

УДК 635.132:633.432



Современные аспекты фармакогностического анализа плодов моркови дикой (*Daucus carota* L.)

В.В. Артемьева¹, Г.М. Дандаш¹, И.Н. Зилфикаров^{1,2}, Д.И. Шишкалов¹, В.М. Рыжов³,
Т.К. Рязанова³, И.И. Бочкарева¹, З.А. Гусейнова⁴, А.К. Арутюнов¹

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»,

Россия, 385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»,
Россия, 117216, г. Москва, ул. А. Грина, д. 7, стр. 1

³ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России,

Россия, 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, д. 89

⁴ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

«Дагестанский федеральный исследовательский центр» Российской академии наук,
Россия, 367030, г. Махачкала, ул. Магомеда Ярагского, д. 75

E-mail: denis7radnet.ru@mail.ru

Получена 20.06.2025

После рецензирования 15.08.2025

Принята к печати 20.09.2025

Цель. Фармакогностическое изучение плодов моркови дикой: выявление основных микроскопических признаков; хромато-масс-спектрометрическое исследование летучих соединений и определение числовых товароведческих показателей лекарственного растительного сырья.

Материалы и методы. Морфолого-анатомические признаки сырья плодов моркови дикой исследовали световой микроскопией; люминесценцию тканей и рабочих стандартных образцов субстанций изучали люминесцентной микроскопией; кристаллические структуры исследовали поляризационной микроскопией; профиль летучих соединений в сырье оценивали с помощью хромато-масс-спектрометрии. Изготовление микропрепаратов, определение числовых товароведческих показателей лекарственного растительного сырья осуществляли по требованиям Государственной Фармакопеи Российской Федерации XV издания.

Результаты. С помощью морфолого-анатомического анализа установили особенности плодов моркови: овальная форма плода, зауженная к верхушке, коричневого цвета с семью жилками; схизогенные вместилища угловатой формы с перегородками неклеточного строения; паренхима эндосперма из изодиаметрических, овальных клеток; эндокарпий паркетного типа из вытянутых, толстостенных, плотно сомкнутых клеток; звёздчатые друзы в тканях зародыша с четырьмя симметричными лучами. Люминесценция в диапазоне возбуждения 330–400 нм мезокарпия — ярко-голубая; клеток эпителия — светло-желтая; смолянистого секрета — голубая. Хромато-масс-спектрометрическое исследование гексановой и хлороформной фракции извлечения из плодов моркови определило профиль летучих соединений, преобладающим является каротол (25,9 и 30,1%, соответственно).

Заключение. Выявленные микроскопические признаки, основное биологически активное вещество и числовые товароведческие показатели имеют практическое значение для включения в проект фармакопейной статьи «Моркови дикой плоды».

Ключевые слова: плоды моркови дикой; световая микроскопия; люминесцентная микроскопия; поляризационная микроскопия; анатомо-морфологические признаки; диагностические признаки; хромато-масс-спектрометрия; каротол; числовые товароведческие показатели

Список сокращений: ЛРС — лекарственное растительное сырье; БАВ — биологически активные вещества; ГФ РФ — Государственная фармакопея Российской Федерации; БАД — биологически активные добавки к пище; ОФС — общая фармакопейная статья; СО — стандартный образец; ФС — фармакопейная статья; ГХ-МС — газовая хроматография с масс-спектрометрией; УФ-свет — ультрафиолетовый свет.

Для цитирования: В.В. Артемьева, Г.М. Дандаш, И.Н. Зилфикаров, Д.И. Шишкалов, В.М. Рыжов, Т.К. Рязанова, И.И. Бочкарева, З.А. Гусейнова, А.К. Арутюнов. Современные аспекты фармакогностического анализа плодов моркови дикой (*Daucus carota* L.). *Фармация и фармакология*. 2025;13(5):367-384. DOI: 10.19163/2307-9266-2025-13-5-367-384

© В.В. Артемьева, Г.М. Дандаш, И.Н. Зилфикаров, Д.И. Шишкалов, В.М. Рыжов, Т.К. Рязанова, И.И. Бочкарева, З.А. Гусейнова, А.К. Арутюнов, 2025

For citation: V.V. Artemyeva, G.M. Dandash, I.N. Zilfikarov, D.I. Shishkalov V.M. Ryzhov, T.K. Ryazanova, I.I. Bochkareva, Z.A. Guseynova, A.K. Arutyunov. Modern Aspects of Pharmacognostic Analysis of Wild Carrot Fruits (*Daucus carota* L.). *Pharmacy & Pharmacology*. 2025;13(5): 367-384. DOI: 10.19163/2307-9266-2025-13-5-367-384

Modern Aspects of Pharmacognostic Analysis of Wild Carrot Fruits (*Daucus carota* L.)

V.V. Artemyeva¹, G.M. Dandash¹, I.N. Zilfikarov^{1,2}, D.I. Shishkalov¹, V.M. Ryzhov³,
T.K. Ryazanova³, I.I. Bochkareva¹, Z.A. Guseynova⁴, A.K. Arutyunov¹

¹ Maykop State Technological University,

191 Pervomayskaya Str., Maykop, Russia, 385000,

² All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants,

7A Grin Str., Bldg. 1, Moscow, Russia, 117216

³ Samara State Medical University,

89 Chapaevskaya Str., Samara, Russia, 443099

⁴ Dagestan Federal Research Center, Russian Academy of Sciences,

75 Magomed Yaragsky Str., Makhachkala, Russia, 367030

E-mail: denis7radnet.ru@mail.ru

Received 20 June 2025

After peer review 15 Aug 2025

Accepted 20 Sep 2025

The aim. Pharmacognostic study of wild carrot fruits: identification of the main microscopic features; chromatographic-mass spectrometric study of volatile compounds and determination of numerical commodity indicators of medicinal plant raw materials.

Materials and methods. Morphological and anatomical features of wild carrot root raw materials were studied by light microscopy; luminescence of tissues and working standard samples of substances were studied by luminescent microscopy; crystalline structures were studied by polarization microscopy; the profile of volatile compounds in raw materials was assessed using chromatographic-mass spectrometry. The preparation of microscopic slides, the determination of numerical commodity indicators of medicinal plant raw materials were carried out according to the requirements of the State Pharmacopoeia of the Russian Federation XV edition.

Results. Morphological and anatomical analysis established the characteristics of carrot fruits: oval shape of the fruit, tapering towards the apex, brown in color with seven veins; schizogenous containers of angular shape with non-cellular septa; endosperm parenchyma of isodiametric, oval cells; endocarp of parquet type from elongated, thick-walled, tightly closed cells; stellate druses in the tissues of the embryo with four symmetrical rays. Luminescence in the excitation range of 330–400 nm of the mesocarp — bright blue; epithelial cells — light yellow; resinous secretion — blue; chromatographic-mass spectrometric study of hexane and chloroform fractions of the extract from carrot fruits determined the profile of volatile compounds, with carotol being predominant (25.9% and 30.1%, respectively).

Conclusion. The identified microscopic features, the main biologically active substance, and numerical commodity indicators are of practical importance for inclusion in the draft pharmacopoeial monograph "Wild Carrot Fruits".

Keywords: wild carrot fruits; light microscopy; luminescent microscopy; polarization microscopy; anatomical and morphological features; diagnostic features; chromato-mass spectrometry; carotol; numerical commodity indicators

Abbreviations: MPRMs — medical plant raw materials; BASs — biologically active substances; SPh RF — State Pharmacopoeia of the Russian Federation; BAAs — biologically active additives (food supplements); GPM — general pharmacopoeial monograph; RS — reference standard; PM — pharmacopoeial monograph; GC-MS — gas chromatography-mass spectrometry; UV light — ultraviolet light.

ВВЕДЕНИЕ

Плоды моркови дикой (или моркови обыкновенной) являются лекарственным растительным сырьём (ЛРС) и перспективным источником биологически активных веществ (БАВ) фенольной и терпеновой природы. Для данного вида сырья уже известны антибактериальная [1, 2], противогрибковая и противовоспалительная активности [3–5]. В частности, известны работы по исследованию мочегонного и желчегонного действий извлечений из плодов моркови дикой и моркови посевной [6–8]. Водно-спиртовой экстракт из плодов моркови дикой является официальной субстанцией и входит в состав лекарственных препаратов «Уролесан» (ООО «АРТ-ФАРМ, РФ») и «Урохол» (ЗАО «ВИФИТЕХ», РФ). Экстрактивные вещества из данного ЛРС входят

в состав биологически активной добавки к пище (БАД) «Уролит» (ООО «ВИТАУКТ-ПРОМ», Республика Адыгея, РФ). Однако, несмотря на значимость в фитотерапии плодов данного вида растения, в Государственной фармакопее Российской Федерации (ГФ РФ) XV издания отсутствует фармакопейная статья на данный вид растительного сырья.

Важнейшими этапами стандартизации и последующего контроля качества ЛРС являются установление его подлинности по внешним (морфологическим) и микроскопическим (анатомическим) признакам, обнаружение основных БАВ, а также оценка доброкачественности сырья, включающая определение числовых товароведческих показателей. Ранее исследователями были выявлены таксономические и

филогенетические связи между представителями рода *Daucus* L. [9], изучены основные анатомо-диагностические признаки фармакопейного ЛРС [10]. В ходе актуализации нормативной документации на лекарственные препараты из плодов моркови дикой нами реализуется задача по обновлению фармакопейной статьи на данный вид ЛРС для нового издания ГФ РФ с учетом более совершенных практик и обновленных требований к микроскопическому исследованию. Современные методы хроматографического анализа позволяют полнее характеризовать компонентный состав малополярной летучей фракции вторичных метаболитов, обеспечивая тем самым более точную идентификацию и надёжную оценку доброкачественности ЛРС, содержащего эфирные масла.

ЦЕЛЬЮ исследования является фармакогностическое изучение плодов моркови дикой: выявление основных морфолого-анатомических диагностических признаков с учетом современных требований, предъявляемых к технике микроскопии; хромато-масс-спектрометрическое исследование профиля летучих органических соединений и определение числовых товароведческих показателей качества лекарственного растительного сырья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования

Объектом исследования явились промышленные образцы плодов моркови дикой, предоставленные компанией ООО «ВИТАУКТ-ПРОМ» (Республика Адыгея, Россия). Сырьё заготовлено в 2023 г. в Краснодарском крае (Усть-Лабинский район) и соответствует требованиям ГОСТ 32592-2013 «Семена овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сортные и посевные качества. Общие технические условия» для категории репродуктивных семян.

Макроскопический, микроскопический, микрохимический и гистохимический анализы

Внешние признаки ЛРС исследовали визуально и с помощью стереомикроскопа Motic DM 39 (Motic Xiamen, Китай), опираясь на требования общей фармакопейной статьи (ОФС) ОФС.1.5.1.0007 «Плоды»¹ и ОФС.1.5.1.0008 «Семена»².

Анатомические (микроскопические) признаки сырья исследовали с помощью световой микроскопии в проходящем и отражённом свете на световом микроскопе марки Motic DM1802 (Motic Xiamen, Китай). Микропрепараты готовили согласно ОФС.1.5.3.0003 «Микроскопический и микрохимический анализ лекарственного

растительного сырья и лекарственных средств растительного происхождения»³ и ОФС.1.5.3.0003.15 «Техника микроскопического и микрохимического исследования лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов»⁴. Реактивы для микрохимического и гистохимического анализов готовили в соответствии с ОФС.1.3.0001 «Реактивы. Индикаторы»⁵.

Анализ люминесценции тканей плодов, а также рабочих стандартных образцов и растительного сырья проводили с помощью люминесцентного микроскопа марки Альтами ЛЮМ-2 (ООО «Альтами», Россия) специальной комплектации и применением голубого и желтого светофильтров 32 мм. Источником света служила высоковольтная ртутная лампа (НВО 100Вт); спектральный диапазон возбуждения люминесценции: голубой возбуждающий фильтр — 420–550 нм; ультрафиолетовый фильтр — 330–400 нм. В качестве рабочих стандартных образцов фенольной природы использовали стандартный образец (СО) кверцетина и СО кумарина, предоставленные НОЦ «Фармация» ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара). Люминесценцию СО веществ оценивали непосредственно в воздушно-сухом виде при облучении кристаллов веществ на предметном стекле под микроскопом Альтами ЛЮМ-2 на различных увеличениях. Также оценивалась люминесценция кристаллов СО веществ в виде суспензии в воде очищенной на предметном стекле, накрытым покровным стеклом.

В случае необходимости контрастирования, при исследовании кристаллических структур применяли метод поляризационной микроскопии на поляризационном микроскопе ПЛМ 213 (АО «ЛОМО», Россия). Поперечные срезы плодов готовили вручную (для люминесценции сухого сырья), а также на микротоме HM 325 Thermo FS (Thermo Fisher Scientific, США).

Пробоподготовка для ГХ-МС анализа

Для газовой хроматографии с масс-спектрометрией (ГХ-МС) профиля малополярных, в основном летучих, органических соединений в плодах моркови дикой готовили водно-

¹ ОФС.1.5.1.0007 «Плоды». Государственная фармакопея Российской Федерации XV изд. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-5/1-5-2/plody/>

² ОФС.1.5.1.0008 «Семена». Государственная фармакопея Российской Федерации XV изд. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-5/1-5-2/semena/>

³ ОФС.1.5.3.0003 «Микроскопический и микрохимический анализ лекарственного растительного сырья и лекарственных средств растительного происхождения». Государственная фармакопея Российской Федерации XV изд. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-5/1-5-1/mikroskopicheskiy-i-mikrokhimicheskiy-analiz-lekarstvennogo-rastitelnogo-syrya-i-lekarstvennykh-sred/>

⁴ ОФС.1.5.3.0003.15 «Техника микроскопического и микрохимического исследования лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов» Государственная фармакопея Российской Федерации XV изд. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-13/1/1-5/1-5-3/1-5-3-3/tekhnika-mikroskopicheskogo-i-mikrokhimicheskogo-issledovaniya-lekarstvennogo-rastitelnogo-syrya-i-l/>

⁵ ОФС.1.3.0001 «Реактивы. Индикаторы» Государственная фармакопея Российской Федерации XV изд. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-3/reaktivy-indikatory>

спиртовое извлечение с использованием в качестве экстрагента 60% этанола. Выбор экстрагента обусловлен его экстракционной способностью применительно к широкому спектру БАВ, содержащемуся в плодах моркови дикой, способностью извлекать как малополярные вещества, так и фенольный комплекс, включая производные кумарина. Извлечение осуществляли методом дробной мацерации в трех экстракторах (соотношение «сырье : экстрагент» 1:5) с включением заключительной термической стадии — нагревание в течение 30 мин при температуре 70°C [11]. Полученное извлечение отстаивали в течение 2 сут при температуре 8°C в защищенном от света месте и фильтровали через фильтр обеззоленный «Красная лента» во флакон темного стекла, укупоривали полиэтиленовыми пробками с навинчивающейся крышкой.

Далее из спирто-водного извлечения получали гексановую и хлороформную фракции сумм веществ, которые подвергали анализу. Выбор фракций обусловлен литературными данными [12–14].

Затем 10,0 мл водно-спиртовой фракции помещали в коническую делительную воронку вместимостью 30–50 мл и добавляли 5 мл *n*-гексана (хлороформа) квалификации «осч» (АО «ЭКОС-1»), взбалтывали в течение 2 мин, выдерживали до полного расслоения фаз. Верхнюю гексановую (нижнюю — в случае использования хлороформа) фракцию фильтровали через фильтр «Красная лента» в мерную колбу вместимостью 25 мл. Экстракцию *n*-гексаном (хлороформом) повторяли еще 2 раза порциями по 5 мл, каждый раз фильтруя в ту же мерную колбу. Объем раствора в мерной колбе доводили *n*-гексаном (хлороформом) до метки и перемешивали.

ГХ-МС анализ

Анализ проводили в условиях, описанных ранее [15, 16]. Хроматографические условия проведённого анализа представлены в таблице 1.

Для идентификации компонентов определяли линейные индексы удерживания, сопоставляли полученные результаты и полные масс-спектры с библиотечными (библиотеки масс-спектров NIST 2.4) и литературными данными. В ходе идентификации учитывались только компоненты с коэффициентом совпадения масс-спектра выше 90%, что соответствует типовой научной практике.

Долю каждого компонента от суммы всех компонентов рассчитывали методом внутренней нормализации по площадям соответствующих пиков на хроматограмме, построенной по полному ионному току [17, 18].

Товароведческий анализ

Числовые товароведческие показатели плодов моркови дикой характеризуют их доброкачественность, соблюдение правил

заготовки и первичной переработки, условий транспортирования и хранения, а также особенности накопления некоторых вторичных метаболитов, в частности, эфирного масла, концентрирование макро- и микроэлементов, тяжелых металлов и др. Одним из этапов формирования нормативной документации по качеству и обоснования спецификации ЛРС является экспериментальное установление нормируемых показателей и интервалы допустимых значений.

Плоды моркови дикой перерабатываются как в целом, так и измельченном виде, а также могут быть включены в состав ЛП в качестве активного компонента в виде порошка, что послужило основанием для установления большинства нормируемых числовых показателей. Анализ осуществляли в соответствии с ОФС.1.5.1.0007 «Плоды» ОФС.1.5.3.0010.15 «Определение содержания эфирного масла в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах»⁶, ОФС.1.5.3.0006 «Определение содержания экстрактивных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах»⁷, ОФС.1.2.2.2.0013 «Зола общая»⁸, ОФС.1.5.3.0005.15 «Зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте»⁹, ОФС.1.2.2.2.0014 «Сульфатная зола»¹⁰, ОФС.1.2.2.2.0012 «Тяжелые металлы»¹¹, ОФС.1.2.1.0010 «Потеря в массе при высушивании»¹² ГФ РФ.

⁶ ОФС.1.5.3.0010.15 «Определение содержания эфирного масла в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах». Государственная фармакопея Российской Федерации XV изд. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-14/1/1-5/1-5-3/opredelenie-soderzhaniya-efirnogo-masla-v-lekarstvennom-rastitelnom-syre-i-lekarstvennykh-rastitelnykh>

⁷ ОФС.1.5.3.0006 «Определение содержания экстрактивных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах». Государственная фармакопея Российской Федерации XV изд. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-5/1-5-1/opredelenie-soderzhaniya-ekstraktivnykh-veshchestv-v-lekarstvennom-rastitelnom-syre-i-lekarstvennykh>

⁸ ОФС.1.2.2.2.0013 «Общая зола». Государственная фармакопея Российской Федерации XV изд. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-2/1-2-2/obshchaya-zola/?phrase_id=1143165

⁹ ОФС.1.5.3.0005.15 «Зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте». Государственная фармакопея Российской Федерации XV изд. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-14/1/1-5/1-5-3/zola-nerastvorimaya-v-khlortovodородной-kislote/>

¹⁰ ОФС.1.2.2.2.0014 «Сульфатная зола». Государственная фармакопея Российской Федерации XV изд. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-2/1-2-2/sulfatnaya-zola/>

¹¹ ОФС.1.2.2.2.0012 «Тяжелые металлы». Государственная фармакопея Российской Федерации XV изд. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-2/1-2-2/tyazhelye-metally/>

¹² ОФС.1.2.1.0010 «Потеря в массе при высушивании». Государственная фармакопея Российской Федерации XV изд. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-2/1-2-1/poterya-v-masse-pri-vysushivani/>

РЕЗУЛЬТАТЫ

Макроскопический, микроскопический, микрохимический и гистохимический анализы

В ходе анализа сырья было установлено прямое соответствие с описанными ранее в литературе морфологическими признаками [9]. Мерикарпии плодов овальной или продолговатой формы, зауженные к верхушке. Цвет плодов коричневый или светло-коричневый (Рис. 1, А). С поверхности каждого мерикарпия локализованы высоко выступающие жилки разных размеров. Число жилок устойчивое и насчитывается в числе 7 на каждом мерикарпии (Рис. 1, Б–Г). Их размеры отличаются. Так, принято выделять бороздчатые жилки в числе 2; латеральные первичные жилки в числе 2; дорсальные вторичные в числе 2 и среднюю первичную жилку. Кроме того, со стороны карпофора принято выделять комиссуральную (соединительную) жилку, а также две маргинальные первичные жилки (Рис. 1, Д 1–6). Однако в структуре мерикарпия они малозаметны визуалью. Ввиду чего в качестве морфологического признака не используются. Очевидно, что число и характер выраженности рёбер является признаком сырья и, как трактуют учёные, систематическим признаком у семейства *Apiaceae* L. [9].

Вторичная дорсальная и первичная комиссуральная жилки схожи анатомически. На поперечном сечении видна их неправильная треугольная форма. С поверхности они покрыты слоем тонкостенного экзокарпия. Мезокарпий из пустотелых клеток составляет основу стенок ребра. При окраске 1% спиртовым раствором Судана III клеточные стенки экзо- и мезокарпия окрашиваются в розовый или тёмно-бурый цвет, что говорит об их суберинизации. Дорсальные и комиссуральные рёбра полые. Полость образует схизогенное вместилище, повторяющее угловатую форму ребра. Полость выстилает мелкоклеточный эпителий. Протопласты клеток эпителия тёмно-бурые за счет окраски клеточных стенок и аморфного протопласта. При облучении поперечного среза плода моркови ультрафиолетовым светом (УФ-свет) с диапазоном возбуждения 330–400 нм клетки эпителия люминесцируют светло-коричневым цветом. Смолянистый секрет вместилища также люминесцирует светло-желтым цветом, иногда с голубым оттенком (Рис. 2, А–Е).

При препарировании плода и приготовлении давленных препаратов можно наблюдать совокупность схизогенных вместилищ с поверхности. В классической световой микроскопии схизогенные вместилища плохо заметны. Для подробного рассмотрения нами применялась люминесцентная микроскопия. При этом, за счет тёмного свечения относительно других тканей, вместилища легко обнаруживаются в толще экзокарпия (Рис. 2, Ж–И).

При рассмотрении с поверхности также заметны перегородки вместилищ, что является

дополнительным признаком данного вида¹³. Перегородка не имеет клеточного строения и схожа со структурой клеточной стенки. При облучении УФ-светом в диапазоне 330–400 нм она люминесцирует голубым цветом; в диапазоне 420–550 нм светло-желтым (Рис. 2, К–М).

Необходимо отметить, что большая часть монотерпенов в данном диапазоне не детектируется, что позволяет предположить связь характера свечения с вторичными метаболитами фенольной природы, возможно флавоноидами.

Люминесценция тканей мезокарпия имеет ярко-голубой цвет за счет простых фенольных соединений C_6-C_1 и C_6-C_2 ряда. По некоторым литературным данным в представителях рода *Daucus* L. встречаются кумариновые соединения [14, 15].

Для сравнения нами исследована люминесценция СО кумарина. В УФ-свете в диапазоне 330–400 нм кумарин светится светло-синим цветом (Рис. 3, А–Г). Это сходство позволяет предполагать наличие подобных структур в перикарпии плодов. В качестве образца вторичного метаболита флавоноидной природы нами использовался СО кверцетина. В УФ-свете в диапазоне 330–400 нм кверцетин люминесцирует ярко-оранжевым цветом, аналогично люминесценции эпителия смоляного канала (Рис. 3, Д–З). Эта характеристика свечения опосредованно свидетельствует о содержании флавоноидов ряда флаванолов в структуре данных клеток. Латеральные первичные жилки на поперечном сечении небольшого размера и лишены выделительных секреторных каналов. Основу их структуры составляют лубяные волокна, сгруппированные к периферии (Рис. 4, Г–Д).

Лубяные волокна лигнифицированы, что подтверждается специфической реакцией пожелтения с 10% раствором серноислого анилина. К центру от лубяных волокон локализованы клетки флоэмы и пара сосудистых элементов ксилемы, что составляет основу коллатерального пучка. С тыльной стороны мерикарпия локализовано два схизогенных вместилища. Имеется полость между эндокарпием и семенной кожурой (Рис. 4, Г–Е). Комиссуральная жилка часто выпадает при препарировании.

При рассмотрении тканей семени, как правило, видна выраженная паренхима эндосперма¹⁴, что характерно для представителей семейства *Apiaceae* Lindl. Клетки эндосперма паренхимные, изодиаметрические, иногда несильно вытянутые, овальные. Клеточные стенки заметно утолщены, целлюлозные. Протопласт аморфный без пигментации.

¹³ Кордюм Е.Л. Цитоэмбриология семейства зонтичных. Под редакцией В.Л. Щитковской. Издательство «Наукова думка», СССР, Киев, 1966.

¹⁴ Остроумова Т.А. и др. Анализ карпологических признаков семейства Umbelliferae флоры России // Систематические и флористические исследования Северной Евразии. Том 2. – 2019. – С. 168.

**Таблица 1 – Хроматографические условия определения компонентного состава
 летучих органических соединений методом ГХ-МС**

Хроматограф	Газовый хроматограф «МАЭСТРО 7820»
Колонка	Капиллярная кварцевая HP-5, 30 м×0,25 мм×0,25 мкм (неподвижная фаза: 5%-дифенил-95%-диметилсилоксан)
Детектор	Масс-спектрометр модели Agilent 5975
Способ введения пробы	Автоинжектор
Газ-носитель	Гелий
Скорость потока	1 мл/мин
Программирование температуры термостата колонок	Изотерма 40°C в течение 5 мин, нагрев до 80°C со скоростью 3°C/мин, нагрев до 180°C со скоростью 4°C/мин, нагрев до 280°C со скоростью 8°C/мин, изотерма 280°C в течение 15 мин; ввод пробы без деления потока
Температура испарителя	270°C
Температура источника ионов	150°C
Температура квадруполя	230°C
Температура переходной камеры	280°C
Объем вводимой жидкой пробы	1 мкл

**Таблица 2 – Компонентный состав летучих органических соединений
 гексановой и хлороформной фракций водно-спиртового извлечения из плодов моркови дикой**

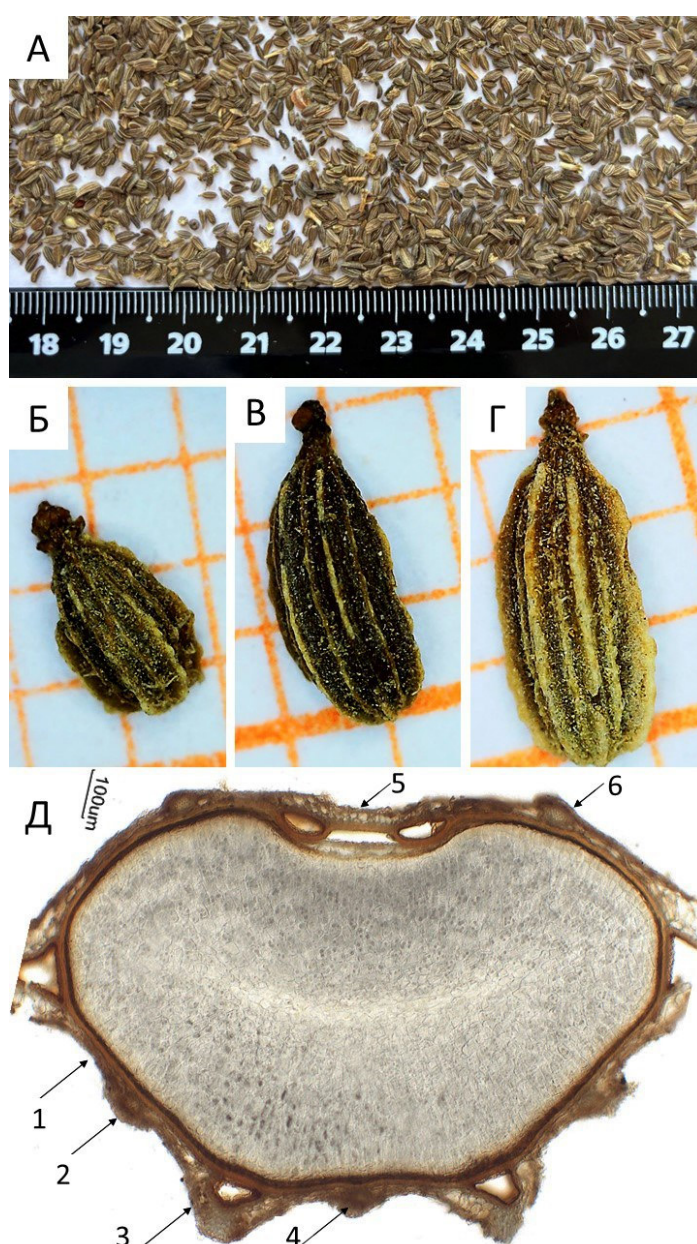
Время удерживания, M±SD, мин	Компонент	Обнаружено во фракции от общей площади всех компонентов, M±SD, %	
		Гексановой	Хлороформной
11,725±0,012	2-Туйен	0,09±0,03	0,07±0,02
12,106±0,042	α-Пинен	16,62±2,49	3,66±0,55
12,939±0,013	Камфен	1,22±0,18	0,37±0,11
14,238±0,012	Сабинен	4,98±0,75	2,03±0,30
14,426±0,006	β-Пинен	1,34±0,20	0,52±0,16
15,189±0,01	β-Мирцен	2,51±0,38	1,15±0,17
17,108±0,009	о-Цимен	2,15±0,32	2,02±0,30
17,254±0,007	D-Лимонен	1,66±0,25	0,75±0,22
17,342±0,016	β-Фелландрен	0,13±0,04	0,00±0,00
17,663±0,022	транс-β-Оцимен	0,09±0,03	0,00±0,00
18,66±0,29	γ-Терпинен	0,24±0,07	0,33±0,10
19,338±0,342	цис-Сабинена гидрат	0,03±0,01	0,24±0,07
20,76±0,121	н/и	0,02±0,01	0,19±0,06
20,98±0,013	Линалоол	0,15±0,04	0,92±0,28
22,003±0,03	Ментон-2-ен-1-ол	0,06±0,02	0,03±0,01
22,201±0,01	Нео-алло-оцимен	0,09±0,03	0,06±0,02
22,308±0,014	α-Камфоленаль	0,14±0,04	0,48±0,14
22,846±0,014	Пинокарвеол	0,22±0,06	1,00±0,30
23,109±0,015	цис-Вербенол	0,54±0,16	3,72±0,56
23,726±0,186	Пинокарвон	0,09±0,03	0,42±0,13
23,786±0,023	Сабина кетон	0,03±0,01	0,00±0,00
24,244±0,008	Вербенила этиловый эфир	0,06±0,02	0,00±0,00
24,571±0,014	4-Терпинол	0,03±0,01	0,31±0,09
24,806±0,015	α-Туйенал	0,02±0,00	0,00±0,00
25,015±0,012	p-Цимен-8-ол	0,08±0,02	0,43±0,13
25,251±0,014	Мирценол	0,11±0,03	0,61±0,18
25,309±0,012	Мирценаль	0,08±0,02	0,56±0,17
25,819±0,014	Вербенон	0,32±0,10	1,44±0,22
26,239±0,013	Карвеол	0,09±0,03	0,58±0,18
26,577±0,014	Мирценила ацетат	0,04±0,01	0,12±0,04
27,289±0,014	Карвон	0,07±0,02	0,29±0,09
28,529±0,011	Борнеола ацетат	0,66±0,20	1,02±0,15
30,766±0,014	α-Терпинила ацетат	0,06±0,02	0,22±0,07
31,15±0,023	Нерола ацетат	0,00±0,00	0,00±0,00
31,373±0,024	транс-Миртанол	0,03±0,01	0,09±0,03

Время удерживания, M±SD, мин	Компонент	Обнаружено во фракции от общей площади всех компонентов, M±SD, %	
		Гексановой	Хлороформной
31,715±0,012	β-Гурджунен	2,30±0,34	0,15±0,05
31,82±0,02	Геранила ацетат	0,33±0,10	0,24±0,07
31,997±0,044	н/и	0,14±0,04	0,00±0,00
32,128±0,019	бета-Элемен	0,09±0,03	0,00±0,00
32,489±0,01	α-Зингиберен	0,10±0,03	0,08±0,02
32,894±0,009	α-Бергамотен	1,26±0,19	0,16±0,05
33,07±0,013	Сантелен	0,44±0,13	0,05±0,02
33,17±0,021	Кариофиллен	2,88±0,43	0,28±0,08
33,366±0,013	Эликсен	0,06±0,02	0,00±0,00
33,524±0,016	α-Фарнезен	1,94±0,29	0,28±0,08
33,897±0,03	Изокариофиллен	0,21±0,06	0,49±0,15
33,996±0,023	Эпи-β-Сантелен	0,10±0,03	0,06±0,02
34,182±0,02	(E)-β-Фарнезен	1,63±0,24	0,10±0,03
34,249±0,021	β-Сесквифелландрен	2,66±0,40	0,24±0,07
34,395±0,023	цис-β-Фарнезен	2,25±0,34	0,31±0,09
34,505±0,013	γ-Мууролен	0,13±0,04	0,03±0,01
34,992±0,043	β-Кубебен	0,83±0,25	0,65±0,20
35,204±0,021	н/и	0,69±0,21	0,04±0,01
35,467±0,009	β-Селинен	0,18±0,06	0,00±0,00
35,676±0,003	α-Селинен	0,12±0,04	0,11±0,03
35,851±0,011	Чамигрен	0,47±0,14	0,06±0,02
35,965±0,014	β-Бисаболен	1,75±0,26	0,54±0,16
36,187±0,038	Сесквигинеол	0,07±0,02	0,09±0,03
36,482±0,006	н/и	0,59±0,18	0,00±0,00
36,993±0,082	Гумулен	0,14±0,04	0,14±0,04
38,421±0,018	Кариофиллена оксид	1,54±0,23	2,65±0,40
39,137±0,116	Каротол	25,9±3,9	30,10±4,52
39,384±0,059	Гумулена оксид II	0,32±0,09	0,13±0,04
39,708±0,009	Цедренол	0,28±0,08	0,34±0,10
40,233±0,008	Даукол	1,02±0,15	3,27±0,49
40,568±0,01	β-Эудесмол	0,10±0,03	0,54±0,16
41,083±0,009	н/и	0,38±0,11	1,02±0,15
41,127±0,001	Элемол	0,30±0,09	0,00±0,00
41,811±0,008	Эудесм-7(11)-ен-4-ол	0,20±0,06	0,51±0,15
47,683±0,006	н/и	1,04±0,16	1,13±0,17
47,863±0,006	Гексадекановой кислоты этиловый эфир	0,78±0,23	3,61±0,54
47,923±0,006	н/и	0,42±0,13	0,74±0,22
48,256±0,006	н/и	0,78±0,23	1,28±0,19
50,326±0,006	Этилолеат	3,37±0,51	9,47±1,42
50,628±0,033	Стеариновой кислоты этиловый эфир	0,38±0,11	0,58±0,17
51,313±0,007	н/и	2,54±0,38	5,06±0,76
52,336±0,012	Бицикло[4.4.0]дец-5-ен, 1,5-диметил-3- гидрокси-8-(1-метил-2-гидроксиэтил-1)	5,19±0,78	11,84±1,78
По классам компонентов (средние значения):			
Монотерпены:		29,0	8,94
Монотерпеноиды:		3,17	12,2
Сесквитерпены:		19,6	3,74
Сесквитерпеноиды:		29,7	37,6
Ароматические компоненты:		2,23	2,45
Жирные кислоты:		4,53	13,7
Прочее:		5,19	11,8

Примечание: «н/и» — не идентифицировано.

Таблица 3 – Результаты товароведческих испытаний моркови дикой плодов

Показатель	Метод анализа	Результаты испытаний	
		цельное ЛРС	измельченное ЛРС
Потеря в массе при высушивании, %	Гравиметрический	5,80	5,80
Содержание эфирного масла (навеска сырья 30 г, объем воды 500 мл, время перегонки — 4 ч), %	Гидродистилляция	0,17	0,88
Экстрактивные вещества, извлекаемые спиртом этиловым 70%, %	Гравиметрический	6,60	15,20
Зола общая, %	Гравиметрический	6,90	7,20
Зола, нерастворимая в 10% хлористоводородной кислоте, %	Гравиметрический	3,20	3,30
Сульфатная зола, %	Гравиметрический	9,80	9,20
Тяжелые металлы, %	Визуальная колориметрия	менее 0,01	менее 0,01

**Рисунок 1 – Внешний вид и морфологические особенности плодов моркови дикой.**

Примечание: А — внешний вид сырья (промышленный образец); Б — мерикарпий до 2 мм; В — мерикарпий до 3 мм; Г — мерикарпий более 3 мм; Д — поперечное сечение мерикарпия (×100). 1 — бороздчатая жилка; 2 — латеральная первичная жилка; 3 — дорсальная вторичная жилка; 4 — средняя первичная жилка; 5 — комиссуальная (соединительная) жилка; 6 — маргинальная первичная жилка.

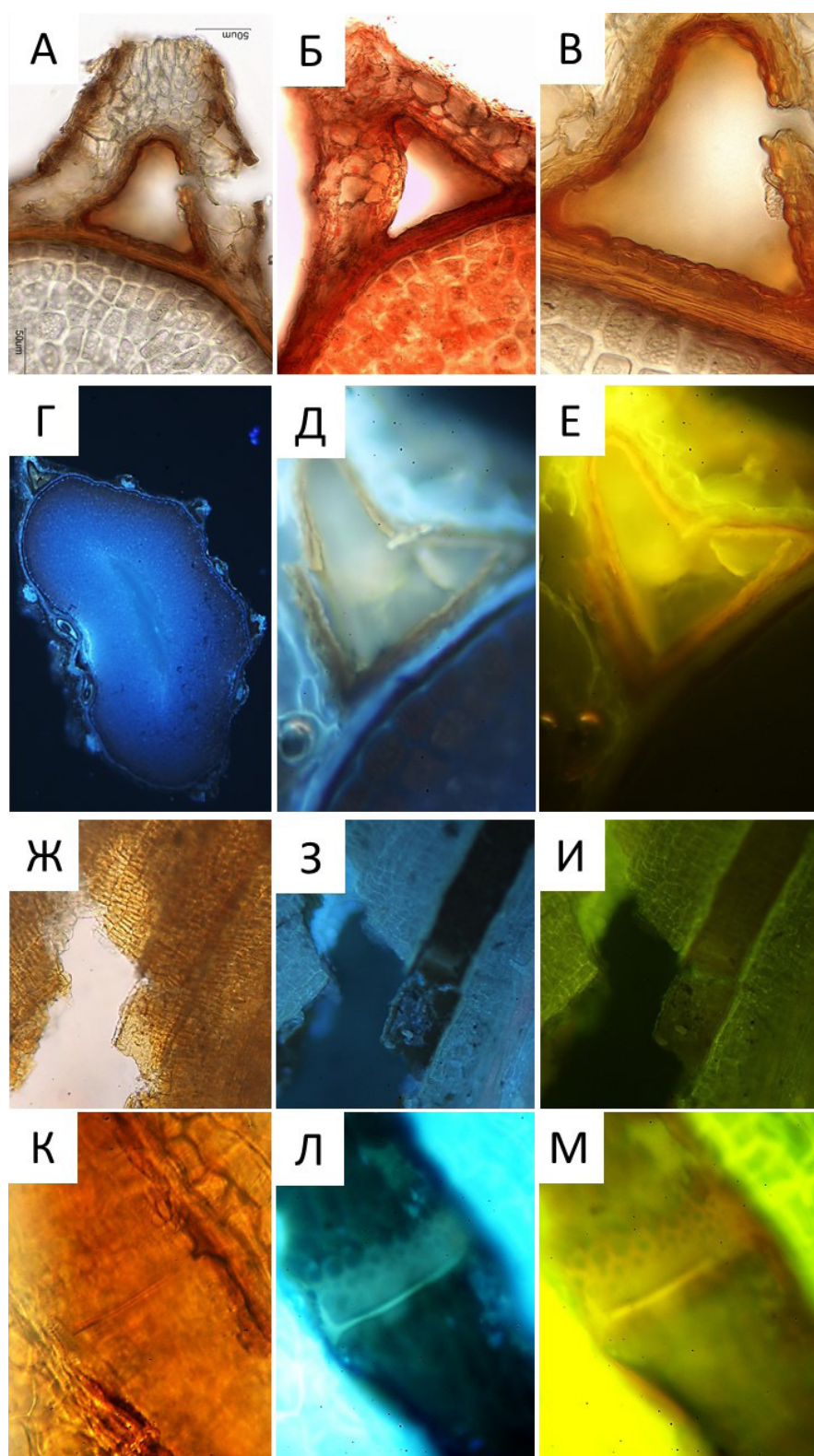


Рисунок 2 – Особенности гистологии рёбер перикарпия в поперечном срезе и давленном препарате.

Примечание: А — мезокарпий из пустотелых клеток в ребре перикарпия (×400); Б — стенки экзо- и мезокарпия ребра после обработки 1% раствором Судана III (×400); В — схизогенное вместилище в ребре перикарпия (×1000); Г — люминесценция краевых рёбер перикарпия и тканей зародыша в УФ-свете при $\lambda=330-400$ нм (×400); Д — люминесценция краевого ребра перикарпия в УФ-свете при $\lambda=330-400$ нм (×400); Е — люминесценция смолянистого секрета вместилища краевого ребра перикарпия в УФ-свете при $\lambda=420-550$ нм (×400); Ж — схизогенные вместилища на давленном препарате (×400); З — люминесценция смоляных ходов в УФ-свете при $\lambda=330-400$ нм (×400); И — люминесценция смоляных ходов в УФ-свете при $\lambda=420-550$ нм (×400); К — перегородка смоляного хода при дневном свете (×400); Л — люминесценция перегородки смоляного хода в УФ-свете при $\lambda=330-400$ нм (×400); М — люминесценция перегородки смоляного хода в УФ-свете при $\lambda=420-550$ нм (×400).

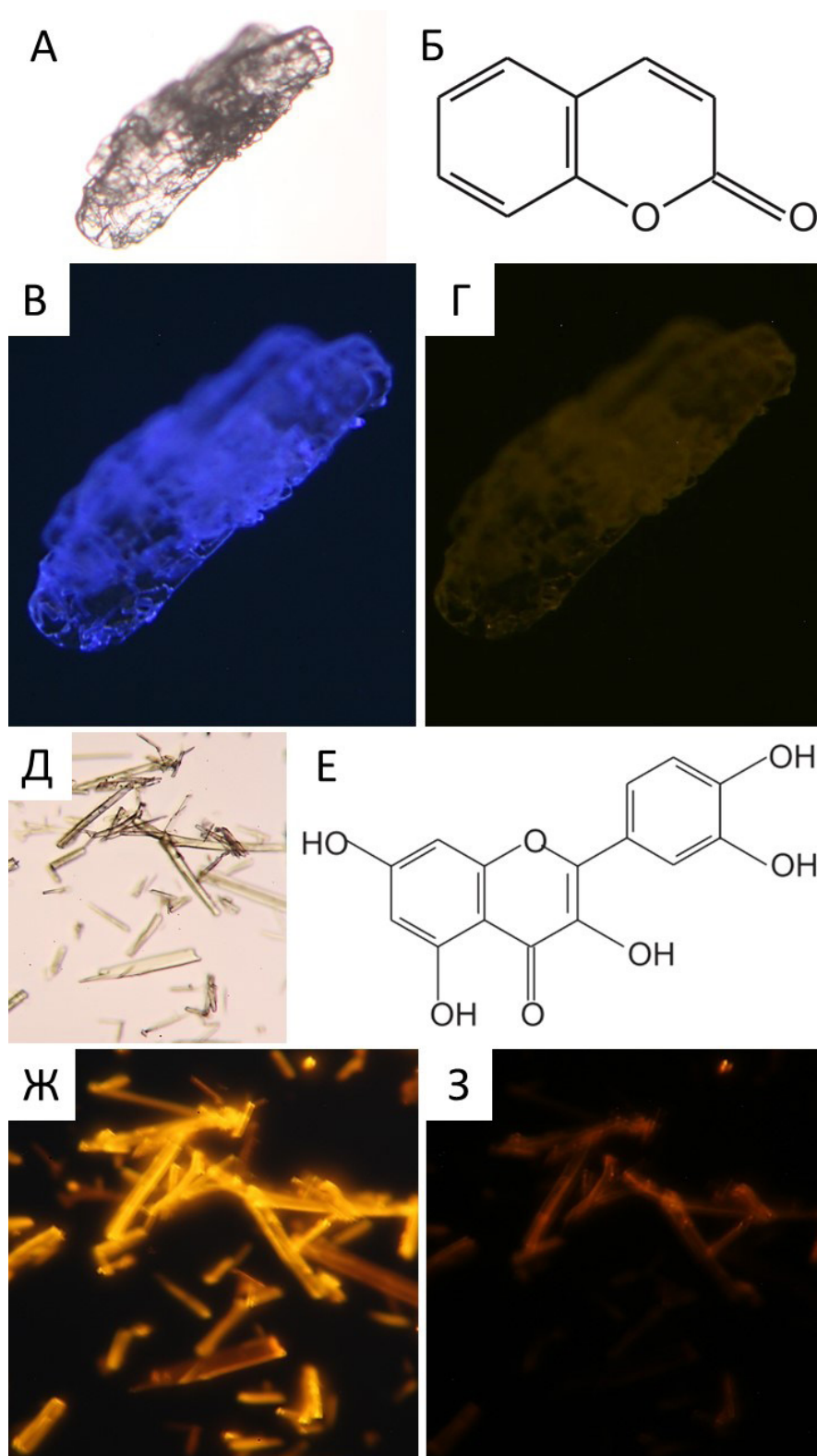


Рисунок 3 – Поперечный срез плода моркови дикой.

Примечание: А — кристаллы кумарина при дневном свете ($\times 400$); Б — структурная формула кумарина; В — люминесценция кумарина в УФ-свете при $\lambda=330-400$ нм ($\times 400$); Г — люминесценция кумарина в УФ-свете при $\lambda=420-550$ нм ($\times 400$); Д — кристаллы кверцетина при дневном свете ($\times 400$); Е — структурная формула кверцетина; Ж — люминесценция кверцетина в УФ-свете при $\lambda=330-400$ нм ($\times 400$); З — люминесценция кверцетина в УФ-свете при $\lambda=420-550$ нм ($\times 400$).

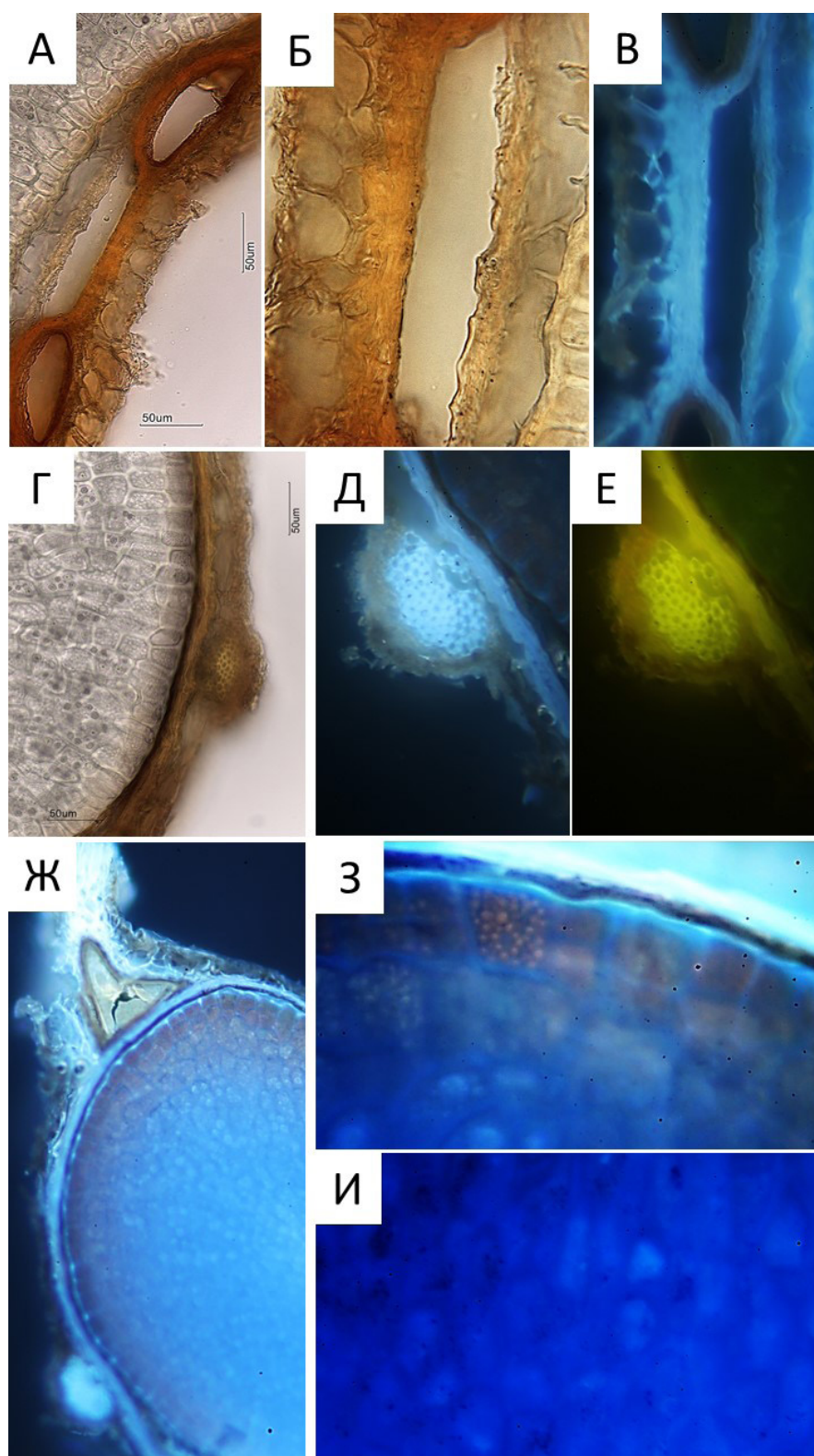


Рисунок 4 – Вторичные ребра перикарпия и гистология тыльной стороны мерикарпия на поперечном срезе.

Примечание: А — схизогенные вместилища тыльной стороны мерикарпия (×400); Б — лигнифицированные стенки обработаны 10% раствором сернокислого анилина (×1000); В — люминесценция тканей в месте соединительной жилки — карпофора в УФ-свете при $\lambda=420-550$ нм (×400); Г — лубяные волокна латеральной первичной жилки (×400); Д — люминесценция тканей реберной части в УФ-свете при $\lambda=330-400$ нм (×400); Е — люминесценция тканей реберной части в УФ-свете при $\lambda=420-550$ нм (×400); Ж — люминесценция протопластов в клетках зародыша в УФ-свете при $\lambda=330-400$ нм (×100); З — красная люминесценция пластиид в протопластах к периферии эндосперма в УФ-свете при $\lambda=330-400$ нм (×400); И — отсутствие люминесценции друз в УФ-свете при $\lambda=420-550$ нм (×400).

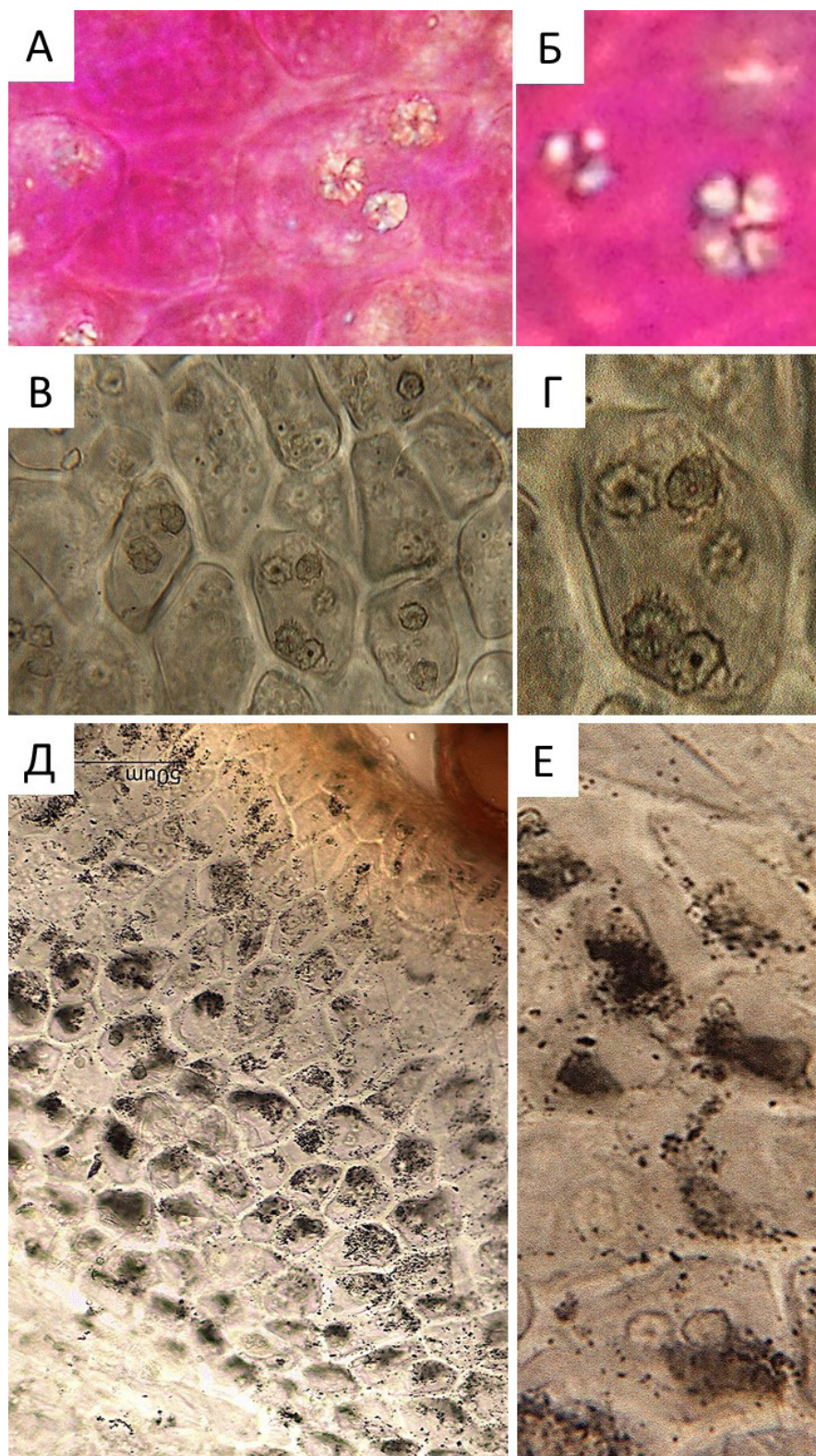


Рисунок 5 – Кристаллические включения тканей зародыша.

Примечание: А — мелкие друзы в клетках эндосперма семени при поляризационной микроскопии (×1000); Б — четырехлучевая структура друз (×1000); В — вид друз с применением тёмнопольного конденсора (×1000); Г — структура отдельных друз (×1000); Д — крахмальные включения в клетках зародыша после обработки спиртовым раствором Люголя (×400), Е — отдельные клетки паренхимы зародыша с крахмальными включениями (×400).

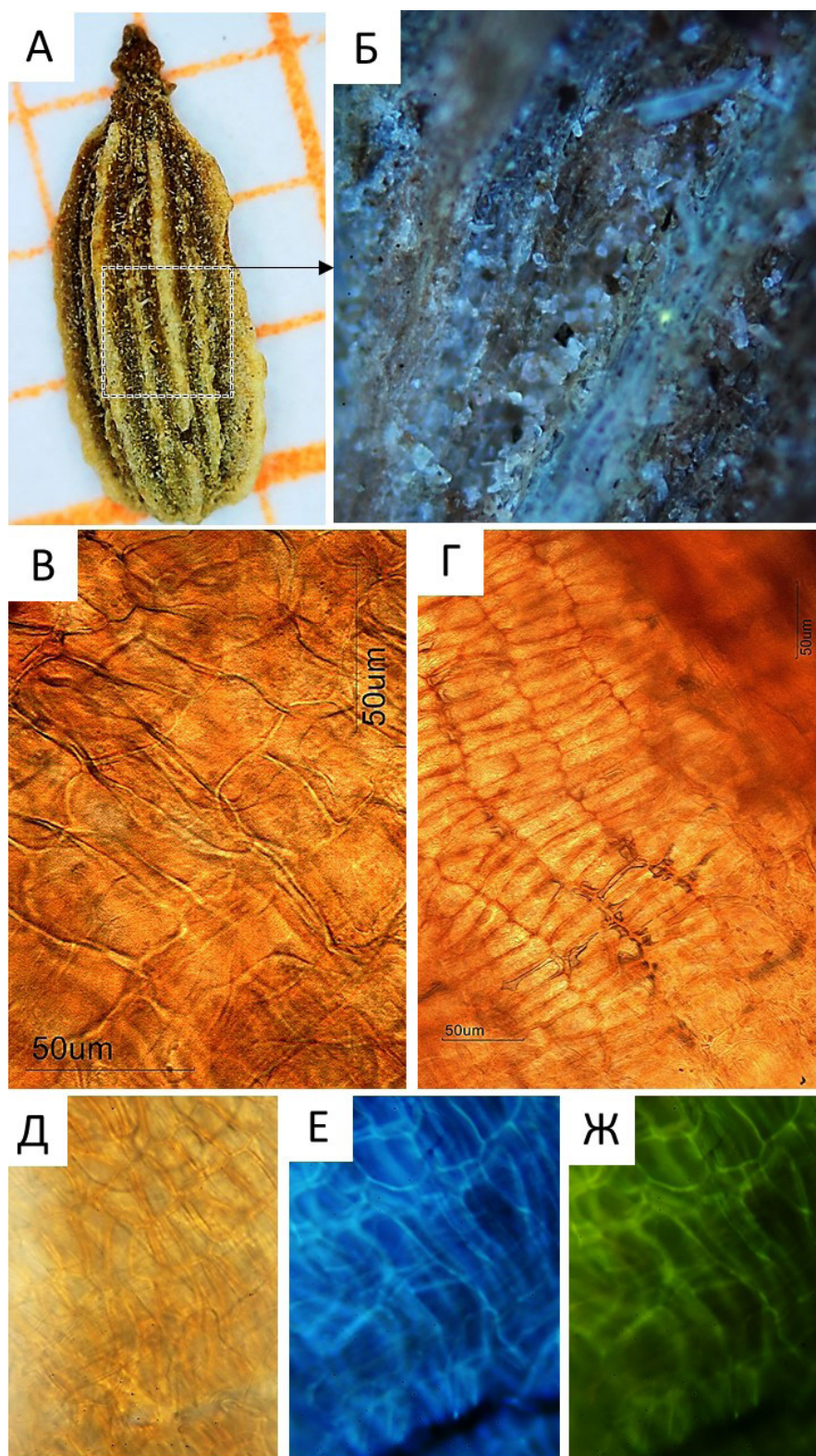


Рисунок 6 – Экзокарпий плодов с поверхности.

Примечание: А — отсутствие опушения экзокарпия (×20); Б — чередование люминесценции экзо- и мезокарпия и схизогенных вместилищ в УФ-свете при $\lambda=330-400$ нм (×400); В — клетки экзокарпия (×400); Г — клетки «паркетного эндокарпия» (×400); Д — поверхность клеток экзокарпия в видимой области спектра (×400); Е — люминесценция клеток экзокарпия в УФ-свете при $\lambda=330-400$ нм (×400); Ж — люминесценция клеток экзокарпия в УФ-свете при $\lambda=420-550$ нм (×400).

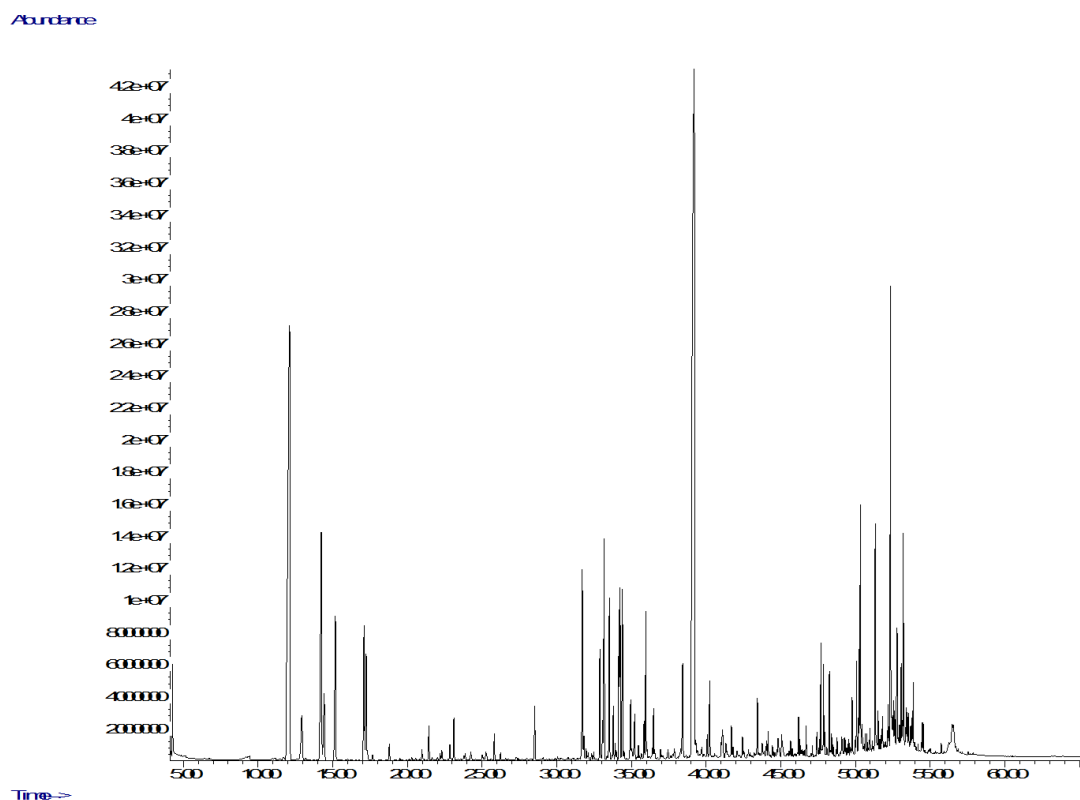


Рисунок 7 – ГХ/МС-хроматограмма гексановой фракции водно-спиртового извлечения из плодов моркови дикой.

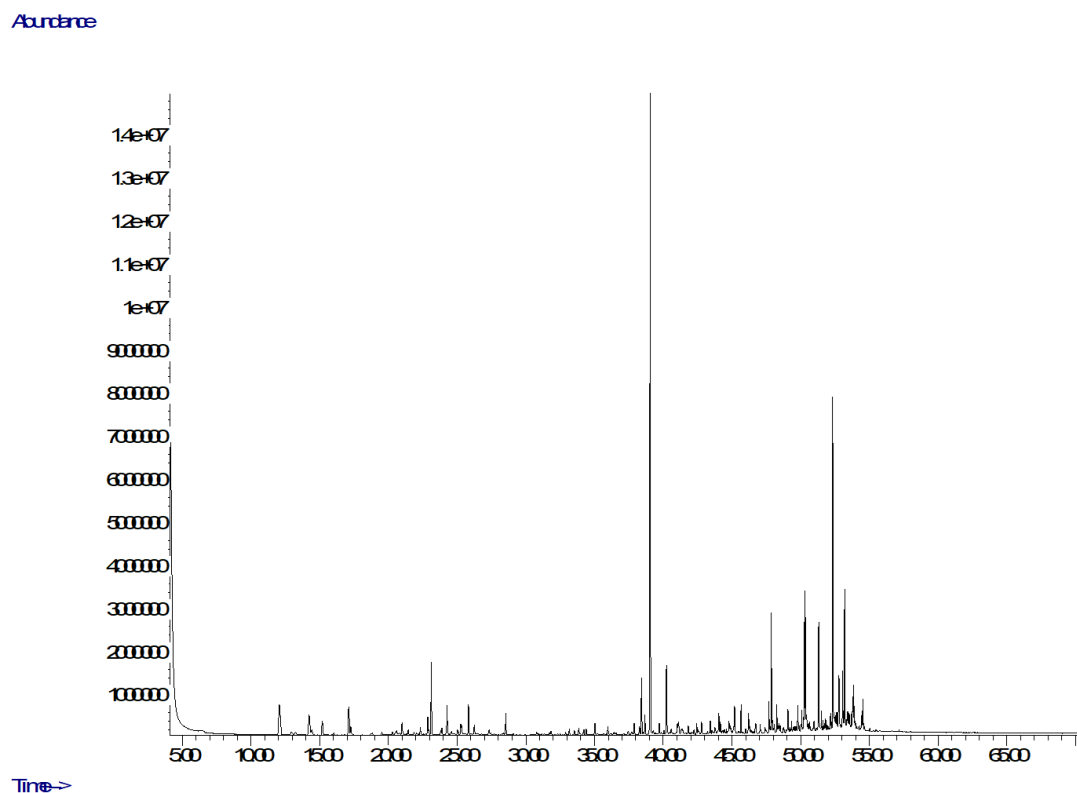


Рисунок 8 – ГХ/МС-хроматограмма хлороформной фракции водно-спиртового извлечения из плодов моркови дикой.

При облучении тканей семени УФ-светом в диапазоне 330–400 нм друзы не люминесцируют. При этом аморфное тело протопласта светится голубовато-синим цветом. Нами отмечено, что к периферии эндосперма в протопластах структурно видны округлые элементы, имеющие красную люминесценцию, связанную, вероятно, с наличием каротиноидов и хлорофилла (Рис. 4, Ж–И).

При классической световой микроскопии слабо видны друзы (Рис. 5, В–Г). Для их детального рассмотрения применяли поляризационную микроскопию с тёмнопольным конденсором и λ-поляризационным светофильтром. При этом в тканях семени отчетливо видна совокупность друз почти в каждой клетке. Друзы мелкие округлые до 10 мкм в диаметре. У округлых друз наблюдается особая звёздчатая форма, имеющая четыре симметричных выраженных луча. В центре друзы имеется визуально сформированное разделение на четыре части (Рис. 5, А–Б). Специфическое строение друз имеет диагностический характер и может быть использовано в процессе таксации и подтверждения подлинности сырья «Моркови дикой плоды».

При обработке поперечных срезов мерикарпиев моркови дикой спиртовым раствором Люголя отмечается проявление мелких включений округлой формы от тёмно-синей до почти черной окраски, характерной для крахмала (Рис. 5, Д–Е). Однако размер включений и неспецифическое строение не позволяет использовать данную особенность в качестве диагностического признака плодов моркови дикой.

При рассмотрении с поверхности с помощью лупы ×5 и ×10 видно, что плод моркови не опушен. Наблюдение поверхности сухого плода при облучении УФ-светом в диапазоне 330–400 нм показывает чередование голубой люминесценции экзо- и мезокарпия с коричневой люминесценцией схизогенных вместилищ (Рис. 6, А–Б).

При большом (×400) увеличении видно, что клетки экзокарпия, покрывающие плод, паренхимные тонкостенные и имеют угловатую, почти прямоугольную форму без межклетников. Протопласты не диагностируются.

При фокусировке вглубь тканей, а также при рассмотрении давленных препаратов можно рассмотреть структуру эндокарпия. Эндокарпий представлен вытянутыми толстостенными клетками, плотно сомкнутыми друг к другу длинной стороной и расположенными рядами. Характерный рисунок, как правило, у плодов называют «паркетным эндокарпием». Особенности эндокарпия играют важную диагностическую роль при определении вида. В видимой области спектра клетки поверхности экзокарпия слабо окрашены в желтый или светло-оранжевый цвет. Люминесценция с поверхности экзокарпия аналогична ранее описанной на поперечном срезе (Рис. 6, В–Ж).

Хромато-масс-спектрометрическое исследование

Проведённое хромато-масс-спектрометрическое исследование плодов моркови дикой позволило определить профиль летучих органических соединений, компонентный состав которых представлен в таблице 2. Хроматограммы представлены на рисунках 7 и 8.

Из данных таблицы видно, что преобладающим компонентом в обеих фракциях является каротол, на долю которого в среднем приходилось 25,9% от общей площади летучих органических соединений в гексановой и 30,1% — в хлороформной. Отмечены различия в соотношении компонентов. В гексановой фракции преобладающими компонентами являются монотерпены (α-пинен, сабинен, β-мирцен и др.) и сесквитерпены (кариофиллен, β-сесквифелландрен, β-гурджунен и др.), в хлороформной преобладают кислородсодержащие классы компонентов эфирных масел (спирты, кетоны, эфиры монотерпенов и сесквитерпенов).

Товароведческие показатели

Определение числовых товароведческих показателей плодов моркови дикой проводили фармакопейными методами, рекомендованными для ЛРС. Результаты испытаний, представленные в таблице 3, позволяют установить критерии доброкачественности сырья.

Приведенные числовые показатели позволили установить различия в показателях содержания эфирного масла и экстрактивных веществ в цельном и измельченном сырье, что послужит обоснованием для выбора подходов к стандартизации и разработке проекта нормативной документации «Моркови дикой плоды».

ОБСУЖДЕНИЕ

Морфолого-анатомическое исследование плодов моркови дикой подтвердило литературные данные о строении вислоплодников [9]. Основными диагностическими признаками являются форма и размер мерикарпиев, число продольных рёбер, их цвет и выраженность. Нами впервые описаны кристаллические включения в клетках паренхимы зародыша, представленные друзами особой звёздчатой формы, имеющей четыре выраженных симметричных луча. В центре друзы имеется визуально сформированное разделение на четыре части. Специфическое строение друз имеет диагностический характер и может быть использовано в процессе таксации и подтверждения подлинности сырья «Моркови дикой плоды». Впервые проведены исследования люминесценции тканей плодов моркови дикой. Доказана специфичность люминесценции

секреторных каналов, семенной кожуры, паренхимы зародыша и спрогнозирована связь люминесценции с химическим составом протопластов, а также выделением секреторных тканей. Полученные данные позволяют разработать разделы «Идентификация. Внешние признаки» и «Идентификация. Микроскопические признаки» в проект ФС «Моркови дикой плоды».

Согласно результатам наших исследований преобладающими компонентами являются каротол, α -пинен, даукол, сабинен, β -сесквифелландрен. Результаты газохроматографического анализа в целом соответствуют известным данным научной литературы о компонентном составе эфирных масел исследуемых плодов. Компоненты, присутствующие в *D. carota* L., включают кверцетин, пирролидин, дауцин, даукостерин, тиглиновую кислоту и эфирные масла, основными компонентами которых являются каротол, даукол, копаеол, геренол, лимоненовая кислота, пиненовая кислота и цинеоловая кислота, при этом для первых трех соединений соответствующее процентное содержание составляет 30,55, 12,60 и 0,62% [21].

Chizzola R. в плодах образцов, произрастающих в Вене, обнаружил, что преобладающими компонентами являются α -пинен (от 23,5 до 30,4%), сабинен (от 21,5 до 46,6%), геранилацетат (от 3,9 до 28,1%), β -пинен (3–13,1%), α -туйен (1–8,8%), γ -терпинен (0,3–4,1%), мирцен (3,4–3,9%), каротол (1,2%) [22]. Основными компонентами образцов эфирного масла моркови дикой из Марокко, были α -пинен (22,2–23,5%), β -азарон (15,1–16,7%), сабинен (1,2–12,4%), β -бисаболен (4,0%) [23, 24];

В плодах *Daucus carota* ssp. *carota*, произрастающей в Узбекистане, преобладали каротол (69,8%), дауцен (9%), транс- α -бергамотен (4,7%), транс- β -фарнезен (3,7%), в Португалии — геранилацетат (28,7–65%), α -пинен (13–27,1%), 11 α H-химачал-4-ен-1- β -ол (0,5–9,4%), лимонен (1,2–9%), β -пинен (2,3–4,5%). В плодах других подвидов *Daucus carota* L. обнаруживали такие компоненты, как геранилацетат (ssp. *major*, *gummifer*, *maximus*), α -пинен (ssp. *major*, *halophilus*, *gummifer*, *maximus*), α -азарон (ssp. *maximus*), каротол (ssp. *gummifer*) [25].

Разнообразие основных компонентов и их относительного содержания может быть обусловлено особенностями получения эфирных масел, а также временем и местом заготовки, влиянием климатических условий, химического состава почвы и другими факторами. Отличия в компонентном составе могут приводить к изменению фармакологической активности сырья, заготовленного в разное время и в разных географических регионах. Тем не менее, можно выделить компоненты, которые обнаруживались в

большинстве образцов: α -пинен, сабинен, каротол, которые могут выступать маркерами ЛРС, что позволяет разрабатывать разделы «Идентификация. Определение основных групп биологически активных веществ» и «Испытания. Количественное определение» в проекте ФС.

Установленные характеристики числовых товароведческих показателей (потеря в массе при высушивании, содержание эфирного масла, содержание экстрактивных веществ, зола общая, зола, нерастворимая в 10% хлористоводородной кислоте, сульфатная зола, содержание тяжелых металлов) свидетельствуют о качестве ЛРС и позволяют разработать раздел «Испытания».

Ограничения исследования

Для разработки проекта ФС «Моркови дикой плоды» и уточнения требований к качеству сырья необходимо определить числовые товароведческие показатели и оценить компонентный состав биологически активных веществ у образцов, заготовленных в различных географических регионах и климатических зонах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Морфолого-анатомический анализ, выполненный с применением современных подходов к микроскопическому анализу, позволил установить особенности плодов моркови дикой: овальная форма плода, зауженная к верхушке, коричневого цвета с семью жилками; схизогенные вместилища угловатой формы с перегородками неклоточного строения; паренхима эндосперма из изодиаметрических, овальных клеток; эндокарпий паркетного типа из вытянутых, толстостенных, плотно сомкнутых клеток; звёздчатые друзы в тканях зародыша с четырьмя симметричными лучами. Люминесценция в диапазоне возбуждения 330–400 нм мезокарпия — ярко-голубая; клеток эпителия — светло-желтая; смолянистого секрета — голубая.

Хромато-масс-спектрометрическое исследование гексановой и хлороформной фракций извлечения из плодов моркови определило профиль летучих соединений. Установлено, что преобладающим компонентом в обеих фракциях является сесквитерпеновый спирт каротол (25,9 и 30,1%, соответственно), являющийся маркерным соединением в составе исследуемого ЛРС.

Выявленные микроскопические признаки, основное биологически активное вещество и числовые товароведческие показатели имеют практическое значение для включения в проект фармакопейной статьи «Моркови дикой плоды».

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Данное исследование было выполнено в рамках научно-исследовательского проекта на базе федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Майкопский государственный технологический университет» по теме: «Разработка и обоснование состава, технология и стандартизация фитопрепаратов и биологически активных добавок ангиопротективного, противовоспалительного, противомикробного и диуретического действия».

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ВКЛАД АВТОРОВ

В.В. Артемьева — проведение исследования, написание и редактирование черновика статьи; Г.М. Дандаш — проведение исследования, подготовка сырья и материалов, написание и редактирование черновика статьи; И.Н. Зилфикаров — разработка концепции, научное руководство, написание и редактирование черновика статьи; Д.И. Шишкалов — проведение испытаний, коррективировка фотоматериалов, написание и редактирование черновика статьи; В.М. Рыжов — проведение исследования анатомии и морфологии, подготовка и коррективировка фотоматериала, написание и редактирование текста, Т.К. Рязанова — проведение исследования химического состава, переработка первичных данных, написание и редактирование текста, И.И. Бочкарева — проведение испытаний, написание и редактирование текста, З.А. Гусейнова — проведение испытаний, написание и редактирование текста, А.К. Арутюнов — проведение испытаний, написание и редактирование текста. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Утяганова Е.В., Юртаева Е.А., Сигарева С.С., Сергеева Е.О., Степаненко И.С., Луценко А.В. Антимикробная активность спиртовых экстрактов из плодов моркови дикой и моркови посевной в отношении клинических штаммов грамположительных и грамотрицательных бактерий // Вестник Пермского университета. – 2025. – № 1. – С. 49–58. DOI: 10.17072/1994-9952-2025-1-49-58
2. Soković M., Stojković D., Glamčlija J., Ćirić A., Ristić M., Grubišić D. Susceptibility of pathogenic bacteria and fungi to essential oils of wild *Daucus carota* // Pharmaceutical Biology. – 2009. – Vol. 47. – P. 38–43. DOI: 10.1080/13880200802400535
3. Valente J., Zuzarte M., Resende R., Gonçalves M., Cavaleiro C., Pereira C., Cruz M., Salgueiro L. *Daucus carota* subsp. *gummifer* essential oil as a natural source of antifungal and anti-inflammatory drugs // Industrial crops and products. – 2015. – Vol 65. – P. 361–366. DOI: 10.1016/j.indcrop.2014.11.014
4. Wehbe K., Mroueh M., Daher C.F. The potential role of *Daucus carota* aqueous and methanolic extracts on inflammation and gastric ulcers in rats // Journal of Complementary and Integrative Medicine. – 2009. – Vol. 6, No. 1. DOI: 10.2202/1553-3840.1159
5. Утяганова Е.В., Юртаева Е.А., Сигарева С.С. Сравнительная оценка антифунгальной активности спиртовых экстрактов плодов моркови посевной и дикой (*Daucus carota*) против *Candida spp.* // Естественные и технические науки. – 2025. – Т. 3, № 202. – С. 74–82. DOI: 10.17072/1994-9952-2025-1-49-58
6. Сигарева С.С. Сравнительное изучение влияния извлечений из плодов моркови дикой и моркови посевной на функциональное состояние почек // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6–3. – С. 661–664. EDN: PZQFPN
7. Сигарева С.С., Василенко Ю.К., Сергеева Е.О. Сравнительное изучение мочегонной и желчегонной активности порошков и извлечений из плодов моркови дикой и моркови посевной // Современная наука и инновации. – 2016. – № 4(16). – С. 175–180. EDN: YMFWGF
8. Гритчина С.С., Василенко Ю.К. Сравнительное изучение желчегонной активности извлечений из плодов моркови дикой и посевной // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции. Выпуск 67. Пятигорск: Пятигорская государственная фармацевтическая академия, 2012. – С. 319–321. EDN: YQROSF
9. Kadluczka D., Grzebelus E. Comparative fruit morphology and anatomy of wild relatives of Carrot (*Daucus*, *Apiaceae*) // Agriculture. – 2022. – Vol. 12. – P. 2104. DOI: 10.3390/agriculture12122104
10. Орловская Т.В. Морфолого-анатомическое изучение плодов моркови дикой // Разработка исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сб. науч. тр. Пятигорск. ГФА. Вып. 64. – Пятигорск. – 2009. – С. 89–91.
11. Патент Российской Федерации № 97111362/14 «Способ получения иммуномодулирующего препарата «Настойка эхинацеи пурпурной». Куркин В.А., Косарев В.В., Авдеева О.И., Авдеева Е.В., Мизина П.Г., Жестков А.В.; заявл. 02.07.1997; опубл. 20.08.1999. Бюл. № 23. – 11 с.
12. Asmah N., Suniarti D.F., Margono A., Masud Z.A., Bachtiar E.W. Identification of active compounds in ethyl acetate, chloroform, and n-hexane extracts from peels of *Citrus aurantifolia* from Maribaya, West Java, Indonesia // J Adv Pharm Technol Res. – 2020. – Vol. 11(3). – P. 107–112. DOI: 10.4103/japtr.JAPTR_177_19
13. Nabi M.H.B., Monir A., Suhel M., Sumon I., Wahidu Z.

- Essential Oils: Advances in Extraction Techniques, Chemical Composition, Bioactivities, and Emerging Applications // Food Chemistry Advances. – 2025. – P. 101048. DOI: 10.1016/j.focha.2025.101048
14. Bhadange Y.A., Carpenter J., Saharan V.K. A comprehensive review on advanced extraction techniques for retrieving bioactive components from natural sources // ACS Omega. – 2024. – Vol. 9, No. 29. – P. 31274–31297. DOI: 10.1021/acsomega.4c02718
 15. Pavlova L.V., Platonov I.A., Nikitchenko N.V., Novikova E.A. Evaluation of the efficiency of volatile organic compounds extraction from eucalyptus viminalis (*Eucalypti viminalis* Labill) using subcritical extractants // Russian Journal of Physical Chemistry B. – 2015. – Vol. 9, No. 8. – P. 1109–1115. DOI: 10.1134/S1990793115080084
 16. Куркин В.А., Сазонова О.В., Куркина А.В., Рязанова Т.К., Хусаинова А.И. Компонентный состав эфирного масла пижмы обыкновенной, произрастающей в Самарской области // Наука и инновации в медицине. – 2016. – № 4(4). – С. 58–62. EDN: YKNIER
 17. Куркин В.А. Сравнительное исследование компонентного состава эфирного масла травы видов рода тысячелистник // Химико-фармацевтический журнал. – 2025. – Т. 59, № 1. – С. 42–47. DOI: 10.30906/0023-1134-2025-59-01-42-47
 18. Шишкалов Д.И., Рязанова Т.К. Хромато-масс-спектрометрическое исследование профиля летучих органических соединений жидкого экстракта фитокомпозиции // Материалы Всероссийской научно-практической конференции аспирантов, докторантов и молодых ученых, Майкоп, 02 апреля 2025 года. Майкоп: Кучеренко В.О. – 2025. – С. 127–132. EDN: DDLQPB
 19. Abdoune M.A., Benbelaïd F., Khadir A., Bendahou M. Evaluation of antimicrobial activity of solvent extracts from different parts of *Daucus crinitus* Desf // J Appl Pharmaceut Sci. – 2013. – Vol. 3, No. 11. – P. 117–121. DOI: 10.7324/JAPS.2013.31121
 20. Bendiabdellah A., Dib M.E.A., Meliani N., Djabou N., Allali H., Tabti B. Preliminary phytochemical screening and antioxidant activities of solvent extracts from *Daucus crinitus* Desf., from Algeria // J Appl Pharmaceut Sci. – 2012. – Vol. 7, No. 2. – P. 92–95. DOI: 10.7324/JAPS.2012.2710
 21. Prasad K., Haq W.R.U., Bansal V. Carrot secondary metabolites and their prospective health benefits // Plant Secondary Metabolites. – 2016. – No. 3. – P. 107–194. DOI: 10.1201/9781315207506-15
 22. Chizzola R. Composition of the essential oil from *Daucus carota* ssp. *carota* growing wild in Vienna // J Essent Oil Bear Plants. – 2003. – Vol. 6, No. 2. – P. 117–123. DOI: 10.1080/0972060X.2010.10643785
 23. Ihamdane R., Haida S., Oubih A., Zemat L. Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of Moroccan *Daucus carota* essential oils // E3S Web of Conferences. – 2021. – Vol. 319. – P. 01070. DOI: 10.1051/e3sconf/202131901070
 24. Elhourri M., Mhamdi Z., Ghouati Y., Benkhniq O., Hikal W.M., Said-Al Ahl. H.A., Kačániová M., Ramadan M.F., Amechrouq A. Essential oil of *Daucus carota* (L.) ssp. *carota* (Apiaceae) flower: chemical composition, antimicrobial potential, and insecticidal activity on *Sitophilus oryzae* (L.) // Z Naturforsch C J Biosci. – 2025. – Vol. 80, No. 7–8. – P. 401–408. DOI: 10.1515/znc-2024-0246
 25. Ismail J., Shebaby W.N., Daher J., Boulos J.C., Taleb R., Daher C.F., Mroueh M. The Wild Carrot (*Daucus carota*): a phytochemical and pharmacological review // Plants. – 2024. – Vol. 13, No. 1. – P. 93. DOI: 10.3390/plants13010093

АВТОРЫ

Артемяева Вера Владимировна — старший преподаватель кафедры медицинской и фармацевтической химии ФГБОУ ВО МГТУ (Майкоп). ORCID ID: 0000-0001-8467-2899. E-mail: denis7radnet.ru@mail.ru

Дандаш Гада Машхур — аспирант кафедры фармации, преподаватель кафедры морфологии ФГБОУ ВО МГТУ (Майкоп). ORCID ID: 0009-0003-5045-5652. E-mail: gdandache@gmail.com

Зилфикаров Ифрат Назимович — доктор фармацевтических наук, профессор РАН, заведующий кафедрой медицинской и фармацевтической химии, ведущий научный сотрудник ФГБОУ ВО МГТУ (Майкоп); главный научный сотрудник отдела химии и технологии природных соединений ФГБНУ ВИЛАР. ORCID ID: 0000-0002-8638-9963. E-mail: dagfarm@mail.ru

Шишкалов Денис Игоревич — аспирант кафедры фармации, преподаватель кафедры медицинской и фармацевтической химии ФГБОУ ВО МГТУ (Майкоп). ORCID ID: 0000-0001-9558-5336. E-mail: hitmanapp@mail.ru

Рыжов Виталий Михайлович — кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры

фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России. ORCID ID: 0000-0002-8399-9328. E-mail: lavr_rvm@mail.ru

Рязанова Татьяна Константиновна — доктор фармацевтических наук, директор НОЦ «Фармация», профессор кафедры управления и экономики фармации — базовой кафедры «Аптеки Плюс» ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России. ORCID ID: 0000-0002-4581-8610. E-mail: t.k.ryazanova@samsmu.ru

Бочкарева Инна Ивановна — кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармации ФГБОУ ВО МГТУ (Майкоп). ORCID ID: 0000-0002-7898-4404. E-mail: bochkarevainna@gmail.com

Гусейнова Зиярат Агамирзоевна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории флоры и растительных ресурсов Горного ботанического сада ФГБУН ДФИЦ РАН. ORCID ID: 0000-0003-0355-4132. E-mail: guseinovaz@mail.ru

Арутюнов Артур Карпушович — кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры фармации ФГБОУ ВО МГТУ (Майкоп). ORCID ID: 0000-0003-3883-6631. E-mail: ak.arut17@mail.ru