

УДК 581.412 + 581.192

¹Н.М. Мухитдинов, ²Р.А. Музычкина,
²Д.Ю. Корулькин, ¹А.А. Аметов, ¹Н.В. Курбатова*,
¹К.Т. Абидкулова

¹Научно-исследовательский институт проблем биологии и биотехнологии
КазНУ им. аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы

²Центр физико-химических методов исследования и анализа
КазНУ им. аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы

*E-mail: kurbatova_nv77@mail.ru

Анатомо-морфологическое и фитохимическое исследование некоторых видов рода *Polygonum L.*

В статье приводятся описания анатомо-морфологических особенностей вегетативных органов казахстанских видов: *Polygonum scabrum* Moench., *Polygonum amphibium* L., *Polygonum undulatum* Murr. Comm. Gotting. и *Polygonum minus* Huds. Fl. Angl., имеющих промышленные запасы на территории Республики Казахстан. Отмечены их биометрические показатели и диагностические признаки, которые отражают индивидуальные черты характерные для каждой из рассматриваемой части растения. Проведен качественный и количественный анализ на содержание основных групп биологически активных веществ различных частей указанных видов *Polygonum*. Установлено наличие углеводов, кумаринов, фенолов, аминок-, феноло- и жирных кислот, антрахинонов и флавоноидов. Изучен микроэлементный состав зольных остатков растений. Впервые приведены результаты сравнительного фитохимического исследования БАВ в листьях и стеблях растений.

Ключевые слова: *Polygonum L.*, анатомо-диагностические признаки, фитохимический состав.

N.M. Muchitdinov, R.A. Muzychkina, D.Yu. Korulkin,
A.A. Ametov, N.V. Kurbatova, K.T. Abidkulova

Anatomic-morphological and phytochemical research of some kinds of *Polygonum L.* species

Results of studying of anatomic-morphological features of vegetative organs of *Polygonum scabrum* Moench, *Polygonum amphibium* L., *Polygonum undulatum* Murr. Comm. Gotting. and *Polygonum minus* Huds. Fl. Angl., having industrial quantities in the territory of the Republic of Kazakhstan are given in article. Results of qualitative component and quantitative composition of carbohydrates, coumarins, phenols, phenolic, amino- and fatty acids, anthraquinones and flavonoids on aboveground organs of plants are for the first time presented.

Key words: *Polygonum L.*, anatomic-morphological characters, phytochemical composition.

Н.М. Мухитдинов, Р.А. Музычкина, Д.Ю. Корулькин,
А.А. Аметов, Н.В. Курбатова, К.Т. Абидкулова

Polygonum L. туысының кейбір түрлерін анатомия-морфологиялық және фитохимиялық зерттеу

Мақалада *Polygonum L.* туысының Қазақстанда кездесетін өндірістік қорлары бар кейбір түрлерінің (*Polygonum scabrum* Moench., *Polygonum amphibium* L., *Polygonum undulatum* Murr. Comm. Gotting. және *Polygonum minus* Huds. Fl. Angl.) вегетативтік мүшелерінің анатомия-морфологиялық ерекшеліктері келтірілген. Алғаш рет ол өсімдіктердің жер үстіндегі мүшелерінде кездесетін көмірсулар, кумариндер, фенолдар, амин-, феноло- және май қышқылдары, антрахинондар және флавоноидтар компоненттеріне сандық және сапалық талдау жасау нәтижесі берілген.

Түйін сөздер: *Polygonum L.*, анатомо – диагностикалық ерекшеліктері, фито-химиялық құрамымен.

Введение

Значимость анатомо-морфологических исследований заключается в систематизации анатомо-диагностических признаков, в теоретическом обосновании и разработке единых требований к микроскопическому описанию лекарственного растительного сырья, в подборе условий и разработке методик определения подлинности и доброкачественности микроскопическим методом лекарственного растительного сырья и лекарственных форм из него.

В действующую Государственную фармакопею Республики Казахстан [1] включено около 30 наименований видов лекарственного растительного сырья, которое утверждено по контролю качества и подлинности. Однако, если брать во внимание общий список дикорастущих лекарственных растений, то только по Алматинской области, число растений в среднем составляет более 200 видов. Это свидетельствует о том, что, несмотря на имеющиеся многочисленные научные данные, ряд видов остаются не зафиксированы нормативной документацией, хотя и представлены для реализации в аптечной сети [2].

Проведение анатомо-морфологических и фитохимических исследований вышеупомянутых видов было связано с приоритетами Государственной программы о лекарственной политике страны, предусматривающей внедрение высокоэффективных, безопасных и доступных лекарственных средств через наиболее полное использование отечественных сырьевых ресурсов.

Одним из наиболее перспективных в этой связи является семейство *Polygonaceae*, представленное во флоре Казахстана 8 родами: 49 видами горцев, 23 видами щавелей, 4 видами ревеней, 4 видами таранов и т.д. 52 вида растений этого семейства широко используются народной медициной разных стран, 49 видов этого семейства имеют в Казахстане достаточные для промышленного освоения дикорастущие запасы, 26 из них легко культивируются [3].

Для растений рода *Polygonum* общеизвестно противотуберкулезное, противоопухолевое, противовоспалительное, кровоостанавливающее, гепато-протекторное действие. При этом казахстанские виды горцев характеризуются значительно более высоким содержанием биологически активных веществ полифенольного типа по сравнению с импортируемыми в Казахстан российскими и украинскими аналогами [4, 5].

Все вышесказанное свидетельствует о высокой актуальности анатомо-морфологических и фитохимических исследований казахстанских видов *Polygonum* L., разработки и создания с целью введения их в официальную медицину в качестве сырья для создания и производства эффективных отечественных фитопрепаратов широкого спектра физиологического действия на их основе.

Впервые представленный в статье комплекс биологических и химических данных 4 изучаемых видов горцев, является основой для разрабатываемой авторами Фармакопейной статьи для Государственной фармакопеи Республики Казахстан.

Материалы и методы

Объектами исследований явились виды рода горцев (*Polygonum* L.) из семейства гречишные (*Polygonaceae*): *Polygonum scabrum* Moench. (горец шероховатый), *Polygonum amphibium* L. (горец земноводный), *Polygonum undulatum* Murr. Comm. Gotting. (горец волнистый) и *Polygonum minus* Huds. Fl. Angl. (горец малый), заготовленные в фазу цветения в предгорьях Заилийского Алатау.

Для микроскопического исследования были взяты вегетативные органы горцев. Анатомические препараты были изготовлены с помощью микротомы с замораживающим устройством ТОС-2. Толщина анатомических срезов составляла 10-15 мкм. При изготовлении препаратов использовались принятые в анатомии растений методы [6].

Образцы заготовленного сырья высушивали, измельчали до размера частиц 3-7 мм и использовали для экстракции индивидуальными и смешанными экстрагентами.

Качественный состав растений и фракций определяли методами хроматографии на бумаге с использованием специфических реакций на основные группы природных соединений. Количественное определение обнаруженных групп природных соединений проводили по методикам Государственной фармакопеи и разработанной авторами методологии фитохимического анализа [1, 7-9].

Результаты и их обсуждение

Проведенные исследования, показали, что в анатомическом строении корней у *Polygonum*

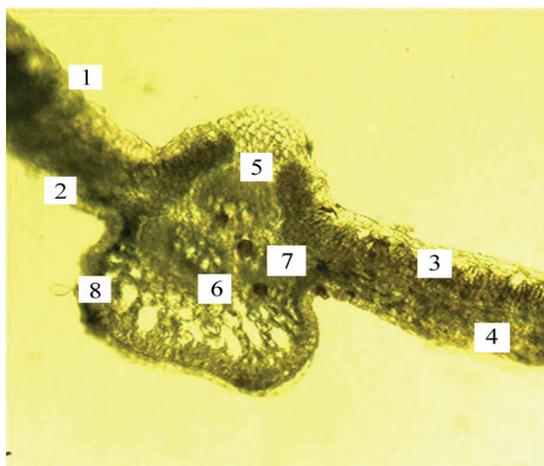
amphibium, *P.minus* и *P.undulatum* прослеживается идентичное – первичное строение, а у *Polygonum scabrum* – вторичное строение корня.

Лист *Polygonum scabrum* – дорзовентрального типа. Эпидермис в ряде случаев покрыт одноклеточными волосками и кутином. Внешняя стенка клеток верхнего эпидермиса утолщена, стенки клеток эпидермиса слегка выпуклые, расположены вдоль оси, продолговатые. Клетки нижнего эпидермиса по сравнению с клетками верхнего эпидермиса немного меньше, округлой формы, с многочисленными устьицами. Устьичный комплекс расположен на уровне эпидермиса, воздушные щели под устьицами просматриваются. Губчатый мезофилл состоит из паренхимных клеток неправильной формы. Между которыми, образуется система крупных межклетников. Клетки столбчатого мезофилла более мелкие и короткие, межклетников не образуют. На поперечном срезе было отмечено в центральной части листа наличие двух закрытых коллатеральных проводящих пучков. В структуре пучков хорошо развиты флоэма и ксилема. Сверху и снизу к пучкам примыкают группы клеток с неравномерно утолщенными стенками. В структуре листа горца отмечены включения округлой формы (рис. 1).

При рассмотрении поперечного среза стебля горца шероховатого (ув. 10x) отмечен тип стебля – эустела. Были рассмотрены: первичная кора, центральный цилиндр, ксилема и флоэма, а также сердцевинная паренхима. Биометрические показатели следующие: толщина первичной коры $52,064 \pm 1,198$ мкм, диаметр сердцевинной паренхимы $715,012 \pm 6,523$ мкм, площадь ксилемных сосудов $675,681 \pm 26,578$ кв.мкм. Следует обратить внимание на то, что площадь ксилемных сосудов стебля в два раза меньше, чем эти же показатели площади у корня. На поверхности анатомического препарата стебля горца шероховатого виден однорядный эпидермис, состоящий из округло-продолговатых плотно сомкнутых клеток. На некоторых участках стебля прослеживается наличие эпидермальных образований в виде простых волосков. Под эпидермисом расположены слои представляющие паренхиму коры, которая состоит из нескольких слоев (3-4) хлорофиллоносных клеток, продолговатой формы между которыми видны элементы первичной флоэмы и немногочисленные склеренхимные толстостенные клетки, представленные в сечении стебля фрагментарно. Флоэма состоит из тонкостенных ситовидных элементов и сопровождающих клеток. Сосуды

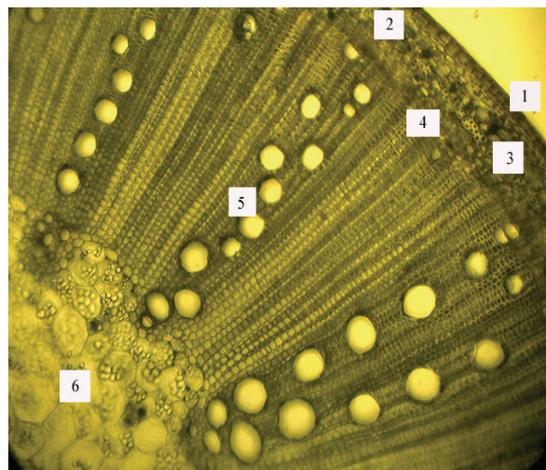
ксилемы представлены чередующимися лучами. Вследствие деятельности камбия проводящая зона стебля состоит из массивов луба и древесины, на поперечных срезах – колец. Массив луба и древесины по радиусам пересекаются тяжами паренхимы. В лубе, в связи с утолщением стебля, сердцевинные лучи расширяются вследствие делений составляющих их паренхимных клеток. Между флоэмой и ксилемой рассматривается камбиальный слой. В центре стебля располагается сердцевинная паренхима с включениями, представленная крупными средне- и широкопросветными сосудами ксилемы (рис. 1).

В связи с тем, что для медицинского применения в большей части у *Polygonum amphibium* ведется сбор надводных листьев, поэтому проводилось их более детальное исследование. Листья горца земноводного 5-12 см длиной и 1,5-4 см шириной. У водной формы – листья, плавающие на поверхности воды, продолговатые, коротко заостренные; с округленным основанием, длинно черешковые, гладкие, лоснящиеся. У рассматриваемого вида (ув. 10x) четко прослеживается гетерофилия – различие строения надводных и подводных листьев на одной и той же особи. Листовые пластинки очень тонкие, отмечено, что у погруженных листьев упрощенное строение мезофилла без заметной дифференциации на палисадную и губчатую паренхиму. Подводные листья без устьиц. В отдельных местах находятся группы клеток эпидермиса с утонченными стенками. Верхний эпидермис с утолщенным слоем кутикулы и множеством устьиц, его толщина $7,97 \pm 0,43$ мкм. нижний эпидермис листьев, соприкасающийся с водой, не имеет устьиц. Толщина нижнего эпидермиса $7,93 \pm 0,48$ мкм. У плавающих листьев, в отличие от подводных, наблюдается отчетливая дифференциация мезофилла на палисадную (толщина $65,98 \pm 1,34$ мкм) и губчатую ткани (толщина $46,96 \pm 2,31$ мкм). Сложение тканей листа рыхлое с крупными межклетниками. Межклетники (воздухоносные полости) окружены клетками живой паренхимы, они пронизывают все растение от корней и до соцветий. Сильнее развиты механические элементы и проводящие пучки в числе четырех. В структуре пучков хорошо развиты флоэма и ксилема. Сверху и снизу к пучкам примыкают группы клеток с неравномерно утолщенными стенками. Среднее значение диаметра проводящих пучков $102,43 \pm 3,63$ мкм. В структуре листа горца отмечены включения округлой формы – диаметром $14,98 \pm 0,52$ мкм. Общая толщина листа в среднем – $115,45 \pm 3,11$ мкм (рис. 2).



а

1 – верхний эпидермис, 2 – нижний эпидермис 3 – столбчатый мезофилл, 4 – губчатый мезофилл, 5 – верхний проводящий пучок, 6 – нижний проводящий пучок, 7 – включения, 8 – межклетники в губчатом мезофилле листа



б

1 – эпидермис, 2 – паренхима коры, 3 – клетки склеренхимы, 4 – камбий, 5 – сосуды ксилемы, 6 – сердцевинная паренхима

Рисунок 1 – Анатомическое строение листа (а) и стебля (б) *Polygonum scabrum*

При рассмотрении поперечного среза стебля горца земноводного (ув. 10х) тип стебля – эустила. Отмечены: первичная кора, центральный цилиндр с воздухоносной полостью, проводящие пучки, сердцевинная паренхима с многочисленными включениями. Биометрические показатели следующие: толщина первичной коры $75,21 \pm 4,29$ мкм, диаметр центрального цилиндра $432,57 \pm 9,44$ мкм, диаметр воздухоносной полости $289,33 \pm 7,79$ мкм, площадь ксилемных сосудов $174,66 \pm 21,37$ кв.мкм (рис. 2).

При рассмотрении листа *Polygonum minus* Huds. с поверхности ($20\times$) видны крупные клетки верхнего эпидермиса с извилистыми стенками, со слабо утолщенным слоем кутикулы и малым количеством устьиц; толщина верхнего эпидермиса $12,15 \pm 0,20$ мкм. Устьица с обеих сторон листа, окружены 2-4 околоустьичными клетками (аномоцитный тип). На поверхности имеются мелкие сидячие бесцветные или светло-бурые железки, состоящие из 2-4 клеток. Эпидермис нижней стороны листа, имеет меньшие по размеру, плотно сомкнутые с толстыми клеточными стенками клетки; устьица встречаются в большем количестве. Толщина нижнего эпидермиса $12,9 \pm 0,43$ мкм. По краю пластинки и по жилке с нижней стороны листа расположены редкие, очень грубые конусовидные пучковые волоски, сросшиеся по длине из нескольких одноклеточных волосков. Наблюдается нечеткая дифференциация мезофилла на

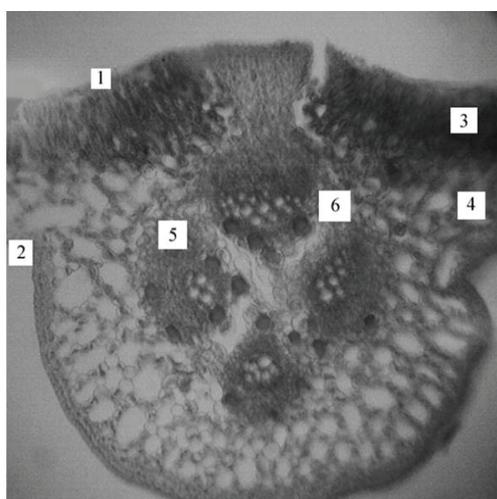
столбчатую (толщина $34,74 \pm 0,63$ мкм) и губчатую ткани (толщина $37,37 \pm 0,88$ мкм). Клетки столбчатого мезофилла расположены в 1 слой. Губчатый мезофилл рыхло примыкает к нижнему эпидермису, так как между его клетками отмечены многочисленные крупные межклетники. Слабо развиты механические элементы. Клетки склеренхимы встречаются единично или группами вокруг проводящего пучка. Жилки – коллатеральные закрытые пучки. Проводящий пучок – центральный. Ксилема обращена к верхнему эпидермису, а флоэма – к нижнему. Напротив центральной жилки под кожицей расположены группы колленхимных клеток. Общая толщина листа в среднем – $70,03 \pm 1,02$ мкм (рис. 3).

На поперечном срезе ($20\times$) стебля горца малого видно, что он покрыт толстостенным однослойным эпидермисом с тонкой кутикулой. Эпидермис, состоит из продолговато-округлых плотно сомкнутых клеток. Под эпидермисом располагается первичная кора, включающая паренхиму мезодермы, расположенную в 2-3 слоя плотно сомкнутых мелких клеток, округлой формы и однослойную крупноклеточную тонкостенную паренхиму эндодермы. Эндодерма выражена неотчетливо и встречается отрывистым слоем слегка утолщенных клеток. Под паренхимой эндодермы расположены группы клеток склеренхимы, которые в ряде случаев могут образовывать слой клеток склеренхимы. Далее располагаются

проводящие пучки в числе от 10 до 12. Пучки коллатеральные открытые, ориентированы кольцом под склеренхимными клетками. Между пучками хорошо видна межпучковая камбиальная зона. В центре среза – паренхима сердцевины, состоящая из крупных паренхимных клеток, расположенных довольно рыхло, здесь встречаются включения округлой формы, достаточно крупные. Следует отметить, что в качестве анатомо-диагностического признака в стебле горца малого отмечаются включения двух типов округлой формы, как в структуре первичной коры (с тёмным содержимым), так и в структуре центрального

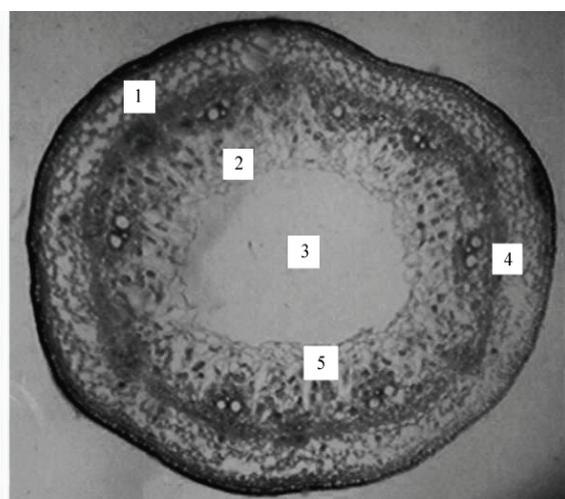
цилиндра (со светлым содержимым). Биометрические показатели следующие: толщина первичной коры $46,91 \pm 0,53$ мкм, диаметр центрального цилиндра $323,15 \pm 30,01$ мкм, площадь ксилемных сосудов $133,78 \pm 6,95$ кв.мкм (рис. 3).

В результате анатомо-морфологического исследования было определено, что горец малый, отличается более мелкими размерами, тонкими приподнимающимися или лежащими стеблями, более узкими линейно-ланцетными или линейными листьями, короткими раструбами с длинными ресничками по краю и редкими волосками на поверхности.



а

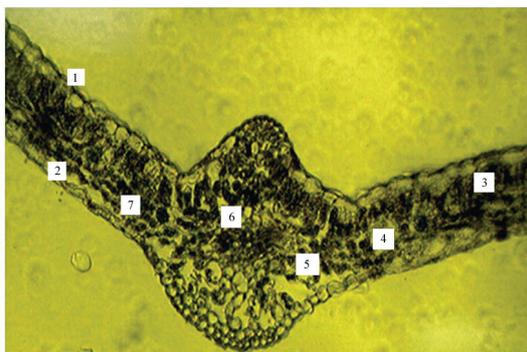
1 – верхний эпидермис, 2 – нижний эпидермис
3 – столбчатый мезофилл, 4 – губчатый мезофилл,
5 – проводящий пучок, 6 – включения



б

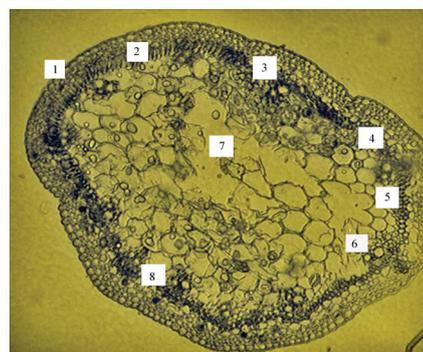
1 – первичная кора, 2- центральный цилиндр,
3 – воздухоносной полостью,
4- проводящие пучки, 5 – включения

Рисунок 2 – Анатомическое строение листа (а) и стебля (б) *Polygonum amphibium*



а

1 – эпидермис верхней стороны листа, 2 – эпидермис
нижней стороны листа, 3- столбчатый мезофилл,
4 – губчатый мезофилл, 5 – межклетники в губчатом мезо-
филле, 6 – центральный проводящий пучок, 7- включения



б

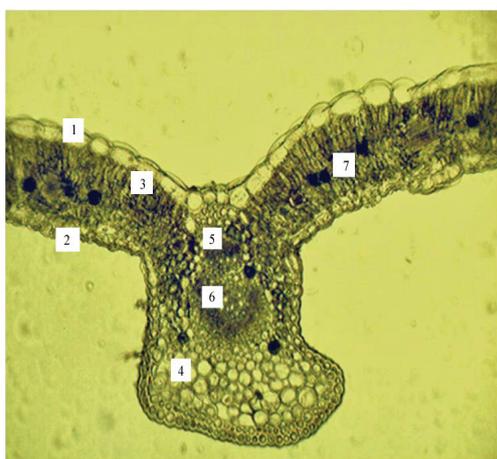
1 – эпидермис, 2- первичная кора, 3- паренхима
мезодермы, 4- эндодерма, 5- группы клеток склеренхимы,
6 – проводящие пучки, 7 – паренхима сердцевины,
8 – включения

Рисунок 3 – Анатомическое строение листа (а) и стебля (б) *Polygonum minus*

При рассмотрении листа *Polygonum undulatum* с поверхности ($20\times$) видны крупные клетки верхней эпидермы с утолщенным слоем кутикулы и незначительным количеством устьиц; толщина верхнего слоя $12,76\pm 0,49$ мкм. Эпидерма нижней стороны листа, имеет значительно меньшие по размеру, плотно сомкнутые с толстыми клеточными стенками клетки; устьица встречаются в большем количестве. Толщина нижнего эпидермиса $11,3\pm 0,31$ мкм. Наблюдается отчетливая дифференциация мезофилла на столбчатый (толщина $46,09\pm 0,95$ мкм) и губчатую ткани (толщина $41,65\pm 0,56$ мкм). Клетки столбчатого мезофилла расположены в 2 слоя. Губчатый мезофилл примыкает к нижней эпидерме, в некоторых его клетках друзы. Развита механические элементы. Жилки – коллатеральные закрытые пучки. Проводящие пучки в числе двух. Ксилема верхнего, более мелкого пучка, обращена к нижней эпидерме, а флоэма – к верхней, в противоположность этому строению, ксилема более крупного, нижнего пучка обращена к верхней эпидерме, а флоэма – к нижней. Сверху и снизу к пучкам примыкают группы клеток с неравномерно утолщенными стенками (участки склеренхимы). Напротив крупных жилок под кожицей расположены группы колленхимных клеток. Среднее значение диаметра проводящих пучков $62,31\pm 4,74$ мкм. В структу-

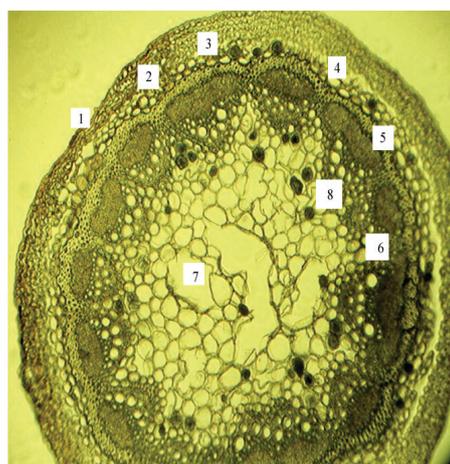
ре листа горца – многочисленные включения округлой формы. Общая толщина листа в среднем – $87,21\pm 1,48$ мкм (рис. 4).

На поперечном срезе ($20\times$) горца волнистого видно, что стебель покрыт толстостенной однослойной эпидермой с тонкой кутикулой. Эпидерма, состоит из округлых плотно сомкнутых клеток. Под эпидермой – первичная кора, включающая паренхиму мезодермы, расположенную в 3-4 слоя плотно сомкнутых мелких клеток, продолговато-округлой формы и однослойную достаточно мелкоклеточную тонкостенную паренхиму эндодермы. Эндодерма выражена отчетливо сплошным слоем слегка утолщенных клеток. Под паренхимой эндодермы расположена многослойная толстостенная склеренхима из перидикла. Далее располагаются проводящие пучки в числе от 12 до 15. Пучки коллатеральные открытые, ориентированы кольцом под склеренхимой, некоторые пучки частично погружены в склеренхиму. Между пучками хорошо видна межпучковая камбиальная зона. В центре среза – паренхима сердцевинны, состоящая из крупных паренхимных клеток, расположенных довольно рыхло, здесь встречаются выделительные клетки. Биометрические показатели следующие: толщина первичной коры $55,49\pm 1,13$ мкм, диаметр центрального цилиндра $272,57\pm 6,35$ мкм, площадь ксилемных сосудов $143,99\pm 7,53$ кв.мкм. (рис. 4).



а

1 – эпидерма верхней стороны листа, 2 – эпидерма нижней стороны листа, 3- столбчатый мезофилл, 4 – губчатый мезофилл, 5 – верхний проводящий пучок, 6 – нижний проводящий пучок, 7- включения



б

1 – эпидерма, 2- первичная кора, 3- паренхима мезодермы, 4- эндодерма, 5- склеренхима, 6 – проводящие пучки, 7 – паренхима сердцевинны, 8 – включения

Рисунок 4 – Анатомическое строение листа (а) и стебля (б) *Polygonum undulatum*

Фитохимическое исследование горцев шероховатого, земноводного, волнистого и малого проводилось с использованием 30% водно-спиртовых извлечений капельным и

хроматографическим методами в присутствии аутентичных образцов, а также количественным анализом идентифицированных групп БАВ (таблица 1).

Таблица 1 – Идентифицированные вещества горцев

Вещества	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Углеводы, %	4,92	8,23	3,11	7,02	6,47	9,23	5,84	8,67
Глюкоза	+	+	+	+	+	+	-	-
Арабиноза	+	+	+	+	+	+	+	+
Галактоза	+	+	-	+	-	+	+	+
Фруктоза	+	-	-	-	-	+	-	+
Ксилоза	-	+	-	+	+	-	+	+
Рамноза	+	+	+	+	-	+	+	+
Кумарины, %	3,01	4,25	2,62	2,89	5,14	4,93	3,97	3,44
Умбеллиферон	+	+	+	+	+	+	+	+
Скополетин	-	+	-	+	+	+	+	+
Фенолы, %	0,56	0,49	0,23	0,31	0,42	0,48	0,14	0,17
Пирокатехин	-	+	-	+	+	+	-	+
Пирогаллол	+	+	+	+	-	+	+	+
Резорцин	+	+	+	-	-	-	+	+
Гидрохинон	+	+	+	+	+	+	-	+
Флороглюцин	+	+	+	-	+	+	+	+
Фенолоксиклоты, %	5,42	5,12	4,86	4,49	4,28	4,75	2,29	3,41
Галловая	-	+	-	+	+	+	+	+
Протокатеховая	+	+	+	+	-	-	-	+
Кофейная	-	+	+	-	+	+	-	+
Сиреневая	+	+	+	+	-	-	-	-
Коричная	+	+	-	-	-	+	-	+
п-оксибензойная	+	+	+	+	+	+	+	+
Антрахиноны, %	8,22	8,57	6,46	9,11	7,23	8,81	6,19	7,57
Хризофанол	+	+	+	+	+	+	+	+
Эмодин	+	+	-	+	+	+	+	+
Антрагаллол	+	+	+	+	+	+	-	+
Флавоноиды, %	7,73	9,59	6,82	5,57	6,34	6,91	7,88	9,75
Кверцетин	+	+	+	+	+	+	+	+
Мирицетин	-	+	-	-	+	-	+	+
Рутин	+	+	+	+	+	+	+	+
Изорамнетин	+	+	+	-	-	+	-	+
Авикулярин	-	+	+	-	+	+	+	+
Югланин	+	+	+	+	-	-	-	+
Аминокислоты, %	1,01	1,14	0,97	1,04	0,79	0,84	1,25	1,48
Лейцин	+	+	+	+	+	-	-	+
Аспарагиновая кислота	+	-	-	+	+	+	+	+

Продолжение таблицы 1

Метионин	-	+	+	-	+	-	+	-
Изолейцин	+	+	+	+	+	+	+	+
Триптофан	+	+	+	+	+	+	-	+
Глицин	-	+	+	+	-	+	+	+
Аланин	-	+	+	+	+	+	+	+
Глутаминовая кислота	+	-	+	+	+	-	-	+
Лизин	-	+	+	+	-	+	-	-
Валин	-	+	-	-	+	+	+	+
Фенилаланин	+	+	-	+	-	+	+	+
Аргинин	+	+	+	+	+	+	-	+
Пролин	+	+	+	-	-	+	+	+

Примечание: P1 – *Polygonum scabrum* листья, P2 – *Polygonum scabrum* стебли, P3 – *Polygonum amphibium* листья, P4 – *Polygonum amphibium* стебли, P5 – *Polygonum undulatum* листья, P6 – *Polygonum undulatum* стебли, P7 – *Polygonum minus* листья, P8 – *Polygonum minus* стебли.

Как следует из таблицы 1, все изучаемые виды горцев богаты биологически активными веществами различной природы, при этом содержание идентифицированных метаболитов в листьях, в среднем, на 7,3-18,5% ниже, по сравнению с содержанием в стеблях растения. Из этого следует, что при промышленной заготовке

указанных видов *Polygonum*, нет необходимости разделять надземную часть растения по органам для последующей переработки, что значительно упростит технологический процесс.

В таблице 2 представлены результаты определения состава жирных кислот методом газовой хроматографии [7].

Таблица 2 – Состав жирных кислот травы горцев (в % к сумме жирных кислот)

Вещества	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Лауриновая	1,17	0,91	0,88	0,95	2,18	1,94	2,41	2,27
Миристиновая	2,94	3,41	3,11	3,65	2,41	2,57	3,95	3,52
Пальмитиновая	19,44	21,48	9,89	9,73	14,11	17,46	16,34	17,88
Стеариновая	3,17	4,41	9,59	10,46	7,91	8,58	9,04	9,89
Олеиновая	16,49	22,19	22,54	19,67	10,55	12,18	17,34	19,11
Линолевая	9,02	12,44	7,67	11,05	11,22	12,08	6,57	7,18
Линоленовая	3,11	2,48	5,62	6,05	4,34	4,12	5,69	5,51
Эйкозановая	1,10	0,84	0,98	1,04	1,42	1,68	1,22	1,13
Эруковая	-	0,62	0,55	0,72	1,01	1,24	0,68	0,81
Бегеновая	1,19	1,28	0,94	0,99	1,63	1,44	2,14	2,27
Нервоновая	1,61	1,00	0,58	0,62	0,61	0,68	1,29	1,22

В образцах травы идентифицировано по 11 жирных кислот; доминируют 3 кислоты: C₁₆ – пальмитиновая (насыщенная), олеиновая и линолевая состава C₁₈ с одной и двумя С=C связями; в сравнимых количествах присутствуют насыщенные C₁₂, C₁₄, C₁₈ и ненасыщенная C₁₈ с тремя С=C связями.

В таблице 3 представлены результаты определения элементного состава в образцах горцев (фаза цветения, %).

Как видно из таблицы, в стеблях изучаемых видов накапливается большее содержание элементов по сравнению с образцами листьев, однако содержание каждого из най-

денных микроэлементов растений не превышает предельно допустимых по требованиям МЗ РК значений, что также позволяет реко-

мендовать комплексную переработку надземной части растений, без предварительного разделения.

Таблица 3 – Содержание элементов в образцах горцев, в % (фаза цветения)

Образцы	Ca	K	Na	Mg	P	S	Cl	Si	Pb	Fe	Zn
P1	0,33	0,45	0,34	0,22	0,06	0,60	0,19	0,13	0,11	0,06	0,24
P2	0,92	0,60	0,58	0,28	0,53	0,41	0,28	0,29	0,97	0,84	0,39
P3	0,64	0,44	0,31	0,19	0,73	0,37	0,46	0,18	0,42	0,33	0,36
P4	0,97	0,52	0,62	0,30	0,82	0,42	0,55	0,23	0,64	0,69	0,41
P5	0,68	0,19	0,48	0,42	0,21	0,19	0,49	0,27	0,13	0,41	0,09
P6	0,79	0,24	0,61	0,49	0,42	0,24	0,67	0,40	0,28	0,78	0,21
P7	0,24	0,38	0,31	0,37	0,17	0,55	0,38	0,09	0,42	0,32	0,14
P8	0,39	0,46	0,45	0,46	0,26	0,42	0,45	0,17	0,59	0,81	0,29

Заключение

В структуре листа и стебля анатомо-диагностическими признаками *P.scabrum* являются: на эпидермисе прослеживаются эпидермальные образования в виде простых волосков и редких железок с содержимым коричневатого цвета, а в паренхиме имеются погруженные вместилища; особенности *P.amphibium*: четко видна гетерофилия, для вегетативных органов в связи с недостатком в воде воздуха характерно сильное развитие воздухоносных полостей, поэтому у растений очень хорошо развита система межклетников, сердцевинная паренхима стебля и листа с многочисленными включениями; особенности *P.minus*: клетки верхнего эпидермиса с извилистыми стенками, со слабо утолщенным слоем кутикулы и малым количеством устьиц. Тип устьичного аппарата – аномоцитный, в структуре листа отмечены многочисленные включения округлой формы, паренхимные вместилища во всех органах отсутствуют; особенности *P.undulatum*: в структуре стебля и листа отмечены многочисленные включения округлой формы, развиты механические элементы, пучки

коллатеральные открытые, ориентированы кольцом под склеренхимой, некоторые пучки частично погружены в склеренхиму. Кроме этого для каждого из исследуемых видов характерна своя биометрическая характеристика вегетативных органов.

Для 4 промышленно значимых казахстанских видов растений горец – *Polygonum scabrum* Moench., *Polygonum amphibium* L., *Polygonum undulatum* Murr. Comm. Gotting. и *Polygonum minus* Huds. Fl. Angl., впервые в сравнительном плане исследован качественный компонентный и количественный состав 8 основных групп БАВ (углеводов, кумаринов, фенолов, феноло-, амино- и жирных кислот, антрахинонов и флавоноидов) по органам надземной части растений. В каждом из изучаемых видов установлено наличие от 39 до 53 веществ, которые могут служить хемотаксономическими маркерами изучаемых видов.

Полученные анатомо-морфологические и диагностические данные позволят дополнить результаты комплексного фитохимического исследования горцев с целью введения данных видов в Государственную фармакопею РК.

Литература

- 1 Государственная фармакопея Республики Казахстан. – Т.1. – Алматы: Жибек жолы, 2008. – 592 с.
- 2 Беклемишев Н.Д. Руководство по работе с лекарственными растениями. – Алматы: Ғылым, 1999. – 232 с.
- 3 Флора Казахстана / под ред. Н.В. Павлова – Алма-Ата, АН КазССР, т.3. – 1960. – С.90-105.
- 4 Муравьева Д.А., Самылина И.А., Яковлев Г.П. Фармакогнозия. – М.: Медицина, 2002. – 656 с.
- 5 Петков В. Современная фитотерапия. – София: Медицина и физкультура. – 1998, 542 с.

- 6 Барыкина Р.П. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. – М.: МГУ, 2004, 312 с.
- 7 Муzychкина Р.А., Корулькин Д.Ю., Абилов Ж.А. Биологически активные вещества растений. Выделение, разделение, анализ. – Алматы: Атамұра, 2006. – 438 с.
- 8 Мамонов Л.К., Муzychкина Р.А. Введение в фитохимические исследования и выявление биологической активности веществ растений. – Алматы: Школа XXI века, 2008. – 216 с.
- 9 Муzychкина Р.А., Корулькин Д.Ю. Методология исследования растительных метаболитов. – Алматы: MV-Print, 2012. – 324 с.

References

- 1 State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan. – Алматы: Silk Way, 2008. – Vol.1. – 592 p.
- 2 Beklemishev N.D. Guide to working with medicinal plants. – Алматы: Gylym, 1999. – 232 p.
- 3 Flora of Kazakhstan / ed. Pavlov N.V. – Алматы, Kazakh SSR Academy of Sciences, 1960. – Vol.3. – P.90-105.
- 4 Muravyova D.A., Samylina .I.A., Yakovlev G.P. Pharmacognosy. – М.: Medicine, 2002. – 656 p.
- 5 Petkov V. Modern phytotherapy. – Sofia: Health and Physical culture, 1998. – 542 p.
- 6 Barykina R.P. Handbook of botanical microtechnology. Bases and methods. – М.: Moscow State University, 2004. – 312 p.
- 7 Muzychkina R.A., Korulkin D.Y., Abilov Z.A. Biologically active substances of plants. Isolation, separation, analysis. – Алматы: Атамұра, 2006. – 438 p.
- 8 Mamonov L.K., Muzychkina R.A. Introduction to phytochemical studies and identification of biological active substances of plants. – Алматы: School XXI Century. – 2008. – 216 p.
- 9 Muzychkina R.A., Korulkin D.Y. The methodology of the study of plants metabolites. – Алматы: MV-Print, 2012. – 324 p.