

Анатомические особенности вегетативных органов *Melampyrum arvense* L. степной зоны Южного Урала

Н.Ф. Гусев, д.б.н., профессор, **А.А. Дрогайцева**, преподаватель, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ; **О.Н. Немерешина**, к.б.н., ФГБОУ ВО ОрГМУ

Одной из актуальных проблем медицинской и биологической науки на современном этапе развития общества является поиск новых источников лекарственного растительного сырья (ЛРС), содержащих комплекс биологически активных веществ и способных пополнить ассортимент лекарственных средств растительного происхождения [1, 2]. Препараты растительного происхождения занимают особое место в профилактике и лечении различных заболеваний. Лекарственные средства, изготовленные на основе ЛРС, обладают различными видами фармакологического действия, не обладают токсичностью и достаточно редко вызывают аллергические реакции в организме человека.

Одним из регионов в РФ, обладающих значительным ресурсным потенциалом в отношении целого ряда лекарственных растений, следует считать Оренбургское Предуралье, где произрастает более полутора тысяч видов сосудистых растений [2].

Исследуя в период ботанических экспедиций (2000–2015 гг.) флористический состав лекарственных растений Южного Урала, мы обратили внимание в первую очередь на виды, применяемые в народной медицине края и являющиеся перспективными для использования в современной фитотерапии. Из многообразия лекарственных растений степной зоны Оренбургского Предуралья интерес представляют виды рода *Melampyrum* L. – марьянника, семейства *Scrophulariaceae* Juss. – норичниковые. В фитоценозах Южного Предуралья встречаются следующие представители рода: *M. cristatum* L. – марьянник гребенчатый; *M. nemorosum* L. – м. дубравный; *M. pratense* L. – м. луговой; *M. arvense* L. – м. полевой [3, 4]. Указанные виды марьянников произрастают почти во всех областях средней полосы РФ [3]. В степной и лесостепной зонах Оренбургского Предуралья (большей частью в центральных районах) наибольшее распространение имеет *M. arvense* [3, 5]. Обширный ареал вида в регионах Урала и Поволжья и широкое применение его в народной медицине обусловило предмет нашего исследования.

Целью представленной работы является изучение анатомического строения надземных органов *Melampyrum arvense* L., произрастающего на территории Южного Урала, и установление диагностических признаков ЛРС.

Материал и методы исследования. Марьянник луговой (*Melampyrum arvense* L.) – однолетнее травянистое полупаразитное растение сем. норичниковых (*Scrophulariaceae* Juss.), мезофит,

в центральных районах Оренбургской области произрастает куртинами (обилие до 4–5 баллов), встречается рассеянно, в лесозащитных полосах с сомкнутостью крон 0,3–0,5, на опушках колков в злаково-разнотравных и разнотравных травостоях с проективным покрытием 30–70%, с обилием 1–4 балла по шкале Друде. В народной медицине применяется под названием чёрная трава, оказывает седативное, нейролептическое действие, нормализует пищеварение, обладает инсектицидным, противовоспалительным, кардиотоническим и ранозаживляющим действием [5, 6]. Настой травы применяют для лечения нервных и сердечно-сосудистых заболеваний, а наружно – в виде примочек при кожных заболеваниях [6]. В народной медицине Оренбургской области траву марьянника полевого в виде настоя применяют для лечения детей при нервных заболеваниях, называемых «родимчик» (судороги), и как успокаивающее при аритмии и неврозах. В ветеринарии настоем травы *M. arvense* используют как ранозаживляющее при лечении крупного рогатого скота [6].

Химический состав ЛРС и анатомо-морфологические признаки *M. arvense* L. изучены недостаточно, особенно на региональном уровне.

Для изучения анатомических признаков надземных органов растения были собраны образцы растений в различных местообитаниях: на остепнённых лугах центральной части региона и в сухостепной зоне южного района Оренбургского Предуралья (табл.).

Анатомию листа и стебля растения изучали на препаратах, изготовленных согласно модифицированному методу, изложенному в отечественной литературе [7]. Для этого исследуемый материал фиксировали в течение суток в растворе молекулярного фиксатора. Затем вырезали фрагменты органа и подвергали автоматической гистологической доводке в аппарате Tissue Tech Xpress (Sakura, Япония). После этого изготавливали парафиновые блоки с исследуемым объектом, с которых делали серийные срезы. Нанесённые на стекло срезы депарафинировали в ксилоле и обесцвечивали жавелевой водой, а затем окрашивали гематоксилином и эозином по стандартной методике. Полученные микропрепараты изучали под микроскопом Nikon Eclipse 50i (Nikon, Япония), оснащённым цифровой камерой, которой производили морфометрию при помощи программы Adobe Photoshop CS5. Использовали инструмент «Линейка» (размеры в пикселях). На каждой микрофотографии присутствовала шкала измерений, откалиброванная при помощи объектива-микрометра «ЛОМО» (ЛОМО, Россия) с ценой деления 0,5 мм. Пиксели переводили в микрометры решением обычной пропорции.

Определение наличия и локализации слизей в растениях проводили на свежих объектах, используя микрохимические реакции [7, 8]. В качестве реактивов использовали раствор метиленовой синий (1:5000) и концентрированный раствор сульфата меди с добавлением едкого калия. При просмотре микропрепаратов под микроскопом места локализации слизей обнаружили по голубому и сине-голубому окрашиванию содержимого клеток растения.

Результаты исследования. Листовая пластинка марьянника полевого имеет типичное дорсовентральное строение с отчётливо выраженным делением на палисадную и губчатую ткани, что характерно для растений семейства *Scrophulariaceae* [2, 9] (рис. 1). Мезофилл листа образован двухрядной палисадной паренхимой, прерываемой над жилкой, и губчатой тканью, расположенной в семь, а иногда – в восемь слоёв. В самых верхних листьях растений дифференциация тканей выражена нечётко. Здесь палисадная ткань однослойная, реже двухслойная, а губчатая расположена в семь рядов клеток со значительным количеством вместилищ со слизью. Высота клеток палисадной ткани от 92,2 до 100 мкм, их ширина 23,0 мкм, а диаметр клеток губчатой паренхимы до 22,13 мкм (табл., рис. 1).

При этом толщина палисадной ткани несколько превышает (более 50%) толщину губчатой паренхимы, что характерно для растений, имеющих ксероморфную структуру. Руководствуясь указанным положением, *M. arvense* следует считать растением мезоформной структуры с тенденцией ксерофитизации [2, 10].

Толщина среднего листа около 365 мкм, а мезофилла – от 269 до 287 мкм (табл. 1). С верхней стороны лист покрыт кутикулой, толщина которой у среднего листа до 3,81 мкм. Клетки эпидермиса на поперечном разрезе имеют прямоугольную форму и слегка вытянуты в длину. Толщина клеток эпидермиса верхней стороны листа около 30 мкм, а эпидерма нижней стороны листа – до 21 мкм (табл., рис. 1).

Клетки эпидермиса верхней стороны листа в плоскости мелкоизвилистые. Длина клеток $71,0 \pm 21,7$ мкм, а их ширина – $30,4 \pm 7,7$ мкм. Клетки эпидермиса нижней стороны листа в плоскости крупноизвилистые. Длина их около 75 мкм, а ширина равна $40,8 \pm 7,1$ мкм.

Устьица располагаются на обеих сторонах листа, причём на эпидермисе верхней стороны в меньшем количестве, до 55 шт. на 1 мм^2 . Количество устьиц на эпидермисе нижней стороны листа до 147 шт. на 1 мм^2 . Устьица ранункулоидного типа, сопровождаемые 3–5 сопровождающими клетками различного размера.

Опушение имеется на обеих сторонах листа, но на нижней стороне, и особенно по краю пластинки, оно несколько обильнее. Простые волоски расположены по всей листовой пластинке, но их количество увеличивается к верхушке листа. Длина

волосков от 40 до 250 мкм. Они бывают одно-, трёх-, реже четырёх – пятиклеточные, с заострёнными и закруглёнными концами, что характерно для растений семейства норичниковых [2, 9].

Главная жилка листа заметно выдаётся с его нижней стороны и имеет один проводящий пучок, заключённый в мощную механическую обкладку с верхней и нижней стороны. Черешок листа (рис. 2) в средней части имеет форму от округло-треугольной до овально-треугольной, с сильно выпуклой нижней и вогнутой верхней сторонами. Проводящая система представлена одним центральным и двумя мелкими боковыми сосудисто-волокнистыми пучками. Сверху и снизу пучка расположены участки склеренхимы. Снаружи пучок окружён кольцом клеток паренхимной обкладки. Основная часть черешка листа представлена крупноклеточной паренхимой, в которой локализованы значительные вместилища слизей. Покровная ткань черешка – эпидерма, наружные стенки клеток которой утолщены. Кутикула на эпидермисе черешка не превышает размеров этой ткани пластинки листа.

Трихомные образования черешка и пластинки листа представлены многочисленными простыми и редко железистыми волосками. На черешке листа волоски отмечены в значительном количестве в той части, которая прилегает к пластинке. На собственно черешке волоски встречаются единично.

Клетки эпидермы и мезофилла листа *M. arvense*, встречающегося в южных районах Оренбургской области (сухостепная зона), несколько мельче по сравнению с растениями, произрастающими на остепнённых лугах центральных районов. Таким образом, у растений, встречающихся в южных засушливых районах области, более выражена толщина кутикулы и мелкоклеточность тканей (табл.).

Характерной особенностью анатомии листа *M. arvense* является наличие вместилищ слизистых веществ, расположенных по всей пластинке

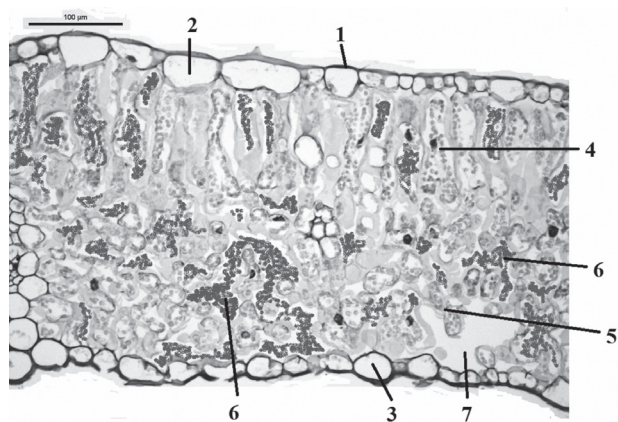


Рис. 1 – Поперечный срез пластинки листа *Melampyrum arvense*:

- 1 – кутикула; 2 – эпидерма верхней стороны листа;
- 3 – эпидерма нижней стороны листа; 4 – палисадная паренхима; 5 – губчатая паренхима; 6 – вместилище слизистых веществ; 7 – воздухоносная полость

Анатомические признаки вегетативных органов *Melampyrum arvense* L.
степной зоны Оренбургского Предуралья (2015 г.)

Анатомические признаки (мкм, шт)	Зональность и местообитание	
	степь. Остепнённые луга (окр. села Саракташ)	степь-залежь, сухо-степная зона (Беляевский район, заповедник «Оренбургский»)
Толщина пластинки листа	336,6±0,12	364,1±0,18
Толщина мезофилла	286,9±0,17	268,4±0,26
Количество слоёв палисадной ткани (шт)	2	2
Количество слоёв губчатой ткани (шт)	7–8	7
Высота клеток палисадной ткани	99,8±0,13	92,2±0,2
Ширина клеток палисадной ткани	22,1±0,1	20,3±0,09
Диаметр клеток губчатой ткани	22,13	21,06
Толщина клеток эпидермы верхней стороны листа	28,6±0,15	24,1±0,11
Толщина эпидермы нижней стороны листа	20,5±0,12	16,9±0,1
Толщина кутикулы верхней эпидермы листа	3,6±0,21	3,8±0,14
Толщина кутикулы эпидермы нижней стороны листа	2,0±0,17	3,1±0,2

органа и в основной ткани черешка (рис. 1, 2). Места локализации слизей в исследуемых образцах при использовании гистохимических реакций [7] принимали голубое и сине-голубое окрашивание.

Стебель *M. arvense* на поперечном срезе округлый, имеет непучковое строение (рис. 3), характерное для семейства норичниковых [2]. Верхняя, средняя и нижняя части стебля не демонстрируют принципиальных отличий анатомического строения и отличаются лишь толщиной тканей. Центральная часть стебля занята крупноклеточной тканью, а в старых стеблях, особенно в нижней части, в сердцевине образуется полость.

Покровная ткань стебля – эпидерма представлена клетками почти прямоугольной формы толщиной до 15 мкм. На эпидерме стебля отмечены простые многоклеточные волоски и в незначительном числе головчатые с одно-, реже – двуклеточной ножкой. Устьица на эпидерме стебля встречаются в небольшом количестве. Эпидерма стебля в плоскости состоит из клеток с извилистыми утолщёнными стенками до 83 мкм длины и до 32 мкм шириной. Первичная кора широкая (до 380 мкм) и состоит из слабовыраженной колленхимы и крупноклеточной паренхимы с диаметром клеток до 39 мкм.

Эндодерма выражена отчётливо, клетки её на поперечном разрезе вытянуты в тангентальном направлении, имеют овальную форму. Длина их равна 21,5±0,9 мкм, ширина – 8,8±0,3 мкм.

В центральном цилиндре перицикл не выражен и представлен паренхимными клетками. Вторичный луб имеет типичное для двудольных растений строение: состоит из ситовидных трубок, их спутников, лубяной паренхимы и хорошо развитых лубяных волокон. Зона луба узкая и представлена мелкими тонкостенными клетками, наибольший диаметр которых достигает 9 мкм. Толщина флоэмы с ростом растения изменяется незначительно. В период цветения – начала плодоношения растений толщина её достигает 4450 мкм.

Камбий в стебле не выражен, но иногда просматривается довольно слабо. Подобное явление

характерно для периода цветения – начала плодоношения растений [2, 9].

Зона древесины широкая и имеет строение, типичное для двудольных растений. Радиус древесины составляет около 102±5,7 мкм. Сосуды располагаются правильными радиальными рядами, пространство между которыми занято паренхимными клетками. Диаметр просветов сосудов достигает 27 мкм. Сердцевинные лучи выражены не вполне отчётливо. Сердцевина занимает значительную часть центрального цилиндра стебля и достигает в диаметре 1070 мкм. Сердцевина представлена крупными тонкостенными клетками в центре стебля до 75 мкм и более мелкими в перимедулярной зоне, с диаметром около 15 мкм.

Анатомическое строение цветonoса сходно со стеблем и отличается толщиной тканей.

В стебле *M. arvense* обнаружено значительное количество вместилищ со слизью, образованных путём перерождения (растворения) оболочек клеток. Они локализуются в клетках паренхимы коры, эндодермы и флоэмы, образуя крупные вместилища. Отдельные участки слизей обнаружены в ксилемной части и перимедулярной зоне (рис. 3).

Растения, произрастающие в условиях резко континентального засушливого климата, в процессе эволюционной адаптации выработали ряд защитных механизмов: мощная кутикула, мелкоклеточность тканей, наличие различных типов трихомы на наземных частях растений, накопление защитных и запасных веществ и другие. Оренбургское Предуралье расположено в степной зоне, где показатели теплообеспеченности и гидротермического режима существенно изменяются в различных районах [11]. При этом в южных и восточных районах Оренбургской области, характеризующихся повышенной инсоляцией и недостатком влаги, нередки засухи и суховеи.

Результаты исследования анатомо-морфологических признаков марьянника полевого свидетельствуют, что растения, произрастающие в различных местообитаниях степной зоны, незначительно

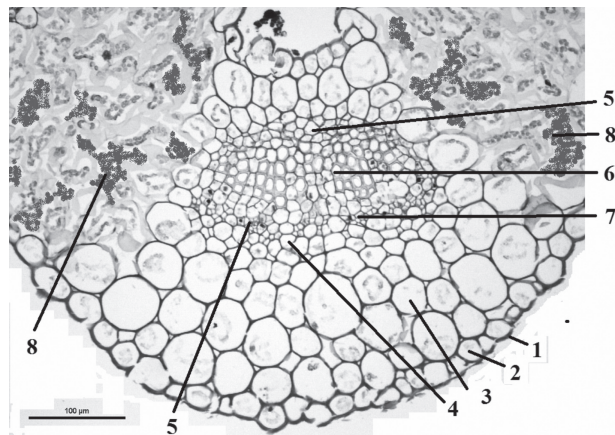


Рис. 2 – Поперечный срез черешка листа *Melampyrum arvense* L.:

1 – кутикула; 2 – эпидерма; 3 – основная ткань; 4 – паренхимная обкладка; 5 – склеренхима; 6 – ксилема; 7 – флоэма; 8 – вместилище слизистых веществ

отличаются по общему габитусу и анатомическим признакам (табл.). При этом установлено, что в тканях надземных органов *M. arvense* имеются многочисленные вместилища слизей. Слизь обнаружены в мезофилле листа марьянника полевого и в основной ткани черешка в виде крупных вместилищ. В стебле растения слизи локализованы в первичной коре, во флоэме, в ксилемной части и в перимедулярной зоне (рис. 3). При этом отмечено, что размеры вместилищ слизистых веществ несколько выше в растениях, произрастающих в сухо-степной зоне в южных районах области.

Известно, что слизи относятся к группе полисахаридов и выполняют в растениях роль резерва углеводов, воды и защитного биокolloида [10]. Поэтому можно предположить, что многочисленные вместилища слизей в тканях надземных органов *M. arvense* являются одним из механизмов адаптации вида к экстремальным условиям в регионе Южного Урала.

Выводы.

1. Анатомическое строение надземных органов *Melampyrum arvense* L. в целом имеет черты, общие для представителей семейства *Scrophulariaceae* Juss.

2. Среди диагностических признаков ЛРС вида представлены: наличие мощной кутикулы и плотно-сомкнутые клетки эпидермы на обеих сторонах листовой пластинки, дорсовентральное строение листа, наличие одного крупного проводящего пучка в черешке листа и наличие вместилищ слизистых веществ в надземных органах растения.

3. Растения *M. arvense*, произрастающие в различных местообитаниях степной зоны Оренбургского Предуралья, в анатомическом плане отличаются незначительно. Палисадная паренхима листа *M. arvense* незначительно превышает (более

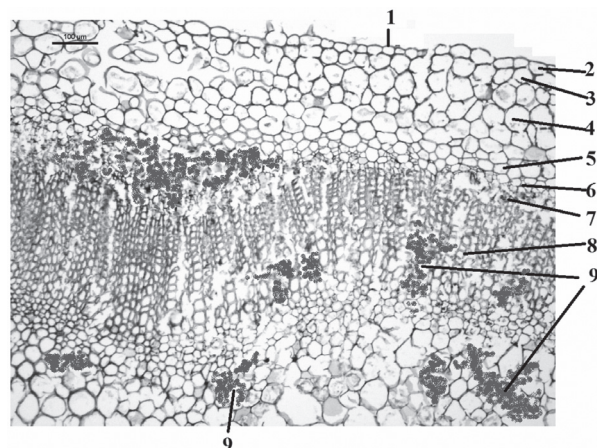


Рис. 3 – Поперечный срез стебля *Melampyrum arvense* L.:

1 – кутикула; 2 – эпидерма; 3 – колленхима; 4 – коровая паренхима; 5 – эндодерма; 6 – перицикл; 7 – флоэма; 8 – ксилема; 9 – вместилище слизей

50%) толщину губчатой ткани, что свидетельствует о мезоморфности вида с тенденцией к ксерофитизации растения.

4. Защитные механизмы в надземных органах *M. arvense* проявляются наличием плотной кутикулы, опушения, а также наличием вместилищ слизистых веществ в тканях, что более выражено у растений, произрастающих в южных районах сухо-степной зоны региона.

5. Вместилища слизей обнаружены во всех надземных органах *M. arvense*, что, вероятно, следует считать одним из механизмов адаптации вида к климатическим условиям степной зоны Южного Урала.

Литература

1. Машковский М.Д. Лекарственные средства: М.: РИА «Новая волна»: Издатель Умеренков. 2014. 12–16 с.
2. Гусев Н.Ф. Биологические особенности и перспективы использования растений рода *Veronica* L. лесостепного и степного Предуралья: автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Оренбург. 2010. 45 с.
3. Флора Европейской части СССР. Л.: Наука. 1981. Т.Б. 378 с.
4. Маевский П.Ф. Флора Средней полосы Европейской части РФ. Изд. 10-е. М., 2006. 601 с.
5. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф. К вопросу изучения антиоксидантной защиты высших растений в условиях влияния атмосферных выбросов предприятий Газпрома // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. № 2 (30). Оренбург, 2011. С. 218–224.
6. Махлаюк В.П. Лекарственные растения в народной медицине. М.: Нива России, 1992. 478 с.
7. Долгова А.А., Ладыгина Е.Я. Руководство к практическим занятиям по фармакогнозии. М.: Медицина, 1987. 256 с.
8. Государственная фармакопея СССР. 11-е изд. Вып. 2. М.: Медицина, 1990. 400 с.
9. Кучеров Е.В., Щелокова Л.Г. Наперстянка крупноцветковая на Урале и её рациональное использование. Уфа: БФАН СССР, 1987. 124 с.
10. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф. Анатомо-морфологические особенности перспективных растений степного Урала *Plautago maxima* Juss. // Биофармацевтический журнал. 2015. Т. 7. № 4. С. 22–30.
11. Энциклопедия «Оренбуржье». Т. 1: Природа. Калуга: «Золотая аллея», 2000. 192 с.