ЭКОБИОТЕХ
Ecobiotech Journal
ISSN 2618-964X http://ecobiotech-journal.ru

УСТОЙЧИВОСТЬ ДЕКОРАТИВНЫХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ К ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ УСЛОВИЯМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Реут А.А., Денисова С.Г.
Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа
E-mail: cvetok.79@mail.ru

В статье представлены результаты опытов по определению жароустойчивости и водоудерживающей способности декоративных многолетников на примере родового комплекса *Campanula* L. при культивировании в лесостепной зоне Башкирского Предуралья. Выявлено, что при изучении водного режима листьев колокольчиков к концу вегетационного периода общая оводненность снижается. Наиболее устойчивыми к высоким температурам являются *C. carpatica*, *C. glomerata* и *C. persicifolia*, так как они имеют высокий температурный порог гибели тканей.

Ключевые слова: Campanula L., интродукция, жароустойчивость, водоудерживающая способность, адаптивный потенциал

RESISTANCE OF DECORATIVE HERBACEOUS PLANTS TO CHANGING ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Reut A.A., Denisova S.G.
South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Centre of Russian Academy of Sciences, Ufa
E-mail: cvetok.79@mail.ru

The article presents the results of experiments to determine the heat resistance and water-holding capacity of decorative perennials on the example of the generic complex *Campanula* L. during cultivation in the forest-steppe zone of the Bashkir Urals. It was revealed that when studying the water regime of leaves of *Campanula* by the end of the growing season, the total water content decreases. The most resistant to high temperatures are *C. carpatica*, *C. glomerata* and *C. persicifolia*, as they have a high temperature threshold of tissue death.

Keywords: Campanula L., introduction, heat resistance, water-holding capacity, adaptive potential

Поступила в редакцию: 3.09.2019

DOI: 10.31163/2618-964X-2019-2-4-456-461

ВВЕДЕНИЕ

Жароустойчивость, водоудерживающая способность и другие экологические особенности растений возникли и сформировались в процессе эволюции вследствие длительного действия тех или иных факторов: низкие и высокие температуры, засуха, избыток воды и солей в почве и т.д. Растения проявляют устойчивость к ним как результат приспособления к условиям существования [Лебедев, 1988].

Устойчивость растений к высоким температурам (жароустойчивость) – это их способность адаптироваться к неблагоприятным воздействиям внешней среды, сохраняя стабильность всех физиологических процессов.

Известно, что водный режим местообитания определяет важнейшие процессы жизнедеятельности растений. Поэтому показатели водного обмена растений выступают как критерии для оценки устойчивости колокольчиков к неблагоприятным факторам среды. При этом скорость водоотдачи листьями растений (водоудерживающая способность листьев) является одним из важнейших физиологических показателей, диагностирующих устойчивость растений, к засухе. Известно, что в зависимости от водоснабжения растения проявляют неодинаковую устойчивость к атмосферной засухе. Чем выше потеря воды листьями, тем меньше их водоудерживающая способность. Оводненность листьев – это наиболее доступный показатель оценки водного состояния клеток. Морозостойкость растений также зависит от способности противостоять действию обезвоживающих факторов. Однако высокая оводненность тканей при слабой способности их связывать воду может свидетельствовать и о малой морозостойкости [Гусев, 1960].

Для территории Республики Башкортостан характерен континентальный климат с резко выраженной разницей среднемесячных температур самого холодного месяца января и самого теплого – июля [Григорьев и др., 2002]. Южно-Уральский ботанический сад-институт - обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (далее ЮУБСИ УФИЦ РАН) расположен в лесостепной зоне Башкирского Предуралья. В климатическом отношении этот район характеризуется большой амплитудой колебаний температур в ее годовом ходе, неустойчивостью и недостатком атмосферных осадков, быстрым переходом от суровой зимы к жаркому лету. Поэтому актуально выявление видов и сортов декоративных многолетников, высоко адаптированных к резко континентальным условиям региона

Целью работы было изучение адаптационного потенциала декоративных многолетников на примере родового комплекса *Campanula* L. при интродукции в лесостепную зону Башкирского Предуралья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для оценки жароустойчивости использовался метод В.П. Тарабрина [Тарабрин, 1969]. Он основан на реакции замещения ионов водорода из мембраны хлоропласта, на ионы магния в молекуле хлорофилла под воздействием высоких температур, который превращается в феофетин, имеющий бурый цвет. Чем больше хлорофилоносных клеток повреждено, тем большая часть листа буреет. В водяную баню, с температурой + 40ºС, погружали листья растений (по 20 штук каждого вида). Первую пробу извлекали из бани через 30 минут и временно переносили в кристаллизатор с водой комнатной температуры. Затем температуру в бане поднимали на +5ºС и помещали вторую пробу листьев, которую извлекали через 10 минут и помещали в кристаллизатор с водой. Повторяли данную процедуру ещё для нескольких проб, каждый раз повышая температуру в водяной бане на +5ºС. Затем листья извлекали из воды комнатной температуры (кристаллизатора) и заливали 0,2 М раствором соляной кислоты, в которой листья приобретают бурую окраску. Время пребывания листьев в кислоте было одинаковым для всех листьев. Через 10 минут листья извлекали из раствора соляной кислоты, переносили в воду, промывали, отмечая степень повреждения (побуревшая площадь) листовой пластинки (в %) при определённой температуре.

Для оценки водного режима применялись методики Н.А. Гусева [Гусев, 1960], В.А. Таренкова, Л.Н. Ивановой [Таренков, Иванова, 1990].

Для опыта отбирали пробу листьев, отсчитывали по 10 листовых пластинок и взвешивали их. Пробы листьев оставляли на воздухе на обезвоживание. Повторное взвешивание проводили через 24 часа. Далее образцы в течение 2 часов выдерживали в сушильном шкафу при +110ºС. Рассчитывали общую оводнённость (*W*), водоудерживающую способность (*R*), содержание «подвижной» влаги (*L*) в пробах, используя формулы:

$$W = 100 \cdot (M - M_2)/M;$$
$$R = 100 \cdot ((M - M_2) - (M - M_1))/M = 100 \cdot (M_1 - M_2)/M;$$
$$L = W - R;$$

где *M* – масса свежей пробы, M_1 – масса пробы спустя сутки, M_2 – масса пробы после высушивания. Достоверность определяли по критерию Стьюдента при $P < 0,05$.

Опыт проводили на базе ЮУБСИ УФИЦ РАН в 2016-2018 годах. Объектами исследования были 16 представителей рода *Campanula* L. (*C. alliariifolia* Willd., *C. bononiensis* L., *C. carpatica* Jacg., *C. glomerata* L., *C. grossekii* Heuff., *C. latifolia* L., *C. medium* L., *C. persicifolia* L., *C. pyromidalis, C. punctata* Lam., *C. rapunculoides* L., *C. rotundifolia* L., *C. takesimana* Nakai, *C. thyrsoides* L., *C. trachelium* L., *C. sibirica* L.). Для опыта использовали листовые пластинки, собранные в двух фазах развития растений: в период отрастания (июнь) и в конце цветения (август).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изучение жаростойкости видов колокольчиков показало, что степень повреждения листьев варьирует в широких пределах. Повреждение листовых пластинок наблюдается уже при температуре +40°. Установлено, что *C. glomerata, C. grossekii, C. rotundifolia* и *C. thyrsoides* наиболее чувствительны к жаре (табл. 1). Повреждение листовых пластинок достигает максимума при +60ºС. Наиболее устойчивы к высоким температурам оказались *C. carpatica*, *C. glomerata* и *C. persicifolia:* площадь повреждения их листовых пластинок минимальна по сравнению с другими видами. Следовательно, данные виды устойчивы к высоким температурам (жароустойчивы), они имеют довольно высокий температурный порог гибели тканей, поэтому ожогов их листьев может не наблюдаться даже в самые жаркие периоды лета.

Известно, что водный режим местообитания определяет важнейшие процессы жизнедеятельности растений. Поэтому показатели водного обмена растений выступают как критерии для оценки их устойчивости к неблагоприятным факторам среды [Миронова и др., 2011].

Известно, что в зависимости от водоснабжения растения проявляют неодинаковую устойчивость к атмосферной засухе. Чем выше потеря воды листьями, тем меньше их водоудерживающая способность [Миронова и др., 2010].

Для оценки засухоустойчивости колокольчиков важно исследовать, в первую очередь, следующие основные параметры: общая оводненность листьев; водоудерживающая способность листьев; суточные потери воды листьями (табл. 2).

Таким образом, при характеристике особенностей водного режима листьев изученные виды колокольчиков в период вегетации образуют следующие ряды:

<u>По общей оводненности:</u>

а) в июне: *C. rapunculoides > C. grossekii > C. thyrsoides > C. glomerata > C. alliariifolia > C. punctata > C. sibirica > C. rotundifolia > C. latifolia > C. takesimana > C. pyromidalis > C. carpatica > C. persicifolia*

б) в августе: *C. rotundifolia > C. thyrsoides > C. carpatica > C. alliariifolia > C. glomerata > C. sibirica > C. rapunculoides > C. pyromidalis > C. punctata > C. takesimana > C. bononiensis > C. grossekii > C. latifolia > C. persicifolia > C. trachelium*

<u>По суточной потере воды:</u>

а) в июне: *C. trachelium > C. rapunculoides > C. grossekii > C. glomerata > C. alliariifolia > C. sibirica > C. latifolia > C. pyromidalis > C. punctata > C. thyrsoides > C. persicifolia > C. rotundifolia > C. carpatica > C .takesimana*

Таблица 1. Доля повреждения листьев видов рода Campanula высокими температурами, %

Виды	Фаза	Температура, °С.				
		40	45	50	55	60
C. alliariifolia	а	6,8±0,2	12,8±0,3	20,2±0,6	23,5±0,7	69,7±2,1
	б	0,9±0,0	6,7±0,2	18,2±0,5	55,6±1,5	76,0±2,1
C. bononiensis	а	8,1±0,2	15,4±0,3	20,3±0,6	26,1±0,7	35,9±1,1
	б	10,0±0,3	35,0±1,1	37,5±1,1	57,1±1,7	78,6±2,2
C. carpatica	а	5,5±0,1	6,6±0,1	8,6±0,2	15,0±0,4	20,6±0,5
	б	18,8±0,5	28,6±0,8	40,0±1,2	65,0±1,8	66,7±2,0
C. glomerata	а	5,2±0,1	8,5±0,2	12,8±0,3	19,4±0,5	34,6±1,0
	б	10,5±0,3	16,7±0,5	20,0±0,6	47,0±1,3	100,0±2,8
C. grossekii	а	10,6±0,3	11,8±0,3	26,0±0,7	78,2±2,3	100,0±2,8
	б	8,6±0,2	29,6±0,8	33,3±0,8	47,4±1,4	70,0±2,0
C. latifolia	а	3,6±0,1	8,0±0,2	9,8±0,2	20,8±0,6	47,2±1,4
	б	3,5±0,1	9,62±0,2	16,3±0,4	18,5±0,4	44,4±1,3
C. persicifolia	а	0,5±0,0	0,9±0,0	3,0±0,1	3,5±0,1	5,0±0,1
	б	1,3±0,0	1,5±0,0	7,1±0,2	9,6±0,2	33,3±0,9
C. punctata	а	19,0±0,5	20,0±0,6	21,9±0,6	27,1±0,8	48,0±1,4
	б	3,0±0,1	18,8±0,5	25,0±0,7	50,0±1,4	70,8±2,1
C. pyromidalis	а	9,5±0,2	16,4±0,4	27,5±0,7	41,9±1,1	43,9±1,3
	б	0,8±0,0	1,9±0,1	19,0±0,5	56,5±1,5	71,4±2,1
C. rapunculoides	а	11,0±0,3	15,3±0,4	28,4±0,8	61,8±1,7	69,0±2,1
	б	9,8±0,2	35,7±1,1	45,0±1,3	50,0±1,4	57,0±1,6
C. rotundifolia	а	1,5±0,0	6,2±0,1	15,1±0,4	20,9±0,5	45,5±1,3
	б	8,3±0,2	16,7±0,5	50,0±1,4	75,0±2,2	100,0±2,8
C. sibirica	а	5,0±0,1	23,0±0,6	28,5±0,8	33,3±0,8	39,3±1,1
	б	3,6±0,1	9,0±0,2	21,4±0,6	35,7±1,1	66,1±1,8
C. takesimana	а	7,3±0,2	8,6±0,2	11,0±0,3	42,0±1,2	68,0±1,7
	б	9,5±0,2	10,0±0,2	15,0±0,4	50,0±,1,5	76,0±2,2
C. thyrsoides	а	6,6±0,2	18,1±0,5	21,2±0,6	33,6±1,0	44,0±1,3
	б	17,4±0,5	20,0±0,6	38,5±1,1	75,0±2,2	91,7±2,5
C. trachelium	а	18,2±0,5	32,3±0,9	34,7±1,0	38,7±1,1	43,6±1,2
	б	8,6±0,2	15,4±0,4	19,0±0,5	20,6±0,6	48,5±1,4

Примечание: а – фаза отрастания (июнь), б – фаза цветения (август)

б) в августе: *C. rotundifolia> C. glomerata > C. alliariifolia > C. rapunculoides > C. bononiensis > C. sibirica > C. grossekii > C. latifolia > C. persicifolia > C. pyromidalis > C. thyrsoides > C. carpatica > C. punctata > C. takesimana > C. trachelium*

<u>По водоудерживающей способности:</u>

а) в июне: *C. takesimana > C. rotundifolia > C. carpatica > C. thyrsoides > C. persicifolia > C. punctata > C. pyromidalis > C. rapunculoides > C. sibirica > C. alliariifolia > C. glomerata > C. trachelium > C. latifolia > C. grossekii*

б) в августе: *C. takesimana > C. carpatica > C. thyrsoides > C. punctata > C. pyromidalis > C. rotundifolia > C. bononiensis > C. sibirica > C. rapunculoides > C. alliariifolia > C. glomerata > C. latifolia > C. grossekii > C. persicifolia > C. trachelium*

Общая обводненность листьев в июне составила более 52% у всех изучаемых видов колокольчиков. Уровень общей обводненности листьев максимален у *C. latifolia* (90,0%), минимален у - *C. persicifolia* (52,5%). В августе максимальным показателем обладает *C. rotundifolia* (91,7%), минимальным - *C. trachelium* (36,3%). Таким образом, общая обводненность листьев колокольчиков видоспецефична и зависит от фазы развития растения.

Таблица 2. Оценка водного режима видов рода Campanula

Виды	**Фаза**	**Масса свежей пробы, г**	**Масса пробы спустя сутки, г**	**Масса пробы после высушивания, г**	**Общая оводненность, % W**	**Водоудерживающая способность, % R**	**Суточная потеря воды, % L**
C. alliariifolia	а	2,60±0,07	0,86±0,02	0,73±0,02	71,9±2,1	5,0±0,2	66,9±2,0
	б	3,84±0,11	1,19±0,03	1,04±0,03	72,9±2,2	3,9±0,1	69,0±2,1
C. bononiensis	а	4,24±0,12	1,24±0,03	0,99±0,02	76,6±2,3	5,9±0,2	70,8±2,1
	б	1,98±0,05	0,72±0,02	0,59±0,01	70,2±2,1	6,6±0,2	63,6±1,9
C. carpatica	а	0,74±0,02	0,47±0,01	0,24±0,01	67,6±2,0	31,1±0,9	36,5±1,1
	б	0,92±0,02	0,40±0,01	0,21±0,01	77,2±2,3	20,7±0,6	56,6±1,6
C. glomerata	а	1,83±0,05	0,56±0,01	0,48±0,01	73,8±2,2	4,4±0,1	69,4±2,1
	б	1,85±0,05	0,57±0,01	0,50±0,01	72,9±2,2	3,8±0,1	69,2±2,1
C. grossekii	а	7,13±0,21	1,89±0,05	1,65±0,04	76,9±2,3	3,4±0,1	73,5±2,2
	б	2,06±0,06	0,75±0,02	0,68±0,02	66,9±2,0	3,4±0,1	63,6±1,9
C. latifolia	а	1,28±0,03	0,43±0,01	0,38±0,01	70,3±2,1	3,9±0,1	66,4±1,9
	б	1,64±0,04	0,62±0,01	0,56±0,01	65,9±1,9	3,7±0,1	62,2±1,8
C. persicifolia	а	1,18±0,03	0,76±0,02	0,56±0,01	52,5±1,6	14,4±0,4	38,1±1,1
	б	0,95±0,02	0,36±0,01	0,33±0,01	65,3±1,9	3,2±0,1	62,1±1,8
C. punctata	а	6,77±0,20	2,71±0,08	1,91±0,05	71,8±2,2	11,8±0,3	59,9±1,7
	б	6,14±0,18	2,51±0,07	1,79±0,05	70,9±2,1	11,7±0,3	56,1±1,6
C. pyromidalis	а	2,45±0,07	0,93±0,02	0,76±0,02	68,9±2,1	6,9±0,2	62,0±1,8
	б	2,76±0,08	1,06±0,03	0,80±0,02	71,0±2,1	9,4±0,2	61,6±1,8
C. rapunculoides	а	2,63±0,07	0,68±0,02	0,54±0,01	79,5±2,4	5,3±0,1	74,2±2,2
	б	2,43±0,07	0,80±0,02	0,69±0,02	71,6±2,2	4,5±0,1	67,1±2,0
C. rotundifolia	а	0,21±0,01	0,13±0,01	0,06±0,01	71,4±2,1	33,3±0,9	38,1±1,1
	б	0,12±0,01	0,02±0,01	0,01±0,00	91,7±2,7	8,3±0,2	83,6±2,5
C. sibirica	а	1,59±0,04	0,53±0,01	0,45±0,01	71,7±2,1	5,0±0,1	66,7±2,0
	б	0,64±0,01	0,22±0,01	0,18±0,01	71,9±2,1	6,3±0,1	63,6±1,9
C .takesimana	а	3,86±0,11	2,61±0,07	1,15±0,03	70,2±2,0	37,8±1,1	32,4±0,9
	б	4,27±0,12	2,77±0,09	1,26±0,03	70,5±2,0	35,4±1,1	35,1±1,1
C. thyrsoides	а	6,02±0,18	3,09±0,09	1,52±0,04	74,8±2,2	26,1±0,7	48,7±1,5
	б	3,39±0,10	1,44±0,04	0,74±0,02	78,2±2,2	20,7±0,6	57,5±1,7
C. trachelium	а	6,69±0,20	1,57±0,04	1,28±0,03	80,9±2,4	4,3±0,1	76,5±2,2
	б	2,01±0,06	0,68±0,02	0,62±0,01	36,3±1,1	2,9±0,1	33,3±0,9

Примечание: а – фаза отрастания (июнь), б – фаза цветения (август)

Наиболее высокой водоудерживающей способностью (26-38%) и минимальной суточной потерей воды (32-48%) в июне характеризуется *C. carpatica, C. takesimana, C. rotundifolia, C. thyrsoides*. Следовательно, в период отрастания данные виды обладают наиболее высокой устойчивостью к засухе. В августе наиболее высокой водоудерживающей способностью и минимальной суточной потери воды характеризуется *C. takesimana*. Все остальные виды колокольчиков имеют более низкую водоудерживающую способность: от 3,37% (*C. grossekii*) до 14,41% (*C. persicifolia*) в июне; от 2,9% (*C. trachelium*) до 11,8% (*C. punctata*) в августе. Многие виды в период отрастания являются малоустойчивыми к засухе, с очень большой суточной потерей воды (*C. trachelium, C. rapunculoides, C. grossekii, C. glomerata*). У большинства видов колокольчика водоудерживающая способность максимальна в июне, а к августу значительно снижается.

Таким образом, при наблюдении за водообменом листьев колокольчиков на протяжении периода вегетации установлено, что она снижается в связи со старением тканей и с уменьшением количества доступной корням растений воды в почве. Причем, это уменьшение происходит в разной мере в зависимости от естественных условий мест произрастания видов; их наследственных биологических свойств, от приспособленности к высоким летним температурам почвы и воздуха, а также к пониженной влажности воздуха и почвы в период вегетации. На основе выше охарактеризованных особенностей водного режима листьев изученных колокольчиков можно заключить, что наиболее приспособлены к засушливым периодам в условиях лесостепной зоны Башкирского Предуралья следующие виды колокольчиков: *C. carpatica, C. takesimana, C. rotundifolia* и *C. thyrsoides*.

Показано, что апробированные методики (определение жаростойкости и водоудерживающей способности растений) могут быть использованы для изучения адаптационного потенциала видовых и сортовых декоративных многолетников [Миронова и др., 2014].

Таким образом, при изучении водного режима листьев колокольчиков выявлено, что к концу вегетационного периода общая оводненность снижается в связи со старением тканей и с уменьшением количества доступной корням растений воды в почве. Наиболее приспособлены к засушливым периодам следующие виды: *C. carpatica, C. takesimana, C. rotundifolia* и *C. thyrsoides*.

Изучение жаростойкости видов колокольчиков показало, что степень повреждения листьев варьирует в широких пределах. Виды *C. carpatica, C. glomerata* и *C. persicifolia* являются наиболее устойчивыми к высоким температурам (жароустойчивы), они имеют довольно высокий температурный порог гибели тканей (60°C).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев И.Н., Соломещ А.И., Алимбекова Л.М., Онищенко Л.И. Влажные луга Республики Башкортостан: синтаксономия и вопросы охраны: монография. Уфа: Гилем, 2002. 157 с.
2. Гусев Н.А. Некоторые методы исследования водного режима растений: монография. Л.: АН СССР, Всесоюзное ботаническое общество, 1960. 60 с.
3. Лебедев С.И. Физиология растений: монография. М.: Агропромиздат, 1988. 160 с.
4. Миронова Л.Н., Денисова С.Г., Зайнетдинова Г.С., Реут А.А., Шайбаков А.Ф., Биглова А.Р., Аллаярова И.Н. К оценке адаптационного потенциала декоративных многолетников // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2011. № 1. С. 85-88.
5. Миронова Л.Н., Реут А.А., Денисова С.Г., Биглова А.Р., Аллаярова И.Н. Сравнительный анализ адаптационного потенциала декоративных травянистых многолетников // Субтропическое и декоративное садоводство. 2014. № 50. С. 239-244.
6. Миронова Л.Н., Реут А.А., Денисова С.Г., Зайнетдинова Г.С., Шайбаков А.Ф., Биглова А.Р., Аллаярова И.Н. Сравнительный анализ жаростойкости и водного режима декоративных травянистых многолетников // Вестник Башкирского университета. 2010. № 4. Т. 1. С. 143-144.
7. Тарабрин В.П. Жароустойчивость древесных растений и методы её определения в полевых условиях // Бюллетень ГБС. 1969. Вып. 73. С. 53-56.
8. Таренков В.А., Иванова Л.Н. Водоудерживающая способность листьев боярышника в связи с устойчивостью к засухе // Интродукция, акклиматизация, охрана и использование растений. Куйбышев: Куйбышевский госуниверситет, 1990. С. 3-9.