

**ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНОГО РЕЖИМА НЕКОТОРЫХ СОРТОВ ХРИЗАНТЕМ  
В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА**

© 2021

**Денисова С.Г., Реут А.А.***Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН  
(г. Уфа, Российская Федерация)*

**Аннотация.** В интродукционных исследованиях большое значение имеет определение, насколько благоприятен водный баланс вида в заданных экологических условиях. Целью работы было изучение водного режима некоторых сортов хризантем в условиях Южного Урала. Исследование проводили в 2018–2020 годах на базе ЮУБСИ УФИЦ РАН. Объектами изучения служили 23 сорта *Chrysanthemum* × *hortorum* Bailey. В ходе опытов определяли общую оводненность, водоудерживающую способность, содержание подвижной влаги, водный дефицит, сублетальный водный дефицит. Анализ показателей водного режима основан на методе искусственного завядания (В.Н. Таренков, Л.Н. Иванова) и методике насыщения растительных образцов (В.П. Моисеев, Н.П. Решетский). Сублетальный водный дефицит определяли по рекомендациям Т.К. Горышиной, Л.И. Самсоновой, доработанным Н.И. Бобровской. Проведение расчетов осуществляли стандартными методами с использованием статистических пакетов Microsoft Excel 2003 и программы «Agros 2.13». Исследования позволили определить величину сублетального водного дефицита (28,4%) для сортов хризантем в условиях Башкирского Предуралья. Было установлено, что у изученных сортов на протяжении вегетационного периода не возникало такого дефицита влаги в тканях, который мог бы привести к необратимым повреждениям ассимилирующих органов. Результаты опытов показали, что сорта *Chrysanthemum* × *hortorum* в условиях Башкирского Предуралья при одинаковых почвенно-климатических и агротехнических условиях имели диапазон показателей общей оводненности 70,0–90,4% и водоудерживающей способности 19,00–64,6%. Дисперсионный анализ выявил существенные различия между водоудерживающей способностью и содержанием подвижной влаги по культиварам, доля влияния составила 27,85–31,71%. В результате корреляционно-регрессионного анализа выявлены прямая зависимость показателей содержания подвижной влаги от общей оводненности и обратная – показателей содержания подвижной влаги и водоудерживающей способности.

**Ключевые слова:** *Chrysanthemum* × *hortorum* Bailey; интродукция; водный режим; сублетальный водный дефицит; Республика Башкортостан.

**INDICATORS OF THE WATER REGIME OF SOME VARIETIES OF CHRYSANTHEMUMS  
IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH URAL**

© 2021

**Denisova S.G., Reut A.A.***South-Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Centre of Russian Academy of Sciences  
(Ufa, Russian Federation)*

**Abstract.** In introduction studies, it is of great importance to determine how favorable the water balance of the studied species is under given environmental conditions. The aim of the research was to study the water regime of some varieties of chrysanthemums in the conditions of the Southern Ural. The study was conducted in 2018–2020 on the basis of the South-Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Centre of Russian Academy of Sciences. The objects of the study were 23 varieties of *Chrysanthemum* × *hortorum* Bailey. In the course of the research, the total water content, water-holding capacity, the content of mobile moisture, water deficit, and sublethal water deficit were determined. The analysis of water regime indicators is based on the method of artificial wilting (V.N. Tarenkov, L.N. Ivanova) and the method of saturation of plant samples (V.P. Moiseev, N.P. Reshetsky). Sublethal water deficit was determined by the method of T.K. Goryshina, L.I. Samsonova, modified by N.I. Bobrovskaya. The calculations were carried out by standard methods using statistical packages of the Microsoft Excel 2003 and the Agros 2.13 program. The studies made it possible to determine the value of the sublethal water deficit (28,4%) for the varieties of chrysanthemums in the conditions of the Bashkir Ural. It was found that the studied varieties during the growing season did not experience such a moisture deficit in the tissues that could lead to irreversible damage to the assimilating organs. Our experiments showed that chrysanthemum varieties in the Bashkir Cis-Ural under the same soil-climatic and agrotechnical conditions had the following range of indicators of total water content 70,0–90,4% and water-holding capacity 19,00–64,6%. The analysis of variance revealed significant differences between water-holding capacity and the content of mobile moisture by varieties, the share of influence was 27,85–31,71%. As a result of the correlation-regression analysis, the authors revealed a direct dependence of the indicators of mobile moisture content on the total water content, and an inverse one – on the indicators of the content of mobile moisture and water-holding capacity.

**Keywords:** *Chrysanthemum* × *hortorum* Bailey; introduction; water regime; sublethal water deficit; Republic of Bashkortostan.

### Введение

Одно из распространенных многолетних растений семейства Сложноцветных (Compositae) – хризантема садовая (*Chrysanthemum × hortorum* Bailey). Это сложный гибрид нескольких природных видов и их культиваров, выведенных в начале прошлого века А. Каммингом (США). Она является ценной срезочной культурой и прекрасным материалом для создания клумб и бордюров. В настоящее время в мире существует более 5000 сортов. В открытом грунте средней полосы России выращивают не более 200 [1, с. 477; 2]. Отсутствие сортов, адаптированных к климатическим условиям Республики Башкортостан, ограничивает ее внедрение в данный регион.

Известно, что активная жизнедеятельность растений возможна только при достаточной оводненности их тканей, поэтому водный режим является одним из важнейших звеньев в цепи процессов, которые играют существенную роль в жизни растений, и представляет собой одну из центральных проблем экологической физиологии растений [3, с. 24]. Изучение особенностей существования организма в зависимости от изменяющихся экологических факторов – одна из главных задач современной биологии. В результате стрессовых воздействий изменяется водный режим растений [4, с. 147]. Например, вследствие водного стресса происходит повреждение растений на разных уровнях их организации: дегидратация содержимого клеток, обусловленная засухой, приводит к потере тургора, снижению водного и осмотического потенциала, интенсивности и продуктивности фотосинтеза [5, с. 38]. В настоящее время важны глубокие физиологические исследования с целью выявления ведущих эндогенных и экзогенных факторов, лимитирующих реализацию адаптационного потенциала растения в целом или в конкретных агроклиматических регионах [6, с. 87; 7, р. 220]. Поэтому показатели водного обмена могут выступать как критерии для оценки устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды [8, с. 92; 9, с. 57; 10, с. 31]. При этом водоудерживающая способность является одним из важнейших физиологических показателей, диагностирующих устойчивость растений к засухе [11, р. 869; 12, с. 4; 13].

Для интродукционных исследований важным этапом является определение, насколько благоприятен водный баланс изучаемого вида в заданных экологических условиях. Среди большого разнообразия показателей, характеризующих различные стороны водного режима, наиболее общим, интегральным является водный дефицит, дающий представление о водном балансе в целом. Естественный водный дефицит – это недостаток влаги в листьях до полного насыщения. Но определение размера реального дефицита не дает представления о нарушениях водного баланса, которые препятствуют нормальной жизнедеятельности растения. Чтобы ее установить, необходимо знать значение сублетального водного дефицита. Зная размеры сублетального дефицита, можно с достаточной достоверностью оценить величину реального водного дефицита. Иначе говоря, если показатель реального дефицита приближается к критическому, можно говорить о затрудненном водоснабжении, но если величина естественного дефицита далека от пограничной, тогда она характеризует колеба-

ния водного баланса в пределах нормы. Критический водный дефицит является важным критерием, так как это консервативный признак, характерный для данного вида, произрастающего в определенных экологических условиях, и его величина не зависит от погодных условий [14, с. 5].

**Цель исследований:** изучение водного режима некоторых сортов *Chrysanthemum × hortorum* Bailey в условиях Южного Урала для выявления эколого-физиологических адаптаций интродуцентов.

### Материалы и методы исследований

Работу проводили на базе лаборатории интродукции и селекции цветочных растений Южно-Уральского ботанического сада-института – обособленного структурного подразделения Уфимского научного центра РАН (далее ЮУБСИ УФИЦ РАН) в 2018–2020 гг. Изучали водный режим 23 сортов хризантемы садовой (12 сортов селекции ЮУБСИ УФИЦ РАН и 11 интродуцированных сортов). Анализ проводили в открытом грунте в течение всего вегетационного периода с мая по сентябрь в трехкратной повторности.

ЮУБСИ УФИЦ РАН расположен в юго-восточной части г. Уфы в междуречье рек Уфы и Сутолоки и охватывает территорию в 19 га. С севера сад граничит с парком имени Лесоводов Башкирии Уфимского спецлеспаркхоза, с запада – склоном реки Сутолоки, с востока – шоссейной магистралью, с юга – городской застройкой (частный сектор). Высшая точка – 144 м над уровнем моря. В ландшафтном отношении территория ботанического сада представляет собой склон западной экспозиции с крутизной от 3° до 6° [15, с. 25].

Климат лесостепной зоны Башкирского Предуралья – резко-континентальный с большой амплитудой колебаний температуры в ее годовом ходе, быстрым переходом от суровой зимы к жаркому лету, поздними весенними и ранними осенними заморозками [16, с. 1].

Погодно-климатические условия 2018–2020 гг. немного различались между собой. 2018–2019 года характеризовались пониженной температурой воздуха (–0,2°C к среднегодовому (+13,0°C)) и недостатком влаги в вегетационный период (–7,3 мм и –1,9 мм соответственно). Условия 2020 года были более благоприятные: температура вегетационного периода была выше среднегодовую (+0,2°C), а количество осадков превысило среднегодовую норму на 0,9 мм [16, с. 1].

Почва опытного участка серая лесная суглинистая, мощность гумусового горизонта 0,20–0,27 м. Содержание гумуса в пахотном слое 2,9%; легкогидролизуемого азота – 5,8 мг/кг; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O – 186 и 115 мг/кг почвы соответственно; реакция водной вытяжки верхнего горизонта pH 6,1.

Водный режим растений характеризуют такие показатели, как: водоудерживающая способность, общая оводненность, суточные потери воды листьями, водный дефицит и относительная тургесцентность. Дополнительно определяли среднюю величину сублетального водного дефицита.

Оценка водного режима проводилась по методикам В.Н. Таренкова, З.Г. Таренковой [17, с. 18–23], В.Н. Таренкова, Л.Н. Ивановой [18, с. 3–9]. В соответствии с ней отбирали здоровые, интенсивно функционирующие листья средней части куста. Их

срезали в утренние часы и в закрытых пакетах относили в лабораторию (по 30 штук каждого сорта). Проводили взвешивание по десять листьев в трех повторностях и оставляли на обезвоживание. Повторное взвешивание проводили через 24 часа. Далее образцы в течение 2 часов выдерживали в сушильном шкафу при  $+105...+110^{\circ}\text{C}$ .

Водный дефицит оценивали в соответствии с методическими указаниями В.П. Моисеева, Н.П. Решецкого [3, с. 35]. У здоровых растений срезали по 5–10 листьев, взвешивали на лабораторных электронных весах Госмер ВЛТЭ 1100 ( $M_1$ ) и помещали в чашки Петри, заполненные водой. Чашки Петри с листьями закрывали крышками и оставляли для насыщения на сутки. Затем тургесцентные листья вынимали из чашек, осторожно и быстро обсушивали снаружи фильтровальной бумагой и взвешивали ( $M_2$ ). После этого листья помещали в бюксы и взвешивали, высушивали в сушильном шкафу при температуре  $+105...+110^{\circ}\text{C}$  до постоянной массы ( $M_3$ ).

Показателем, противоположным водному дефициту, является относительная тургесцентность. Относительная тургесцентность – это величина, показывающая, какую долю в процентах составляет количество воды, содержащейся в листьях, от ее содержания, обеспечивающего полный тургор.

Для определения сублетального водного дефицита использовали метод Т.К. Горышиной, Л.И. Самсоновой [14, с. 5], доработанный Н.И. Бобровской [19, с. 361–367]. Согласно ему, о наступлении сублетального водного дефицита судят по потере тургора, который при высокой степени обезвоживания не восстанавливается после повторного донасыщения. Т.е. в процессе дегидратации наступает момент, когда сильно обезвоженные листья утрачивали способность к активному поглощению влаги. Водный дефицит, соответствующий этой степени дегидратации, принимался за величину сублетального водного дефицита.

У растений сортов хризантем срезали по 60 листьев. Каждую партию по 10 образцов взвешивали на лабораторных электронных весах Госмер ВЛТЭ 1100 ( $M_1$ ) и 10 помещали в чашки Петри, заполненные водой. Чашки Петри с листьями закрывали крышками и оставляли для насыщения на сутки. Оставшиеся

листья оставляли на обезвоживание. Через шесть часов еще по 10 обезвоженных листьев взвешивали и помещали в чашки Петри для насыщения. Затем тургесцентные листья вынимали из чашек, осторожно и быстро обсушивали снаружи фильтровальной бумагой и взвешивали ( $M_2$ ). После этого листья помещали в бюксы и взвешивали, высушивали в сушильном шкафу при температуре  $+105...+110^{\circ}\text{C}$  до постоянной массы ( $M_3$ ). Далее рассчитывали величину водного дефицита.

Математическую обработку экспериментальных данных проводили стандартными методами [20, с. 53] с использованием статистических пакетов программы Microsoft Excel 2003 и программы Agros 2.13.

#### Результаты и их обсуждение

В результате исследования установлено, что величина сублетального дефицита зависит от особенностей сорта и варьирует от 23,0% (Липстик) до 35,3% (Зухра) (табл. 1). У исследуемых сортов тургор не восстанавливался полностью через 12 часов обезвоживания. Средняя величина критического дефицита составила 28,4%.

Данные, полученные при анализе особенностей водного режима листьев сортов интродуцированных хризантем, показали, что средняя за три года величина общей оводненности менялась в течение вегетационного периода от 70,3% (Полянка) до 90,4% (Регина) при среднем значении признака 79,7% (табл. 2). Также выявлено, что средние показатели общей оводненности снижались к сентябрю на 4–12% по сравнению с майскими показателями (рис. 1).

В результате исследований установлено, что у изученных сортов величина водоудерживающей способности находилась в пределах от 19,0% (Зухра) до 64,6% (Золотоволоска) при среднем значении признака 42,4% (рис. 2). Показано, что у большинства сортов средние показатели данного параметра водного режима снижались к сентябрю на 2,9–59,5% по сравнению с майскими результатами. У пяти сортов (Волны Агидели, Дуслык 450, Лейсян, Прощальная Краса, Бардо) отмечено увеличение водоудерживающей способности от мая к сентябрю на 5,8–31,3%.

**Таблица 1** – Определение величины сублетального дефицита некоторых сортов хризантем в условиях Южного Урала (средние данные за 2018–2020 гг.)

Сорта	Масса листа, г				Водный дефицит, %
	начальная	после увядания	после насыщения	после высушивания	
Время сбора образцов: 09:00					
Зухра	0,91	0,91	0,99	0,18	9,9
Прощальная Краса	0,76	0,76	0,79	0,13	4,5
Липстик	0,82	0,82	0,85	0,14	4,2
Розовая Мечта	2,12	2,12	2,16	0,44	2,3
Время сбора образцов: 15:00					
Зухра	0,96	0,77	1,07	0,21	34,9
Прощальная Краса	0,84	0,68	0,84	0,17	23,9
Липстик	1,30	1,08	1,32	0,22	21,8
Розовая Мечта	1,96	1,65	1,97	0,34	19,6
Время сбора образцов: 21:00					
Зухра	1,09	0,74	1,04	0,19	35,3
Прощальная Краса	0,73	0,57	0,72	0,13	25,4
Липстик	1,13	0,87	1,07	0,20	23,0
Розовая Мечта	1,87	1,33	1,74	0,37	29,9

**Таблица 2** – Водный режим сортов хризантем за вегетационный период (средние данные за 2018–2020 гг.)

Сорт	Месяц	Показатель водного режима			
		W	R	L	Wg
Актаныш	май	84,44 ± 2,28	43,88 ± 1,18	40,56 ± 1,10	16,40 ± 0,44
	июнь	78,30 ± 2,35	47,74 ± 1,43	30,57 ± 0,92	23,05 ± 0,69
	июль	77,53 ± 2,25	42,70 ± 1,24	34,83 ± 1,01	26,18 ± 0,76
	август	77,57 ± 2,09	42,21 ± 1,14	35,36 ± 0,95	27,02 ± 0,73
	сентябрь	76,76 ± 2,07	30,99 ± 0,84	45,77 ± 1,24	20,46 ± 0,55
Башкирочка	май	83,38 ± 2,25	48,69 ± 1,31	34,69 ± 0,94	17,97 ± 0,49
	июнь	78,45 ± 2,12	55,72 ± 1,50	28,71 ± 0,78	18,71 ± 0,51
	июль	81,12 ± 2,19	50,21 ± 1,36	34,22 ± 0,92	22,08 ± 0,60
	август	78,50 ± 2,12	53,50 ± 1,44	30,94 ± 0,84	15,38 ± 0,42
	сентябрь	75,90 ± 2,05	39,76 ± 1,07	44,68 ± 1,21	19,44 ± 0,52
Волны Агидели	май	86,89 ± 2,35	37,70 ± 1,02	49,18 ± 1,33	22,07 ± 0,60
	июнь	79,86 ± 2,16	47,92 ± 1,29	31,94 ± 0,86	22,78 ± 0,62
	июль	84,06 ± 2,27	56,52 ± 1,53	27,54 ± 0,74	24,53 ± 0,66
	август	82,09 ± 2,22	53,73 ± 1,45	28,36 ± 0,77	15,66 ± 0,42
	сентябрь	78,33 ± 2,11	40,00 ± 1,08	38,33 ± 1,03	17,65 ± 0,48
Дуслык 450	май	86,36 ± 2,33	29,22 ± 0,79	57,14 ± 1,54	19,02 ± 0,51
	июнь	77,33 ± 2,09	47,38 ± 1,28	29,94 ± 0,81	24,67 ± 0,67
	июль	72,64 ± 2,18	42,45 ± 1,27	30,19 ± 0,91	23,58 ± 0,71
	август	77,89 ± 2,10	45,26 ± 1,22	32,63 ± 0,88	25,24 ± 0,68
	сентябрь	78,35 ± 2,12	34,02 ± 0,92	44,33 ± 1,20	20,00 ± 0,54
Зухра	май	85,78 ± 2,32	34,80 ± 0,94	50,98 ± 1,38	19,94 ± 0,54
	июнь	79,24 ± 2,14	38,62 ± 1,04	40,63 ± 1,10	23,92 ± 0,65
	июль	84,21 ± 2,27	35,53 ± 0,96	48,68 ± 1,31	28,57 ± 0,77
	август	75,32 ± 2,03	35,06 ± 0,95	40,26 ± 1,09	17,86 ± 0,48
	сентябрь	79,31 ± 2,14	18,97 ± 0,51	60,34 ± 1,63	10,64 ± 0,29
Лейсян	май	85,44 ± 2,31	33,33 ± 0,90	52,11 ± 1,41	20,32 ± 0,55
	июнь	80,00 ± 2,16	51,60 ± 1,39	28,40 ± 0,77	25,65 ± 0,69
	июль	79,05 ± 2,13	37,84 ± 1,02	41,22 ± 1,11	29,81 ± 0,80
	август	76,92 ± 2,08	30,00 ± 0,81	46,92 ± 1,27	20,66 ± 0,56
	сентябрь	79,69 ± 2,15	43,75 ± 1,18	35,94 ± 0,97	24,00 ± 0,65
Полянка	май	83,45 ± 2,25	46,83 ± 1,26	36,62 ± 0,99	23,89 ± 0,65
	июнь	76,15 ± 2,06	50,51 ± 1,36	25,64 ± 0,69	48,67 ± 1,31
	июль	70,00 ± 2,15	37,00 ± 1,14	33,00 ± 1,01	24,24 ± 0,74
	август	77,59 ± 2,09	41,38 ± 1,12	36,21 ± 0,98	30,00 ± 0,81
	сентябрь	74,60 ± 2,01	38,10 ± 1,03	36,51 ± 0,99	22,58 ± 0,61
Прощальная Краса	май	87,16 ± 2,35	41,79 ± 1,13	45,37 ± 1,22	11,07 ± 0,30
	июнь	75,17 ± 2,03	48,60 ± 1,31	26,57 ± 0,72	29,96 ± 0,81
	июль	75,24 ± 2,03	49,52 ± 1,34	25,71 ± 0,69	27,27 ± 0,74
	август	79,22 ± 2,14	44,16 ± 1,19	35,06 ± 0,95	14,12 ± 0,38
	сентябрь	78,21 ± 2,11	44,23 ± 1,19	33,97 ± 0,92	15,38 ± 0,42
Регина	май	90,41 ± 2,44	49,32 ± 1,33	41,10 ± 1,11	14,87 ± 0,13
	июнь	84,19 ± 2,27	47,91 ± 1,29	36,28 ± 0,98	15,84 ± 0,43
	июль	85,09 ± 2,30	46,49 ± 1,26	38,60 ± 1,04	22,76 ± 0,61
	август	80,91 ± 2,18	51,82 ± 1,40	29,09 ± 0,79	12,50 ± 0,34
	сентябрь	82,22 ± 2,22	43,33 ± 1,17	38,89 ± 1,05	19,59 ± 0,53
Сакмара	май	87,79 ± 2,37	41,86 ± 1,13	45,93 ± 1,24	31,71 ± 0,86
	июнь	82,22 ± 2,22	43,33 ± 1,17	38,89 ± 1,05	19,59 ± 0,53
	июль	80,18 ± 2,16	44,14 ± 1,19	36,04 ± 0,97	24,03 ± 0,65
	август	83,72 ± 2,26	37,21 ± 1,00	46,51 ± 1,26	23,64 ± 0,64
	сентябрь	78,38 ± 2,12	40,54 ± 1,09	37,84 ± 1,02	16,67 ± 0,18
Уфимская Юбилейная	май	84,50 ± 2,28	41,64 ± 1,12	42,86 ± 1,16	19,13 ± 0,52
	июнь	76,27 ± 2,06	50,30 ± 1,36	25,96 ± 0,70	21,00 ± 0,57
	июль	72,73 ± 1,96	44,50 ± 1,20	28,23 ± 0,76	21,74 ± 0,59
	август	77,46 ± 2,09	39,88 ± 1,08	37,57 ± 1,01	15,54 ± 0,42
	сентябрь	77,78 ± 2,10	39,77 ± 1,07	38,01 ± 1,03	10,53 ± 0,28
Чудное Мгновение	май	86,77 ± 2,34	46,56 ± 1,26	40,21 ± 1,09	23,98 ± 0,65
	июнь	80,66 ± 2,18	58,36 ± 1,58	22,30 ± 0,60	24,26 ± 0,66
	июль	76,98 ± 2,08	48,41 ± 1,31	28,57 ± 0,77	24,27 ± 0,66
	август	77,14 ± 2,08	44,76 ± 1,21	32,38 ± 0,87	17,14 ± 0,46
	сентябрь	79,62 ± 2,15	45,22 ± 1,22	34,39 ± 0,93	14,62 ± 0,39

Сорт	Месяц	Показатель водного режима			
		W	R	L	Wg
Бардо	май	85,06 ± 2,30	44,44 ± 1,20	40,61 ± 1,10	14,89 ± 0,40
	июнь	72,14 ± 1,95	55,72 ± 1,50	16,42 ± 0,44	14,64 ± 0,40
	июль	75,27 ± 2,03	51,65 ± 1,39	23,63 ± 0,64	29,65 ± 0,80
	август	81,32 ± 2,20	50,00 ± 1,35	31,32 ± 0,85	17,77 ± 0,48
	сентябрь	80,39 ± 2,17	49,41 ± 1,33	30,98 ± 0,84	5,68 ± 0,15
Египтянка	май	87,50 ± 2,36	35,61 ± 0,96	51,89 ± 1,40	21,53 ± 0,58
	июнь	77,32 ± 2,09	52,38 ± 1,41	24,94 ± 0,67	23,37 ± 0,63
	июль	75,74 ± 2,04	47,23 ± 1,28	28,51 ± 0,77	31,82 ± 0,86
	август	73,05 ± 2,12	37,99 ± 1,10	35,06 ± 1,02	13,76 ± 0,40
	сентябрь	78,20 ± 2,11	33,83 ± 0,91	44,36 ± 1,20	15,08 ± 0,41
Загадка Осени	май	87,94 ± 2,37	39,20 ± 1,06	48,74 ± 1,32	19,40 ± 0,52
	июнь	78,57 ± 2,12	44,81 ± 1,21	33,77 ± 0,91	17,95 ± 0,48
	июль	81,56 ± 2,20	25,00 ± 0,68	56,56 ± 1,53	19,29 ± 0,52
	август	82,46 ± 2,23	34,21 ± 0,92	48,25 ± 1,30	24,31 ± 0,66
	сентябрь	78,51 ± 2,12	37,19 ± 1,00	41,32 ± 1,12	13,33 ± 0,36
Золотоволоска	май	84,72 ± 2,29	64,58 ± 1,74	20,14 ± 0,54	16,61 ± 0,18
	июнь	79,33 ± 2,14	42,00 ± 1,13	37,33 ± 1,01	24,91 ± 0,67
	июль	78,57 ± 2,12	38,78 ± 1,05	39,80 ± 1,07	28,96 ± 0,78
	август	83,19 ± 2,25	35,40 ± 0,96	47,79 ± 1,29	14,29 ± 0,39
	сентябрь	77,12 ± 2,08	26,14 ± 0,71	50,98 ± 1,38	14,18 ± 0,38
Липстик	май	88,05 ± 2,38	60,92 ± 1,64	27,13 ± 0,73	24,84 ± 0,67
	июнь	80,76 ± 2,42	47,00 ± 1,41	33,75 ± 1,01	22,12 ± 0,66
	июль	80,00 ± 2,32	38,57 ± 1,12	41,43 ± 1,20	13,43 ± 0,39
	август	75,44 ± 2,04	29,82 ± 0,81	45,61 ± 1,23	27,27 ± 0,74
	сентябрь	77,46 ± 2,09	33,80 ± 0,91	43,66 ± 1,18	13,73 ± 0,37
Опал	май	86,13 ± 2,33	44,80 ± 1,21	41,33 ± 1,12	26,36 ± 0,71
	июнь	78,15 ± 2,11	56,86 ± 1,54	21,29 ± 0,57	21,91 ± 0,59
	июль	76,43 ± 2,06	42,56 ± 1,15	33,87 ± 0,91	11,95 ± 0,32
	август	76,43 ± 2,06	43,35 ± 1,17	33,08 ± 0,89	16,20 ± 0,44
	сентябрь	78,65 ± 2,12	39,18 ± 1,06	39,47 ± 1,07	11,63 ± 0,31
Пектораль	май	85,60 ± 2,31	41,27 ± 1,11	44,32 ± 1,20	22,32 ± 0,60
	июнь	77,76 ± 2,10	48,23 ± 1,30	29,53 ± 0,80	27,13 ± 0,73
	июль	81,22 ± 2,19	40,48 ± 1,09	40,74 ± 1,10	19,39 ± 0,52
	август	79,09 ± 2,14	37,98 ± 1,03	41,11 ± 1,11	28,18 ± 0,76
	сентябрь	77,94 ± 2,10	35,78 ± 0,97	42,16 ± 1,14	14,77 ± 0,40
Плюшевый Мишка	май	80,36 ± 2,17	39,88 ± 1,08	40,48 ± 1,09	18,54 ± 0,50
	июнь	72,04 ± 1,95	37,63 ± 1,02	34,41 ± 0,93	24,53 ± 0,66
	июль	76,29 ± 2,06	28,87 ± 0,78	47,42 ± 1,28	21,88 ± 0,59
	август	76,19 ± 2,06	36,51 ± 0,99	39,68 ± 1,07	22,34 ± 0,60
	сентябрь	74,68 ± 2,02	24,05 ± 0,65	50,63 ± 1,37	12,99 ± 0,35
Розовая Мечта	май	85,82 ± 2,32	60,99 ± 1,65	24,82 ± 0,67	32,02 ± 0,86
	июнь	77,12 ± 2,08	47,25 ± 1,28	29,87 ± 0,81	21,08 ± 0,57
	июль	74,07 ± 2,00	32,59 ± 0,88	41,48 ± 1,12	24,52 ± 0,66
	август	77,12 ± 2,08	41,10 ± 1,11	36,02 ± 0,97	15,38 ± 0,42
	сентябрь	80,65 ± 2,18	32,72 ± 0,88	47,93 ± 1,29	17,65 ± 0,48
Солнечная Феерия	май	87,61 ± 2,37	48,70 ± 1,31	38,91 ± 1,05	10,30 ± 0,28
	июнь	75,11 ± 2,03	50,67 ± 1,37	24,44 ± 0,66	25,78 ± 0,70
	июль	70,34 ± 1,90	48,28 ± 1,30	22,07 ± 0,60	14,21 ± 0,11
	август	77,78 ± 2,10	38,19 ± 1,03	39,58 ± 1,07	18,02 ± 0,49
	сентябрь	77,98 ± 2,11	31,19 ± 0,84	46,79 ± 1,26	11,06 ± 0,30
Сударушка	май	84,22 ± 2,27	44,17 ± 1,19	40,05 ± 1,08	29,27 ± 0,79
	июнь	80,16 ± 2,16	46,09 ± 1,24	34,07 ± 0,92	26,37 ± 0,71
	июль	83,03 ± 2,24	24,31 ± 0,66	58,72 ± 1,59	12,61 ± 0,34
	август	77,14 ± 2,08	29,52 ± 0,80	47,62 ± 1,29	22,69 ± 0,61
	сентябрь	80,83 ± 2,18	33,33 ± 0,90	47,50 ± 1,28	14,29 ± 0,39
Средние		79,70 ± 0,39	42,40 ± 0,80	37,61 ± 0,82	20,54 ± 0,58

Примечание. W – общая оводненность, %; R – водоудерживающая способность, %; L – содержание подвижной влаги, %; Wg – естественный водный дефицит, %.

Выявлено, что содержание подвижной влаги колебалось от 16,4% (Бардо) до 60,3% (Зухра) при среднем значении признака 37,6% (рис. 3). Также установлено, что содержание подвижной влаги не является постоянной величиной и меняется в течение вегетационного периода. Так, у 14 сортов величина этого показателя снижалась от мая к сентябрю на 0,5–31,0%, а у девяти сортов, напротив, отмечали увеличение к сентябрю на 12,8–153,1%.

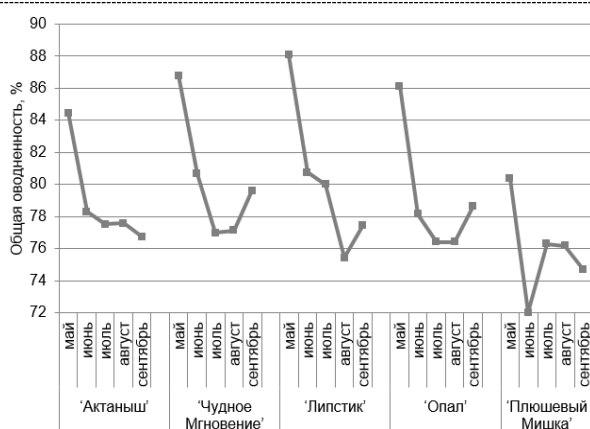
При определении величины реального водного дефицита установлено, что его размер у изученных сортов колебался в пределах 5,7% (Бардо) – 48,7% (Полянка), при среднем значении данного параметра 20,1% (рис. 4). Выявлено, что у большинства сортов величина реального водного дефицита снижалась к сентябрю на 5,5–61,8% по сравнению с данными, полученными в мае. Установлено, что реальный водный дефицит у большинства сортов не достигает критического порога, т.е. находится в пределах нормы (рис. 5).

Анализ результатов двухфакторного дисперсионного анализа выявил значимые различия между показателями водного режима (водоудерживающей способности и содержание подвижной влаги) по сортам и времени взятия проб на исследование. Анализ доли вкладов каждого из факторов показал, что основное влияние на содержание подвижной влаги и водоудерживающей способности оказывают культи-

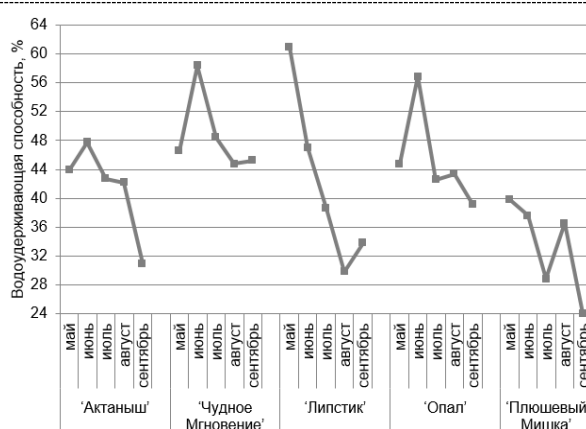
вары с долей влияния 27,85–31,71%, на долю второго фактора (времени взятия проб) приходится 1,84–5,52% (табл. 3). Значения дисперсий сортов и взаимодействий со средой свидетельствуют о том, что среди изучаемых таксонов есть высокостабильные.

Проведение корреляционно-регрессионного анализа позволило выявить, что показатели содержания подвижной влаги находятся в прямой зависимости от общей оводненности. Линия регрессии показывает, что при увеличении общей оводненности на 1,00% содержание подвижной влаги увеличивается в среднем на 0,74% (рис. 6: А). Судя по коэффициенту детерминации (0,1247), только 35% содержания подвижной влаги обусловлено изменениями общей оводненности, а 65% изменений связано с другими факторами.

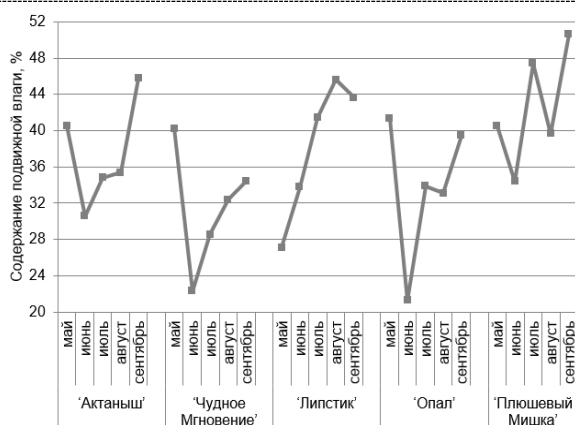
Также установлено, что показатели содержания подвижной влаги находятся в обратной зависимости от водоудерживающей способности. Линия регрессии показывает, что при увеличении водоудерживающей способности на 1,00% содержание подвижной влаги уменьшается в среднем на 0,86% (рис. 6: Б). Рассчитанный коэффициент детерминации (0,6557) свидетельствует о том, что в 80,9% случаев изменение содержания подвижной влаги зависит от водоудерживающей способности листьев, а 19,1% изменений связаны с другими факторами.



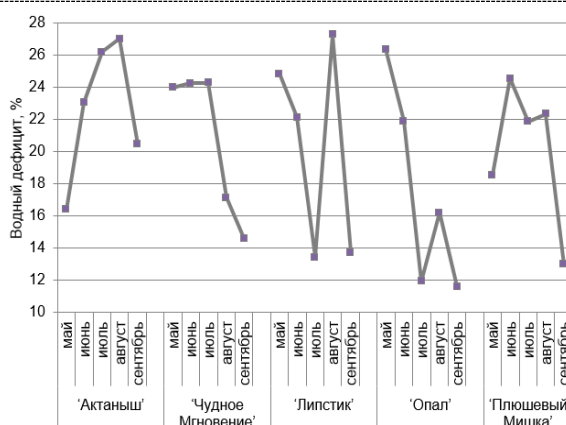
**Рисунок 1** – Динамика показателей общей оводненности некоторых сортов хризантем (в среднем за 3 года)



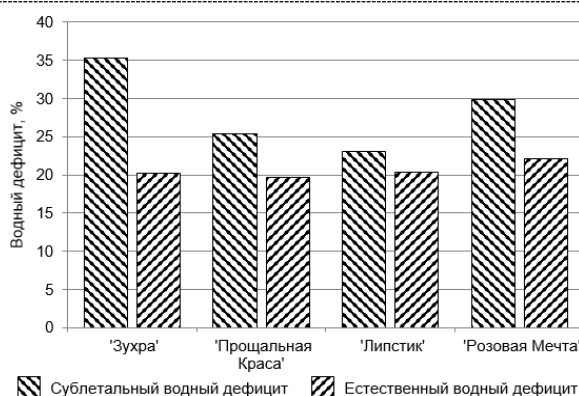
**Рисунок 2** – Динамика показателей водоудерживающей способности некоторых сортов хризантем (в среднем за 3 года)



**Рисунок 3** – Динамика показателей содержания подвижной влаги некоторых сортов хризантем (в среднем за 3 года)



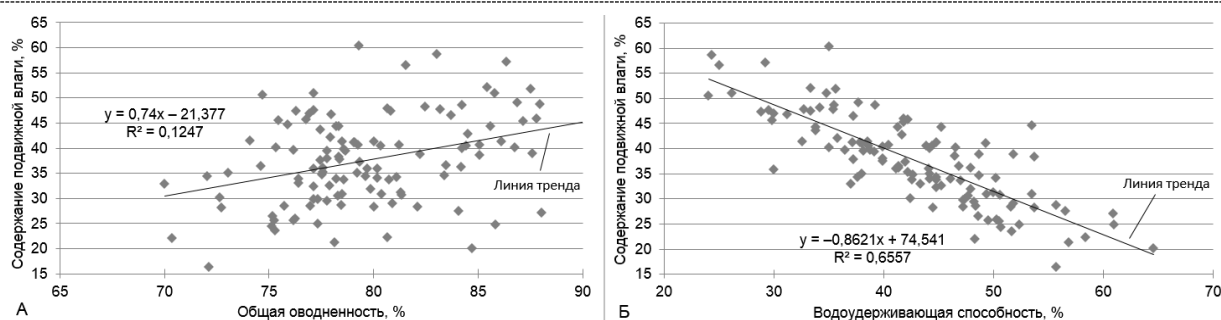
**Рисунок 4** – Динамика показателей водного дефицита некоторых сортов хризантем (в среднем за 3 года)



**Рисунок 5** – Сублетальный водный дефицит и средние за время наблюдений величины естественного водного дефицита в листьях некоторых сортов хризантем

**Таблица 3** – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа показателей водного режима хризантем

Показатель водного режима	Источник варьирования	SS	Df	ms	Fфакт	Доля, %
Общая оводненность	Общее	6055,68	344	—	—	—
	Сорта (А)	1282,28	22	58,29	Fфакт < F <sub>0,5</sub>	21,17
	Время (Б)	597,05	4	149,269	Fфакт < F <sub>0,5</sub>	9,86
	Взаимодействие (АБ)	294,03	88	3,349	Fфакт < F <sub>0,5</sub>	4,85
	Случайное	3882,31	230	16,88	—	—
Водоудерживающая способность	Общее	24411,26	344	—	—	—
	Сорта (А)	7743,94	22	352,00	5,68	31,72
	Время (Б)	448,77	4	112,19	1,81	1,84
	Взаимодействие (АБ)	1959,29	88	22,26	0,36	8,03
	Случайное	14259,26	230	62,00	—	—
Содержание подвижной влаги	Общее	26583,20	344	—	—	—
	Сорта (А)	7404,24	22	336,56	5,00	27,85
	Время (Б)	1466,76	4	366,69	5,45	5,52
	Взаимодействие (АБ)	2233,98	88	25,39	0,38	8,40
	Случайное	15478,22	230	67,30	—	—
Естественный водный дефицит	Общее	16450,37	344	—	—	—
	Сорта (А)	3666,30	22	166,65	Fфакт < F <sub>0,5</sub>	22,29
	Время (Б)	623,82	4	155,96	Fфакт < F <sub>0,5</sub>	3,79
	Взаимодействие (АБ)	1420,07	88	16,14	Fфакт < F <sub>0,5</sub>	8,63
	Случайное	10740,18	230	46,70	—	—



**Рисунок 6** – Зависимость содержания подвижной влаги от общей водоемкости (А) и от водоудерживающей способности (Б) у изучаемых сортов коллекции ЮУБСИ УФИЦ РАН

### Выводы

Таким образом, наши исследования позволили определить величину сублетального водного дефицита (28,4%) и установить, что у изученных сортов хризантем на протяжении вегетационного периода не возникало такого дефицита влаги в тканях, который мог бы привести к необратимым повреждениям ассимилирующих органов. Наши опыты показали, что изученные культивары в условиях Башкирского Предуралья при одинаковых почвенно-климатических и агротехнических условиях имели диапазон по-

казателей общей оводненности 70,0–90,4% и водоудерживающей способности 19,00–64,6%. По результатам проведенного дисперсионного анализа установлены значительные различия между водоудерживающей способностью и содержанием подвижной влаги по культиварам, доля влияния составила 27,85–31,71%. Корреляционно-регрессионный анализ показал прямую зависимость значений содержания подвижной влаги от общей оводненности и обратную – показателей содержания подвижной влаги и водоудерживающей способности.

**Список литературы:**

- Недолужко А.И. Использование межвидовой гибридизации в селекции адаптивных гибридов и сортов хризантем садовой (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22, № 4. С. 476–483. DOI: 10.18699/VJ18.385.
- Yuan H., Jiang S., Liu Y., Liu S., Wang W. The flower head of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. (Juhua): a paradigm of flowers serving as Chinese dietary herbal medicine // Journal of Ethnopharmacology. 2020. № 261. P. 113043. DOI: 10.1016/j.jep.2020.113043.
- Моисеев В.П., Решетский Н.П. Физиология и биохимия растений. Издание второе, дополненное и переработанное: метод. указания. Горки: БГСХА, 2009. 124 с.
- Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. СПб.: СПбГУ, 2002. 244 с.
- Кушнirenко М.Д., Печерская С.Н. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений. Кишинев: Штиинца, 1991. 305 с.
- Шарикова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Уфа: Гилем, 2001. 159 с.
- Díaz-Barradas M.C., Gallego-Fernández J.B., Zunzunegui M. Plant response to water stress of native and non-native *Oenothera drummondii* populations // Plant Physiology and Biochemistry. 2020. № 154. P. 219–228. DOI: 10.1093/jpe/rtx014.
- Кротова З.Е. Эколого-биологические основы интродукции растений в Якутии // Интродукция растений Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1983. С. 90–97.
- Пахомова Г.И., Безуглов В.К. Водный режим растений. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1980. 252 с.
- Петухова И.П. Некоторые показатели динамики водного режима, зеленых пигментов и активность пероксидазы у ряда древесных растений в связи с интродукцией на юг Приморья // Экологическая физиология зимостойкости древесных растений на Дальнем Востоке. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 29–42.
- Khorsand A., Rezaverdinejad V., Asgarzadeh H., Majnooni-Heris A., Rahimi A., Besharat S., Sadraddini A.A. Linking plant and soil indices for water stress management in black gram // Scientific Reports. 2021. № 11 (1). P. 869. DOI: 10.1038/s41598-020-79516-3.
- Денисова С.Г., Реут А.А. Изучение влияния адаптогенов на водный режим некоторых сортов рода *Chrysanthemum* L. при интродукции в Башкирское Предуралье // Аграрный вестник Урала. 2020. № 11 (202). С. 2–13. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-202-11-2-13.
- Lu Y., Yan Z., Li L., Gao C., Shao L. Selecting traits to improve the yield and water use efficiency of winter wheat under limited water supply // Agricultural Water Management. 2020. № 242. P. 106410. DOI: 10.1016/j.agwat.2020.106410.
- Горышина Т.К., Самсонова Л.И. Водный дефицит и его предельные величины у травянистых дубравных растений различных сезонных групп // Ботанический журнал. 1965. Т. 51. С. 5.
- Абрамова Л.М., Анищенко И.Е., Вафин Р.В., Голованов Я.М., Жигунов О.Ю., Зарипова А.А., Кашаева Г.Г., Лебедева М.В., Полякова Н.В., Реут А.А., Шигапов З.Х. Растения Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН / отв. ред. Л.М. Абрамова. Уфа: Мир печати, 2019. 304 с.
- Агроклиматическое районирование Республики Башкортостан [Электронный ресурс] // Башкирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды <http://www.meteorb.ru/agrometeorologiya/agroklimatechskoe-rajonirovanie-respubliki-bashkortostan>.
- Таренков В.А., Таренкова З.Г. Общая оводненность – важный показатель водообмена растений // Интродукция, акклиматизация, охрана и использование растений. Куйбышев: Куйбышевский госуниверситет, 1985. С. 18–23.
- Таренков В.А., Иванова Л.Н. Вододерживающая способность листьев боярышника в связи с устойчивостью к засухе // Интродукция, акклиматизация, охрана и использование растений. Куйбышев: Куйбышевский госуниверситет, 1990. С. 3–9.
- Бобровская Н.И. О водном балансе древесных и кустарниковых видов песчаной пустыни Каракумы // Ботанический журнал. 1971. № 3. С. 361–367.
- Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. М.: Наука, 1991. 184 с.

**Работа выполнена по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие природных систем и биологические ресурсы России» и в рамках государственного задания ЮУБСИ УФИЦ РАН по теме АААА-А18-118011990151-7.**

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p><b>Денисова Светлана Галимулловна</b>, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории интродукции и селекции цветочных растений; Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН (г. Уфа, Российская Федерация). E-mail: svetik-7808@mail.ru.</p> <p><b>Реут Антонина Анатольевна</b>, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории интродукции и селекции цветочных растений; Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН (г. Уфа, Российская Федерация). E-mail: cvetok.79@mail.ru.</p>	<p><b>Denisova Svetlana Galimullovna</b>, candidate of biological sciences, senior researcher of Introduction and Selection of Floral Plants Laboratory; South-Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Centre of Russian Academy of Sciences (Ufa, Russian Federation). E-mail: svetik-7808@mail.ru.</p> <p><b>Reut Antonina Anatolyevna</b>, candidate of biological sciences, leading researcher of Introduction and Selection of Floral Plants Laboratory; South-Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Centre of Russian Academy of Sciences (Ufa, Russian Federation). E-mail: cvetok.79@mail.ru.</p>

**Для цитирования:**

Денисова С.Г., Реут А.А. Показатели водного режима некоторых сортов хризантем в условиях Южного Урала // Самарский научный вестник. 2021. Т. 10, № 1. С. 57–64. DOI: 10.17816/snv2021101108.