

НИКА ТОДУА², ДАВИД ЧИНЧАРАДЗЕ², КЕТЕВАН МЧЕДЛИДЗЕ¹,
 ДЖЕМАЛ АНЕЛИ¹, НИНА ВАЧНАДЗЕ¹

ИЗУЧЕНИЕ *MAHONIA AQUIFOLIUM* (PURSH) NUTT., ИНТРОДУЦИРОВАННОЙ В
 ГРУЗИИ, НА СОДЕРЖАНИЕ АЛКАЛОИДОВ И УСТАНОВЛЕНИЕ
 МИКРОСТРУКТУРНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ РАСТЕНИЯ

¹ТГМУ, Институт Фармакохимии им. И. Кутателадзе, Тбилиси, Грузия;

²ТГМУ, направление фармакогнозии и фармацевтической ботаники, Тбилиси, Грузия

NIKA TODUA², DAVID CHINCHARADZE², KETEVAN MCHEDLIDZE¹,
 JEMAL ANELI¹, NINA VACHNADZE¹

STUDYING *MAHONIA AQUIFOLIUM* (PURSH) NUTT., INTRODUCED IN GEORGIA, FOR THE
 CONTENT OF ALKALOIDS AND THE ESTABLISHMENT OF MICROSTRUCTURAL DIAGNOSTIC
 SIGNS OF THE PLANT

¹TSMU, I. Kutateladze Institute of Pharmacochimistry, Tbilisi, Georgia;

²TSMU, Direction of pharmacognosy and pharmaceutical botany, Tbilisi, Georgia.

SUMMARY

The research aimed to investigate qualitative and quantitative composition of alkaloids from M. aquifolium (Pursh) Nutt. (fam. Berberidaceae), as well as to determine the authenticity of raw materials on the basis of microstructural diagnostic features. Qualitative TLC and GC/MS analysis of substances obtained by liquid-liquid extraction from above- and underground vegetative organs of Mahonia aquifolium (Pursh) Nutt, in the presence of reference compounds, identified representatives of the protoberberine, aporphine and bis-benzylisoquinoline groups of biologically active alkaloids.

Study of the microstructural peculiarities of the M. aquifolium revealed the following: in the central cylinder of the root of M. aquifolium, the phloem is perixilar, the wood armature is thick-walled, the conducting vessels are chaotically scattered; roots covered with velamen cells, the conducting tissue is represented by collateral type bundles. Rectilinear pavement cells of the shoot epidermis are stitched; the stomata are complex, stomata satellites are tetraset, less often hexaset; in the conducting system the phloem is compressed, while the xylem is radial and consists of spiral, porous and roundly thickened vessels; the radial beams are multilayered. M. aquifolium leaf is bifacial, hypostomatic, with the mesophyll of dorsoventral structure; the basal cells of the adaxial and abaxial epidermis of the leaf are nonstitched, curvilinear, curved type; stomata of the anomocytic type; collateral conductive bundles are embedded into mechanical tissue. In the midvein of the leaf differentiated collateral vascular bundles are surrounded by mechanical elements.

Keywords: alkaloids, *Mahonia*, microstructural diagnostic

Семейство барбарисовых (*Berberidaceae* Torr. et Grey) объединяет 19 родов и около 755 видов алкалоидоносных растений [1]. Одним из представителей этого семейства, заслуживающего внимание, является род Магонии (*Mahonia* Nutt.), родиной которого считается Восточная Азия, Северная и Центральная Америка. По номенклатурным данным The Plant List род Магонии насчитывает 50 видов среди которых 7 видов: *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.; *Mahonia bealei* (Fort.) Carr; *Mahonia fortune* (Lindl. Fedde); *Mahonia japonica* (Thunb.) DC.; *Mahonia lomariifolia* Takeda; *Mahonia wagneri* Join., *Mahonia napaulensis* DC. интродуцированы на территории Грузии. Причем, большая часть вышеперечисленных видов, произрастает в ботаническом саду Батуми, на берегу Черного моря, в условиях влажного субтропического климата [1,3,4,5].

Богатые геоморфологические и почвенно-климатические условия Грузии способствуют не только произрастанию в природе, но и создают благоприятные условия для интродукции иноземных растений. Виды рода *Mahonia* в природных и в культивируемых условиях представлены вечнозелеными, в основном низкорослыми кустарниками высотой до 1м, листья – темно-зелёные, которые приобретают красновато-бронзовый окрас осенью, цветы ярко-жёлтого

цвета, ягоды - голубовато-зелёные. На основе фенологических наблюдений интродуцированные виды Магонии проходят полноценный жизненный цикл развития, мало подвержены болезням, устойчивы к паразитам, эффективно размножаются семенами после стратификации, зелеными черенками, а также корневыми побегами [1,2,3].

В виду того, что биоэкологические и геоморфологические условия в определенной мере влияют на биохимизм растений, а также из-за малочисленности дикопрорастающих видов семейства барбарисовых, особое внимание заслуживают интродуцированные растения, относящиеся к сем. Berberidaceae [3]. Учитывая итоги исследований зарубежных ученых, связанные с изучением химического состава растений видов Магонии, данные о целесообразности использования его как лекарственного сырья в медицинской практике, а также, принимая во внимание результаты, проведенного нами предварительного скрининга на достоверность алкалоидности исследуемого объекта, дали предпосылки к более глубокому фитохимическому изучению выше перечисленных видов растений на содержание биологически активных алкалоидов с целью создания в перспективе потенциально биологических и фармакологически активных галенных субстанций [6-12].

Среди представителей рода Магонии особый интерес и широкое применение в народной и практической медицинах нашла *Магония поддуболистная* (*Mahonia aquifolium* (Pursh)) Nutt.) [7,8]. Основные биологически активные вещества, входящие в состав всех вегетативных органов растения, - изохинолиновые алкалоиды (известно около 2500 представителей этого класса), а семейства: *Anonaceae*, *Berberidaceae*, *Fumariaceae*, *Hernandiaceae*, *Papaveraceae* являются богатыми источниками изохинолиновых оснований, которые проявляют широкий спектр фармакологических активностей: антифунгицидную, антирадикальную, цитотоксическую, антиоксидантную, антигистаминную, антимикробную, гипогликемическую и др. [9,15,16,17,18].

С давних времен в китайской народной медицине экстракт из *Магонии поддуболистной* применяли при различных болезнях кожи (экзема, псориаз, угревая сыпь, герпес и пр.). На сегодняшний день, лечебные свойства этого растения не потеряли своей актуальности и продолжают широко использоваться в медицинских целях. В кожной патологии псориазу принадлежит одно из ведущих мест. По данным ВОЗ, этим заболеванием во всем мире страдают более 125 млн. из них 1/3 – тяжелыми формами: эритродермической, пустулезной и артропатической. По литературным данным, лекарственные препараты, созданные на основе матричной настойки из *M. aquifolium* содержат сумму активных алкалоидов, среди которых доминантом является фармакологически активный алкалоид берберин. Их назначают в регрессивной стадии заболевания после отмены терапией ГКС и кератолитическими топическими препаратами, в период ремиссии для ухода за кожей в очагах поражения, кроме этого, они способствуют увеличению продолжительности безрецидивного периода за счет улучшения состояния кожи и достижению быстрого регресса оставшихся высыпаний, а также обладают мягким терапевтическим эффектом, характеризуются отсутствием ярковыраженных побочных явлений. Исходя из сказанного поиск альтернативных лекарственных средств в топической терапии псориаза весьма актуален [12,13,15,18,20].

В виду того, что интродуцированные виды Магонии произрастающие на территории Грузии до сегодняшнего дня не были изучены и учитывая тот факт, что наиболее распространенным, а значит наиболее доступным сырьем среди выше указанных видов, является *M. aquifolium*, целью наших исследований было изучение указанного растения на достоверность алкалоидности, качественного и количественного состава алкалоидов, а также определение подлинности растительного сырья на основе микроструктурных признаков.

Материалы и методы: Объектом исследования было растение *Mahonia aquifolium* Nutt, собранное в флористическом районе Картли: N41.75775° E044.76271°, Н-485m, 2021 г. Экспериментальный образец находится в хранилище гербария ТГМУ института фармакохимии И. Кутателадзе, ТВРН - № 21343 (рис.1.).



рис 1. *M. aquifolium*
образец гербария

Качественный и количественный анализ вегетативных органов растений на содержание алкалоидов. По 20г измельченных надземных и подземных органов растения экстрагировали этиловым спиртом при нагревании на водяной бане, затем настаивали в течении суток при комнатной температуре. Экстракт фильтровали, отгоняли органический растворитель на вакуум-ротационном аппарате, после чего остаток растворяли в 2N HCl и проводили реакции осаждения алкалоидов реактивами Драгендорфа, Вальсера, Зоненштейна, Майера, а также кремневольфрамовой и пикриновой кислотами [21].

Объекты, которые проявляли положительную реакцию на алкалоиды, были подвергнуты дальнейшему анализу: по 50г надземных и подземных органов Магонии поддуболистной подвергали форэкстракции этилацетатом и гексаном (1:4) для удаления экстрактивных веществ. После отделения растительного материала от растворителя фильтрацией, сырье высушивали, предварительно подщелачивали NH_4OH , а затем исчерпывающе экстрагировали хлороформом в соотношении растительный материал - экстрагент (1:10). Объединенные хлороформные извлечения сгущали под вакуумом до $\frac{1}{4}$ от первоначального объема. Сгущенную сумму алкалоидов обрабатывали 10% H_2SO_4 . Сернокислые извлечения подщелачивали 25% NH_4OH до pH 8-9. Водно-щелочной маточник исчерпывающе экстрагировали хлороформом. Объединенные хлороформные извлечения промывали до нейтральной реакции промывных вод, обезвоживали безводным сульфатом натрия, сгущали. Очищенные, растворимые в хлороформе общие суммы алкалоидов в целях очистки от фенольных производных промывали 4% раствором едкого натрия. В результате выход фенольных и нефенольных фракций, полученных из вегетативных органов Магонии поддуболистной, в пересчете на воздушно-сухое сырье составил: 0,6% (фенол. фр.) и 0,9 % (нефенол. фр.).

Идентификацию алкалоидов проводили методом тонкослойного хроматографирования на пластинках Silicagel₂₅₄, Merck в системах: бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:1); хлороформ - метанол - 10% NH_4OH (15:4:1); детекторы – пары йода, реактив Драгендорфа, в присутствии истинных образцов референт-свидетелей.

Разделение нейтральных липидов проводили методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) на пластинке LS 5/40 (Chemapol, Prague, Czech Republic, 20см x 20см, толщина покрытия 0,5мм) в системе: петролейный эфир - диэтиловый эфир - ледяная уксусная кислота (85:14:1); детекторы: пары йода, 30,0% серная кислота с последующим подогревом до получения цветной реакции.

Материал для изучения особенностей микроструктуры как надземных, так и подземных вегетативных органов *M. aquifolium*, были собраны в условиях средней влажности. Для аналитических срезов выбор объектов производили со среднего яруса вегетативных органов растения. Поперечные, продольные и поверхностные препаратные образцы изготавливали от руки

на живом материале, окрашивая 1% раствором сафранила (время окраски 24 часа). Срезы помещали на предметное стекло в каплю глицерина и просматривали в световом (Carl Zeiss, Jeneval) микроскопе. Фотоматериал фиксировали цифровым фотоаппаратом (Canon Digital IXVS 75), результаты обрабатывали в компьютерной программе Adobe Photoshop-2007.

Результаты и обсуждение. Анализ вегетативных органов вида *Mahonia* - *M. aquifolium* собранного в фазе полного цветения - плодоношения в окрестностях Тбилиси на содержание суммы алкалоидов в пересчете на воздушно-сухое сырье выявил: выход общей суммы алкалоидов подземных, надземных вегетативных органов растения составляет 0,58% и 1,02% соответственно. (Табл.1)

Таблица 1. Содержание алкалоидов и их распределение по вегетативным органам растения рода Mahonia, интродуцированного на территории Грузии.

№	Вид Mahonia	Вегетативный орган	Сумма алкалоидов в % на в/с вес		Качественный анализ суммы алкалоидов на ТСХ в присутствии свидетелей
			Фен. фракция	Нефен. фракция	
1	Mahonia aquifolium	Корни	0,3	0,28	Берберин, Ятропорицин, Пальматин, Магнофлорин, Бермамин.
2		Многолетние ветки	0,1	0,12	
3		Молодые ветки	-	0,02	
4		Листья	-	0,02	
5		Цветоножка	-	0,17	
6		Цветы	0,2	0,09	
7		Плоды	-	0,3	

В результате качественного анализа в хлороформе растворимых сумм алкалоидов *Mahonia aquifolium* в присутствии истинных свидетелей методом тонкослойного хроматографирования было установлено, что основными компонентами субстанции являются фармакологически активные алкалоиды – берберин, ятропорицин, пальматин, относящиеся к протобербериновой группе алкалоидов; магнофлорин – принадлежащий к апорфиновой группе и бисбензилизохинолиновый алкалоид бермамин. Также на основании GC/MS анализа было подтверждено присутствие алкалоидов изокорицина и гидрастина.

Согласно технологической классификации известно, что показатели констант сил основностей и степеней полярности алкалоидов взаимосвязаны, что наглядно проявляется во время хроматографирования в тонком слое ($R_f \leq 0,8$ – алкалоид относится к среднеосновным и среднеполярным соединениям, а $R_f > 0,8$ – к слабоосновным и слабополярным производным). Исходя из этого, подвижность идентифицированных алкалоидов, входящих в состав суммы, находятся в пределах средне и слабополярных оснований, что предположительно дает возможность использования в качестве экстрагента из растительного сырья, как органические растворители, так и водные растворы органических и неорганических кислот [22].

На основании качественного анализа семян *Магонии поддуболистной (Mahonia aquifolium)* методом ТСХ, было установлено, что помимо суммы алкалоидов присутствует фракция нейтральных липидов, содержащая следующие основные классы: углеводороды; триглицериды; жирные кислоты.

Изучение особенностей микроструктуры растения Mahonia aquifolium показало: согласно анализу микроструктурного строения корня *M. aquifolium*, центральный цилиндр массивный, зона коры небольшая. В центральном цилиндре корня единство слоев луба, древесины и камбия нарушается рядами расходящихся в ширину радиальных лучей. Луб периксиллярный; в центральном цилиндре развит либриформ коры, разделенный 5-6, или 10-рядными радиальными лучами. В толстостенной арматуре древесины хаотично разбросаны крупнопросветные проводящие сосуды. В сердцевине центрального цилиндра в радиальном направлении расположены элементы первичной ксилемы, толстостенная арматура древесины, кольцевые, спиральные и сетчатые сосуды, в центральной зоне - полигональные клетки одинакового размера (Рис.2.А.).

При исследовании корневой поросли *M. aquifolium* обнаруживается приподнятый по отношению к эпидермису устьичный аппарат. Заметны поднятые замыкающие клетки устьиц, воздушная полость и 4 или, в некоторых случаях, 6 побочных клеток. Сама покровная ткань является кутинизированной, под ней откладываются клетки веламена, за тканью которого следует экзодерма, при этом вода из веламена по ее клеткам течет в кору; проводящая ткань у корневых побегов Магонии пучковатая; в цилиндре склеренхимы отмечено удаленное друг от друга расположение коллатеральных проводящих пучков (Рис.2.В.).

Основоположные клетки эпидермиса побега *M. aquifolium* строчные, прямолинейные. Отмечается прямое или наклонное положение периклиальных стенок клеток эпидермиса, в то время как антиклинальные стенки всегда линейны и параллельны друг другу. Структурные элементы устьичного аппарата эпидермиса расположены по отношению к основоположным клеткам параллельно. Устьице сложная, замыкающие клетки устьичного аппарата чечевицевидные, равноутолщенные; сателлиты устьиц тетрасектные, вокруг которых расположены четыре прилегающие клетки латерально. Кроме этого, отмечаются гексасектные устьицы, вокруг которых расположены шесть прилегающих клеток: 4 латерально и 2 параллельно по отношению замыкающих клеток устьиц (Рис.2.Д.).

Внутреннее строение побега *M. aquifolium* идентично строению стебля. Стебель Магонии кожистый; в коре различают зоны колленхимы смешанного типа и зоны массивной склеренхимы; заметна тенденция облитерации паренхимных клеток коры; отмечается дифференциация клеток с тонкостенным, полисадообразного габитусом на нижней границе склеренхимной ткани; за последней следует зона вторичных паренхимных клеток коры. Транзиторная система в виде тесно примыкающих друг к другу проводящих пучков, расположенных по одному кругу. Флоэма прижатая, ксилема лучеобразная (Рис.2.С.). В древесине дифференцированы клетки либриформа и просветы сосудов; последние преимущественно крупного калибра. Фиксируются в основном спирально- или пористо-, реже округлоутолщенные сосуды. Радиальные лучи многорядные и заполнены запасными веществами. Медуллярная ткань однообразна и состоит из густо расположенных толстостенных полигональных клеток (Рис.2.Е.,F.).

Лист *M. aquifolium* бифациальный, по расположению устьиц – гипостоматический а мезофилл - дорсовентральной структуры. Основоположные клетки адаксиального и абаксиального эпидермиса листа *M. aquifolium* нестрочные, криволинейные, кривостеночного типа. Аномоцитного типа устьицы обильно и хаотично расположены в нижней эпидермальной ткани листа; замыкающие клетки устьичного аппарата чечевицевидные, равноутолщенные; устьичная щель имеет крупный овальный контур. В мезофилле листа заметны как типичные палисадные, так и атипичные, полисаднообразные клетки. Проводящие пучки и анастомозы представлены с большой частотой; проводящие пучки коллатерального типа, внедренные в механическую ткань.

Главная жилка листа *M. aquifolium* характеризуется толстым, кутинизированным эпидермисом, под ней простирается сначала хлоренхима, а потом склерифицированная ткань. Паренхимные клетки главной жилки листа полигональные; проводящие пучки коллатерального типа, между пучками преимущественно расположены механические элементы. В пучковой древесине дифференцированы просветы трахеид и сосудов.

Таким образом, в результате скрининга, растение *Mahonia aquifolium* Nutt., было отнесено к достоверно алкалоидоносным представителям флоры Грузии. Качественный анализ в тонком слое помог выявить следующее: во всех вегетативных органах исследуемого образца были идентифицированы алкалоиды, принадлежащие к классу изохинолиновых алкалоидов, известных своими многообразными фармакологическими активностями.

Выводы: в результате качественного анализа в хлороформе растворимых сумм алкалоидов *Mahonia aquifolium* в присутствии истинных свидетелей методом тонкослойного хроматографирования было установлено: основными компонентами субстанции являются фармакологически активные алкалоиды – берберин, ятроноризин, пальматин, относящиеся к протобербериновой группе алкалоидов; магнофлорин – принадлежащий к апорфиновой группе и бисбензилизохинолиновый алкалоид бербамина. На основании GC/MS анализа было подтверждено присутствие алкалоидов: изокоридина и гидрастина. Помимо суммы алкалоидов присутствует

фракция нейтральных липидов, содержащая следующие основные классы: углеводороды; триглицериды; жирные кислоты.

В результате проведенного исследования установлены микроструктурные диагностические особенности вегетативных органов надземных и подземных частей *Mahonia aquifolium* Nutt. имеющие большое значение для идентификации перспективных лекарственных растений: в центральном цилиндре корня *M. aquifolium* луб периксиллярный, арматура древесины толстостенная, крупно просветные проводящие сосуды хаотично разбросаны. В корневом порасле *M. aquifolium* под покровной тканью откладываются клетки веламена; проводящая ткань пучковая, отмечаются коллатеральные проводящие пучки. Основоположные клетки эпидермиса побега *M. aquifolium* строчные, прямолинейные; устьице сложная, сателлиты устьиц тетрасектные, реже - гексасектные; в проводящем системе флоэма прижатая, ксилема лучеобразная; в ксилеме фиксируются спиральные, пористые и округлоутолщенные сосуды; радиальные лучи многорядные. Лист *M. aquifolium* бифациальный, по расположению устьиц – гипостоматический а мезофилл – дорсовентральной структуры; основоположные клетки адаксиального и абаксиального эпидермиса листа нестрочные, криволинейные, кривостеночного типа; устьицы аномоцитного типа; проводящие пучки коллатерального строения, внедренные в механическую ткань. В главной жилке листа *M. aquifolium* дифференцированные коллатеральные проводящие пучки опоясанные механическими элементами. Каждый из признаков может быть использован при установлении подлинности лекарственного сырья.

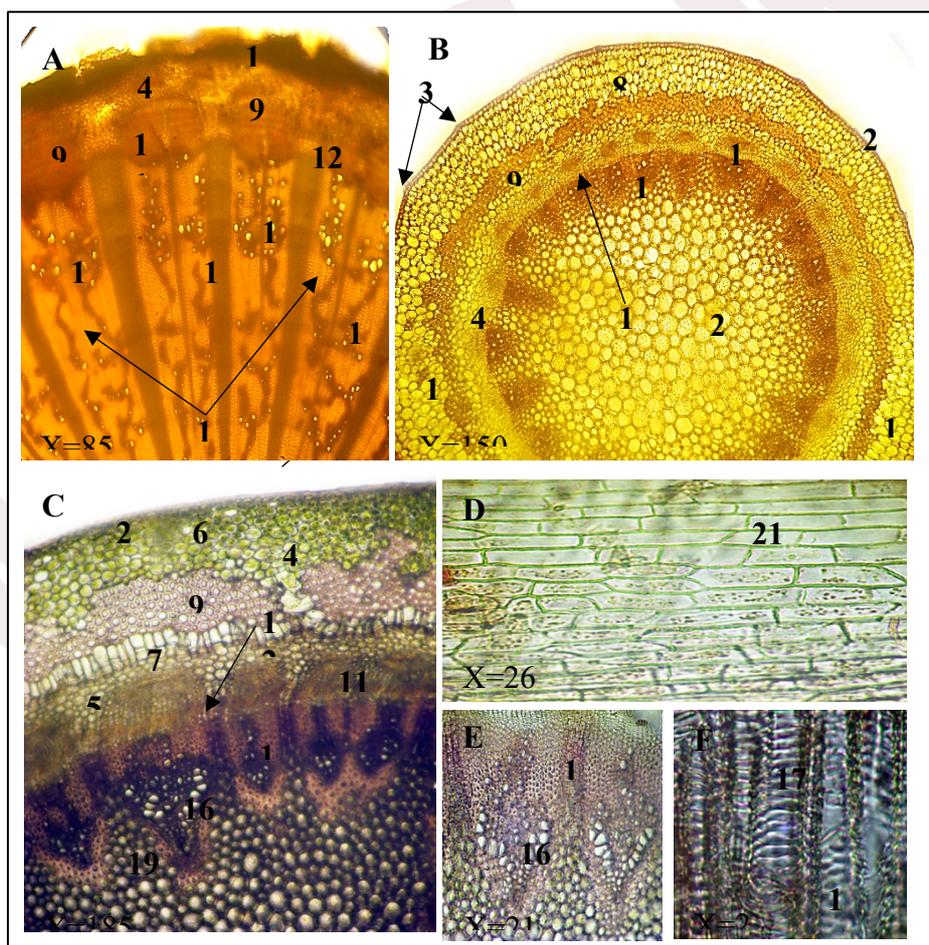


Рис. 2. Микроструктурные особенности осевых органов *M. aquifolium*

А. Фрагменты структур корня, В. корневого порасля и С. стебля; D. Эпидермис побега; E. Проводящая ткань стебля; F. Сосуды древесины: 1. Покровная ткань; 2. Эпидермис; 3. Устьице; 4. Кора; 5. Вторичная коровая паренхима; 6. Колленхима; 7. Атипичные полисадние клетки; 8. Веламен; 9. Склеренхима; 10. Экзодерма; 11. флоэма; 12. Камбий; 13. Древесина; 14. Толстостенные клетки древесины; 15. Многорядный луч; 16. Проводящие сосуды; 17. Спиральные и 18. пористые сосуды древесины; 19. Полигональные клетки перимедулярной паренхимы; 20. Сердцевина; 21. Прямолинейные основоположные клетки

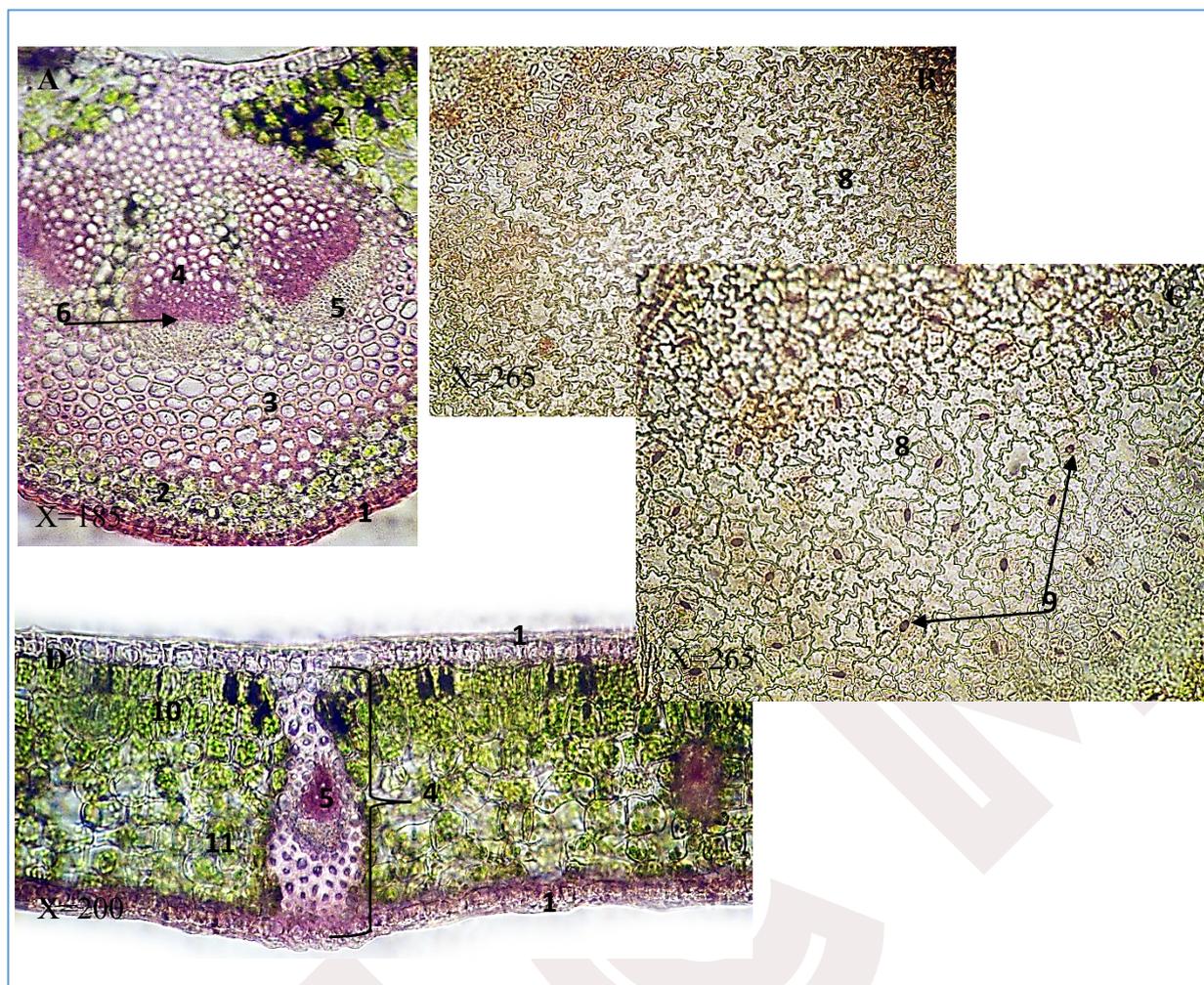


Рис. 3. Микроструктурные Особенности листа *M. aquifolium*

А. Панорама структуры главного жилка листа; В. Основоположенные клетки верхнего и С. нижнего эпидермиса листа; D. Дорсовентральная структура листа: 1. эпидермис, кутикула; 2. Хлоренхима; 3. Клетки склеренхимы; 4. Коллатеральный проводящий пучок; 5. Флоема; 6. Камбий; 7. Древесина; 8. Кривостеночные клетки; 9. Аномоцитный тип устьиц; 10. Палисадная и 11. губчатая паренхима листа.

Литература:

1. theplantlist.org/1.1browse/A/Berberidaceae/;
2. სხიერელი ვ. ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია, თბილისი, 1983, ტ.6, 525
3. С.А. Романадзе, М.В.Метревели. Биоэкология видов рода *Mahonia* Nutt в ботаническом саду. 17-ая международная: Экологические проблемы XXI века. Минск, Сб. трудов конф., 2017, 2, 42-43;
4. ა. მაყაშვილი. ბოტანიკური ლექსიკონი, მეცნიერება, 1991, 48;
5. Дмитриева А.А. Определитель растений Аджарии. Том 1;
6. P.Goetz, K.Ghedira. *Mahonia aquifolium* (Pursh.) Nutt. (Berberidaceae): *Mahonia*. *Phytotherapie*, 2014, 12, 189-193;
7. He J.M, Mu Q. The medicinal uses of the genus *Mahonia* in traditional Chinese medicine: An ethnopharmacological, phytochemical and pharmacological review. *J. Ethnopharmacol.* 2015, 175 668-683.
8. Riley D.S. *Mahonia aquifolium*. In: *Materia Medica of New and Old Homeopathic Medicines*. Springer, Berlin, Heidelberg. 2018, 151-153
9. Dejan Godevac, Ana Damjanovic, Tatjana P.Stanojkovic, Boban Anđelkovic, Gordana Zdunic. Identification of cytotoxic metabolites from *Mahonia aquifolium* using H NMR – based metabolomics approach. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 2018, 150, 9-14;
10. Slobadnikova L., Kost'a'lova', Labudova D., et al. Antimicrobial activity of *Mahonia aquifolium* crude extract and its major isolated alkaloids. *Phytother Res.* 2004, 18, 674-676;

11. Найдович Л.П., Фесенко Д.А., Ростоцкий Б.К. Алкалоиды *Mahonia aquifolium*. Химия природных соединений. 1970, 6, 775;
12. Liu X, Jiang W, Su M, Sun Y, Liu H, Nie L, Zang H Quality Evaluation of *Mahonia bealei* (Fort.) Carr. Using Supercritical Fluid Chromatography with Chemical Pattern Recognition. *Molecules*. 2019, 24(20), 3684.
13. Janeczek M, Moy L, Lake EP, Swan J. Review of the Efficacy and Safety of Topical *Mahonia aquifolium* for the Treatment of Psoriasis and Atopic Dermatitis. *J Clin Aesthet Dermatol*. 2018; 11(12): 42-47.
14. Л.Ш.Тогаева, И.М.Корсунская, Л.Р.Сакания, А.А.Лавров. Возможности мази „Псориаген“ в терапии псориаза. Эффективная фармакотерапия. 25/2013. Дерматовенерология и дерматокосметология, 2, 20-24
15. Eun-Jeong Lee Peter J. Facchini. Tyrosine Aminotransferase Contributes to Benzylisoquinoline Alkaloid Biosynthesis in Opium Poppy, *Plant Physiol*. 2011; 157(3): 1067–1078
16. *Ranunculales Medicinal Plants, Biodiversity, Chemodiversity and Pharmacotherapy*, 2018, 394;
17. Марьин А.А, Каломнец Н.Э. Лекарственные растения и биологически активные вещества противогрибкового действия. Фундаментальная и клиническая медицина. 2017, 2 (4), 45-55.
18. Rackova L., Majekova M., Kost'alo D., Stefek M. Antiradical and antioxidant activities of alkaloids isolated from *Mahonia aquifolium*. Structural aspects. *Bioorg Med. Chem.*, 2004, 12, 4709-4715.
19. *Journal of clinical and aesthetic dermatology*, 2018 Dec; 11(12): 42–47. Published online 2018 Dec 1.
20. The severity of psoriasis <https://www.novartis.com/news/severity-psoriasis>
21. Государственная фармакопея. М.: Медицина; XI(2),1990: 115,116,124,125, 577, 579, 585.
22. Арипова Х.Н. Технология производства алкалоидов. Автореф. дис. на соиск.уч.ст.док.хим.наук, Ташкент; 1979.

ნიკა თოდუა², დავით ჭინჭარაძე², ქეთევან მჭედლიძე¹, ჯემალ ანელი¹, ნინა ვაჩნაძე¹

საქართველოში ინტროდუცირებული *MAHONIA AQUIFOLIUM* (PURSH) NUTT., ალკალოიდების შემადგენლობის შესწავლა და მცენარის მიკროსტრუქტურული სადიფენსტიკო ნიშნების დადგენა

¹თსუ, ი. ქუთათელაძის ფარმაკოქიმიის ინსტიტუტი. თბილისი, საქართველო;

²თსუ, ფარმაკოგნოზისა და ფარმაცევტული ბოტანიკის მიმართულება, თბილისი, საქართველო.

რეზიუმე

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა საქართველოში ინტროდუცირებული *M. aquifolium* (Pursh) Nutt. (*сем. Berberidaceae*) შესწავლა ალკალოიდების შემცველობაზე, მათი თვისობრივი და რაოდენობრივი შემადგენლობის განსაზღვრა, მცენარეული ნედლეულის იგივეობის დადგენა მიკროსტრუქტურული მახასიათებლების საფუძველზე. *M. aquifolium* მინისზედა და მინისქვეშა ვეგეტატიური ორგანოების სითხე-სითხოვანი ექსტრაქციის ბიოლოგიურად აქტიური სუბსტანციის თვისობრივი ანალიზის შედეგად, რომელიც რეფერენტ-მონშეთა თანხლებით წარმოებდა თვექ მეთოდით, ასევე GC/MS სპექტრული ანალიზის საფუძველზე ბიოლოგიურად და ფარმაკოლოგიურად აქტიური ალკალოიდების იდენტიფიცირების შესაძლებლობა მოგვეცა. ისინი მიეკუთვნებიან პროტობერბერინის, აპორფინის და ბისბენზილიმიქინოლინის ჯგუფის ალკალოიდებს.

M. aquifolium ვეგეტატიურ ორგანოთა მიკროსტრუქტურული აგებულების შესწავლის შედეგად დადგინდა: ფესვში ლაფანი პერიქსილარულია, მერქანში აისახება სქელგარსიანი არმატურა და ქაოტურად განწყობილ გამტარ ჭურჭელთა დიდკალიბრიანი სანათურები. ფესვის ამონაყარში დიფერენცირებულია ველამინის უჯრედები; გამტარი ქსოვილი წარმოდგენილია კოლატერალური ტიპის კონებით. მაჰონიას ყლორტის ეპიდერმისის ფუძემდებარე უჯრედები მწყობრად დაგვირისტებული, სწორხაზოვანია; ბაგე რთული, უპირატესად ტეტრაექტური ან იშვიათად გექსაექტურ სატელიტიანი; გამტარ ქსოვილში ფლოემა მჭიდროდ, ხოლო ქსილემა სხივისებრ განწყობილია; ქსილემაში ფიქსირდება სპირალური, ფოროვანი და რგოლურად გარსგასქელებული გამტარი ჭურჭლები, რადიალური სხივები მრავალმწკრივიანია. მაჰონიას

ფოთოლი ბიფაციალური, ჰიპოსტომატური, ღორბოვენტრალური სტრუქტურისაა; ფოთლის აბაქსიალური და ადაქსიალური ეპიდერმისის ფუძემდებარე უჯრედები არადაგვირისტებული, მრუდხაზოვანი, მრუდკვლლიანი ტიპით წარმოდგება; ბაგე ანომოციტური აგებულებით გამოირჩევა; კოლატერალური სახის გამტარი კონები შემოსაზღვრულია მექანიკური ქსოვილით. ფოთლის მთავარ ძარღვში დიფერენცირებულია ასევე მექანიკური ქსოვილით გარემოცული კოლატერალური ტიპის გამტარი კონა.

НИКА ТОДУА², ДАВИД ЧИНЧАРАДЗЕ², КЕТЕВАН МЧЕДЛИДЗЕ¹,
ДЖЕМАЛ АНЕЛИ¹, НИНА ВАЧНАДЗЕ¹

**ИЗУЧЕНИЕ *MAHONIA AQUIFOLIUM* (PURSH) NUTT., ИНТРОДУЦИРОВАННОЙ В
ГРУЗИИ, НА СОДЕРЖАНИЕ АЛКАЛОИДОВ И УСТАНОВЛЕНИЕ
МИКРОСТРУКТУРНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ РАСТЕНИЯ**

¹ТГМУ, Институт Фармакохимии им. И. Кутателадзе, Тбилиси, Грузия; ²ТГМУ, направление фармакогнозии и фармацевтической ботаники, Тбилиси, Грузия

РЕЗЮМЕ

Целью исследования было изучение растения *M. aquifolium* (Pursh) Nutt. (сем. *Berberidaceae*) на достоверность алкалоидности, качественного и количественного состава алкалоидов, а также определение подлинности растительного сырья на основе микроструктурных признаков. Качественный анализ биологически активных субстанции, проведенный методом ТСХ анализа, в присутствии референт-свидетелей, а также спектральный анализ GC/MS, дали возможность идентифицировать биологически и фармакологически активные алкалоиды, которые были отнесены к протобербериновой, апорфиновой и бисбензилизохинолиновой группам алкалоидов.

При изучении особенностей микроструктуры растения *Mahonia aquifolium* было выявлено: В центральном цилиндре корня *M. aquifolium* луб периксиллярный, арматура древесины толстостенная, крупнопросветные проводящие сосуды хаотично разбросаны; в корневом поросле *M. aquifolium* под покровной тканью откладываются клетки веламена; проводящая ткань пучковатая, отмечаются коллатеральные проводящие пучки. Основоположные клетки эпидермиса побега *M. aquifolium* строчные, прямолинейные; устьице сложная, сателлиты устиц тетрасектные, реже-гексасектные; в проводящем системе флоэма прижатая, ксилема лучеобразная; в ксилеме фиксируются спиральные, пористые и округлоутолщенные сосуды; радиальные лучи многорядные. Лист *M. aquifolium* бифациальный, по расположению устьиц – гипостоматический а мезофилл – дорсовентральной структуры; основоположные клетки адаксиального и абаксиального эпидермиса листа нестрочные, криволинейные, кривостеночного типа; устьицы аномоцитного типа; проводящие пучки коллатерального строения, внедренные в механическую ткань; в главной жилке листа *M. aquifolium* дифференцированы коллатеральные проводящие пучки опоясанные механическими элементами.

