

УДК 581.8:615.32(470.56)

DOI: 10.33284/2658-3135-104-2-142

**О механизмах адаптации и изменчивости анатомической структуры
листа *Filipendula ulmaria* степной зоны Оренбуржья**

О.Н. Немерешина¹, Н.Ф. Гусев², А.В. Филиппова², Ю.В. Рыженко²

¹Оренбургский государственный медицинский университет (г. Оренбург)

²Оренбургский государственный аграрный университет (г. Оренбург)

Аннотация. Оренбургская область расположена в степной зоне с сильными ветрами, повышенной инсоляцией и недостатком увлажнённости, что является стрессом для растений различных экологических групп. Климат области – резко континентальный, характеризующийся высокими амплитудами колебаний годовых, сезонных и суточных температур. В этих условиях растения в процессе онтогенеза вырабатывают механизмы адаптации к неблагоприятным факторам. Одним из растений, произрастающих на территории Оренбургской области, является *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. (лабазник вязолистный), обладающий признаками мезоморфности. В настоящей публикации представлены материалы исследования анатомической структуры листа *F. ulmaria*, встречающегося в различных местообитаниях степной зоны Оренбуржья. Установлено, что лист *F. ulmaria*, произрастающего на остепнённых лугах, при воздействии повышенной инсоляции подвержен изменчивости анатомических признаков, приводящих к усилению ксероморфизма.

Ключевые слова: анатомия растений, *Filipendula ulmaria*, лабазник вязолистный, лекарственные растения, степная зона, засушливость, ксероморфность, Оренбургская область.

UDC 581.8:615.32(470.56)

**On the mechanisms of adaptation and variability of the anatomical structure of *Filipendula ulmaria*
leaf of the steppe zone of the Orenburg region**

Olga N Nemereshina¹, Nikolay F Gusev², Asya V Filippova², Yulia V Ryzhenko²

¹ Orenburg State Medical University (Orenburg, Russia)

² Orenburg State Agrarian Universitatis (Orenburg, Russia)

Summary. Orenburg region is located in a steppe zone with strong winds, high insolation and a lack of moisture, which is a stress for plants of various ecological groups. The climate of the region is sharply continental, characterized by high amplitudes of fluctuations in annual, seasonal and daily temperatures. Under these conditions, plants in the process of ontogenesis develop mechanisms of adaptation to adverse factors. One of the plants growing on the territory of the Orenburg region is *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., which has signs of mesomorphy. This publication presents materials from the study of the anatomical structure of the leaf of *F. ulmaria*, which occurs in various habitats of the steppe zone of the Orenburg region. It was found that the leaf of *F. ulmaria* growing on steppe meadows, when exposed to increased insolation, is subject to variability of anatomical features, leading to an increase in the xeromorphism of the species. The influence of climate - increased solar activity on the leaf structure of plants of various ecological groups was revealed.

Key words: plant anatomy, *Filipendula ulmaria*, meadowsweet, medicinal plants, steppe zone, aridity, xeromorphism, Orenburg region.

Введение.

Поиски новых источников лекарственного растительного сырья (ЛРС) являются актуальной проблемой биологической науки и медицинской практики. Лекарственные растения относятся к ценным возобновляемым ресурсам России и необходимы для развития современной фитотерапии, ветеринарии, пищевой промышленности и косметологии. Богатейшая флора РФ, насчитывающая значительное число дикорастущих лекарственных растений (Чиков П.С., 1983), издавна является источником новых лекарственных средств для народов, населяющих эту обширную территорию.

При этом известно, что в Государственном реестре лекарственных средств (2021) в разделе «Лекарственные растения» значатся около 400 видов лекарственных растений, применяемых в традиционной медицине. Гораздо большее число видов (более 1 тыс.) находят применение в народной медицине России (Кьюсов П.А., 2015), многие из них могут быть перспективными для исследования и последующего внедрения в практику.

Большая часть лекарственных растений сосредоточена в лесной и лесостепной зонах РФ, где возможна заготовка дикорастущего ЛРС, используемого в медицинской практике (Муравьева Д.А. и др., 2007). Оренбургская область расположена в степной зоне и не имеет больших запасов дикорастущих лекарственных растений (Энциклопедия «Оренбуржье», 2000; Немерешина О.Н. и др., 2018), но имеет обширные территории, что отчасти компенсирует относительную бедность флористического состава. В Оренбуржье произрастает более полутора тысяч видов растений (Рябинина З.Н. и Князев М.В., 2009), среди которых нередко встречаются виды, широко применяемые в народной медицине и ветеринарии края и имеющие перспективы для внедрения в практику современной медицины и ветеринарии, производства пищевых и кормовых добавок и лечебной косметики (Немерешина О.Н. и др., 2018). Одним из таких перспективных растений, Южного Урала и Поволжья, является лабазник вязолистный – *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., не изученный в отношении влияния климата на анатомическую структуру вида, что представляет предмет настоящего исследования.

На общий габитус растений, встречающихся в области, и их анатомо-морфологические признаки оказывают влияние в первую очередь почвенно-климатические условия (Рябинина З.Н., 2003; Грошева О.А. и др., 2019). Наш интерес к исследованию особенностей анатомической структуры лабазника обусловлен тем, что территория области характеризуется резко континентальным климатом с жарким, засушливым летом и холодной, нередко малоснежной зимой (Энциклопедия «Оренбуржье», 2000), что отражается на особенностях анатомии и морфологии видов растений. Влияние климата на структуру растений и их адаптацию к засухе ранее изучались некоторыми авторами в отношении культивируемых растений (Алехин В.В., 1986). Однако влияние повышенной солнечной активности на анатомию дикорастущих растений, встречающихся в засушливой зоне, изучено недостаточно (Немерешина О.Н. и Гусев Н.Ф., 2015).

В растительных сообществах степной зоны Урала нередко доминируют растения, обладающие признаками ксероморфизма (Рябинина З.Н., 2003). Однако на обширной территории области представлены все растительные группировки, где отмечены также лекарственные и кормовые растения мезоморфной и ксероморфной структуры (Рябинина З.Н. и Князев М.В., 2009; Немерешина О.Н. и др., 2018). Причём признаки ксероморфности, как механизмы адапциогенеза, наблюдаются не только у ксерофитов, но и у растений-мезофитов, встречающихся на остепнённых участках, что нами ранее было выявлено у ряда травянистых растений Южного Урала (Немерешина О.Н. и Гусев Н.Ф., 2015; Немерешина О.Н. и др., 2018).

Лабазник вязолистный – многолетнее травянистое растение семейства Rosaceae Adans. (розовцветные). Лабазник вязолистный используется на территории Урала и Сибири как лекарственное, кормовое, медоносное, красильное и пищевое растение, входящее в состав чайных смесей (Жизнь растений..., 1981). В качестве лекарственного растительного сырья (ЛРС) используются листья, трава и корневища лабазника вязолистного (Кьюсов П.А., 2015). Обычно применяют водные извлечения из ЛРС (настои и отвары) и масляные экстракты (Кьюсов П.А., 2015). Препараты из лабазника применяются при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, как противовоспалительное и вяжущее средство. Наружно препараты вида применяются для лечения кожных заболеваний (сыпи и эрозии), а в косметике – для улучшения состояния и роста волос (Кьюсов П.А., 2015). Это многолетнее лекарственное растение полезно в рационе крупного рогатого скота (Кьюсов П.А., 2015).

Ранее нами в надземной части *Filipendula ulmaria*, встречающейся в степной зоне Оренбургской области, обнаружен комплекс антиоксидантов (Гусев Н.Ф. и др., 2019) и микроэлементов (Немерешина О.Н. и др., 2020). Также в отечественной литературе довольно подробно описан лабазник вязолистный, произрастающий в районах Западной Сибири (Авдеева Е.Ю. и др., 2008; Серебряная Ф.К. и др., 2016), в котором обнаружены: флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, дубильные вещества, каротиноиды, кумарины, полисахариды (Амосова Е.Н. и др., 2019; Авдеева Е.Ю. и др., 2008).

Доказано, что экстракты травы *Filipendula ulmaria*, изготовленные из ЛРС, собранного в различных районах Западной Сибири, проявляют выраженную ноотропную и антиоксидантную активность, обладают гепатозащитными и иммуностимулирующими свойствами (Амосова Е.Н. и др., 2019).

Всё отмеченное позволяет отнести *Filipendula ulmaria* к перспективным растениям, требующим дополнительного детального дальнейшего изучения для внедрения в медицинскую практику, ветеринарию, производство продуктов питания, кормов и косметики.

Цель исследования.

Изучение анатомического строения листа *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. и механизмов адаптации вида к экологическим условиям в степной зоне Оренбуржья.

Задачи исследования:

1. Выявить влияние повышенной инсоляции в регионе на анатомическую структуру листа и признаки ксероморфности растения.
2. Установить диагностические признаки лекарственного растительного сырья вида, встречающегося в степной зоне Оренбуржья

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.

Характеристика территории, природно-климатические условия. Оренбургская область расположена в зоне неустойчивого увлажнения. Резко континентальный климат области характеризуется продолжительной и холодной зимой, сухим и жарким летом, с относительно малым количеством осадков (Энциклопедия «Оренбуржье», 2000). К стрессовым факторам, влияющим на растения Оренбургской области, можно отнести: интенсивное световое и УФ-излучение, экстремальные температуры, засуха и суховеи, сильные ветра, а также воздействие насекомых-вредителей и патогенных организмов.

В Оренбургской области *F. ulmaria* встречается в тенистых лесах, на пойменных лугах, по берегам водоёмов, в травяных болотах и западинах, в злаково-разнотравных ассоциациях (Рябинина З.Н. и Князев М.В., 2009). Ареал вида охватывает почти всю территорию РФ.

Схема эксперимента. Растение представляет собой длиннокорневищный евроазиатский бореальный лесной мезогиофит (Жизнь растений..., 1981). Образцы растения были собраны нами в лесостепной зоне на полянах в смешанных лесах в пойме реки Салмыш, в окрестностях села Имангулово Октябрьского района Оренбургской области и в степной зоне на остепнённых лугах в пойме реки Урал, в окрестностях села Нежинка Оренбургского района (рис. 1).

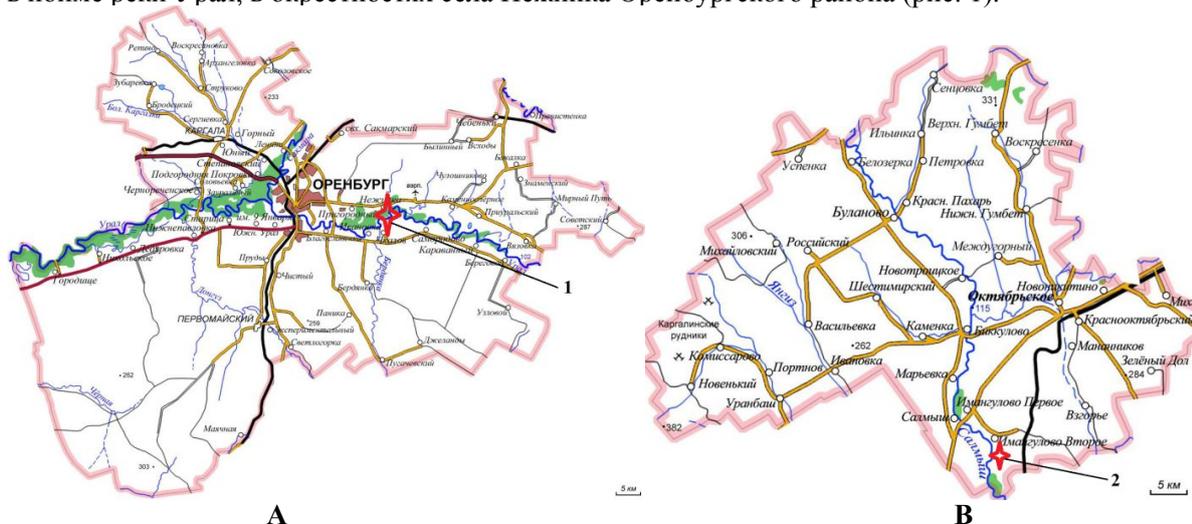


Рис. 1 – Карты Оренбургского (А) и Октябрьского районов (В) Оренбургской области с указанием точек сбора растений (1 и 2).

Fig. 1 – Maps of Orenburg (A) and Oktyabrsky districts (B) of the Orenburg region, indicating the points of plant collection (1 and 2).

Образцы растений *Filipendula ulmaria* были собраны нами в количестве не менее 20-ти экземпляров с каждого обследуемого участка в двух типах местообитаний Оренбургской области. Срезы делали со средних частей листа, стебля и черешков растений в количестве не менее 10 раз. Далее рассчитывались средние значения показателей и ошибка средней.

Изучение анатомического строения листа *Filipendula ulmaria* проводили на свежих образцах растений. Для исследования изготавливали микропрепараты согласно модифицированному методу, принятому в ботанике и гистологии (Прозина М.Н., 1960; Эзау К., 1980). Исследуемый материал фиксировали в течение суток в растворе молекулярного фиксатора (UMFIX). Затем из объекта вырезали фрагменты органа и подвергали автоматической гистологической доводке в аппарате «Tissue Tech Xpress» («Sakura», Япония). После указанного изготавливали парафиновые блоки с исследуемым объектом, с которых делали серийные срезы. Нанесённые на стекло срезы депарировали в ксилоне и обесцвечивали жавелевой водой, а затем окрашивали гематоксилином и эозином по стандартной методике (Прозина М.Н., 1960).

Полученные микропрепараты изучали под микроскопом марки «Nikon Eclipse 50i» («Nikon», Япония), оснащённым цифровой камерой. На цифровых изображениях производили морфометрию при помощи программы Adobe Photoshop CS5. При этом использовали инструмент «Линейка» с размерами в пикселях. На каждой микрофотографии присутствовала шкала измерений, откалиброванная при помощи объект-микрометра «ЛОМО» («ЛОМО», Россия), с ценой деления 0,5 мкм. При подсчёте пикселей переводили в микрометры решением обычной пропорции.

Выявление слизей и их локализацию проводили на свежих листьях растений согласно методов, изложенных в отечественной литературе (Долгова А.А. и Ладыгина Е.Я., 1977).

Оборудование и технические средства. Исследования проводили на базе межкафедральной лаборатории Оренбургского государственного аграрного университета.

Статистическая обработка. Статистическая обработка результатов проводилась с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США), определялись средние значения для каждого измеряемого показателя и ошибка средняя.

Результаты исследования.

Изучая анатомическое строение листа *Filipendula ulmaria*, произрастающего в различных местообитаниях (степной и лесостепной зонах) Оренбургской области, мы выявили отличия в структуре и биометрических показателях (табл. 1, рис. 1). Среди них: толщина пластинки листа, мезофилла и ассимиляционных тканей, размеры клеток эпидермиса и количества устьиц на единицу площади (табл. 1).

На исследуемых участках лист *F. ulmaria* имеет дорсовентральное строение с чётким делением на палисадную и губчатую паренхиму (рис. 2, 3). Эпидермис верхней стороны листа *F. ulmaria* обоих местообитаний на поперечном срезе состоит из клеток прямоугольной формы толщиной более 6 мкм, а на нижней – из клеток продолговатой формы толщиной до 4,2 мкм, несколько вытянутых в тангентальном направлении (табл. 1, рис. 2, 3). Кутикула имеется на обеих сторонах пластинки листа, но более мощная – у растений, встречающихся на остепнённых лугах (табл. 1). Клетки эпидермиса верхней стороны листа *F. ulmaria* в плоскости мелкоизвилистые. Устьица в листе лабазника вязолистного актиноцитного типа расположены только на нижней стороне пластинки, по гипостоматическому типу (рис. 4).

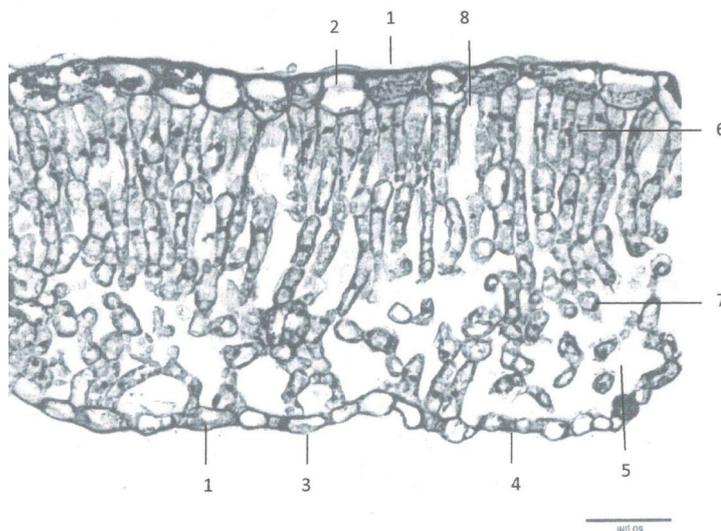
Мезофилл листа *F. ulmaria*, встречающегося на остепнённых лугах, представлен палисадной паренхимой с количеством слоёв клеток до 3-4, а губчатой ткани – до 5-6 слоёв. У растений лесных полей в листьях до 3 слоёв палисадной паренхимы и до 5-6 – губчатой ткани (табл. 1, рис. 2, 3).

К особенностям анатомического строения листа *F. ulmaria* следует отнести обнаружение в мезофилле слизистых вместилищ. Наличие вместилищ слизей отмечено в большей степени в листьях растений, встречающихся на остепнённых лугах степной зоны (рис. 3).

Проводящая система листа *F. ulmaria* расположена в жилках и черешке и представлена одним крупным проводящим пучком коллатерального типа. Пучок окружён кольцом крупных клеток паренхимной обкладки основной ткани. Сверху и снизу проводящего пучка находится склеренхима, с более крупными участками клеток с нижней стороны (рис. 4). Ксилема в пучке располагается в виде веера с крупными сосудами в центральной части, среди которых замечены сердцевинные лучи и клетки либриформа. Флоэма в пучке – мелкоклеточная, охватывает ксилемную часть в виде подковы. Камбий в проводящем пучке не просматривается, что наблюдается у многих двудольных растений в период цветения и начала плодоношения.

Таблица 1. Признаки анатомического строения листа *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. различных местообитаний степной зоны (2019 г.)
Table 1. Signs of the anatomical structure of the leaf of *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. various habitats of the steppe zone (2019)

№ п/п/ No.	Признаки/Signs	Местообитание	
		лесостепная зона, поляны в смешанных лесах (пойма р. Салмыш, окр. с. Имангулово, Октябрьский р-н)/ forest-steppe zone, glades in mixed forests (floodplain of the Salmysh river, environs of the village of Imangulovo, Okyabrsky district)	степная зона, остепенённые луга (пойма р. Урал, окр. с. Нежинка, Оренбургский р-н)/ steppe zone, steppe meadows (floodplain of the Ural river, environs of the village of Nezhinka, Orenburg district)
1	Толщина пластинки листа, мкм/ Plate thickness, microns	143,8±0,19	141,4±2,3
2	Толщина мезофилла, мкм/ Mesophyll thickness, μm	121,4±0,8	127,6±0,17
3	Толщина палисадной паренхимы, мкм/ Palisade parenchyma thickness, microns	58,3±1,6	66,8±0,19
4	Толщина губчатой паренхимы, мкм/ The thickness of the spongy parenchyma, microns	73,2±0,4	51,6±0,23
5	Отношение палисадной паренхимы к пластинке листа, %/ Ratio of palisade parenchyma to leaf, %	42	47
6	Отношение палисадной паренхимы к губчатой, ед./ Ratio of palisade parenchyma to spongy parenchyma, units	1:1	1,3:1
7	Высота клеток палисадной паренхимы, мкм/ Height of palisade parenchyma cells, microns	26±2,7 7,2±0,8	23,8±3,1 8,1±1,4
8	Ширина клеток палисадной паренхимы, мкм/ Width of palisade parenchyma cells, μm	7,4±0,8	8,1±1,4
9	Диаметр клеток губчатой паренхимы, мкм/ Diameter of spongy parenchyma cells, microns	8,4±1,9	9,2±0,7
10	Количество слоёв палисадной паренхимы, шт./ Number of layers of palisade parenchyma, pcs.	3	3-4
11	Количество слоёв губчатой паренхимы, шт./ Number of layers of spongy parenchyma, pcs.	5-6	5
12	Толщина клеток эпидермиса верхней стороны листа, мкм/ Thickness of epidermal cells on the upper side of the leaf, microns	6,1±0,32	5,2±0,2
13	Толщина клеток эпидермиса нижней стороны листа, мкм/ Thickness of epidermal cells on the lower side of the leaf, microns	4,2	3,7
14	Кутикула верхней стороны листа, мкм/ Cuticle of the upper side of the leaf, μm	0,86	1,16
15	Кутикула нижней стороны листа, мкм/ Cuticle of the underside of the leaf, μm	0,43	0,43
16	Количество устьиц на эпидермисе нижней стороны листа, шт./ Number of stomata on the epidermis of the underside of the leaf, pcs	117,0±2,5	196,4±1,8

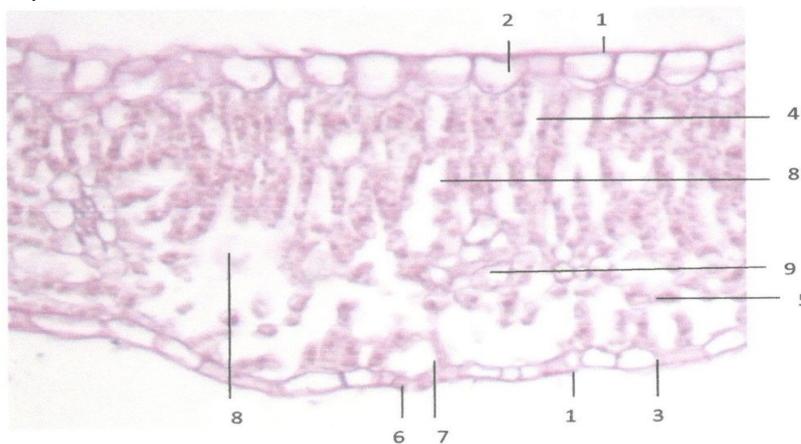


**Рис. 2 – Поперечный срез листа *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. Ув. 200.
Местообитание – лесостепная зона**

**Figure 2 – Cross section of a leaf of *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. Uv 200.
Habitat – forest-steppe zone**

Обозначения: 1 – кутикула; 2 – эпидермис верхней стороны листа; 3 – эпидермис нижней стороны листа; 4 – устьице; 5 – воздухоносная полость; 6 – палисадная паренхима; 7 – губчатая паренхима; 8 – вместилища слизи

Designations: 1 - cuticle; 2 - epidermis of the upper side of the leaf; 3 - epidermis of the lower side of the leaf; 4 - stoma; 5 - air cavity; 6 - palisade parenchyma; 7 - spongy parenchyma; 8 - receptacles of mucus



**Рис. 3 – Поперечный срез пластинки листа *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.
Местообитание – остепнённый луг степной зоны**

**Figure 3 – Cross section of a leaf blade of *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.
Habitat – steppe meadow of the steppe zone**

Обозначения: 1 – кутикула; 2 – эпидермис верхней стороны листа; 3 – эпидермис нижней стороны листа; 4 – палисадная паренхима; 5 – губчатая паренхима; 6 – устьица; 7 – воздухоносная полость; 8 – вместилища слизистых веществ; 9 – боковой проводящий пучок

Designations: 1 - cuticle; 2 - epidermis of the upper side of the leaf; 3 - epidermis of the lower side of the leaf; 4 - palisade parenchyma; 5 - spongy parenchyma; 6 - stoma; 7 - air cavity; 8 - receptacles of mucous substances; 9 - lateral conducting beam

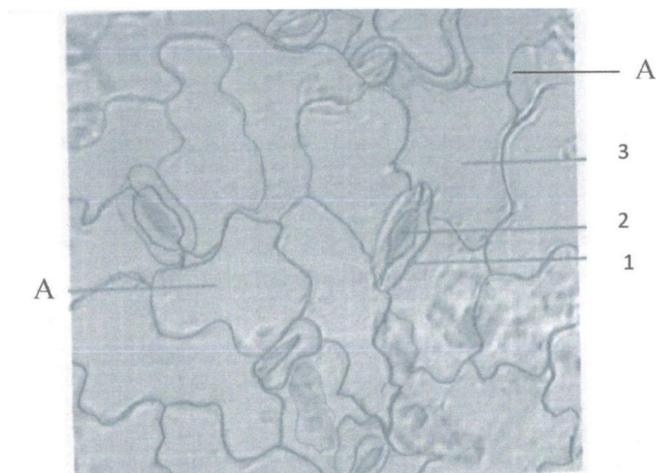


Рис. 4 – Эпидермис нижней стороны листа *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. степной зоны

Figure 4 – Epidermis of the lower side of the leaf of *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. steppe zone

Обозначения: 1 – замыкающие клетки устьица; 2 – устьичная щель;

3 – сопровождающие клетки; А – актиноцитный тип устьиц

Designations: 1 - stomatal guard cells; 2 - stomatal gap; 3 - accompanying cells;

A - actinocyte type of stomata

Черешок листа *F. ulmaria* имеет овальную форму со слабо выпуклой верхней стороны и сильно выпуклой – нижней (рис. 5). При изучении анатомии черешка листа *F. ulmaria*, встречающегося в указанных местообитаниях, отличий в структуре органа не обнаружено.

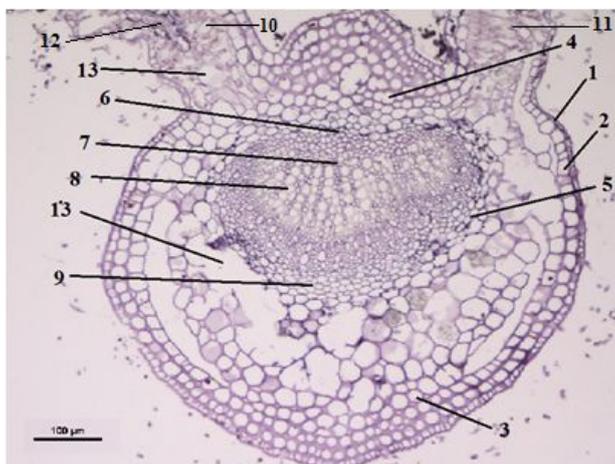


Рис. 5 – Поперечный срез черешка листа *Filipendula ulmaria*. Ув. 200

Figure 5 – Cross section of the leaf petiole of *Filipendula ulmaria*. Uv. 200

Обозначения: 1 – кутикула; 2 – эпидермис; 3 – колленхима; 4 – основная ткань;

5 – паренхимная обкладка; 6 – склеренхима; 7 – ксиллема;

8 – сердцевинный луч; 9 – флоэма; 10 – палисадная паренхима;

11 – губчатая паренхима; 12 – боковой проводящий пучок;

13 – вместилище слизистых веществ

Designations: 1 - cuticle; 2 - epidermis; 3 - collenchyma; 4 - main fabric; 5 - parenchymal lining;

6 - sclerenchyma; 7 - xillem; 8 - core beam; 9 - phloem; 10 - palisade parenchyma;

11 - spongy parenchyma; 12 - lateral conducting bundle; 13 - receptacle of mucous substances

Покровная ткань черешка – эпидермис, состоящая из клеток прямоугольной формы, более утолщённых с нижней стороны пластинки (рис. 5). Под эпидермисом в выпуклой и вогнутой части черешка расположена угловая колленхима, состоящая из двух слоёв клеток.

Проводящая система и механические ткани черешка, как отмечено ранее, представлены одним проводящим пучком, окружённым крупными клетками основной ткани. Слизистые вместилища в черешке листа отмечены в основной ткани в виде мелких вкраплений.

Обсуждение полученных результатов.

Литературных источников по анатомо-морфологическому строению видов рода *Filipendula* Mill., произрастающего в России, крайне мало (Жизнь растений..., 1981). Имеются некоторые сведения по анатомо-морфологическому строению *F. ulmaria*, произрастающего в Западной Сибири (Авдеева Е.Ю. и др., 2008), а также на Северном Кавказе (Серебряная Ф.К., 2016). Материалов по изучению анатомии *F. ulmaria*, произрастающего в степной зоне в условиях засушливого климата, и оценке влияния климата на анатомическое строение листа вида нами в литературных источниках не обнаружено. Изучение структуры *F. ulmaria* необходимо для решения вопросов экологии растений, систематики и установления диагностических признаков ЛРС вида, встречающегося в степной зоне региона Южного Урала.

Лист *F. ulmaria* имеет характерное для большинства цветковых растений дорсовентральное строение с чётким разделением на палисадную и губчатую паренхиму (рис. 1, 2), что характерно для цветковых растений (Эзау К., 1980). Толщина палисадной ткани выше в листьях растений, произрастающих на остепнённых лугах степной зоны, что в целом характерно для растений засушливых зон, обладающих признаками ксероморфизма (Баранов П.А., 1924).

Эпидермис листа *F. ulmaria* обоих местообитаний имеет сходное строение и покрыт кутикулой, которая более выражена у растений, собранных на остепнённых лугах. Устьица листа *F. ulmaria* также имеют типичное для двудольных строение – актиноцитного и гипостоматического типов (Эзау К., 1980). В целом можно констатировать, что повышение освещённости в месте произрастания связано с изменениями параметров клеток мезофилла и эпидермиса.

Данные по анатомии и морфологии исследуемого растения, приведённые в современной литературе, свидетельствуют об отличиях анатомического строения *F. ulmaria* по сравнению с образцами вида, собранными в более мягком климате Северного Кавказа, благоприятном для произрастания мезофитов и гигромезофитов (Серебряная Ф.К. и др., 2016). Увеличение числа устьиц и толщины палисадной паренхимы у растений, произрастающих на остепнённых лугах Оренбургского района, можно отнести к признакам ксероморфности, что установлено многими исследователями (Баранов П.А., 1924; Эзау К., 1980). Показателем степени ксероморфности листа растений может служить отношение палисадной паренхимы к пластинке листа, выраженное в процентном отношении толщины палисадной ткани и губчатой. Так, у растений лабазника вязолистного, встречающихся на полянах смешанного леса, отношение толщины палисадной паренхимы к толщине губчатой колеблется в пределах 1:1, что указывает на мезоморфность листа вида. У листьев растений, произрастающих на остепнённых лугах (открытое пространство), подобное отношение составляет 1,3:1, что свидетельствует о повышении ксероморфных признаков (Заленский В.Р., 1904).

К обнаруженным нами особенностям анатомического строения листа *F. ulmaria* следует отнести наличие в мезофилле листа слизистых вместилищ, относимых к признакам ксероморфности растений (Муравьева Д.А. и др., 2002; Немерешина О.Н. и Гусев Н.Ф., 2015). Наличие вместилищ слизи отмечено в большей степени в листьях растений, встречающихся на остепнённых лугах степной зоны. Наличие слизи в мезофилле листа *Filipendula ulmaria* следует отнести к механизмам защиты вида, произрастающего в засушливом и жарком регионе.

Слизь образуются в растениях естественным путём в результате лизиса клеточных стенок, тканей и межклеточного вещества. Они выполняют в растениях роль резерва углеводов, воды и защитного биокolloида (Муравьева Д.А. и др., 2002). Формирование слизи в листьях *F. ulmaria* происходит, вероятно, в ответ на стресс, вызванный повышенной солнечной активностью в реги-

оне в летний период. Слизистые вещества содержат комплекс сахаридов, главным образом пентозанов (до 90 %) и гексозанов, способствующих выживанию растений в условиях часто повторяющихся засух в регионе.

В условиях мягкого климата анатомическое строение популяций лабазника вязолистного демонстрирует признаки, согласно их экологической группы, что установлено для одноимённого вида, произрастающего на Северном Кавказе (Серебряная Ф.К. и др., 2016). У *F. ulmaria*, встречающегося на Северном Кавказе, в листьях отмечен только один слой палисадной паренхимы, а основная часть листа занята губчатой тканью (Серебряная Ф.К. и др., 2016). Расположение палисадной паренхимы и её толщина в листьях вида, встречающегося в условиях мягкого климата, демонстрирует признаки мезоморфности растения (Баранов П.А., 1924). Указанное согласуется с литературными данными о влиянии экологических факторов на структуру растения (Эзау К., 1980). Отношение тканей и мезофилла листа *F. ulmaria* хорошо гармонирует с остальными признаками органа вида в зависимости от экологических условий. При этом установлено, что строение листа может изменяться от типичной мезоморфной до ксероморфной структуры.

Принимая во внимание резко континентальный климат и повышенную инсоляцию в летний период на территории области, следует констатировать изменчивость параметров анатомии листа и адаптацию исследуемого вида к местным условиям. Наши исследования показали, что вид *F. ulmaria*, произрастающий в условиях повышенной инсоляции и засушливости климата на территории области, в процессе онтогенеза формирует элементы ксероморфности. Среди указанных: строение мезофилла, толщина кутикулы, количество устьиц на единицу площади и наличие слизей в листьях и черешках (Баранов П.А., 1924; Эзау К., 1980).

Для установления диагностических признаков растений применяется микроскопический анализ признаков ЛРС. При использовании в фитотерапии листьев и травы растений за основу принимают микроскопию листьев вида (Долгова А.А. и Ладыгина Е.Я., 1977; Муравьева Д.А. и др., 2002). Среди диагностических признаков ЛРС *F. ulmaria*, произрастающего в степной зоне, необходимо выделить следующее:

- дорсовентральное строение листа с чётко выраженным делением на палисадную и губчатую паренхиму;
- толщина палисадной паренхимы превышает толщину пластинки листа (более 50 %), что характерно для растений с признаками ксероморфности;
- устьица актиноцитного типа расположены на нижней стороне пластинки листа;
- наличие в мезофилле листа вместилищ слизистых веществ.

Выводы

1. Лист *Filipendula ulmaria*, встречающегося на остепнённых лугах степной зоны, характеризуется мелкоклеточностью тканей и преобладанием палисадной паренхимы в пластинке, что характерно для растений с признаками ксероморфизма.

2. Признаки ксероморфности ярче выражены у *Filipendula ulmaria*, произрастающего на открытых пространствах, в условиях повышенной солнечной активности. Адаптация *Filipendula ulmaria* к экологическим условиям и признаки ксероморфности вида вероятно связаны с особенностями климата на территории степной зоны Оренбуржья.

3. Наличие крупных лизигенных вместилищ слизистых веществ в тканях *Filipendula ulmaria*, произрастающего в условиях резко континентального климата в степной зоне Урала, отмечено впервые и свидетельствует о процессах адаптогенеза для данного вида.

5. Сведения о характере анатомической структуры листа *Filipendula ulmaria* могут быть использованы в систематике и экологии растений.

Литература

1. Алехин В.В. Теоретические проблемы фитоценологии и степеведения. М.: Изд-во МГУ, 1986. С. 126. [Alekhin VV. Teoreticheskie problemy fitotsenologii i stepevedeniya. Moscow: Izd-vo MGU; 1986:126. (In Russ)].

2. Анализ содержания антиоксидантов в надземной части *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. степной зоны Оренбургской области / О.Н. Немерешина, Н.Ф. Гусев, Т.Н. Суровяткина, А.В. Филиппова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 6(86). С. 70-76. [Nemereshina ON, Gusev NF, Surovyatkina TN, Filippova AV. On the content of antioxidants in the aboveground part of *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., steppe zone of the Orenburg region. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2020;6(86):70-76. (*In Russ*)].

3. Анатомическая характеристика травы лабазника вязолистного / Е.Ю. Авдеева, И.В. Шилова, Н.Э. Коломиец, Е.А. Краснов // Фармация. 2008. №. 2. С. 21-23. [Avdeyeva YeYu, Shilova IV, Kolomiets NE, Krasnov YeA. The anatomic characteristics of meadowsweet (*Filipendula ulmaria*) *Far-matsya*. 2008;2:21-23. (*In Russ*)].

4. Баранов П.А. К методике количественно-анатомического изучения растения. Распределение устьиц // Бюллетень Среднеазиатского государственного университета. 1924. №. 7. С. 1-6. [Baranov PA. K metodike kolichestvenno-anatomicheskogo izucheniya rasteniya. *Raspredelenie ust'its. Byulleten' Sredneaziatskogo gosudarstvennogo universiteta*. 1924;7:1-6. (*In Russ*)].

5. Влияние экстракта *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. на развитие у мышей карциномы лёгких льюис и эффективность цитостатической терапии / Е.Н. Амосова, И.В. Шилова, Е.П. Зуева, О.Ю. Рыбалкина // Химико-фармацевтический журнал. 2019. Т. 53. №. 5. С. 36-39. [Amosova EN, Shilova IV, Zueva EP, Rybalkina OY. influence of *Filipendula ulmaria* (L.) maxim. extract on lewis lung carcinoma development and cytostatic therapy effectiveness in mice. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2019;53(5):36-39. (*In Russ*)]. doi: 10.30906/0023-1134-2019-53-5-36-39

6. Государственный реестр лекарственных средств [Электронный ресурс]. URL: <http://grls.rosminzdrav.ru/grls.aspx> (дата доступа: 18.03.2021.). [Gosudarstvennyi reestr lekarstvennykh sredstv [Elektronnyi resurs]. URL: <http://grls.rosminzdrav.ru/grls.aspx> (data dostupa: 18.03.2021). (*In Russ*)].

7. Грошева О.А., Дубровская С.А., Чибилёв А.А. Основные направления исследований степных ландшафтов на VIII Международном симпозиуме "степи Северной Евразии" // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2019. Т. 28. № 1. С. 117-123 [Grosheva OA, Dubrovskaya SA, Chibilev AA. Osnovnye napravleniya issledovaniy stepnykh landshaftov na VIII Mezhdunarodnom simpoziume" stepi Severnoi Evrazii". *Samarskaya Luka: problemy regional'noi i global'noi ekologii*. 2019;28(1):117-123. (*In Russ*)].

8. Гусев Н.Ф., Филиппова А.В. Влияние засушливого климата на изменение анатомо-морфологических признаков растений // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сб. ст. по материалам III Всерос. (национальной) науч.-практ. конф. (Курган, 10 апреля 2019 года). Курган, 2019. С. 165-169. [Gusev NF, Filippova AV. Vliyanie zasushlivogo klimata na izmenenie anatomo-morfologicheskikh priznakov rastenii (Conference proceedings) Aktual'nye problemy ekologii i prirodopol'zovaniya: sb. st. po materialam III Vserossijskoj (natsional'noi) nauchno-prakticheskoy konferencii (Kurgan, 10 aprelya 2019 goda). Kurgan, 2019;165-169. (*In Russ*)].

9. Долгова А.А., Ладыгина Е.Я. Руководство к практическим занятиям по фармакогнозии. М.: Медицина, 1977. 256 с. [Dolgova AA, Ladygina EYa. Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po farmakognozii. Moscow: Meditsina;1977:256 p. (*In Russ*)].

10. Жизнь растений: в 6 т. / гл. ред. А.Л. Тахтаджян. М.: Просвещение, 1981. Т. 5. Ч. 2. Цветковые растения / под ред. А.Л. Тахтаджяна. 512 с. [Zhizn' rastenii: v 6 t. gl. red. Takhtadzhyan AL. Moscow: Proshchchenie; 1981:5(2). Tsvetkovyye rasteniya. pod red. Takhtadzhiana AL. 512 p. (*In Russ*)].

11. Заленский В.Р. Материалы к количественной анатомии различных листьев одних и тех же растений // Известия Киевского политехнического института. 1904. Т. 4. №. 1. С. 1-12. [Zalenskii VR. Materialy k kolichestvennoi anatomii razlichnykh list'ev odnikh i tekh zhe rastenii. *Izvestiya Kievskogo politekhnicheskogo instituta*. 1904;4(1):1-12. (*In Russ*)].

12. Кюсов П.А. Русский травник. Описание и применение лекарственных растений. М.: Эксмо, 2015. 896 с. [K'osev PA. Russkij travnik. Opisanie i primenenie lekarstvennykh rastenij. Moscow: Eksmo; 2015:896 p. (*In Russ*)].

13. Муравьева Д.А., Самылина И. А., Яковлев Г.П. Фармакогнозия: учебник для студентов фармацевтических вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина, 2007. 656 с. [Murav'eva DA, Samylina IA, Yakovlev GP. Farmakognosiya: uchebnik dlya studentov farmatsevticheskikh vuzov. 4-e izd., pererab. i dop. Moscow: Meditsina; 2007:656 p. (*In Russ*)].

14. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф. Анатомо-морфологические особенности перспективного растения степного Урала *Plantago maxima* Juss. et Jacq // Биофармацевтический журнал. 2015. Т. 7. № 4. С. 22-30. [Nemereshina ON, Gusev NF. Anatomical and morphological features of *Plantago maxima* Juss. et Jacq. Russian Journal of Biopharmaceuticals. 2015;7(4):22-30. (*In Russ*)].

15. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф., Филиппова А.В. Анатомо-морфологические особенности *Linaria vulgaris* Mill. степной зоны Оренбуржья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 5(73). С. 122-126. [Nemereshina ON, Gusev NF, Filippova AV. Anatomical and morphological peculiarities of *Linaria vulgaris* Mill. growing in the steppe zone of Orenburzhye. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2018;5(73):122-126. (*In Russ*)].

16. Прозина М.Н. Ботаническая микротехника: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1960. 206 с. [Prozina MN. Botanicheskaya mikrotekhnika: ucheb. posobie. Moscow: Vysshaya shkola; 1960:206 p. (*In Russ*)].

17. Рябинина З.Н. Растительный покров степей Южного Урала (Оренбургская область). Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2003. 224 с. [Ryabinina ZN. Rastitel'nyi pokrov stepei Yuzhnogo Urala (Orenburgskaya oblast'). Orenburg: Izd-vo OGPU; 2003:224 p. (*In Russ*)].

18. Рябинина З.Н., Князев М.В. Определитель сосудистых растений Оренбургской области. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 758 с. [Ryabinina ZN. Knyazev MV. Opredelitel' sosudistyx rastenii Orenburgskoi oblasti. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK; 2009:758 p. (*In Russ*)].

19. Серебряная Ф.К., Геоня И.В., Алиева К.М. Сравнительное морфолого-анатомическое исследование вегетативных органов лабазника обыкновенного (*Filipendula vulgaris* Moench.) и лабазника вязолистного (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), произрастающих на Северном Кавказе // Фармация и фармакология. 2016. Т. 4. № 5. С. 63-80. [Serebryanaya FK, Geonya IV, Alieva KM. Comparative morphological and anatomical investigation of the vegetative organs of *Filipendula vulgaris* Moench. and *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. from the northern Caucasus region. Pharmacy & Pharmacology. 2016;4(5):63-80. (*In Russ*). doi: 10.19163/2307-9266-2016-4-5-63-80

20. Чиков П.С. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. М.: Картография, 1983. 342 с. [Chikov PS. Atlas arealov i resursov lekarstvennykh rastenii SSSR. Moscow: Kartografiya; 1983:342 p. (*In Russ*)].

21. Энциклопедия "Оренбуржье". Т. 1. Природа / А.А. Чибилёв, З.Н. Рябинина, А.И. Климентьев и др. / гл. ред. И.А. Бехтерев. Калуга: Золотая аллея, 2000. 192 с. [Chibilev AA, Ryabinina ZN, Kliment'ev AI et al. Entsiklopediya "Orenburzh'e". Т. 1. Priroda. Bekhterev IA, editor. Kaluga: Zolotaya alleya; 2000:192 p. (*In Russ*)].

22. Эзау К. Анатомия семенных растений: в 2 кн. / пер. с англ. А.Е. Васильева и др.; под ред. А.Л. Тахтаджяна. М.: Мир, 1980. Кн. 2. 558 с. [Ezau K. Anatomiya semennykh rastenii: v 2 kn. per. s angl. Vasil'eva AE et al.; pod red. Takhtadzhiana AL. Moscow: Mir, 1980; Kn. 2:558 p. (*In Russ*)].

References

1. Alekhin VV. Theoretical problems of phytocenology and steppe studies. Moscow: Moscow State University Publishing House; 1986: 126 p.

2. Nemereshina ON, Gusev NF, Surovyatkina TN, Filippova Av. On the content of antioxidants in the aboveground part of *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., steppe zone of the Orenburg region. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2020;6(86):70-76.

3. Avdeyeva YeYu, Shlllova IV, Kolomiets NE, Krasnov YeA. The anatomic characteristics of meadowsweet (*Filipendula ulmaria*) Farmatsya. 2008;2:21-23.

4. Baranov P.A. To the method of quantitative and anatomical study of the plant. Distribution of stomata. Bulletin of the Central Asian State University. 1924;7:1-6.
5. Amosova EN, Shilova IV, Zueva EP, Rybalkina OY. influence of *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. extract on lewis lung carcinoma development and cytostatic therapy effectiveness in mice. Pharmaceutical Chemistry Journal. 2019;53(5):36-39. doi: 10.30906/0023-1134-2019-53-5-36-39
6. State Register of Medicines [Internet]. Available from: URL: <http://grls.rosminzdrav.ru/grls.aspx>" (cited 2021 Marth 18).
7. Grosheva OA, Dubrovskaya SA, Chibilev AA. The main directions of research of steppe landscapes at the VIII International Symposium "Steppes of Northern Eurasia". Samarskaya Luka: problems of regional and global ecology. 2019;28(1):117-123.
8. Gusev NF, Filippova AV. Influence of arid climate on changes in the anatomical and morphological characteristics of plants. (Conference proceedings) Actual problems of ecology and nature management: collection of articles. Art. based on the materials of the III All-Russia. (national) scientific-practical. conf. (Kurgan, April 10, 2019). Kurgan, 2019;165-169.
9. Dolgova AA, Ladygina EYA. A guide to practical exercises in pharmacognosy. Moscow: Medicine;1977:256 p.
10. Plant life: in 6 tons. ch. ed. Takhtadzhyan AL. Moscow: Education; 1981:5(2): Flowering plants. Takhtadzhyan AL, editor. 512 p.
11. Zalenskiy VR. Materials for the quantitative anatomy of different leaves of the same plants. Izvestiya of the Kiev Polytechnic Institute. 1904;4(1):1-12.
12. Kyosev PA. Russian herbalist. Description and application of medicinal plants. Moscow: Eksmo; 2015:896 p.
13. Muraveva DA, Samylina IA, Yakovlev GP. Pharmacognosy: a textbook for students of pharmaceutical universities. 4th ed., Rev. and add. Moscow: Medicine; 2007:656 p.
14. Nemereshina ON, Gusev NF. Anatomical and morphological features of *Plantago maxima* Juss. et Jacq. Russian Journal of Biopharmaceuticals. 2015;7(4):22-30.
15. Nemereshina ON, Gusev NF, Filippova AV. Anatomico-morphological peculiarities of *Linaria vulgaris* Mill. growing in the steppe zone of Orenburzhye. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2018;5(73):122-126.
16. Prozina MN. Botanical microtechnics: tutorial. Moscow: Higher. shk.; 1960:206 p.
17. Ryabinina ZN. Vegetation cover of the steppes of the Southern Urals (Orenburg region). Orenburg: Publishing house of the OGPU; 2003:224 p.
18. Ryabinina ZN, Knyazev MV. Keys to vascular plants of the Orenburg region. Moscow: Partnership of scientific publications KMK;2009:758 p.
19. Serebryanaya FK, Geonya IV, Alieva KM. Comparative morphological and anatomical investigation of the vegetative organs of *Filipendula vulgaris* Moench. and *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. from the northern Caucasus region. Pharmacy & pharmacology. 2016;4(5):63-80. doi: 10.19163/2307-9266-2016-4-5-63-80
20. Chikov PS. Atlas of areas and resources of medicinal plants in the USSR. Moscow: Cartography;1983:342 p.
21. Chibilev AA, Ryabinin ZN, Kliment'ev AI et al. Encyclopedia "Orenburg region". T. 1. Nature. Ch. ed. Bekhterev IA. Kaluga: Golden Alley;2000:192 p.
22. Ezau K. Anatomy of seed plants: in 2 vols. translator from English Vasilieva AE and others; Takhtadzhyan AL, editor. Moscow: Mir, 1980;2:558 p.

Немерешина Ольга Николаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии, Оренбургский государственный медицинский университет, 460000, г. Оренбург, ул. Советская, д. 6. тел.: (3532)77-61-03, 77-94-08, 8(905)8901330, e-mail: olga.nemerech@rambler.ru

Гусев Николай Фёдорович, доктор биологических наук, профессор кафедры биологии, природопользования и экологической безопасности, Оренбургский государственный аграрный университет, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, д. 18, тел.: (3532)77-52-30; факс: (3532)77-52-30, 72-57-06, 8(912)3523669, e-mail: nikolajj-gusev19@rambler.ru

Филиппова Ася Вячеславовна, доктор биологических наук, зав. кафедры биологии, природопользования и экологической безопасности, Оренбургский государственный аграрный университет, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, д. 18, тел.: (3532)77-52-30; факс: (3532)77-52-30, 72-57-06, 8(961)9208322, e-mail: kassio-67@yandex.ru

Рыженко Юлия Викторовна, магистр 2 курса направления подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование» кафедры биологии, природопользования и экологической безопасности, Оренбургский государственный аграрный университет, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, д. 18, тел.: (3532)77-52-30; факс: (3532)77-52-30, 72-57-06, 8(922)8408483, e-mail: ylianaryzhenko@mail.ru

Поступила в редакцию 27 мая 2021 г.; принята после решения редколлегии 15 июня 2021 г.; опубликована 30 июня 2021 г. / Received: 27 May 2021; Accepted: 15 June 2021; Published: 30 June 2021