

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ НА АНАТОМИЮ ЛИСТА ВИДОВ РОДА *HEMEROCALLIS* L.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Изучены анатомические особенности листа *Hemerocallis citrina* Baroni и *H. minor* Mill. из разных пунктов интродукции. В аридных условиях произрастания отмечено появление ксероморфных признаков листа: формирование одного слоя столбчатого мезофилла, увеличение слоев ассимиляционной паренхимы, появление устьиц на верхней поверхности листа, уменьшение количества устьиц на нижней поверхности при одновременном увеличении их размеров. Для двух исследованных видов выявлена зависимость площади сечения воздухоносных полостей листа от среднегодовой температуры воздуха. Для образцов *H. citrina* – толщины листа, мезофилла, количества устьиц и их размера от годового количества осадков. Для образцов *H. minor* – зависимость количества и размера устьиц на нижней поверхности листа от среднегодовой температуры воздуха.

Ключевые слова: анатомические особенности листа, *Hemerocallis citrina* Baroni, *H. minor* Mill., аридные условия.

І. І. Крохмаль

Донецький ботанічний сад НАН України

ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ НА АНАТОМІЮ ЛИСТКА ВИДІВ РОДУ *HEMEROCALLIS* L.

Вивчені анатомічні особливості листка *Hemerocallis citrina* Baroni і *H. minor* Mill. з різних пунктів інтродукції. В аридних умовах зростання відмічена поява ксероморфних ознак листка: формування одного шару стовпчатого мезофілу, зростання шарів асиміляційної паренхимы, поява продихів на верхній поверхні листка, зменшення кількості продихів на нижній поверхні листка при одночасному зростанні їх розмірів. Для двох досліджених видів виявлена залежність площі перерізу повітряносних порожнин від середньорічної температури повітря. Для зразків *H. citrina* – товщини листка, мезофілу, кількості продихів і їх розміру від річної кількості опадів. Для зразків *H. minor* – залежність кількості і розміру продихів на нижній поверхні листка від середньорічної температури повітря.

Ключові слова: анатомічні особливості листка, *Hemerocallis citrina* Baroni, *H. minor* Mill., аридні умови.

I. I. Krokhmal

Donetsk Botanical Garden of NAS of Ukraine

ENVIRONMENTAL CONDITION INFLUENCE OF THE STEPPE ZONE OF UKRAINE ON THE ANATOMICAL FEATURES OF *HEMEROCALLIS* L. SPECIES LEAVES

Leaf anatomical features of *Hemerocallis citrina* Baroni and *H. minor* Mill. from different regions of introduction were studied. We noticed the appearance of xeromorph features of a leaf in arid environment, i.e. formation of one layer of palisade mesophyll, larger layers of accumulated parenchyma, appearance of stomata on the upper surface of a leaf, smaller quantity of stomata on the bottom surface and a simultaneous increase in their size. For the both species investigated, we revealed dependence of the section area of gas exchange surfaces of a leaf on mid-annual air temperature. In the case of samples of *H. citrina*, dependence of leaf thickness, mesophyll, the number of stomata and their size on the annual amount of precipitation was observed. The analysis of samples of *H. minor* showed the dependence of the quantity and the size of stomata on the bottom surface of a leaf on mid-annual air temperature.

Key words: leaf anatomical features, *Hemerocallis citrina* Baroni, *H. minor* Mill., arid conditions.

При интродукции растений возникают различные приспособительные изменения биоморфологических признаков, оценить которые можно на основе анализа генетических, биохимических, физиологических и морфо-анатомических механизмов. Судить о пластичности вида можно, зная морфо-анатомическое строение вегетативных органов

растений, в частности листа как наиболее пластичного органа, в структуре которого отражена экологическая эволюция вида, слагающегося под влиянием изменяющихся условий среды в прошлом и настоящем (Культиасов, 1963; Шенников, 1950). Установление закономерностей изменения приспособительных признаков различных по своему происхождению растений под влиянием условий культуры – одна из важнейших задач интродукции растений (Культиасов, 1965). Зависимость морфо-анатомического строения вегетативных органов растений от среды обитания широко известна и описана во многих работах (Поплавская, 1937; Серебряков, 1952). Особенно четкие корреляции с экологическими факторами характерны для анатомических признаков листа (Дьяченко, 1978; Горышина, 1992). Структура листа отражает результат адаптации растения к воздействию различных факторов внешней среды, поэтому сведения о строении листа позволяют дополнить экологическую характеристику вида и уточняют представление об амплитуде его пластичности. При значительном количестве литературных данных по анатомическому строению листа травянистых многолетников сведения о структуре листа видов рода *Hemerocallis* L. приведены лишь в статье Т. Ф. Чипиляк, В. М. Гришко (2008) и наших работах (Крохмаль, 2004, 2009; Пельтихина, 2005).

Цель работы – выявление приспособительных изменений в анатомическом строении листа *Hemerocallis citrina* Wagoni и *H. minor* Mill. при интродукции в условиях степной зоны Украины.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Изучали особенности анатомического строения листа и структуры эпидермиса *H. citrina* и *H. minor* коллекции Донецкого ботанического сада (ДБС) НАН Украины из 5 пунктов интродукции: Донецк, Кривой Рог, Днепропетровск, Харьков, Киев. *H. citrina* – лилейник лимонно-желтый распространен в Центральном Китае (север Шэньси), лесные луга, склоны вдоль долин. Мезофит. Пратант. Гелиофит. Розеточный корневищный геофит. *H. minor* – лилейник малый растет на долинных лугах, возвышенных песчаных участках, лесных лугах по склонам гор, среди кустарников в средней части Западной Сибири, на юге Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, в Северном и Северо-Восточном Китае, Монголии и на полуострове Корея. Мезофит. Пратант. Гелиофит. Розеточный короткокорневищный геофит.

Метеорологические условия пунктов интродукции приведены в табл. 1 (использованы данные сайта www.pogoda.net.ua). Пункты интродукции исследованных образцов *H. citrina* и *H. minor* отличаются среднестатистическим количеством выпавших осадков за год и среднегодовой температурой воздуха.

Таблица 1

Природно-климатические условия пунктов интродукции видов рода *Hemerocallis* L.

Пункт интродукции	Географические координаты	Среднестатистические показатели за год			Фактические показатели за весенние месяцы	
		средняя температура воздуха, °С	сумма осадков, мм	относительная влажность воздуха, %	средняя температура воздуха, °С	сумма осадков, мм
Донецк	48° с.ш., 37°50' в.д.	8	514	74	9,4	132
Кривой Рог	47°50' с.ш., 33°20' в.д.	8,8	483	73	–	–
Днепропетровск	48°20' с.ш., 35° в.д.	8,5	513	74	9,93	120
Харьков	50° с.ш., 36°15' в.д.	7,5	525	74	9,53	88
Киев	50°25' с.ш., 30°30' в.д.	7,7	650	75	9,67	114

Наибольшее количество осадков и относительно низкая температура воздуха в Киеве. Наименьшее количество осадков и наибольшая температура воздуха отмечены в Кривом Роге. Донецк и Днепропетровск характеризуются одинаковым количеством выпавших осадков. За весенние месяцы 2010 г. наибольшее количество осадков – в Донецке и Днепропетровске, наименьшее – в Харькове. Причем в марте-апреле большее количество осадков зарегистрировано в Киеве, в мае – в Донецке. Среднемесячная температура этих регионов за март-май практически одинакова.

Изучение анатомии листа проводили на срезах средней части пластинки листа. Линейные листья резали целиком, а толщину листа, толщину верхнего и нижнего эпидермиса и мезофилла измеряли на равном расстоянии от края листа и главной жилки. Для приготовления препаратов эпидермиса листьев применяли метод микрорепликации (Клейн, 1974). Для характеристики очертаний и проекций эпидермальных клеток использована классификация С. Ф. Захаревича (1954), для характеристики устьичного аппарата – морфологическая классификация М. Ф. Барановой (1985). При сравнении анатомических характеристик листа за контроль приняты донецкие образцы исследованных видов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Листья *H. citrina* и *H. minor* дорсовентральные с морфологически верхней (адаксиальной) и нижней (абаксиальной) сторонами, амфистоматические. Эпидермис состоит из плотно сомкнутых удлинённых клеток вытянутой формы, прямолинейного очертания. Эпидермальные клетки адаксиального эпидермиса имеют прямоугольную, а абаксиального – ромбическую проекцию. Эпидермис верхней стороны листа состоит из крупных, со слегка утолщенными стенками клеток. Эпидермис нижней стороны – из более мелких клеток сосочковидной формы, стенки которых утолщены. Устьица крупные овальные, находятся в местах соединения клеток суженными концами по длине. Над жилками листа устьица отсутствуют. Устьичные щели обычно ориентированы более или менее параллельно жилкам. У *H. citrina* и *H. minor* имеются 2 типа устьиц: аноцитные устьица, окруженные лишь соседними клетками; гемидицитные устьица с одной мелкой побочной клеткой в полярном положении. Устьица окружены 4, реже 5–6 околоустьичными клетками. Число околоустьичных клеток с обеих сторон листа довольно постоянное – 4, у *H. citrina* на верхнем эпидермисе насчитывается иногда 4–5 околоустьичных клеток, а на нижнем – только 4. Устьица погруженные и кажутся как бы подвешенными к околоустьичным клеткам, которые нависают в виде свода над замыкающими клетками. Мезофилл листа представлен губчатой тканью, состоящей из сравнительно мелких, округлых, тонкостенных, плотно расположенных клеток. На обеих сторонах листа, непосредственно под эпидермисом, располагается (4) 5–6 рядов клеток ассимиляционной паренхимы, содержащей большое количество хлоропластов. Форма и расположение паренхимных клеток мезофилла имеет приспособительное значение для выведения самым коротким путем к ситовидным элементам проводящей системы листа ассимилянтов, которые образуются в процессе фотосинтеза. Расположение проводящих пучков в листьях в одной площади с клетками мезофилла и воздухоносными полостями способствует оптимальному функционированию у них фотосинтетической системы. Проводящие пучки расположены упорядоченно, в одном ряду, при этом крупные пучки принадлежат центральной жилке, а при движении от нее к обеим сторонам пластинки листа размеры проводящих пучков уменьшаются. Проводящие пучки чередуются с полостями. Мощная система проводящих пучков имеет тесную пространственную связь с мезофиллом. Крупные проводящие пучки, простираясь от верхнего эпидермиса к нижнему, разделяют ткань мезофилла на участки, окружены обкладкой, состоящей из тонкостенных, паренхимных, бесцветных клеток. Проводящие пучки листа бывают различных размеров и по своему гистологическому составу обнаруживают количественные и качественные различия. Наиболее крупные пучки содержат ксилему и флоэму. В коллатеральных пучках ксилема располагается на адаксиальной, а флоэма – на абаксиальной сторонах листа. Мелкие проводящие

пучки обычно окружены ассимиляционной паренхимой, в них, как правило, имеется мало проводящих элементов, ситовидные элементы располагаются рядом с трахеальными. Значительная часть толщины листа занята вентиляционной тканью, окруженной ассимиляционной паренхимой. С ростом листа клетки водоносной ткани теряют воду и разрушаются, образуя при этом большие сквозные пространства, заполненные воздухом и обрывками оболочек разрушенных клеток. В результате смены функции эту ткань на ранней стадии развития можно назвать водоносной, а на более поздней стадии, то есть уже у взрослого листа, – вентиляционной. Эти воздушные пространства, имея прямую связь с расположенной ниже водоносной тканью, заполняются воздухом, богатым влагой. При большой сухости окружающего воздуха роль водоносной, – вентиляционной ткани в жизнедеятельности фотосинтезирующего листа должна быть весьма существенной. Следовательно, внутри зеленого листа видов рода *Hemerocallis* L. благодаря особому устройству его водоносной ткани и наличию защитной функции листьев создаются своеобразные условия микроклимата.

Известно, что засушливые условия, большая инсоляция способствуют увеличению толщины пластинки листа и палисадной ткани (Баранов, 1925; Василевская, 1965). Анализ полученных данных показал, что киевский образец *H. citrina* отличается от других исследованных образцов наименьшей толщиной листовой пластинки, мезофилла, наибольшей толщиной верхнего эпидермиса (рис. 1, А). Криворожский образец *H. citrina* отличается наибольшими размером и площадью сечения воздухоносной полости, что обуславливает увеличение вентиляционной поверхности внутри листа, способствуя уменьшению действия перегрева в аридных условиях интродукции. Сравнение анатомических признаков листа *H. minor* из разных пунктов интродукции показало, что наиболее сильно отличается харьковский образец, для которого характерны наименьшие значения толщины листа, эпидермиса (рис. 1, Б), размера и площади сечения воздухоносной полости по сравнению со всеми исследованными образцами. Киевский образец *H. minor* отличается от контроля наименьшей толщиной листовой пластинки и меньшей площадью сечения воздухоносной полости.



Рис. 1. Анатомические характеристики листа образцов видов рода *Hemerocallis* L.: А – *H. citrina* Baroni, Б – *H. minor* Mill.

У всех изученных образцов *H. citrina*, за исключением киевского, а также у донецкого образца *H. minor* происходит формирование столбчатого мезофилла на верхней поверхности листа (рис. 2). Наибольший коэффициент палисадности листа отмечен у донецких образцов *H. minor* (1,6) и *H. citrina* (1,5), наименьший – у харьковского образца *H. citrina* (1,2). У киевских образцов изученных видов на обеих сторонах листа под эпидермисом располагается 3 ряда клеток ассимиляционной паренхимы в отличие от других образцов, у которых насчитывается от (4) 5 до 6 рядов. Формирование столбчатого мезофилла, увеличение слоев палисадной ткани, возрастание их высоты – ксероморфные признаки мезофитов в аридных условиях произрастания (Василевская, 1938, 1954).

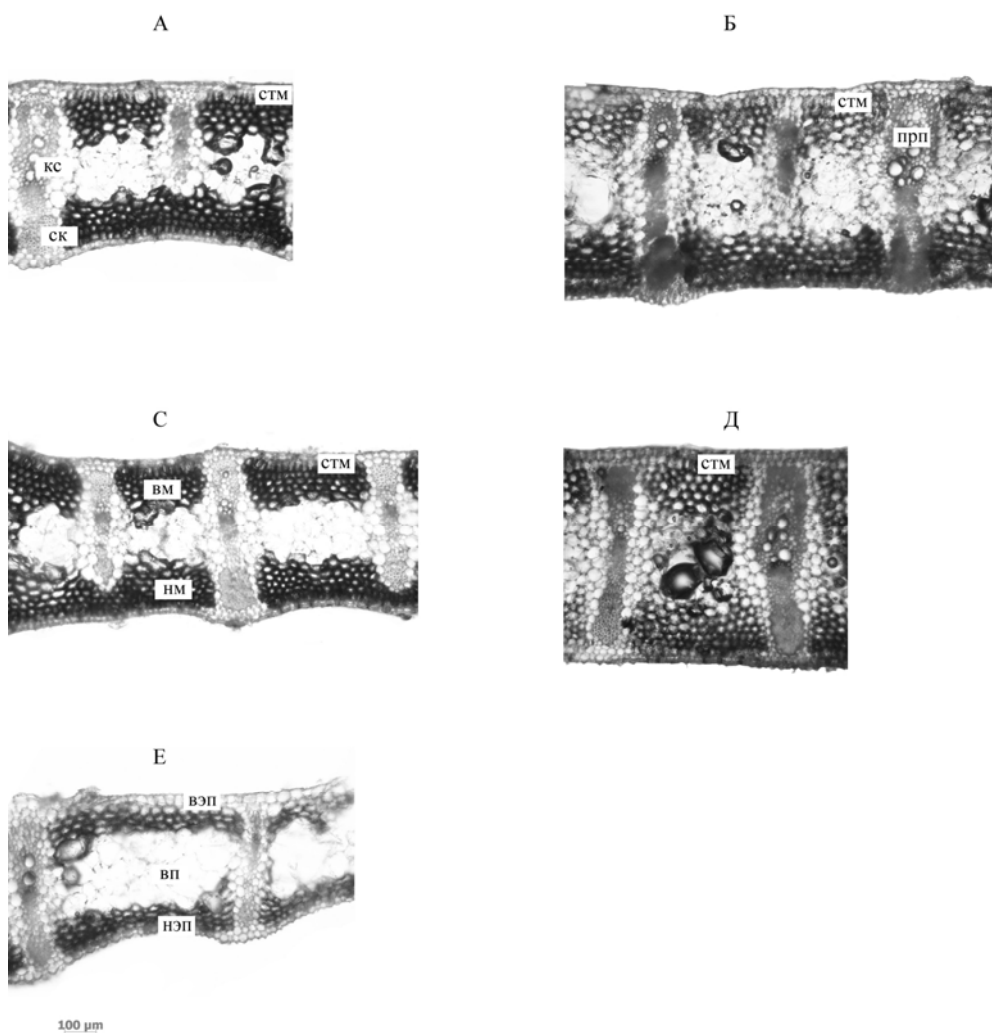


Рис. 2. Анатомическое строение образцов *H. citrina* Varoni:

А – Донецк; Б – Кривой Рог; С – Днепропетровск; Д – Харьков; Е – Киев;
 стм – столбчатый мезофилл; вэп – верхний эпидермис; вм – верхний мезофилл;
 нэп – нижний эпидермис; нм – нижний мезофилл; вп – воздухоносная полость;
 прп – проводящий пучок; кс – ксилема, ск - склеренхима

При сравнении анатомических признаков эпидермиса листа образцов *H. citrina* выявлены отличия киевского образца по 11 показателям, для него характерно меньшее количество эпидермальных клеток и устьиц на 1 мм² верхней поверхности листа, больший размер устьиц верхнего эпидермиса, большее количество

эпидермальных клеток и устьиц нижней поверхности, меньший их размер (табл. 2). У образцов *H. citrina* из Донецка и Днепропетровска, которые по климатическим условиям стоят близко друг к другу, количество устьиц на обеих поверхностях листа почти одинаковое, тогда как у криворожского и харьковского образцов количество

Таблица 2

Анатомические характеристики эпидермиса листа видов рода *Hemerocallis* L.

Эпидермис	Количество эпидермальных клеток на 1 мм ² поверхности листа, шт.	Размеры эпидермальных клеток, мкм		Количество устьиц на 1 мм ² поверхности листа, шт.	Размеры устьиц, мкм			
		M±m	длина		ширина	M±m	длина	ширина
			M±m		M±m			
<i>Hemerocallis citrina</i> Baroni (Донецк)								
верхний	306,4±10,69	140,3± ±7,66	21,5± ±0,86	113,4±9,16	43,6± ±0,77	35,7±1,01		
нижний	321,4±9,4	134,6± ±12,46	26,5± ±0,82	107,3±6,19	46,8± ±0,57	38,2±0,93		
<i>Hemerocallis citrina</i> Baroni (Кривой Рог)								
верхний	239,4***± ±30,17	181,0***± ±22,12	20±2,76	73,1***±13,59	40,7± ±4,57	35,3±3,94		
нижний	298,4±34,3	148,3**± ±18,17	22,5± ±2,67	97,4±11,36	38,2***± ±4,23	33,6±3,69		
<i>Hemerocallis citrina</i> Baroni (Днепропетровск)								
верхний	322,4**±38,24	122,7± ±14,46	22,4**± ±2,61	117,7**±13,61	38,6± ±4,47	35,9±4,01		
нижний	321,2±36,7	146,1± ±20,81	24,2± ±2,79	105,1±12,84	39,6***± ±4,36	34,6**± ±3,91		
<i>Hemerocallis citrina</i> Baroni (Харьков)								
верхний	308,5±36,54	98,1***± ±12,9	21,9± ±2,65	88,1±11,23	38,5± ±4,42	33,5±3,74		
нижний	362,1±51,36	90,9***± ±13,62	22,4±2,6	135,8***± ±16,04	39,5***± ±4,31	32,5±3,6		
<i>Hemerocallis citrina</i> Baroni (Киев)								
верхний	198,1***± ±22,84	137,1± ±19,54	28,9***± ±3,32	-	-	-		
нижний	428,5***± ±65,32	85,8***± ±10,8	16,2± ±1,93	177,6***± ±29,73	34,8***± ±3,82	29,7***± ±3,21		
<i>Hemerocallis minor</i> Mill. (Донецк)								
верхний	185,3±3,83	144,5± ±11,28	42,5± ±1,05	3,8±1,15	43,1± ±0,71	39,5±1,71		
нижний	322±9,64	146,4± ±13,35	27,6± ±0,95	118,3±7,61	38,2± ±0,92	30,5±0,63		
<i>Hemerocallis minor</i> Mill. (Харьков)								
верхний	374,2***± ±42,82	84,3± ±11,6	25,7***± ±2,9	-	-	-		
нижний	490,5***± ±57,86	93,5***± ±12,76	17,9***± ±1,96	208,5***± ±24,61	32,0***± ±3,47	26,6±2,95		
<i>Hemerocallis minor</i> Mill. (Киев)								
верхний	234,7***± ±26,63	119,8± ±15,83	31,2***± ±3,59	-	-	-		
нижний	450,2***± ±51,97	133,5**± ±21,72	22,2±2,41	192,4***± ±22,73	33,7± ±3,79	27,9±3,23		

Примечание: M±m – среднее арифметическое±ошибка, отличия в сравнении с контролем достоверны при P > 0,95 (*), P > 0,99(**), P > 0,999(***)

устьиц на 1 мм² верхней поверхности листа уменьшается, причем киевский образец характеризуется отсутствием устьиц на верхнем эпидермисе. У образцов *H. citrina* из увлажненных пунктов интродукции – Харьков, Киев наблюдается сильное увеличение количества устьиц на нижней поверхности. Сравнительный анализ особенностей эпидермиса листа *H. minor* из разных пунктов интродукции показал, что киевский и харьковский образцы отличаются достоверно большим количеством эпидермальных клеток на обеих сторонах листа, отсутствием устьиц на верхней поверхности, большим их количеством на нижней поверхности (табл. 2). Для мезофитов характерно преобладание устьиц на нижнем эпидермисе. У ксерофитов равное количество устьиц на верхнем и нижнем эпидермисе или значительное преобладание их на верхнем (Василевская, 1954), поэтому появление устьиц на верхнем эпидермисе *H. minor* и *H. citrina* можно рассматривать как приспособительный признак к произрастанию в аридных условиях интродукции.

Листьям ксероморфных растений более свойственны мелкие многочисленные устьица (Эзау, 1980; Буинова, 1988). Мелкоклеточность и большое количество устьиц не являются универсальными признаками пустынных растений. По мнению В. К. Василевской (1938, 1954) у настоящих ксерофитов количество устьиц часто небольшое, в то время как у мезофитов в условиях ухудшенного водоснабжения, клетки эпидермиса мельчают и увеличивается количество устьиц. Большое количество устьиц у мезофитов в аридных условиях обитания необходимо для усиления транспирации, ослабляющей действие перегрева, поэтому возрастание их количества является положительным признаком в строении мезофитных интродуцентов. Другие ботаники придерживаются мнения, что низкая частота устьиц в сочетании с крупными их размерами способствует более эффективному контролю за потерей воды (Ceulemans, 1978; Bissing, 1982). С другой стороны, только показатель численности устьиц не может быть использован для характеристики ксероморфизма листа. Ни одна группа растений не имеет полного набора тех признаков ксероморфизма листа, которые известны по литературным данным. Для каждой из групп характерна своя совокупность морфологических и анатомических признаков, которая может рассматриваться как адаптационный потенциал вида, обитающего в аридной среде (Гамалей, 1984).

При уменьшении годового количества осадков в пункте интродукции у образцов *H. citrina* увеличивается толщина листа, мезофилла, уменьшается толщина верхнего эпидермиса (рис. 3, А, Б), количество устьиц на нижнем эпидермисе, увеличивается их размер, увеличивается количество устьиц на верхнем эпидермисе, уменьшается их размер (рис. 3, В, Г). У образцов двух исследованных видов при возрастании среднегодовой температуры воздуха пункта интродукции увеличивается площадь сечения воздухоносных полостей (рис. 4, А, Б). У образцов *H. minor* при увеличении температуры уменьшается количество устьиц на нижней поверхности листа, увеличивается их размер (рис. 4, В, Г).

Таким образом, при интродукции в аридных условиях интродукции у *H. citrina* и *H. minor* отмечено появление ксероморфных признаков листа: формирование одного слоя столбчатого мезофилла, увеличение слоев ассимиляционной паренхимы, появление устьиц на верхней поверхности листа, уменьшение количества устьиц на нижней поверхности при одновременном увеличении их размеров. При повышении среднегодовой температуры воздуха пункта интродукции у двух исследованных видов увеличивается площадь сечения воздухоносных полостей листа. У образцов *H. citrina* с убыванием годового количества осадков в пункте интродукции увеличивается толщина листа, мезофилла, количество устьиц на верхнем эпидермисе, уменьшается их размер, уменьшается количество устьиц на нижней поверхности листа, увеличивается их размер. У образцов *H. minor* при возрастании среднегодовой температуры воздуха уменьшается количество устьиц на нижней поверхности листа, увеличивается их размер.

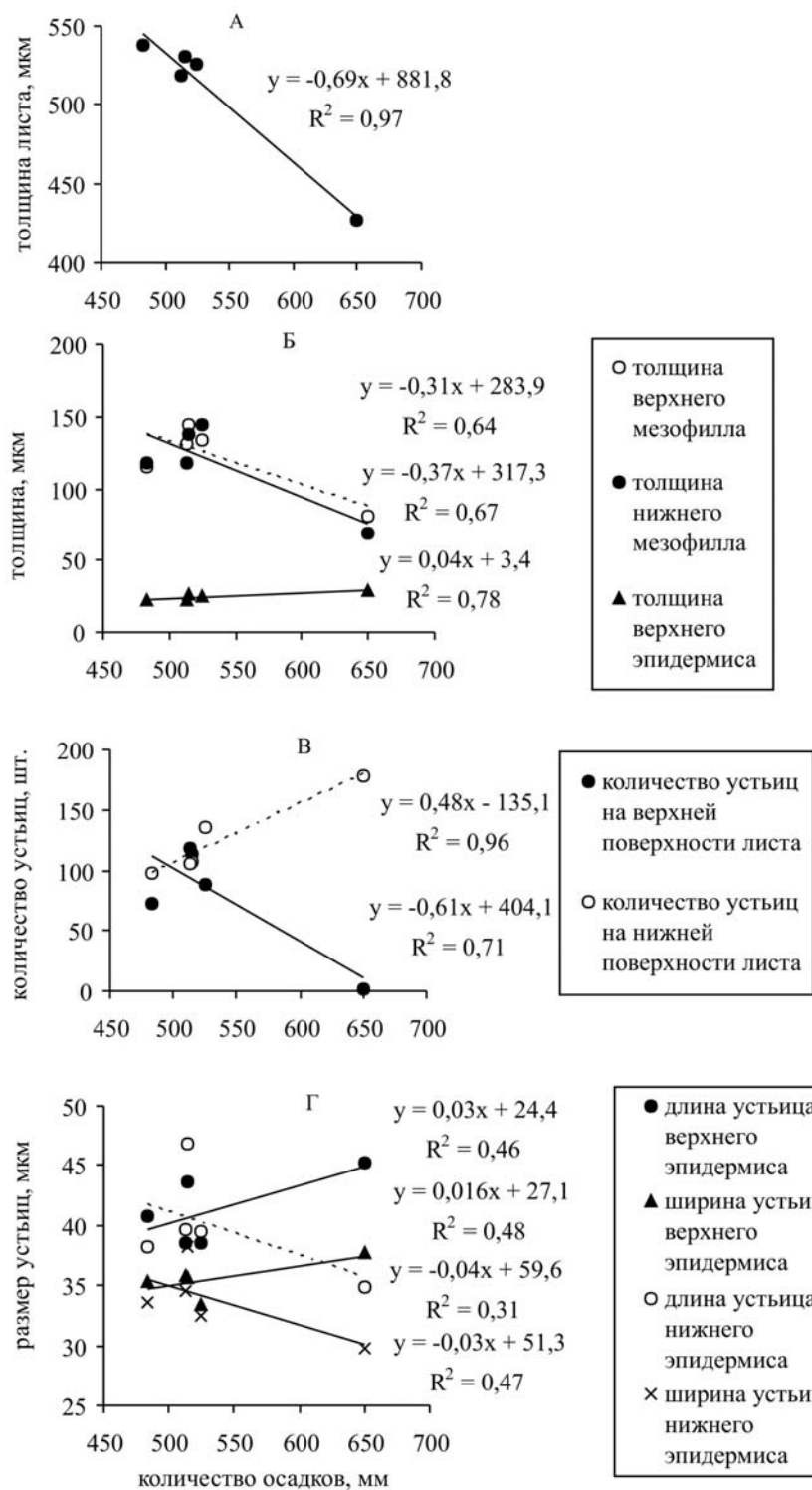


Рис. 3. Зависимость некоторых анатомических параметров листа образцов *H. citrina* Вагоні от годового количества осадков в пункте интродукции:
 А – толщины листа; Б – толщины мезофилла на обеих сторонах листа, верхнего эпидермиса;
 В – количества устьиц; Г – размера устьиц

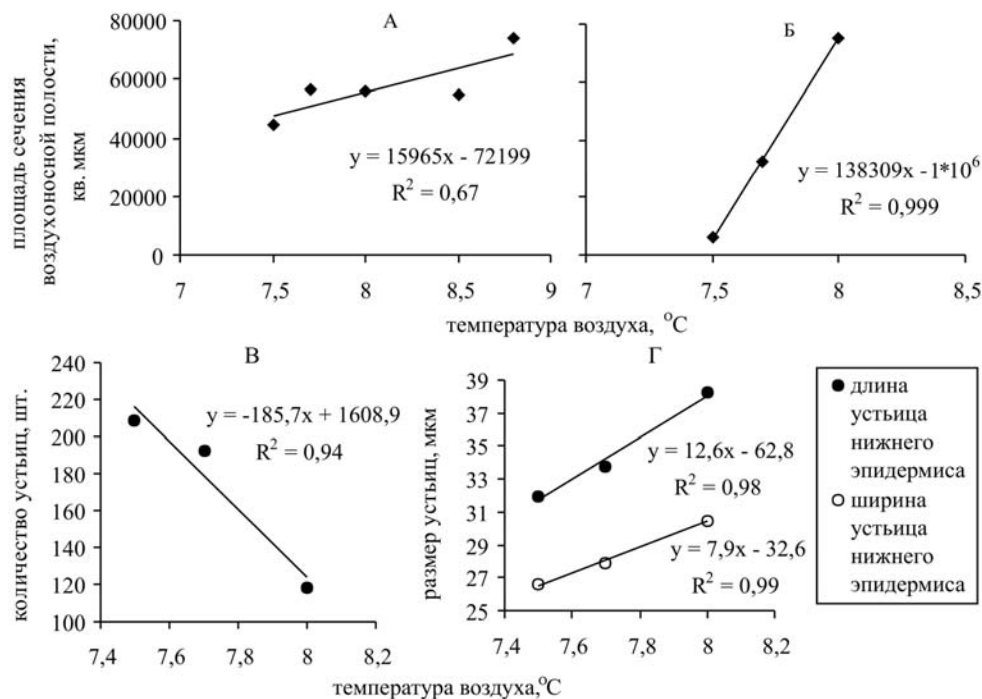


Рис. 4. Зависимость некоторых анатомических параметров листа образцов видов рода *Hemerocallis* L. от среднегодовой температуры воздуха в пункте интродукции: А – площади сечения воздухоносной полости листа *H. citrina* Baroni; Б – площади сечения воздухоносной полости листа *H. minor* Mill.; В – количества устьиц на 1 мм² поверхности листа *H. minor* Mill.; Г – размера устьиц нижнего эпидермиса *H. minor* Mill.

* * *

Автор выражает благодарность Опанасенко В. Ф., Буйдину Ю. В., Орловой Т. Г., Чипиляк Т. М. за предоставление живых растений для проведения исследований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Баранов П. А.** Материалы к анатомии горных растений / П. А. Баранов // Бюлл. САГУ. – 1925. – Вып. 8. – С. 3-40.
- Баранова М. А.** Классификация морфологических типов устьиц / М. А. Баранова // Ботан. журн. – 1985. – Т. 70, № 12. – С. 1585-1595.
- Буинова М. Г.** Анатомия и пигменты листа растений Забайкалья / М. Г. Буинова. – Новосибирск : Наука, 1988. – 230 с.
- Василевская В. К.** О значении анатомических коэффициентов как признаке засухоустойчивости растений / В. К. Василевская // Ботан. журн. – 1938. – № 4. – С. 15-16.
- Василевская В. К.** Формирование листа засухоустойчивых растений / В. К. Василевская. – Ашхабад : АН ТССР, 1954. – 184 с.
- Василевская В. К.** Структурные приспособления растений жарких и холодных пустынь Средней Азии и Казахстана / В. К. Василевская // Проблемы современной ботаники. – М., Л., 1965. – Т. 2. – С. 5-17.
- Гамалей Ю. В.** Анатомия листа у растений пустыни Гоби / Ю. В. Гамалей // Ботан. журн. – 1984. – Т. 69, № 5. – С. 569-584.
- Горышина Т. К.** Практикум по экологии растений / Т. К. Горышина, И. С. Антонова, Ю. И. Самойлов. – СПб. : Изд-во Спб. ун-та, 1992. – 140 с.
- Дьяченко А. П.** Сравнительный анализ структурных и функциональных особенностей фотосинтетического аппарата различных экологических групп высших растений / А. П. Дьяченко // Мезоструктура и функциональная активность фотосинтетического аппарата. – Свердловск, 1978. – С. 93-102.
- Захаревич С. Ф.** К методике описания эпидермиса листа / С. Ф. Захаревич // Вестн. Ленинград. ун-та. – 1954. – № 4. – С. 65-75.

- Клейн Р. М.** Методы исследования растений / Р. М. Клейн, Д. Т. Клейн. – М. : Колос, 1974. – 527 с.
- Крохмаль І. І.** Анатомічна будова й структура епідерми листя деяких видів і сортів роду *Hemerocallis* L. / І. І. Крохмаль // Наукові основи збереження біотичної різноманітності // Тематичний збірник Інституту екології Карпат НАН України. – Львів : Ліга-Прес, 2004. – Вип. 5. – С. 80-86.
- Крохмаль І. І.** Анатомічна будова та структура епідермісу видів роду *Hemerocallis* L. в умовах посушливого степу / І. І. Крохмаль, А. Ю. Пугачова // Інтродукція рослин. – 2009. – № 4. – С. 56-64.
- Культиасов М. В.** Інтродукція рослин природної флори як екологічна проблема / М. В. Культиасов // Растительные ресурсы Сибири, Урала и Дальнего Востока. – Новосибирск : Наука, 1965. – 448 с.
- Культиасов М. В.** Екологічні основи інтродукції рослин природної флори / М. В. Культиасов // Екологія і інтродукція рослин. – Л. : Наука, 1963. – С. 3-37.
- Пельтихіна Р. І.** Інтродукція видів і сортів роду *Hemerocallis* L. (*Hemerocallidaceae* R.Br.) в Донбасі і перспективи їх використання в декоративному садівництві / Р. І. Пельтихіна, І. І. Крохмаль. – Донецьк : Норд-Прес, 2005. – 236 с.
- Поплавська Г. І.** Краткий курс екології рослин / Г. І. Поплавська. – Л. : Біомедгиз, 1937. – 298 с.
- Серебряков І. Г.** Морфологія вегетативних органів вищих рослин / І. Г. Серебряков. – М. : Советская наука, 1952. – 390 с.
- Чипиляк Т. Ф.** Зміни анатомічної будови листків видів та сортів лілійнику за дії аерогенного забруднення / Т. Ф. Чипиляк, В. М. Гришко // Вісник ХНАУ. – Серія Біологія. – 2008. – Вип. 3 (15). – С. 58-65.
- Шенников А. П.** Екологія рослин / А. П. Шенников. – М. : АН СССР, 1950. – 347 с.
- Эзау К.** Анатомія семенних рослин / К. Эзау. – М. : Мир, 1980. – Т. 1-2. – 570 с.
- Bissing D. R.** Evolution of leaf architecture in the chaparral species *Fremontodendron californicum* ssp. *californicum* (Sterculiaceae) / D. R. Bissing // Amer. J. Bot. – 1982. – Vol. 69, № 6. – P. 957-972.
- Ceulemans R.** Water movements in the soil-poplar-atmosphere system / R. Ceulemans, J. Jmpens, R. Lemeur, R. Moermans, Z. Samsuddin // Oecol. Plant. – 1978. – Vol. 13, № 1. – P. 1-12.

Надійшла до редколегії 11.01.12