» посвященная 20-летию

изучения и развития естественных, математических и точных наук на 2020-2040 годы и 30-летию 16-й сессии Верховного Совета Республики Таджикистан. – Кулоб, 2022. –С. 312-313.

[10-М] Mavlonazarova, S.N. Studies of some pharmacognostic parameters of an extract obtained from the underground part of *Ferula kuhistanica* [Text] / S.N. Mavlonazarova // Материалы научно-практической конференция молодых ученых и студентов ГОУ «ТГМУ им. Абуали ибни Сино»: Актуальные вопросы современных научных исследований. –Душанбе, 2022. –С. 352.

[11-М] Мавлоназарова, С.Н. Противовирусный эффект материалов, полученных из корня *Feula kuhistanica* Korovin в зависимости от способа экстрагирования. [Текст] / С. Саторов, С.Н. Мавлоназарова, С.ДЖ. Юсуфи // Материалы международной научно-практической конференции: Интеграция теории и практики в медицине: достижения и перспективы». -Кемерово, 2023. - С. 246-250.

[12-М] Мавлоназарова С.Н. Вирусингибирующий эффект растения вида *Ferula kuhistanica* Korovin, произрастающего в высокогорных условиях Республики Таджикистан [Текст] // С. Саторов, С.Н, Мавлоназарова // Вестник Медико-социального института Таджикистана. -2023. -№2. –С. 38-39.

[13-М] Mavlonazarova, S.N. In vitro antiviral activity against influence strains of tajik endemic plants *Ferula violacea* Korovin. [Text] / S. Satorov, S. Mavlonazarova, A. Bogoevlenkiy, S. Yusufi, E. Nilufar // International Conference on Clinical Microbiology. - Rome, Italy. -2023. -P. 46.

[14-М] Мавлоназарова, С.Н. Фитохимическое изучение эндемичных видов растений рода *Ferula*, произрастающих в Таджикистане [Текст] / С. Саторов, С.Н. Мавлоназарова, Дж. Бобокалонов // Конференсия байналмилалӣ дар мавзуи: «Инкишофи боғпарварӣ, ангурпарварӣ ва сабзавотпарварӣ бо истифодаи аз технологияи муосир», бахшида ба 70-солагии корҳои илмию-педагогии аъзо-вобастаи АМИТ, корманди шоистаи ҶТ, д.и.б., профессор Гулов С.М. –Душанбе, 2024. –С. 256-259.

[15-М] Мавлоназарова, С.Н. Микроскопическое исследование корней *Ferula kuhistanica*, *Ferula gigantea*, *Ferula violacea*, произрастающих в Таджикистане [Текст] / С.Н. Мавлоназарова, С. Саторов, Ш.С. Холова // Конференсия байналмилалӣ дар мавзуи: «Инкишофи боғпарварӣ, ангурпарварӣ ва сабзавотпарварӣ бо истифодаи аз технологияи муосир», бахшида ба 70-солагии корҳои илмию-педагогии аъзо вобастаи АМИТ, корманди шоистаи ҶТ, д.и.б., профессор Гулов С.М. -Душанбе, 2024. –С. 178-181.

[16-М] Mavlonazarova, S.N. Study of endemic species of *Ferula* growing in Tajikistan [Text] / S.N. Mavlonazarova, S. Satorov // Материалы ежегодной IV Республиканской научно-практической конференции НОУ “Медико-социальный институт Таджикистана” на тему: “Стратегия развития медицинской и социальной науки в РТ, опыт, проблемы и пути её решения”. – Душанбе, 2024. -С. 199-200.

[17-М] Mavlonazarova, S.N. Medicinal plants as natural source of antiviral, antibacterial and fungicidal compounds [Text] / S. Satorov, F. Mirzoeva, S.N. Mavlonazarova // Материалы ежегодной IV Республиканской научно-практической конференции НОУ “Медико-социальный институт

Таджикистана”: Стратегия развития медицинской и социальной науки в РТ, опыт, проблемы и пути её решения. –Душанбе, 2024. –С. 197-198.

[18-М] Mavlonazarova, S.N. Efficacy of *Ferula* L. species extracts from Tajikistan against influenza viruses [Text] / S. Satorov, S. Mavlonazarova, A. Bogoevlenkiy, S. Yusufi, V. Dushenkov // Proceeding of international conference. -Vienna, Austria - 2024.- P. 23.

[19-М] Mavlonazarova, S.N. Pharmacognostic properties of endemic species of *Ferula* growing in Tajikistan. [Text] / S. Satorov, S. Mavlonazarova // The 2th International Conference on Natural Products and Chronic Diseases. -Jakarta, Indonesia, 2024. -P. 37.

[20-М] Мавлоназарова, С.Н. Эффективность экстрактов 3-х видов ферулы, произрастающих в Таджикистане против различных штаммов вируса гриппа [Текст] / С.Н. Мавлоназарова // Апрельская научно-практическая конференция молодых учёных и студентов НОУ “Медико-социальный институт Таджикистана”: “Молодёжь – создатели науки и инноваций сегодня и завтра”. – Душанбе. -2024. –С. 65.

[21-М] Mavlonazarova, S.N. Development of the methods of obtaining gums and extracts from roots and seeds plants of the *Ferula* L. [Text] / S.N. Mavlonazarova // Апрельская научно-практическая конференция молодых учёных и студентов НОУ “Медико-социальный институт Таджикистана”: Медико –социальное образование, инновационные подходы, опыт, проблемы и пути её решения. – Душанбе, 2025. –С. 149.

[22-М] Mavlonazarova, S.N. Comparative Development of the methods of btaining gums and extracts from roots and seeds plants of the *Ferula* [Текст] / S.N. Mavlonazarova // Апрельская научно-практическая конференция молодых учёных и студентов НОУ-“Медико-социальный институт Таджикистана”: Медико–социальное образование, инновационные подходы, опыт, проблемы и пути её решения. –Душанбе, 2025. –С. 149-150.

[23-М] Mavlonazarova, S.N. Phytochemical characterization of plants of genus *Ferula* L. [Text] / Sh. Satorov, S.N. Mavlonazarova, M. Vakhidov, R. Amirova // Апрельская научно-практическая конференция молодых учёных и студентов НОУ “Медико-социальный институт Таджикистана”: “Медико–социальное образование, инновационные подходы, опыт, проблемы и пути её решения”. – Душанбе, 2025.–С.161.

### Номгуи ихтисораҳо, аломатҳои шартӣ

<i>F. violacea</i>	<i>Ferula violaceae</i> Korov.
<i>F. kuhistanica</i>	<i>Ferula kuhistanica</i> Korov.
<i>F. gigantea</i>	<i>Ferula gigantea</i> Korov.
NP	Natural product (пайвастагиҳои табиӣ)
ChEBI	Chemical Entities of Biological Interest (пайвастагиҳои химиявии дорои аҳамияти биологӣ)
COCONUT	COllection of Open Natural ProDUcTs (маҷмӯи пайвастагиҳои табиӣи кушода)
TIC	Total ion chromatogram (хроматограммаи пурраи ионӣ)
RT	Retention Time (вақти нигоҳдорӣ)
KM	Концентратсияи муассир
NHT	Химиотерапевтический индекс (нишондиҳандаи химиятерапевтӣ)

## АННОТАЦИЯ

Мавлоназарова Сулхия Ноёбшоевна

«Фармакогностическое изучение трёх видов ферулы, произрастающих в Таджикистане»

**Ключевые слова:** *F. violacea*, *F. gigantea*, *F. kuhistanica*, микрокопирование, метаболомика, фитохимическая характеристика, содержание полифенолов, антиоксидантная, противовирусная, антибактериальная и фунгицидная активность.

**Цель работы:** изучить фармакогностическую характеристику трёх видов рода ферулы: *Ferula violacea*, *Ferula gigantea* и *Ferula kuhistanica*, произрастающих на территории Республики Таджикистан.

**Методы исследования и использованная аппаратура:** микроскопическое исследование корней включенных для исследования видов ферулы было проведено по общепринятой методике микроструктурного анализа. Специфическую вирусингибирующую активность исследуемых материалов определяли в соответствии с методическими рекомендациями. Антимикробную активность растительных экстрактов определяли диско-диффузионным методом. Статистическая обработка материала проведена с использованием пакета прикладных программ Statistica 10,0.

**Полученные результаты и их новизна:** проведено микроскопическое исследование строения корней *F. violacea*, *F. kuhistanica* и *F. gigantea*. Показано разнообразие метаболитного профиля корней и семян *F. violacea*, как ранее не изученного вида и основного объекта исследования. Продемонстрирована специфичность метаболитного профиля образцов исследования в зависимости от способа их получения. Получены данные: о фитохимической характеристике корней и семян *F. violacea*, *F. kuhistanica* и *F. gigantea*; о содержании общих полифенолов в корнях и семенах; информация об антиоксидантном потенциале корней и семян; установлена вирусингибирующая активность камеди, выжимок и экстрактов, полученных из корней и семян; получены данные об антибактериальных и противогрибковых свойствах образцов, полученных из семян и корней видов ферулы, включенных в работу.

**Рекомендации по их использованию.** Результаты микроскопического исследования можно использовать как один из способов идентификации представителей рода *Ferula* L. Результаты метаболитного исследования закладывают прочную основу для будущих исследований фармакогностического, фармакологического и промышленного потенциала, а также позволяют определить подлинность и доброкачественность лекарственного растительного сырья. Полученные результаты могут быть использованы для студентов на кафедрах фармакогнозии, фармакологии, микробиологии, вирусологии и иммунологии в медицинских ВУЗ-ах и колледжах, научно-исследовательских центрах; возможно использование и применение результатов при выполнении научно-исследовательских работ аспирантами и соискателями фармацевтического, химического и медицинского профилей.

**Область применения:** фармакогнозия, фармакология, фитотерапия, вирусология, микробиология.

## АННОТАТСИЯИ

Мавлоназарова Сулҳия Ноёбшоевна

«Омузиши фармакогностикии се намуди камол (*Ferula*), ки дар Тоҷикистон мерӯянд»

**Калимаҳои калидӣ:** *F. violacea*, *F. gigantea*, *F. kuhistanica*, таҳқиқи микроскопӣ, метаболомика, тавсифи фитохимиявӣ, муҳтавои полифенолҳо, фаъолнокии зиддиоксидантӣ, зиддивирӯсӣ, зиддимикробӣ ва фаъолнокии зиддизанбуруғӣ.

**Мақсади таҳқиқот.** Омузиши хусусиятҳои фармакогностикии се намуди авлоди *Ferula* L: *Ferula violacea*, *Ferula gigantea* ва *Ferula kuhistanica*, ки дар ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон мерӯянд.

**Усулҳои таҳқиқот ва истифодаи таҷҳизот.** Таҳқиқоти микроскопии решаҳои барои таҳқиқот ворид кардашудаи намудҳои *Ferula* тибқи методикаи маъмулии таҳлили микросохторӣ гузаронида шуд. Фаъолнокии махсуси вирусманъкунандагии маводи таҳқиқшавандаро мувофиқи методикаҳои тасиянамуда муайян карда шуд. Фаъолияти зиддимикробии ҷавҳарҳои рустани бо усули диско-диффузӣ муайян карда шуд. Коркарди омории мавод бо истифода аз бастаи барномаҳои амалии Statistica 10,0 иҷро карда шуд.

**Натиҷаҳои ба даст овардашуда ва нағзҳои онҳо.** Таҳқиқоти микроскопии сохтори решаҳои *F. violaceae*, *F. kuhistanica* ва *F. gigantea* гузаронида шуд. Гуногунии таркиби метаболитии решаҳо ва тухмиҳои *F. violacea*, ҳамчун намуди қаблан омехтанашуда ва объекти асосии таҳқиқот нишон дода шуд. Махсусияти профилсозии метаболомии решаҳо ва тухмиҳои *F. violacea* вобаста аз узви рустани ва усули ба даст овардани намунаи таҳқиқшуда нишон дода шуд. Маълумотҳо ба даст оварда шуд: оид ба хусусиятҳои фитохимиявии решаҳо ва тухмиҳои намудҳои *F. violacea*, *F. kuhistanica* ва *F. gigantea*; оид ба муҳтавои полифенолҳои умумӣ дар решаҳо ва тухмиҳо; маълумот дар бораи фаъолнокии зиддиоксидантии решаҳо ва тухмиҳо; фаъолнокии вирусманъкунандагии намунаҳои самғ, афшурда ва ҷавҳарҳои аз решаҳо ва тухмиҳо муқаррар карда шуд. Инчунин, оид ба хосиятҳои зиддимикробӣ ва зиддизанбуруғии намунаҳои решаҳо ва тухмиҳои намуди таҳқиқшудаи *Ferula*, иттилоот ба даст оварда шуд.

**Тавсияҳо барои истифода.** Натиҷаҳои омузиши таҳқиқоти микроскопиро метавон ҳамчун яке аз усулҳои идентификатсияи намоёндагони авлоди *Ferula* L. истифода кард. Натиҷаҳои таҳқиқоти метаболомӣ барои таҳқиқотҳои минбаъдаи фармакогнозӣ, фармакологӣ ва потенциали саноатӣ асоси мустақкам мешаванд, инчунин, имконият медиҳанд, ки асли ва хушсифат будани ашёи хоми рустанигӣ муайян карда шавад. Натиҷаҳои таҳқиқотро мумкин аст барои донишҷӯён дар кафедраҳои фармакогнозия, фармакология, микробиология, вирусология ва иммунологияи макотиби олии тиббӣ ва коллечҳо, марказҳои илмӣ-таҳқиқотӣ тавсия намуд, хангоми иҷро намудани корҳои илмӣ-таҳқиқотии аспирантҳо ва унвонҷӯёни соҳаҳои фарматсевтӣ, химия ва тиббӣ мавриди истифода қарор дод.

**Соҳаи истифода:** фармакогнозия, фармакология, гиёҳдармонӣ, вирусология, микробиология.

## ANNOTATION

Mavlonazarova Sulhiya Noyobshoevna

“Pharmacognostic study of three species of *Ferula* growing in Tajikistan”

**Keywords:** *F. violacea*, *F. gigantea*, *F. kuhistanica*, microscopy, metabolomics, phytochemical characterization, total polyphenol content, antioxidant, antiviral, antibacterial, and fungicidal activity.

**Purpose of the work.** To investigate the pharmacognostic characteristics of three species of the genus *Ferula* — *Ferula violacea*, *Ferula gigantea*, and *Ferula kuhistanica*—growing in the Republic of Tajikistan.

**Research methods and equipment used.** Microscopic examination of the roots of the studied *Ferula* species was carried out using standard methods of microstructural analysis. Metabolomic studies and phytochemical analyses were performed using liquid chromatography–mass-spectrometry, ultrahighperformance liquid chromatography, and nuclear magnetic resonance spectroscopy. Data processing was conducted using Metaboscape 2022b and XCMS Online for metabolomic analysis, as well as MetFrag Web and CFM-ID for metabolite identification. Specific virusinhibiting activity of the studied materials was determined in accordance with the methodological guidelines. Antimicrobial activity of plant extracts was assessed using the disk diffusion method. Statistical analysis was performed using Statistica 10.0 software.

**The results obtained and their novelty.** A microscopic study of the root structure of *F. violacea*, *F. kuhistanica*, and *F. gigantea* was carried out. The diversity of the metabolite profile of the roots and seeds of *F. violacea*, a previously unstudied species and the main object of the research, was demonstrated. The specificity of the metabolomic profiles of the samples depending on the method of their preparation was established. Data were obtained on the phytochemical characteristics of roots and seeds of *F. violacea*, *F. kuhistanica* and *F. gigantea*; on the content of total polyphenols in roots and seeds; and on their antioxidant potential. Virusinhibiting activity of gums, pressed residues, and extracts derived from roots and seeds was identified. Data on antibacterial and antifungal properties of samples obtained from the seeds and roots of the studied *Ferula* species were also obtained.

**Recommendations for their use.** The results of the microscopic study can be used as a method for identifying representatives of the genus *Ferula* L. The metabolomic findings provide a solid foundation for future research into the pharmacognostic, pharmacological and industrial potential of these plants, as well as for determining the authenticity and quality of medicinal plant raw materials. Overall, the results may be used in educational processes at departments of pharmacognosy, pharmacology, microbiology, virology and immunology in medical universities and colleges, as well as in research centers. They may also be applied in scientific research conducted by postgraduate and doctoral students in pharmaceutical, chemical and medical fields.

**Areas of application.** Pharmacognosy, pharmacology, phytotherapy, virology, microbiology.