

DOI 10.33952/2542-0720-2021-2-26-74-88

УДК 635.92

Денисова С. Г., Реут А. А.

ПАРАМЕТРЫ ВОДНОГО РЕЖИМА ХРИЗАНТЕМ

Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение
Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального
исследовательского центра Российской академии наук

Реферат. В интродукционных исследованиях большое значение имеют показатели водного баланса вида в заданных экологических условиях. Цель исследований – изучение водного режима *Chrysanthemum × hortorum* Bailey и отбор засухоустойчивых сортов для пополнения ассортимента растений, используемых для цветоводства в Республике Башкортостан на серой лесной суглинистой почве. Исследование проводили в 2018–2020 гг. Полив осуществляли два раза в неделю с последующим рыхлением почвы. За неделю до взятия образцов для анализа полив прекращали. Анализ показателей водного режима основан на методе искусственного завядания (В. Н. Таренков и др. 1990) и методике насыщения растительных образцов (В. П. Моисеев и др. 2009). Сублетальный водный дефицит определяли по методу Т. К. Горышиной и др. 1965, доработанного Н. И. Бобровской, 1971. Анализ проводили один раз в месяц, с мая по сентябрь, в фазы отрастания, бутонизации и цветения. Установлена величина сублетального водного дефицита – 28,4 %. У сортов на протяжении вегетационного периода не возникало необратимого дефицита влаги в тканях. Сорта хризантем при одинаковых почвенно-климатических и агротехнических показателях имели широкий диапазон параметров общей оводненности (70,0–90,4 %) и водоудерживающей способности (19,00–64,6 %), что свидетельствует о высокой степени адаптации к условиям возделывания. Сортная дифференциация значимо влияет на показатели водного режима, доля вклада фактора сорт в проявление признака варьирует в зависимости от года от 21,17 до 31,72 %. Установлена прямая зависимость показателей содержания «подвижной» влаги от общей оводненности ($y = 0,74x - 21,377$) и обратная – показателей содержания «подвижной» влаги и водоудерживающей способности ($y = -0,8621x + 74,541$). В соответствии со шкалой, разработанной Денисовой С. Г., Реут А. А. (2020), выделено четыре высокоустойчивых к засухе сорта – Волны Агидели, Регина, Сакмара, Бардо.

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

Для цитирования: Денисова С. Г., Реут А. А. Параметры водного режима хризантем // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 2(26). С. 74–88. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-2-2674-88.

For citation: Denisova S. G., Reut A. A. Water regime parameters in *Chrysanthemum* // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2021. No. 2(26). P. 74–88. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-2-26-74-88.

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). Хризантема является ценной срезочной культурой и прекрасным материалом для создания клумб и бордюров. На сегодня в мире существует более 5000 ее сортов. В открытом грунте средней полосы России

выращивают не более 200 [1, 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 роль в жизни растений, и представляет собой одну из центральных проблем экологической физиологии растений [3]. 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, 5]. 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 [6]. Сегодня важны глубокие физиологические исследования с целью выявления ведущих эндогенных и экзогенных факторов, лимитирующих реализацию адаптационного потенциала растения в целом, а также в конкретных агроклиматических регионах [7, 8]. Поэтому показатели водного обмена могут выступать как критерии для оценки устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды [9–11]. При этом водоудерживающая способность (скорость водоотдачи листьями) является одним из важнейших физиологических показателей, диагностирующих устойчивость растений к засухе [12–15].

Лето в Башкирском Предуралье жаркое и сухое [16]. Культивирование цветочных многолетников невозможно без полива. Поэтому засухоустойчивость сортов хризантем определяет возможность ее использования в зеленом строительстве республики [17].

Для интродукционных исследований необходимо знать, 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 (реальный) 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 (критического или пограничного) водного дефицита. Зная размеры сублетального дефицита, можно с достаточной достоверностью оценить величину реального водного дефицита. Если показатель реального дефицита приближается к критическому, можно говорить о затрудненном водоснабжении, но, если величина естественного дефицита далека от пограничной, тогда она характеризует колебания 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 [15].

Цель исследований – изучение водного режима *Chrysanthemum* × *hortorum* Bailey и отбор засухоустойчивых сортов для пополнения ассортимента растений, используемых для зелёного строительства и цветоводства в Республике Башкортостан. Для ее достижения поставлены следующие задачи: определить сублетальный водный дефицит для хризантем в условиях Башкирского Предуралья; изучить сезонную динамику показателей водного режима (общую оводненность, водоудерживающую способность, содержание «подвижной» влаги и водный

дефицит) у некоторых сортов хризантем; выделить засухоустойчивые сорта для заданных почвенно-климатических условий.

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 (год посадки – 2017), из них 12 сортов селекции ЮУБСИ УФИЦ РАН (Актаныш, Башкирочка, Волны Агидели, Дуслык 450, Зухра, Лейсян, Полянка, Прощальная Краса, Регина, Сакмара, Уфимская Юбилейная, Чудное Мгновение) и 11 интродуцированных сортов (Бардо, Египтянка, Загадка Осени, Золотоволоска, Lipstik, Опал, Пектораль, Плюшевый Мишка, Розовая Мечта, Солнечная Феерия, Сударушка). Схема посадки 50 × 50 см. Учетная площадь одной делянки 180 м², повторность трехкратная. Анализ проводили в открытом грунте в течение всего вегетационного периода с мая по сентябрь.

ЮУБСИ УФИЦ РАН расположен в юго-восточной части г. Уфы в междуречье рек Уфы и Сутолоки. Высшая точка – 144 м над уровнем моря. В ландшафтном отношении территория ботанического сада представляет собой склон западной экспозиции с крутизной от 3 ° до 6 ° [18].

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 [18].

Погодно-климатические условия 2018–2020 гг. различались по температурному и водному режиму. Сезоны 2018–2019 гг. характеризовались пониженной температурой воздуха (–0,2 °С к среднемноголетней (13,0 °С)) и недостатком влаги в вегетационный период хризантем (–7,3 мм и –1,9 мм соответственно). Условия 2020 г. были более благоприятные: температура вегетационного периода была выше среднемноголетней (+0,2 °С), а количество осадков превысило среднемноголетнюю норму на 0,9 мм [18].

Почва опытного участка – серая лесная суглинистая, мощность гумусового горизонта 0,20–0,27 м. Содержание гумуса в пахотном слое 2,9 % (ГОСТ 26213-91); легкогидролизующего азота – 5,8 мг/кг; P₂O₅ и K₂O – 186 и 115 мг/кг почвы (ГОСТ 26204-91) соответственно; реакция водной вытяжки верхнего горизонта рН = 6,1 [19].

Хризантемы выращивали с соблюдением элементарной агротехники на открытых солнечных участках. Полив осуществляли два раза в неделю с последующим рыхлением почвы. За неделю до взятия образцов для анализа полив прекращали.

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.

Оценку водного режима проводили по методикам В. Н. Таренкова, З. Г. Таренковой [20], В. Н. Таренкова, Л. Н. Ивановой [21]. В соответствии с ними, в фазе отрастания (три раза), фазе бутонизации (один раз) и фазе цветения (один раз) 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 двух часов выдерживали в сушильном шкафу при 105–110 °С.

Водный дефицит оценивали в соответствии с методическими указаниями В. П. Моисеева, Н. П. Решецкого [3]. У здоровых растений в фазе отрастания (три раза), фазе бутонизации (один раз) и фазе цветения (один раз) срезали по 5–10 листочков, 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 бьюксы и взвешивали, высушивали в сушильном шкафу при температуре 105–110 °С до постоянной массы (M_3). Сублетальный водный дефицит определяли аналогичным образом, только после взятия проб каждую партию листьев оставляли на обезвоживание на шесть часов.

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 [15], доработанный Н. И. Бобровской [22]. Согласно ему, о наступлении сублетального водного дефицита судят по потере тургора, который при высокой степени обезвоживания не восстанавливается после повторного донасыщения, то есть в процессе дегидратации наступает момент, когда сильно обезвоженные листья утрачивают способность к активному поглощению влаги. Водный дефицит, соответствующий этой степени дегидратации, принимали за величину сублетального водного дефицита.

Для классификации сортов по степени засухоустойчивости использовали разработанную шкалу [23] (таблица 1).

Таблица 1 – Устойчивость водного режима *Chrysanthemum*

Параметр	Степень устойчивости		
	высокая	средняя	низкая
Общая оводненность тканей, %	≥ 80	60–79	≤ 59
Водоудерживающая способность, %	≥ 40	31–40	≤ 30
Водный дефицит, %	0–10	11–25	≥ 26

Обработку полученных результатов проводили по методике, предложенной Доспеховым Б. А. [24], с применением методов дисперсионного и корреляционного анализа, с использованием программ Excel, Statistica 10 и Agros 2.13. Различия оценивали как статистически значимые при $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Для определения величины сублетального водного дефицита необходимо оценить массу листьев в момент среза (начальную), после увядания, повторного насыщения и после высушивания. Выявлено, что после 12 часов обезвоживания у исследуемых сортов не восстанавливался тургор. Водный дефицит, соответствующий этой степени дегидратации, и был принят за величину сублетального водного дефицита [25].

Установлено, что величина сублетального дефицита (после отбора проб в вечерние часы) варьировала от 23,0 % (Lipstik) до 35,3 % (Зухра) (таблица 2). Таким образом, за величину сублетального водного дефицита для интродуцированных хризантем примем среднюю величину критического дефицита изученных сортов, равную 28,4 %.

Таблица 2 – Определение величины сублетального дефицита сортов Зухра, Прощальная Краса, Розовая Мечта и Lipstik в условиях Южного Урала (среднее за 2018–2020 гг.)

Сорт	Масса листа, г				Водный дефицит, %
	начальная	после увядания	после насыщения	после высушивания	
время сбора образцов – 9.00					
Зухра	0,91	0,91	0,99	0,18	9,9
Прощальная Краса	0,76	0,76	0,79	0,13	4,5
Lipstik	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
Lipstik	1,3	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
Lipstik	1,13	0,87	1,07	0,2	23,0
Розовая Мечта	1,87	1,33	1,74	0,37	29,9

Данные, полученные при анализе особенностей водного режима листьев сортов интродуцированных хризантем, показали, что средняя за три года величина общей оводненности была достаточно высокой и варьировала в течение вегетационного периода от 70,0 % (Полянка) до 90,4 % (Регина) при среднем значении признака 79,7 % (таблица 3).

Таблица 3 – Водный режим сортов хризантем за вегетационный период (среднее за 2018–2020 гг.)

Сорт	Месяц	Показатель водного режима, %			
		общая оводненность	водоудерживающая способность	содержание «подвижной» влаги	естественный водный дефицит
1	2	3	4	5	6
Актаныш	май	84,44 ± 2,46	43,88 ± 3,04	40,56 ± 1,10	16,40 ± 0,44
	июнь	78,30 ± 0,25*	47,74 ± 1,76	30,57 ± 0,92*	23,05 ± 0,69
	июль	77,53 ± 0,44*	42,70 ± 2,24	34,83 ± 1,01	26,18 ± 0,76
	август	77,57 ± 2,29	42,21 ± 0,49*	35,36 ± 0,95	27,02 ± 0,73
	сентябрь	76,76 ± 2,34	30,99 ± 2,06	45,77 ± 1,24	20,46 ± 0,55
Башкирочка	май	83,38 ± 2,19	48,69 ± 2,02	34,69 ± 0,94	17,97 ± 0,49*
	июнь	78,45 ± 0,87*	55,72 ± 1,50*	28,71 ± 0,78	18,71 ± 0,51
	июль	81,12 ± 1,50*	50,21 ± 2,36	34,22 ± 0,92*	22,08 ± 0,60
	август	78,50 ± 1,41*	53,50 ± 1,41*	30,94 ± 0,84*	15,38 ± 0,42*
	сентябрь	75,90 ± 2,19	39,76 ± 2,07	44,68 ± 1,21	19,44 ± 0,52
Волны Агидели	май	86,89 ± 2,47	37,70 ± 2,02	49,18 ± 1,33	22,07 ± 0,60
	июнь	79,86 ± 1,21*	47,92 ± 2,29	31,94 ± 0,86*	22,78 ± 0,62
	июль	84,06 ± 1,71	56,52 ± 2,53	27,54 ± 0,74*	24,53 ± 0,66
	август	82,09 ± 1,38*	53,73 ± 2,45	28,36 ± 0,77*	15,66 ± 0,42*
	сентябрь	78,33 ± 2,63	40,00 ± 2,08	38,33 ± 1,03	17,65 ± 0,48*
Дуслык 450	май	86,36 ± 2,74	29,22 ± 0,79*	57,14 ± 1,54	19,02 ± 0,51
	июнь	77,33 ± 1,66	47,38 ± 1,42*	29,94 ± 0,81*	24,67 ± 0,67
	июль	72,64 ± 1,75	42,45 ± 2,27	30,19 ± 0,91*	23,58 ± 0,71
	август	77,89 ± 3,97	45,26 ± 2,22	32,63 ± 0,88*	25,24 ± 0,68
	сентябрь	78,35 ± 2,85	34,02 ± 1,92	44,33 ± 1,20	20,00 ± 0,54
Зухра	май	85,78 ± 3,04	34,80 ± 1,94	50,98 ± 1,38	19,94 ± 0,54
	июнь	79,24 ± 2,57	38,62 ± 1,04*	40,63 ± 1,10	23,92 ± 0,65

Продолжение таблицы 1.

1	2	3	4	5	6
	июль	84,21 ± 1,64	35,53 ± 1,96	48,68 ± 1,31	28,57 ± 0,77
	август	75,32 ± 3,25	35,06 ± 0,21*	40,26 ± 1,09	17,86 ± 0,48*
	сентябрь	79,31 ± 2,16	18,97 ± 1,51	60,34 ± 1,63	10,64 ± 0,29
Лейсян	май	85,44 ± 2,51	33,33 ± 1,90	52,11 ± 1,41	20,32 ± 0,55
	июнь	80,00 ± 0,91*	51,60 ± 1,39*	28,40 ± 0,77*	25,65 ± 0,69
	июль	79,05 ± 0,27*	37,84 ± 2,02	41,22 ± 1,11	29,81 ± 0,80
	август	76,92 ± 2,55	30,00 ± 0,81*	46,92 ± 1,27	20,66 ± 0,56
	сентябрь	79,69 ± 1,86	43,75 ± 1,18*	35,94 ± 0,97	24,00 ± 0,65
Полянка	май	83,45 ± 2,59	46,83 ± 2,26	36,62 ± 0,99	23,89 ± 0,65
	июнь	76,15 ± 2,32	50,51 ± 2,36	25,64 ± 0,69	48,67 ± 1,31
	июль	70,00 ± 1,84	37,00 ± 2,14	33,00 ± 1,01	24,24 ± 0,74
	август	77,59 ± 3,89	41,38 ± 2,12	36,21 ± 0,98	30,00 ± 0,81
	сентябрь	74,60 ± 2,72	38,10 ± 1,03	36,51 ± 0,99	22,58 ± 0,61
Прощальная Краса	май	87,16 ± 2,83	41,79 ± 0,80*	45,37 ± 1,22	11,07 ± 0,30
	июнь	75,17 ± 1,34*	48,60 ± 1,31	26,57 ± 0,72*	29,96 ± 0,81
	июль	75,24 ± 0,99*	49,52 ± 1,34	25,71 ± 0,69*	27,27 ± 0,74
	август	79,22 ± 3,50	44,16 ± 1,19*	35,06 ± 0,95	14,12 ± 0,38*
	сентябрь	78,21 ± 3,59	44,23 ± 1,19*	33,97 ± 0,92	15,38 ± 0,42
Регина	май	90,41 ± 2,97	49,32 ± 1,33	41,10 ± 1,11	14,87 ± 0,13*
	июнь	84,19 ± 1,26*	47,91 ± 1,29	36,28 ± 0,98	15,84 ± 0,43
	июль	85,09 ± 0,84*	46,49 ± 1,26	38,60 ± 1,04	22,76 ± 0,61
	август	80,91 ± 2,74	51,82 ± 1,40	29,09 ± 0,79*	12,50 ± 0,34
	сентябрь	82,22 ± 2,46	43,33 ± 1,17*	38,89 ± 1,05	19,59 ± 0,53
Сакмара	май	87,79 ± 2,72	41,86 ± 1,13*	45,93 ± 1,24	31,71 ± 0,86
	июнь	82,22 ± 1,04*	43,33 ± 2,17	38,89 ± 1,05	19,59 ± 0,53
	июль	80,18 ± 0,86*	44,14 ± 1,19*	36,04 ± 0,97	24,03 ± 0,65
	август	83,72 ± 2,19	37,21 ± 1,00*	46,51 ± 1,26	23,64 ± 0,64
	сентябрь	78,38 ± 2,77	40,54 ± 2,09	37,84 ± 1,02	16,67 ± 0,18*
Уфимская Юбилейная	май	84,50 ± 2,28	41,64 ± 0,60*	42,86 ± 1,16	19,13 ± 0,52
	июнь	76,27 ± 1,42*	50,30 ± 2,36	25,96 ± 0,70*	21,00 ± 0,57
	июль	72,73 ± 1,49*	44,50 ± 2,20	28,23 ± 0,76*	21,74 ± 0,59
	август	77,46 ± 3,41	39,88 ± 1,08*	37,57 ± 1,01	15,54 ± 0,42
	сентябрь	77,78 ± 2,53	39,77 ± 2,07	38,01 ± 1,03	10,53 ± 0,28
Чудное Мгновение	май	86,77 ± 2,88	46,56 ± 0,53*	40,21 ± 1,09	23,98 ± 0,65
	июнь	80,66 ± 1,18*	58,36 ± 2,58	22,30 ± 0,60*	24,26 ± 0,66
	июль	76,98 ± 1,08*	48,41 ± 2,31	28,57 ± 0,77*	24,27 ± 0,66
	август	77,14 ± 3,23	44,76 ± 1,05*	32,38 ± 0,87*	17,14 ± 0,46
	сентябрь	79,62 ± 2,23	45,22 ± 2,22	34,39 ± 0,93	14,62 ± 0,39*
Бардо	май	85,06 ± 1,42*	44,44 ± 1,20	40,61 ± 1,10	14,89 ± 0,40
	июнь	72,14 ± 2,69	55,72 ± 1,50	16,42 ± 0,44	14,64 ± 0,40
	июль	75,27 ± 2,41	51,65 ± 1,39	23,63 ± 0,64*	29,65 ± 0,80
	август	81,32 ± 2,85	50,00 ± 1,35	31,32 ± 0,85	17,77 ± 0,48
	сентябрь	80,39 ± 3,77	49,41 ± 2,33	30,98 ± 0,84*	5,68 ± 0,15
Египтянка	май	87,50 ± 4,22	35,61 ± 0,96*	51,89 ± 1,40	21,53 ± 0,58
	июнь	77,32 ± 1,24*	52,38 ± 1,41	24,94 ± 0,67*	23,37 ± 0,63
	июль	75,74 ± 0,71*	47,23 ± 2,28	28,51 ± 0,77*	31,82 ± 0,86
	август	73,05 ± 4,43	37,99 ± 2,10	35,06 ± 1,02	13,76 ± 0,40
	сентябрь	78,20 ± 3,25	33,83 ± 0,91*	44,36 ± 1,20	15,08 ± 0,41*
Загадка Осени	май	87,94 ± 2,73	39,20 ± 1,06*	48,74 ± 1,32	19,40 ± 0,52
	июнь	78,57 ± 1,17*	44,81 ± 2,21	33,77 ± 0,91	17,95 ± 0,48
	июль	81,56 ± 1,01*	25,00 ± 1,68	56,56 ± 1,53	19,29 ± 0,52
	август	82,46 ± 1,99	34,21 ± 1,92	48,25 ± 1,30	24,31 ± 0,66
	сентябрь	78,51 ± 3,13	37,19 ± 1,37	41,32 ± 1,12	13,33 ± 0,36
Золотоволоска	май	84,72 ± 2,31	64,58 ± 2,74	20,14 ± 0,54*	16,61 ± 0,18*
	июнь	79,33 ± 1,42*	42,00 ± 1,31	37,33 ± 1,01	24,91 ± 0,67

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
	июль	78,57 ± 0,64*	38,78 ± 1,51	39,80 ± 1,07	28,96 ± 0,78
	август	83,19 ± 1,84	35,40 ± 0,96*	47,79 ± 1,29	14,29 ± 0,39
	сентябрь	77,12 ± 2,25	26,14 ± 0,71*	50,98 ± 1,38	14,18 ± 0,38
Lipstik	май	88,05 ± 3,91	60,92 ± 1,64	27,13 ± 0,73*	24,84 ± 0,67
	июнь	80,76 ± 1,66	47,00 ± 1,41	33,75 ± 1,01	22,12 ± 0,66
	июль	80,00 ± 0,99*	38,57 ± 1,12	41,43 ± 1,20	13,43 ± 0,39
	август	75,44 ± 3,68	29,82 ± 0,81*	45,61 ± 1,23	27,27 ± 0,74
	сентябрь	77,46 ± 3,12	33,80 ± 0,91*	43,66 ± 1,18	13,73 ± 0,37
Опал	май	86,13 ± 2,93	44,80 ± 1,21	41,33 ± 1,12	26,36 ± 0,71
	июнь	78,15 ± 0,57*	56,86 ± 1,54	21,29 ± 0,57*	21,91 ± 0,59
	июль	76,43 ± 0,67*	42,56 ± 1,15	33,87 ± 0,91	11,95 ± 0,32
	август	76,43 ± 3,23	43,35 ± 1,17	33,08 ± 0,89	16,20 ± 0,44*
	сентябрь	78,65 ± 2,57	39,18 ± 1,06	39,47 ± 1,07	11,63 ± 0,31
Пектораль	май	85,60 ± 2,38	41,27 ± 1,11	44,32 ± 1,20	22,32 ± 0,60
	июнь	77,76 ± 1,01*	48,23 ± 1,30	29,53 ± 0,80	27,13 ± 0,73
	июль	81,22 ± 1,12*	40,48 ± 1,09	40,74 ± 1,10	19,39 ± 0,52
	август	79,09 ± 1,91	37,98 ± 1,03	41,11 ± 1,11	28,18 ± 0,76
	сентябрь	77,94 ± 2,58	35,78 ± 0,97*	42,16 ± 1,14	14,77 ± 0,40*
Плюшевый Мишка	май	80,36 ± 1,69	39,88 ± 1,08	40,48 ± 1,09	18,54 ± 0,50
	июнь	72,04 ± 1,40*	37,63 ± 1,02	34,41 ± 0,93	24,53 ± 0,66
	июль	76,29 ± 1,23*	28,87 ± 0,78*	47,42 ± 1,28	21,88 ± 0,59
	август	76,19 ± 1,37*	36,51 ± 0,99*	39,68 ± 1,07	22,34 ± 0,60
	сентябрь	74,68 ± 2,45	24,05 ± 0,65*	50,63 ± 1,37	12,99 ± 0,35
Розовая Мечта	май	85,82 ± 2,52	60,99 ± 1,65	24,82 ± 0,67*	32,02 ± 0,86
	июнь	77,12 ± 1,01*	47,25 ± 1,28	29,87 ± 0,81	21,08 ± 0,57
	июль	74,07 ± 1,89	32,59 ± 0,88*	41,48 ± 1,12	24,52 ± 0,66
	август	77,12 ± 3,51	41,10 ± 1,11	36,02 ± 0,97	15,38 ± 0,42*
	сентябрь	80,65 ± 2,52	32,72 ± 0,88*	47,93 ± 1,29	17,65 ± 0,48
Солнечная Феерия	май	87,61 ± 3,24	48,70 ± 1,31	38,91 ± 1,05	10,30 ± 0,28
	июнь	75,11 ± 2,17	50,67 ± 1,37	24,44 ± 0,66*	25,78 ± 0,70
	июль	70,34 ± 2,22	48,28 ± 1,30	22,07 ± 0,60*	14,21 ± 0,11*
	август	77,78 ± 3,00	38,19 ± 1,03	39,58 ± 1,07	18,02 ± 0,49
	сентябрь	77,98 ± 3,78	31,19 ± 0,84*	46,79 ± 1,26	11,06 ± 0,30
Сударушка	май	84,22 ± 2,04	44,17 ± 1,19	40,05 ± 1,08	29,27 ± 0,79
	июнь	80,16 ± 1,69	46,09 ± 1,24	34,07 ± 0,92	26,37 ± 0,71
	июль	83,03 ± 0,86*	24,31 ± 0,66*	58,72 ± 1,59	12,61 ± 0,34
	август	77,14 ± 2,18	29,52 ± 0,80*	47,62 ± 1,29	22,69 ± 0,61
	сентябрь	80,83 ± 1,25*	33,33 ± 0,90*	47,50 ± 1,28	14,29 ± 0,39
Среднее		79,70 ± 0,22*	42,40 ± 0,80*	37,61 ± 0,82*	20,54 ± 0,58

Примечание. *Влияние фактора достоверно при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Самая высокая величина этого показателя отмечена в мае у сортов Регина (90,4 %), Lipstik (88,1 %), Загадка Осени (87,9 %), самая низкая – в июне у сорта Плюшевый Мишка (72,0 %), в июле – у сортов Полянка (70,0 %), Солнечная Феерия (70,3 %), Дуслык 450 (72,6 %). Анализ ее динамики позволил выявить, что для девяти сортов (Дуслык 450, Полянка, Прощальная Краса, Сакмара, Уфимская Юбилейная, Чудное Мгновение, Бардо, Загадка Осени, Золотоволоска, Розовая Мечта, Солнечная Феерия) характерно повышение показателей изучаемого параметра водного режима в августе на 3,5–7,6 % (по сравнению с июлем). У шести сортов (Лейсян, Чудное Мгновение, Египтянка, Lipstik, Опал, Розовая Мечта) такое явление наблюдали в сентябре, показатели общей оводненности увеличились на 2,5–6,6 % (по сравнению с августом). У сортов Башкирочка, Волны Агидели, Пектораль, Плюшевый Мишка отмечали рост значений данного параметра в июле –

на 2,7–4,2 % по сравнению с июнем. У сортов Сударушка и Зухра отмечали увеличение показателей общей оводненности в июле (на 2,9 % и 5,0 % соответственно по сравнению с июнем) и в сентябре (на 3,7 % и 4,0 % соответственно по сравнению с августом). У сортов Актаныш и Регина наблюдали снижение показателей изучаемого параметра водного режима в течение вегетационного периода. Также выявлено, что средние показатели общей оводненности снижались к сентябрю на 4–12 % по сравнению с майскими показателями. По данному параметру сорта Волны Агидели, Регина, Сакмара, Бардо, Загадка Осени, Сударушка являются высокоустойчивыми ($W > 80 \%$). У других изученных сортов общая оводненность колебалась в пределах 60–79 %, поэтому они отнесены к среднеустойчивым [23].

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 %. Была дана оценка динамики данного параметра в течение вегетационного периода. Так, почти у 50 % сортов отмечали увеличение показателей водоудерживающей способности в разные периоды вегетации: в июне – у семи сортов (Актаныш, Зухра, Египтянка и др.) на 3,8–16,8 %; в июле – у двух сортов (Волны Агидели, Прощальная Краса) на 8,6 %; в августе (Регина, Плюшевый Мишка, Розовая Мечта) – на 5,3–8,5 % и в сентябре – у сорта Lipstik на 4,0 % (по сравнению с данными предшествующих месяцев). У восьми сортов наблюдали два пика показателей водоудерживающей способности: в июне и сентябре (Башкирочка, Дуслык 450, Полянка, Опал) на 2,8–18,1 %; в июне и в сентябре (Лейсян, Загадка Осени, Сударушка) на 3,0–18,3 %; в июле и сентябре Сакмара на 3,3 % (по сравнению с данными предыдущих месяцев). 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 %. В соответствии со шкалой (см. таблицу 1) 15 сортов по значению водоудерживающей способности отнесены к высокоустойчивым ($R > 40 \%$). Сорта Зухра, Лейсян, Египтянка, Загадка Осени, Золотоволоска, Lipstik, Плюшевый Мишка и Сударушка оказались среднеустойчивыми [22].

Выявлено, что содержание «подвижной» влаги варьировало от 16,4 (Бардо) до 60,3 % (Зухра) при среднем значении признака 37,6 %. Ее содержание 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 она находилась в пределах 5,7 (Бардо) – 48,7 % (Полянка), при среднем значении данного параметра 20,1 %. Изучение динамики реального водного дефицита показал, что у исследуемых сортов в разные периоды вегетации наблюдали его рост до значений, близких к критическим. Так, у десяти сортов (Башкирочка, Волны Агидели, Зухра, Лейсян, Регина, Уфимская Юбилейная, Чудное Мгновение, Бардо, Египтянка, Золотоволоска) максимальные значения данного показателя наблюдали в июле (24,0–31,8 %); у пяти сортов (Актаныш, Дуслык 450, Загадка Осени, 'Lipstik', Пектораль) – в августе (16,2–27,3 %); у четырех сортов (Полянка, Прощальная Краса, Плюшевый Мишка, Солнечная Феерия) – в июне (30,0 %); у сортов Сакмара, Опал, Розовая Мечта, Сударушка – в мае. 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, то есть находится

в пределах нормы (рисунок 1). Из литературных источников известно, что в условиях принудительной засухи величина водного дефицита может варьировать в пределах 27,5–45,8 % [23]. По величине водного дефицита все изученные сорта отнесены к среднеустойчивым (W_g от 11 до 25 %) [22].

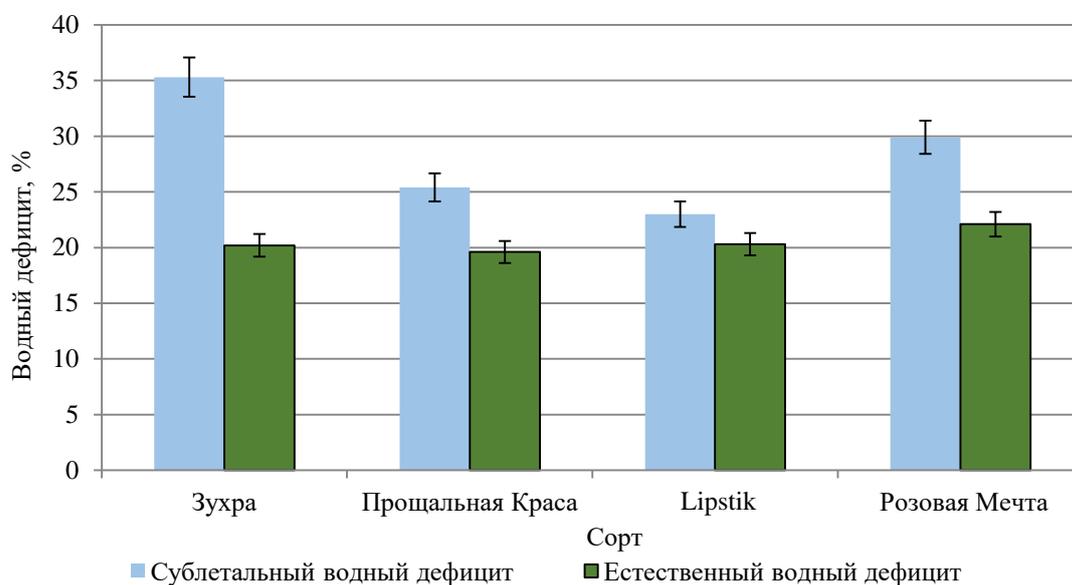


Рисунок 1 – Сублетальный водный дефицит и естественный водный дефицит в листьях некоторых сортов хризантем (среднее за 2018–2020 гг.)

Таким образом, изучение водного режима 23 сортов хризантем показало, что только четыре сорта (Волны Агидели, Регина, Сакмара, Бардо) являются высокоустойчивыми к засушливым условиям и их можно рекомендовать для использования в озеленении Республики Башкортостан при условии соблюдения необходимых агротехнических мероприятий. Остальные сорта показали себя среднеустойчивыми и их возделывание возможно при условии дополнительного полива.

Нами проведена оценка влияния двух факторов (сортовой дифференциации (сорт)) и временной внутрисезонной динамики (месяц взятия пробы) на показатели водного режима. Дисперсионный анализ показал, что влияние фактора А (сорт) значимо для всех проанализированных параметров. Доля дисперсии признаков варьирует от 21,17 до 31,72 %. Влияние фактора Б (месяц взятия проб) значимо для показателей общей оводненности, содержания «подвижной» влаги и естественного водного дефицита. Доля дисперсии варьирует от 3,79 до 9,86 %. Влияние фактора Б на показатель «водоудерживающая способность» не является статистически значимым (таблица 4). Значения дисперсий сортов и взаимодействия со средой свидетельствуют о том, что среди изучаемых сортов есть высокостабильные.

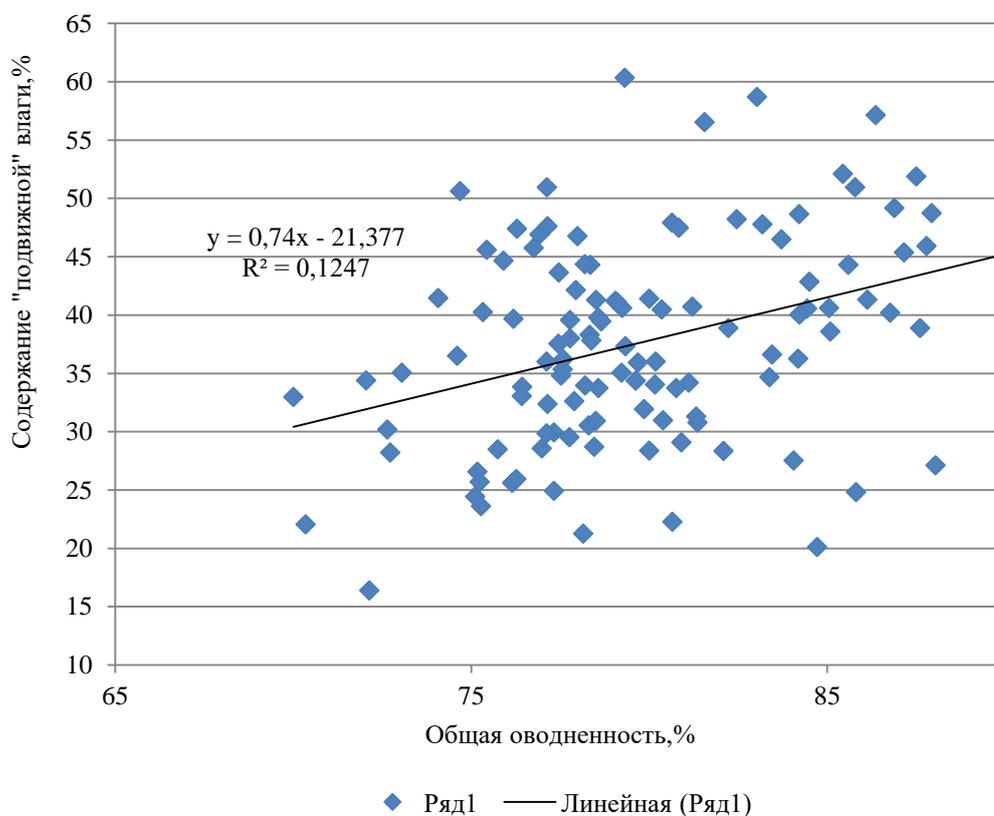
Проведение корреляционно-регрессионного анализа позволило выявить, что показатели содержания «подвижной» влаги находятся в прямой зависимости от общей оводненности. Линия регрессии показывает, что при увеличении общей оводненности на 1,00 % содержание «подвижной» влаги увеличивается в среднем на 0,74 % (рисунок 2 А).

Судя по коэффициенту детерминации (0,1247), только 35 % содержания «подвижной» влаги обусловлено изменениями общей оводненности, а 65 % изменений связано с другими факторами.

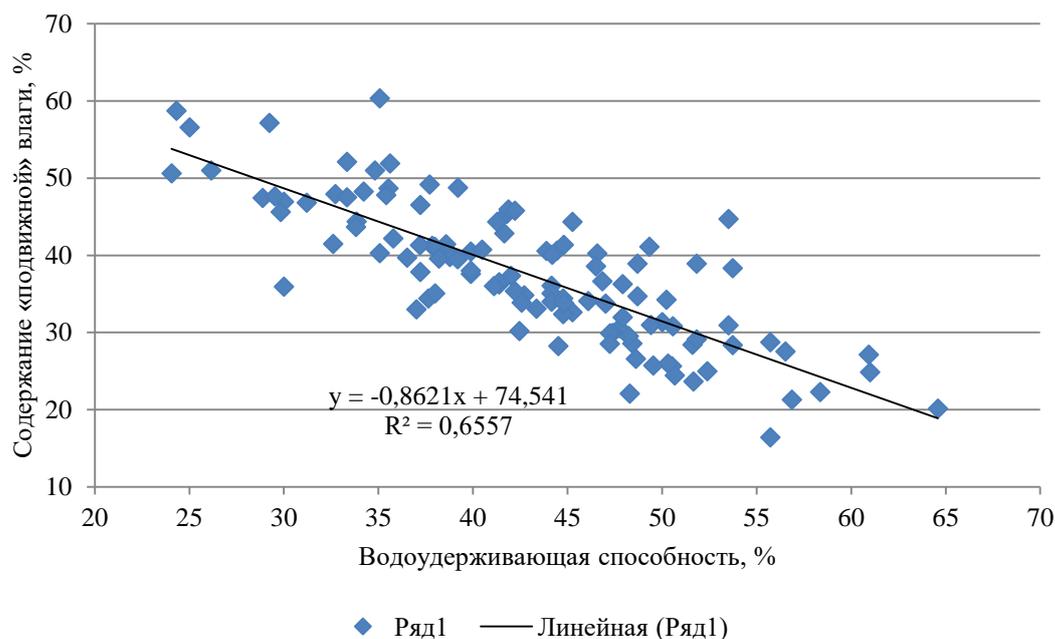
Таблица 4 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа показателей водного режима хризантем

Показатель водного режима	Источник варьирования	SS	Df	ms	F _{факт}	Доля, %
Общая оводненность	Общее	6055,68	344	-	-	-
	Сорт (А)	1282,28	22	58,29	3,42	21,17*
	Месяц (Б)	597,05	4	149,269	8,77	9,86*
	Взаимодействие (А×Б)	294,03	88	3,349	F _{факт} <F _{0,5}	4,85
	Ошибка	3882,31	230	16,88	-	-
Водоудерживающая способность	Общее	24411,26	344	-	-	-
	Сорта (А)	7743,94	22	352,00	5,68	31,72*
	Месяц (Б)	448,77	4	112,19	F _{факт} <F _{0,5}	1,84
	Взаимодействие (А×Б)	1959,29	88	22,26	F _{факт} <F _{0,5}	8,03
	Ошибка	14259,26	230	62,00	-	-
Содержание «подвижной» влаги	Общее	26583,20	344	-	-	-
	Сорта (А)	7404,24	22	336,56	4,96	27,85*
	Месяц (Б)	1466,76	4	366,69	5,40	5,52*
	Взаимодействие (А×Б)	2233,98	88	25,39	F _{факт} <F _{0,5}	8,40
	Ошибка	15478,22	230	67,30	-	-
Естественный водный дефицит	Общее	16450,37	344	-	-	-
	Сорта (А)	3666,30	22	166,65	3,91	22,29*
	Месяц (Б)	623,82	4	155,96	3,29	3,79*
	Взаимодействие (А×Б)	1420,07	88	16,14	F _{факт} <F _{0,5}	8,63
	Ошибка	10740,18	230	46,70	-	-

Примечание. *Влияние фактора достоверно при уровне значимости $p \leq 0,05$.



А



Б

Рисунок 2 – Зависимость содержания «подвижной» влаги от общей водоемкости (А) и от водоудерживающей способности (Б) у изучаемых сортов коллекции ЮУБСИ УФИЦ РАНЦ РАН (среднее за 2018–2020 гг.)

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 % (рисунок 2 Б). Рассчитанный коэффициент детерминации ($R^2 = 0,6557$) 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.

Выводы

Таким образом, наши исследования позволили определить величину сублетального водного дефицита представителей рода *Chrysanthemum × hortorum* Bailey в почвенно-климатических условиях Южного Урала (28,4 %) и установить, что у изученных сортов хризантем, при соблюдении элементарных агротехнических приемов на протяжении вегетационного периода не возникало такого дефицита влаги в тканях, который мог бы привести к необратимым повреждениям ассимилирующих органов.

Все изученные культивары 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 %. Сорта Волны Агидели, Регина, Сакмара, Бардо являются высокоустойчивыми к засушливым условиям, остальные оказались среднеустойчивыми, поэтому все изученные сорта можно рекомендовать для озеленения населенных пунктов Республики Башкортостан.

Влияние фактора сорт значимо для всех проанализированных параметров водного режима. Доля дисперсии признаков варьирует от 21,17 до 31,72 %. Корреляционно-регрессионный анализ всей выборки показал прямую зависимость показателей содержания «подвижной» влаги от общей оводненности ($y = 0,74x - 21,377$) и обратную – показателей содержания «подвижной» влаги и водоудерживающей способности ($y = -0,8621x + 74,541$).

Литература

1. Недолужко А. И. Использование межвидовой гибридизации в селекции адаптивных гибридов и сортов хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22. № 4. С. 476–483. DOI: 10.18699/VJ18.385.
2. 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. No. 261. P. 113043. DOI: 10.1016/j.jep.2020.113043.
3. Моисеев В. П., Решецкий Н. П. Физиология и биохимия растений. Методические указания. Горки: БГСХА, 2009. 124 с.
4. Чиркова Т. В. Физиологические основы устойчивости растений. Санкт-Петербург: СПбГУ, 2002. 244 с.
5. Elansary H. O., Abdel-Hamid A. M. E., Yessoufou K., Al-Mana F. A., El-Ansary D. O., Mohamed Eman A. M., Al-Yafrasi A. Physiological and molecular characterization of water-stressed *Chrysanthemum* under robinin and chitosan treatment // Acta Physiologiae Plantarum. 2020. Vol. 42. Art. No. 31. DOI: 10.1007/s11738-020-3021-8.
6. Кушниренко М. Д., Печерская С. Н. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений. Кишинев: Штиинца, 1991. 305 с.
7. Шарикова Ф. М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Уфа: Гилем, 2001. 159 с.
8. 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. No. 154. P. 219–228. DOI: 10.1016/j.plaphy.2020.06.001.
9. Кротова З. Е. Эколого-биологические основы интродукции растений в Якутии // Интродукция растений Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1983. С. 90–97.
10. Пахомова Г. И., Безуглов В. К. Водный режим растений. Казань: Изд-во Казанского университета, 1980. 252 с.
11. 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.
12. 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. No. 11(1). P. 869. DOI: 10.1038/s41598-020-79516-3.
13. 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.
14. 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. No. 242. P. 106410. DOI: 10.1016/j.agwat.2020.106410.
15. 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.
16. 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. Уфа: Мир печати, 2019. 304 с.
17. Пидгайная Е. С., Репецкая А. И., Маркина Л. А., Решетникова Л. Ф. Методика сортооценки хризантемы садовой с учетом направления использования // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 3 (15). С. 88–98. DOI: 10.25637/TVAN.2018.03.10.
18. Агроклиматическое районирование Республики Башкортостан. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.meteorb.ru/agrometeorologiya/agroklimaticheskoe-rajonirovanie-respubliki-bashkortostan> (дата обращения 04.02.2021).
19. Радов А. С., Кустовой И. В., Корольков А. В. Практикум по агрохимии // Под общ. ред. А. С. Радова. М.: Изд. Колос. 1965. С. 158–162.
20. 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.
21. Таренков В. А., Иванова Л. Н. Водоудерживающая способность листьев боярышников в связи с устойчивостью к засухе // Интродукция, акклиматизация, охрана и использование растений. Куйбышев: Куйбышевский госуниверситет, 1990. С. 3–9.
22. Бобровская Н. И. О водном балансе древесных и кустарниковых видов песчаной пустыни Каракумы // Ботанический журнал. 1971. № 3. С. 361–367.

23. Денисова С. Г., Реут А. А. Водный режим представителей рода *Chrysanthemum* при интродукции на Южном Урале // Субтропическое и декоративное садоводство. 2020. № 74. С. 111–120. DOI: 10.31360/2225-3068-2020-74-111-120.
24. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с
25. Zapryanova N. G., Nencheva D. M. Effect of water deficit on biometric physiological characteristics in *chrysanthemum* // Субтропическое и декоративное садоводство. 2015. № 54. С. 110–119.

References

1. Nedoluzhko A. I. Use of interspecific hybridization in the breeding of adaptive hybrids and sorts of garden chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) // Vavilovs Journal of Genetics and Breeding. 2018. Vol. 22. No. 4. DOI: 10.18699/VJ18.385.
2. 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. No. 261. DOI: 10.1016/j.jep.2020.113043.
3. Moiseev V. P., Reshetskij N. P. Physiology and biochemistry of plants. Methodological instructions. Gorki: Belarusian State Agricultural Academy (BSAA), 2009. 124 p.
4. Chirkova T. V. Physiological foundations of plant resistance. Saint-Petersburg: St. Petersburg University, 2002. 244 p.
5. Elansary H. O., Abdel-Hamid A. M. E., Yessoufou K., Al-Mana F.A., El-Ansary D. O., Mahmoud E. A., Al-Yafrasi M. A. Physiological and molecular characterization of water-stressed *Chrysanthemum* under robinin and chitosan treatment // Acta Physiologiae Plantarum. 2020. Vol. 42. Art. No. 31. DOI: 10.1007/s11738-020-3021-8.
6. Kushnirenko M. D., Pecherskaya S. N. Physiology of water exchange and drought resistance of plants. Chisinau: Shtiintsa, 1991. 305 p.
7. Sharikova F. M. Nonspecific resistance of plants to stress factors and its regulation. Ufa: Gilem, 2001. 159 p.
8. 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. No 154. DOI: 10.1016/j.plaphy.2020.06.001.
9. Krotova Z. E. Ecological and biological bases of plant introduction in Yakutia // Introduction of plants of Siberia and the Far East. Novosibirsk: Nauka, 1983. P. 90–97.
10. Pakhomova G. I., Bezuglov V. K. Water regime of plants. Kazan: Kazan University Publishing House, 1980. 252 p.
11. Petukhova I. P. Some indicators of the dynamics of the water regime, green pigments and peroxidase activity in a number of woody plants in connection with the introduction to the south of Primorye // Ecological physiology of winter hardiness of woody plants in the Far East. Vladivostok: Far East Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR, 1977. P. 29–42.
12. 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. No. 11 (1). P. 869. DOI: 10.1038/s41598-020-79516-3.
13. Denisova S. G., Reut A. A. Study of the influence of adaptogens on the water regime of some varieties of the genus *Chrysanthemum* L. during the introduction into the Bashkir Pre-Urals // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 11 (202). P. 2–13. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-202-11-2-13.
14. 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. No. 242. P. 106410. DOI: 10.1016/j.agwat.2020.106410.
15. Goryshina T. K., Samsonova L. I. Water deficit and its limiting values in herbaceous oak plants of various seasonal groups // Botanical Journal. 1965. Vol. 51. P. 5.
16. Abramova L. M., Anischenko I. E., Vafin R. V., Golovanov Ya. M., Zhigunov O. Yu., Zaripova A. A., Kashaeva G. G., Lebedeva M. V., Polyakova N. V., Reut A. A., Shigapov Z. Kh. Plants of the South-Ural Botanical Garden–Institute of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (UFRC RAS). Ufa: Mir prechati, 2019. 304 p.
17. Pidgainaya E. S., Repetskaya A. I., Markina L. A., Reshetnikova L. F. Methods of variety testing for the genus *Chrysanthemum* L. according to the direction of use // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2018. No. 3 (15). DOI: 10.25637/TVAN.2018.03.10.
18. Agroclimatic regionalization of the Republic of Bashkortostan [Electronic resource]. Access point: <http://www.meteorb.ru/agrometeorologiya/agroklimaticheskoe-rajonirovaniye-respubliki-bashkortostan> (reference's date 04.02.2021).
19. Radov A. S., Kustovoy I. V., Korolkov A. V. Workshop on agrochemistry // Under general editorship of A. S. Radov. Moscow: Kolos, 1965. P. 158–162.

20. Tarenkov V. A., Tarenkova Z. G. Total water content is an important indicator of water exchange in plants // Introduction, acclimatization, protection and use of plants. Kuibyshev: Kuibyshev State University, 1985. P. 18–23.
21. Tarenkov V. A., Ivanova L. N. Water retention capacity of hawthorn leaves connected to drought resistance // Introduction, acclimatization, protection and use of plants. Kuibyshev: Kuibyshev State University, 1990. P. 3–9.
22. Bobrovskaya N. I. On the water balance of tree and shrub species of the sandy Karakum Desert // Botanical Journal. 1971. No. 3. P. 361–367.
23. Denisova S. G., Reut A. A. Water regime of *Chrysanthemum* representatives during introduction in the South Ural // Subtropical and ornamental horticulture. 2020. No. 74. P. 111–120. DOI: 10.31360/2225-3068-2020-74-111-120.
24. Dospikhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
25. Zapryanova N. G., Nencheva D. M. Effect of water deficit on biometric physiological characteristics in chrysanthemum // Subtropical and ornamental horticulture. 2015. No. 54. P. 110–119.

UDC 635.92

Denisova S. G., Reut A. A.

WATER REGIME PARAMETERS IN *CHRYSANTHEMUM*

Summary. *In introduction studies, it is urgent to determine how favorable the water balance of the species studied is under defined environmental conditions. The research aimed to scrutinize the water regime of Chrysanthemum × hortorum Bailey and select drought-resistant varieties to replenish the range of plants used for floriculture in the Republic of Bashkortostan on grey forest (Haplic Greyzems) loamy soil. The studies were conducted in 2018–2020. Irrigation frequency – twice a week. After each watering, soil loosening was carried out. One week before sampling for analysis, we stopped watering flowers. Water regime indicators were analyzed according to the method of artificial wilting (V. N. Tarenkov et al. 1990) and methodology of saturation of plant samples (V. P. Moiseev et al. 2009). Sublethal water deficit was determined by the method of T. K. Goryshina et al. 1965 modified by N. I. Bobrovskaya 1971. Observations and analyses were carried out once a month from May to September in the regrowth, budding and flowering phases. The value of the sublethal water deficit was clarified (28.4 %). During the growing season, the varieties did not experience irreversible moisture deficit in the tissues. Chrysanthemum varieties under identical soil-climatic and agrotechnical conditions had the following range of indicators of total water content and water-holding capacity – 70.0–90.4 % and 19.00–64.6 %, respectively. It indicates a considerable degree of adaptation. Analysis of variance revealed that varietal differentiation significantly affects the indicators of the water regime; the share of influence varied from 21.17 to 31.72 %. Direct dependence of the indicators of the content of ‘mobile’ moisture on the total water content ($y = 0.74x - 21.377$) was revealed, as well as the inverse one – the indicators of the content of ‘mobile’ moisture and water-holding capacity ($y = 0.74x - 21.377$). According to the scale developed by Denisova S. G. and Reut A. A. (2020), four highly drought-tolerant varieties ‘Volny Agideli’, ‘Regina’, ‘Sakmara’, ‘Bardo’ were identified.*

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

Денисова Светлана Галимулловна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории интродукции и селекции цветочных растений, Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение ФГБНУ Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук; 450080, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Менделеева, 195, корпус 3; e-mail: svetik-7808@mail.ru.

Реут Антонина Анатольевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории интродукции и селекции цветочных растений, Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение ФГБНУ Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук; 450080, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Менделеева, 195, корпус 3; e-mail: cvetok.79@mail.ru.

Denisova Svetlana Galimullovna, Cand. Sc. (Biol.), senior researcher of the Laboratory of introduction and selection of floral plants, South-Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (UFRC RAS); 195, building 3, Mendeleev str., Ufa, Republic of Bashkortostan, 450080; e-mail: svetik-7808@mail.ru.

Reut Antonina Anatolyevna, Cand. Sc. (Biol.), leading researcher of the Laboratory of introduction and selection of floral plants, South-Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (UFRC RAS); 195, building 3, Mendeleev str., Ufa, Republic of Bashkortostan, 450080; e-mail: cvetok.79@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 08.02.2021.

Дата принятия к печати – 15.03.2021.