

DOI: 10.31676/0235-2591-2024-2-13-21

Оценка засухоустойчивости малины

М. А. Подгаецкий, С. Н. Евдокименко

Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства,
Москва, Россия

ORCID: Подгаецкий М. А. – 0000-0002-0289-1092; Евдокименко С. Н. – 0000-0001-9187-7593

Резюме. В процессе исследования листьев 5 сортов ('Метеор', 'Гусар', 'Лавина', 'Патриция', 'Улыбка') и 7 отборных форм (4-122-2, 6-125-3, 1-76-1, 6-125-4, 2-83-21, 1-76-25, 2-90-3) малины были изучены физиологические параметры их засухоустойчивости. Исследования проводились в 2022–2023 гг. на коллекционном участке Кокинского опорного пункта ФГБНУ ФНЦ Садоводства (Брянская область) и в Центре коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО Брянский ГАУ. Оценка засухоустойчивости проводилась по показателям общей оводнённости листьев, водному дефициту и водоудерживающей способности в фенофазах «бутонизация» (май) и «плодоношение» (июль). Анализ показал, что в пределах одного вегетационного периода общая оводнённость листьев и водоудерживающая способность снижаются от периода бутонизации к плодоношению, а водный дефицит, наоборот, увеличивается. Установлено, что водоудерживающая способность в более засушливый сезон выше, чем в год с умеренной увлажненностью. Отмечена значительная вариабельность среди генотипов по водному режиму. У всех изученных генотипов в период плодоношения общая оводнённость листьев снижалась до среднего уровня (менее 70,0 %), а у сортов 'Гусар' и 'Лавина' – до низких (менее 60,0 %). Тем не менее, выделены формы с высоким проявлением отдельных параметров водного режима листьев. Так, сорт 'Метеор' при высоких значениях водообеспечения в фенофазу бутонизации характеризовался низкими потерями воды после 6-часового завядания (менее 30,0 %) и дефицитом влаги в листьях (менее 10,0 %). У сорта 'Улыбка' и отборных форм 6-125-4 и 2-90-3 в фенофазу плодоношения водный дефицит превышал 10,0 % и соответствовал среднему уровню засухоустойчивости. У отбора 2-83-21 отмечена пониженная водоудерживающая способность в фенофазу плодоношения (потери воды более 30,0 %).

Ключевые слова: малина, засухоустойчивость, общая оводнённость, водный дефицит, водоудерживающая способность.

Evaluation of raspberry drought tolerance

M. A. Podgaetskiy, S. N. Evdokimenko

Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Moscow, Russia

ORCID: Podgaetskiy M. A. – 0000-0002-0289-1092; Evdokimenko S. N. – 0000-0001-9187-7593

Abstract. Physiological parameters of drought tolerance of five raspberry varieties ('Meteor', 'Gusar', 'Lavina', 'Patricija', and 'Ulyabka') and seven selected raspberry forms (4-122-2, 6-125-3, 1-76-1, 6-125-4, 2-83-21, 1-76-25, 2-90-3) were investigated. Experiments were conducted in 2022–2023 at the Kokinsky experimental station of the Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery (Bryansk Oblast) and at the Center for Collective Use of Bryansk State Agrarian University. Drought tolerance was assessed based on the indices of total leaf water content, water deficit, and water-retaining capacity in the phenophases of budding (May) and fruiting (July). The analysis showed that within one vegetation period, the total leaf water content and water-retaining capacity

Адрес для переписки:

Подгаецкий Максим Александрович
Федеральный научный селекционно-технологический центр
садоводства и питомниководства, ул. Загорьевская, 4,
Москва, 115598, Россия
m.podgai@yandex.ru

Address for correspondence:

Maksim A. Podgaetskiy
Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology
and Nursery, 4, Zagorevskaya str., Moscow, 115598, Russia
maxpodgai@yandex.ru

Образец цитирования:

Подгаецкий М. А., Евдокименко С. Н. Оценка засухоустойчи-
вости малины. Садоводство и виноградарство. 2024;2:13-21
doi: 10.31676/0235-2591-2024-2-13-21
© Подгаецкий М. А., 2024

For citation:

Podgaetskiy M. A., Evdokimenko S. N. Evaluation of raspberry
drought tolerance. *Sadovodstvo i vinogradarstvo*. 2024;2:13-21
doi: 10.31676/0235-2591-2024-2-13-21

decreased from the phase of budding to that of fruiting, compared to water deficit, which showed an inverse trend. The water-retaining capacity of the studied varieties was found to be higher in a drier season than in a moderately-humid year. A significant variability among genotypes was observed in terms of water regime. During the fruiting phase, the total leaf water content decreased to an average level in all the studied genotypes (less than 70.0 %), except for the 'Gusar' and 'Lavina' varieties which demonstrated lower levels (less than 60.0 %). Forms outperforming in a number of leaf water regime parameters were identified. Thus, the 'Meteor' variety, although showing high values of water content in the budding phenophase, was characterized by low water losses after 6-hour wilting (less than 30.0 %) and a leaf water deficit (less than 10.0 %). Water deficit in the 'Ulyabka' variety, as well as 6-125-4 and 2-90-3 selected forms, exceeded 10.0 % in the fruiting phenophase, corresponding to the average level of drought tolerance. The 2-83-21 form showed a reduced water-retaining capacity in the fruiting phenophase (water losses exceeded 30.0 %).

Key words: raspberry, drought tolerance, total leaf water content, water deficit, water-retaining capacity.

Введение

Неблагоприятными факторами, снижающими урожайность, а также сужающими ареал распространения культурных растений, являются условия перезимовки, возвратные весенние заморозки, избыток или недостаток света, дисбаланс питательных веществ, засуха и другие [1]. Одним из опасных явлений является засуха, ущерб от которой достигает 20 % от всех неблагоприятных факторов [2]. При этом потеря урожая может быть 50-80 % как в год засухи, так и на следующий [3].

Засухоустойчивость обусловлена генетически определённой приспособленностью растений к условиям произрастания. Длительное отсутствие осадков, приводящее к постепенному снижению продуктивной влаги в почве, угнетает растения, что становится причиной огромных социальных и экономических потерь [4]. Засуха вызывает у растений комплекс физиологических и биохимических изменений на уровне клеток, направленных на уменьшение потерь воды [1, 5]. Продолжительная засуха приводит к образованию активных форм кислорода и азота, которые нарушают окислительно-восстановительные реакции клеток [6]. В качестве защитной реакции на дефицит воды и повышенные температуры воздуха для сохранения и перераспределения ресурсов у растения замедляются ростовые процессы, происходит закрытие устьиц, вследствие чего снижается поглощение углекислого газа, необходимого для фотосинтеза, сокращается закладка цветковых почек [7, 8]. Все это приводит к снижению урожайности и продуктивности растений, которые сильно коррелируют с недостатком воды даже в пределах сезонных изменений [9, 10].

Малина требовательна к влажности почвы из-за поверхности залегающей корневой системы и большой площади листовой поверхности. Особенно важно для неё потребление воды в период от бутонизации (май) до созревания урожая (июль) [11]. Кроме того, длительная воздушная засуха приводит к нарушению работы листового аппарата, в результате чего снижается продуктивность растений и ухудшается качество урожая [5].

Учитывая, что в условиях средней полосы России все чаще проявляются продолжительные засухи в весенне-летний период, проблема засухоустойчивости растений становится все более актуальной [5, 12]. В сельскохозяйственном производстве ключевым методом борьбы с засухой является орошение [13]. В мире более 70 % пресной воды используется для полива [14, 15]. Для сокращения потребления водных ресурсов большой интерес представляет подбор генотипов с устойчивостью к засушливым условиям вегетационного периода [16].

Для более быстрой оценки генотипов по засухоустойчивости применяют лабораторный метод, основанный на изучении водного режима листьев: общая оводнённость, водный дефицит, водоудерживающая способность [17].

Таким образом, целью исследования является оценка засухоустойчивости сортов и отборных форм малины по показателям водного обмена и выделение наиболее ценных генотипов.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на коллекционном участке Кокинского опорного пункта ФГБНУ ФНЦ Садоводства (Брянская область) и Центре коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО Брянский ГАУ в 2022-2023 гг. В эксперимент были включены листья 5 сортов ('Метеор', 'Гусар', 'Лавина', 'Патриция', 'Улыбка') и 7 отборных форм (4-122-2, 6-125-3, 1-76-1, 6-125-4, 2-83-21, 1-76-25, 2-90-3) малины, которые изучались по физиологическим показателям засухоустойчивости (общая оводнённость, водный дефицит и водоудерживающая способность). Изучение проводили в фенофазы «бутонизация» (май) и «плодоношение» (июль). Листья для проведения анализа собирались в сухую погоду в утренние часы в 3-х кратной повторности по 5 шт. в каждой. Общая оводнённость и водный дефицит листьев определяли согласно методическим рекомендациям по физиологии растений [18]. Водоудерживающую способность – по количеству потерянной листьями воды после 6 часов завядания [19]. Оценку засухоустойчивости проводили согласно методическим рекомендациям по диагностике устойчивости растений к стрессовым

воздействиям [20]. Абсолютную влажность почвы определяли на глубине залегания основной массы корней (0-40 см) с помощью прибора «Эвлас-2М». Запас продуктивной влаги в почве рассчитывали согласно методическим рекомендациям [21].

Статистическую обработку результатов проводили методом дисперсионного анализа с использованием надстройки AgStat к программе Microsoft Excel.

Результаты

Пониженные температуры мая 2022 г. задерживали фенологические фазы развития растений. Обилие осадков в III декаде мая (76,1 мм при норме 72,3 мм) и резкое повышение температуры воздуха в I декаде июня до +24,5 °C способствовали быстрому, хоть и запоздалому, развитию растений (табл. 1). В этот период абсолютная влажность почвы составила 24,1 %, а количество продуктивной для растений влаги 37,3 мм, что соответствует удовлетворительному ее запасу (рис. 1) [21].

Таблица 1. Средняя температура воздуха и суммарное количество осадков периода исследований
Table 1. Average air temperature and the total amount of precipitation during the researches period

Месяц	Декада	Средняя температура воздуха, °C			Сумма осадков, мм		
		2022 г.	2023 г.	средняя многолетняя	2022 г.	2023 г.	среднее многолетнее
апрель	I	5,4	9,3	8,5	37,3	0	50,2
	II	6,0	10,7		99,1	0	
	III	11,3	11,4		57,1	10,0	
за месяц		7,7	10,5		193,5	10,0	
май	I	13,3	7,7	15,7	8,6	0	72,3
	II	15,2	15,6		9,7	0	
	III	14,4	15,9		76,1	0	
за месяц		14,3	13,1		94,4	0	
июнь	I	24,5	15,3	19,6	26,1	20,5	73,8
	II	22,4	18,6		31,7	7,6	
	III	22,4	17,6		26,4	111,5	
за месяц		23,1	17,2		84,2	139,6	
июль	I	20,8	21,7	20,7	155,2	70,0	103,2
	II	16,1	20,4		0	19,7	
	III	19,2	20,0		0	22,5	
за месяц		18,7	20,7		155,2	112,2	

Июнь отличался повышенными температурами и умеренными осадками, что способствовало обильному цветению и формированию урожая. В июле выпало значительное количество осадков (155,2 мм), а среднесуточные температуры снизились до +16,1 °C при среднемесячной норме +20,7 °C. При этом влажность почвы увеличилась до 25,8 %, а запас продуктивной влаги – до 41,7 мм, что соответствует оптимальному её накоплению.

В таких условиях оводнённость листьев в фазе «бутонизация» у большинства генотипов была на высоком уровне (>70,0 %), лишь сорт 'Лавина' отмечен средним содержанием воды в листьях (68,7 %) (табл. 2). Несмотря на то, что влажность почвы к моменту созревания урожая увеличилась, у всех генотипов наблюдалось снижение общей оводнённости листьев в период плодоношения. Связано это с возрастом листьев, а также с образованием и созреванием плодов, когда растение отдает воду на формирование урожая [16]. Так у сорта 'Лавина' оводнённость листьев дошла до низких значений (59,7 %), а у остальных форм до средних – 60,3-68,2 %. Наибольшими значениями отмечены сорта 'Улыбка' (66,4 %), 'Метеор' (66,5 %) и отборы 1-76-1 (66,3 %), 1-76-25 (66,4 %), 6-125-4 (68,1 %) и 2-83-21 (68,2 %). При этом наименьшая разница оводнённости (3,9 %) между периодами вегетации отмечена у формы 6-125-4.



Рис. 1. Влажность почвы и запас продуктивной влаги в корнеобитаемом слое

Fig. 1. Soil moisture and productive moisture reserve in the root layer

Таблица 2. Оводнённость и водный дефицит листьев малины, 2022 г.
Table 2. Water content and water deficit of raspberry leaves, 2022

Сорт / форма	Оводнённость, %		Водный дефицит, %	
	бутонизация	плодоношение	бутонизация	плодоношение
‘Метеор’	75,3	66,5	8,4	8,7
‘Гусар’	74,3	60,3	7,9	8,3
‘Лавина’	68,7	59,7	7,4	8,2
‘Патриция’	70,2	62,8	9,8	12,5
‘Улыбка’	75,3	66,4	8,4	9,9
4-122-2	72,5	61,8	8,1	10,0
6-125-3	72,9	61,2	8,7	11,2
1-76-1	76,6	66,3	9,2	11,8
6-125-4	72,0	68,1	10,4	11,2
2-83-21	74,2	68,2	6,8	7,6
1-76-25	74,6	66,4	9,2	14,3
2-90-3	74,3	64,8	7,4	8,3
среднее по генотипам	73,4	64,4	8,5	10,2
min-max	68,7-76,6	59,7-68,2	6,8-10,4	7,6-14,3
НСР ₀₅	3,19	2,52	1,12	1,11

Водный дефицит имеет обратную зависимость с общей оводнённостью листьев. Эта величина изменчивая и зависит от погодных условий даже в течение суток [22]. В связи с достаточным количеством доступной для растений влаги в почве и пониженными среднесуточными температурами воздуха в мае генотипы характеризовались низким и средним уровнем дефицита воды. Это связано с тем, что потери воды при транспирации успевают компенсироваться за счет ее поглощения корнями [23]. Наименьшее количество недостающей влаги отмечено у отборной формы 2-83-21 (6,8 %).

В период плодоношения в связи с созреванием урожая отмечено незначительное увеличение показателя по генотипам, в среднем на 1,7 %. В группу с низким уровнем водного дефицита вошли сорта ‘Метеор’, ‘Гусар’, ‘Лавина’, ‘Улыбка’ и отборные формы 2-83-21 и 2-90-3. Средний уровень недостатка воды отмечен у отборной формы 1-76-25 (14,3 %).

Способность удерживать и экономно расходовать воду в условиях засухи является адаптационным показателем более устойчивых растений. Высокая водоудерживающая способность характерна для генотипов, теряющих наименьшее количество воды за одинаковый промежуток времени.

Необходимо отметить: при определении водоудерживающей способности листьев установлено,

что независимо от фазы развития растений в первые 2 часа увядания теряется от 40,0 до 50,0 % всей воды, потерянной за 6 часов. В дальнейшем потери уменьшаются. Связано это с тем, что в свежесрезанном листе активно проходят физиологические процессы, которые замедляются в процессе увядания.

В период бутонизации в 2022 г. лишь отборная форма 4-122-2 отличалась повышенными потерями воды за 6 часов завядания (32,3 %) (табл. 3). При этом средние потери воды за час у неё составили 5,4 %. Водоудерживающая способность остальных генотипов была на высоком уровне. За 6 часов они теряли менее 30 % воды, при потерях за час завядания 3,8-4,9 %.

В фенофазу плодоношения водопотери увеличились в среднем на 2,8 %. Наибольшие значения потерь воды отмечены у отборных форм 1-76-1 (6,9 %) и 6-125-4 (5,2 %). Высокой водоудерживающей способностью обладали сорта ‘Гусар’, ‘Лавина’, ‘Улыбка’, ‘Патриция’ и отборные формы 2-90-3 и 2-83-21 с потерями воды за 6-часовой промежуток 24,8-29,7 %. Необходимо отметить: у сортов ‘Лавина’, ‘Улыбка’ и отбора 4-122-2 не наблюдалось значительных изменений в водопотере между фенофазами. Это свидетельствует о том, что при достаточном количестве воды в клетках поддерживается необходимый обмен веществ и физиологические процессы протекают нормально [24].

Таблица 3. Потеря воды листьями малины после завядания, 2022 г.
Table 3. Water loss by raspberry leaves after wilting, 2022

Сорт / форма	Бутонизация		Плодоношение		Разница между фенофазам	
	за 6 часов, %	среднее за час, %	за 6 часов, %	среднее за час, %	за 6 часов, %	среднее за час, %
'Гусар'	22,7	3,8	24,9	4,2	2,2	0,4
'Лавина'	24,5	4,1	24,8	4,1	0,3	0
'Метеор'	28,8	4,8	32,2	5,4	3,4	0,6
'Улыбка'	26,2	4,4	26,1	4,4	-0,1	0
'Патриция'	20,3	3,4	22,3	3,7	2,0	0,3
4-122-2	32,3	5,4	32,2	5,4	-0,1	0
6-125-3	28,7	4,8	31,7	5,3	3,0	0,5
2-90-3	23,0	3,8	25,7	4,3	2,7	0,5
1-76-1	23,6	3,9	30,5	5,1	6,9	1,2
6-125-4	26,2	4,4	31,4	5,2	5,2	0,8
2-83-21	24,7	4,1	29,7	5,0	5,0	0,9
1-76-25	29,2	4,9	33,3	5,6	4,1	0,7
среднее по генотипам	26,4	4,4	28,7	4,8	2,9	0,4
min-max	22,7-32,3	3,8-5,4	22,3-33,3	3,7-5,6	-0,1-6,9	0-1,2
НСР ₀₅	1,36	0,23	1,19	0,20	-	-

Май 2023 г. был засушливым, что позволило более объективно оценить генотипы по показателям водообеспечения. Влажность почвы в слое 0-40 см отмечалась на уровне 13,2 %, а запас продуктивной влаги находился на критически низком уровне – 9,7 мм (рис. 1). Причиной этому послужило отсутствие осадков в течение 2 месяцев (апрель-май),

что привело к приостановке роста и развития растений (табл. 1).

В таких условиях оводнёность листьев была ниже значений 2022 г. В период бутонизации высокой оводнёностью (более 70,0 %) отмечены листья сортов 'Метеор', 'Гусар', 'Улыбка' и отборных форм 1-76-1, 6-125-4, 2-83-21, 1-76-25, 2-90-3 (табл. 4).

Таблица 4. Оводнёность и водный дефицит листьев малины, 2023 г.
Table 4. Water content and water deficit of raspberry leaves, 2023

Сорт / форма	Оводнёность, %		Водный дефицит, %	
	бутонизация	плодоношение	бутонизация	плодоношение
'Метеор'	70,2	62,4	9,8	10,9
'Гусар'	72,3	57,4	14,7	16,2
'Лавина'	65,2	54,8	12,3	17,7
'Патриция'	68,6	59,1	14,1	18,4
'Улыбка'	72,8	67,3	11,5	14,2
4-122-2	68,4	58,7	13,4	17,2
6-125-3	67,3	61,9	12,0	19,3
1-76-1	74,6	64,8	12,4	13,4
6-125-4	70,0	66,8	9,6	11,0
2-83-21	73,4	68,9	7,1	8,8
1-76-25	75,1	64,8	10,5	22,1
2-90-3	77,2	63,2	6,8	13,7
среднее по генотипам	71,3	62,5	11,2	15,2
min-max	65,2-77,2	54,8-68,9	6,8-14,7	8,8-22,1
НСР ₀₅	4,12	3,41	1,24	1,31

Осадки с III декады июня и в I декаде июля способствовали увеличению влажности почвы – до 16,0 %. Однако запас продуктивной влаги не достигал удовлетворительных значений (20,0 мм) и составил 18,8 мм.

Несмотря на увеличение влажности почвы в период плодоношения, оводнёность листьев снизилась и составила 62,5 % в среднем по генотипам, при этом не отмечено форм с высокими значениями показателя, а сорта 'Гусар', 'Лавина', 'Патриция' и отборная

форма 4-122-2 характеризовались низким насыщением водой (менее 60,0 %).

Показатель водного дефицита в период бутонизации у большинства сортообразцов был на уровне средних значений засухоустойчивости (10,1-20,0 %). Наименьшую нехватку воды испытывал сорт 'Метеор' (9,8 %) и отборы 6-125-4 (9,6 %), 2-83-21 (7,1 %) и 2-90-3 (6,8 %).

Как и в 2022 г., дефицит воды увеличивался с мая до июля у всех генотипов. У сорта 'Патриция' и 6-125-3 он приближался к низкой засухоустойчивости по этому показателю, а 1-76-25 имел критическое значение (22,1 %). По этому показателю выделилась отборная форма 2-83-21, водный дефицит у которой был менее 10 % как в период бутонизации, так и в период плодоношения, что свидетельствует о возможности сохранять водный баланс в засушливых условиях.

Анализ водоудерживающей способности показал, что в более засушливый 2023 г. в фазу бутонизации потери воды были ниже, чем в более влажный сезон 2022 г.

Связано это с тем, что в годы с дефицитом доступной влаги растения расходуют её более экономно [25]. Среди изученных генотипов отмечена низкая потеря воды за 6 часов завядания (11,9-22,4 %) при средней потере за час завядания 2,0-3,7 %, что свидетельствует о высокой водоудерживающей способности в экстремальных условиях (табл. 5).

В период плодоношения потери воды увеличивались в 1,4-2,3 раза. Так за 6-часовой период терялось от 21,4 ('Гусар') до 45,6 % (1-76-25) воды. При этом средние потери воды за 1 час завядания у всех генотипов не превышали 10,0 %. В группу с высокой водоудерживающей способностью, с потерями воды до 30,0 %, вошли сорта 'Гусар', 'Лавина', 'Метеор', 'Улыбка' и отборные формы 6-125-3, 2-90-3, 1-76-1, 6-125-4. Потери воды листьями в течение 6 часов завядания у отборной формы 1-76-25 приближались к критическим (45,6 %), тем не менее, засуха не вызвала необратимых процессов.

Таблица 5. Потеря воды листьями малины после завядания, 2023 г.

Table 5. Water loss by raspberry leaves after wilting, 2023

Сорт / форма	Бутонизация		Плодоношение		Разница между фенофазам	
	за 6 часов, %	среднее за час, %	за 6 часов, %	среднее за час, %	за 6 часов, %	среднее за час, %
'Гусар'	15,8	2,6	21,4	3,6	5,6	1,0
'Лавина'	18,0	3,0	26,4	4,4	8,4	1,4
'Метеор'	14,8	2,5	23,6	3,9	8,8	1,4
'Улыбка'	12,2	2,0	27,4	4,6	15,2	2,6
'Патриция'	18,6	3,1	33,2	5,5	14,6	2,4
4-122-2	17,3	2,9	34,6	5,8	17,3	2,9
6-125-3	11,9	2,0	27,3	4,6	15,4	2,6
2-90-3	14,5	2,4	24,8	4,1	10,3	1,7
1-76-1	13,3	2,2	28,8	4,8	15,5	2,6
6-125-4	14,5	2,4	29,3	4,9	14,8	2,5
2-83-21	16,0	2,7	33,5	5,6	17,5	2,9
1-76-25	22,4	3,7	45,6	7,6	23,2	3,9
среднее по генотипам	15,8	2,6	29,7	5,0	13,9	2,3
min-max	11,9-22,4	2,0-3,7	21,4-45,6	3,6-7,6	5,6-23,2	1,0-3,9
HCP ₀₅	1,54	0,17	1,26	0,33	-	-

Обсуждение и заключение

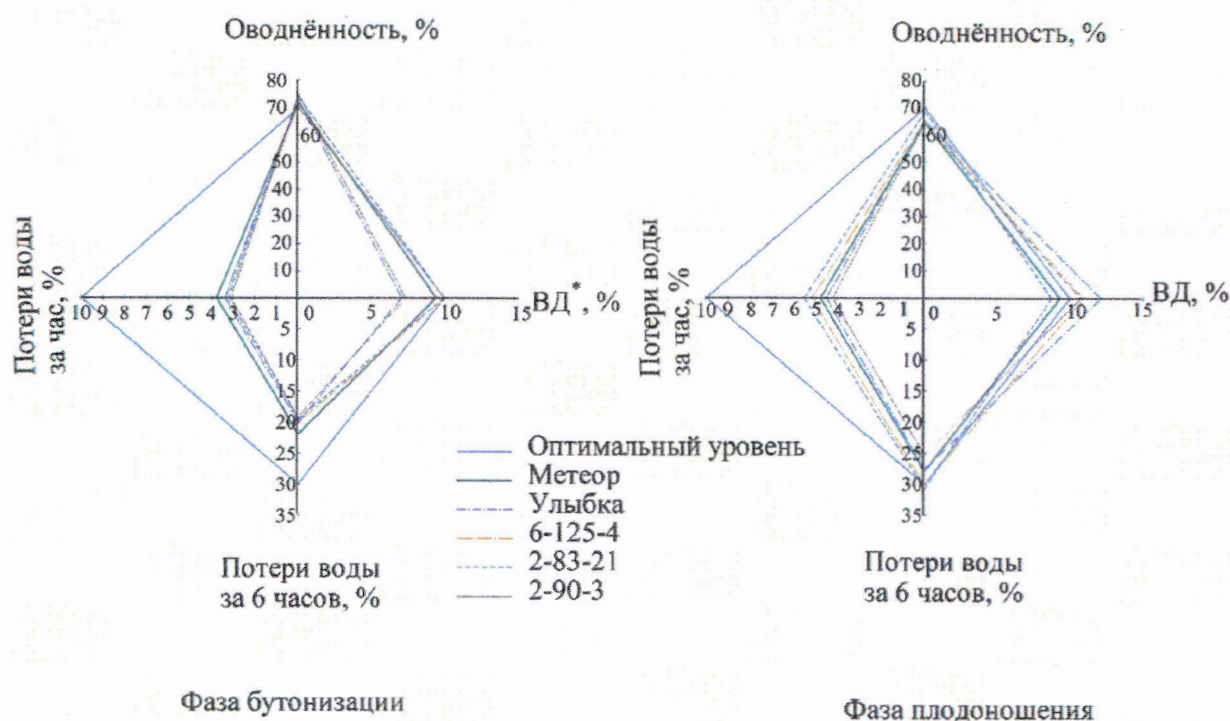
Исследования параметров водного режима растений малины в контрастных погодных условиях подтверждают ранее опубликованные результаты о том, что общая оводненность в течение развития растений уменьшается, а водный дефицит увеличивается. Однако водоудерживающая способность листьев требует более детального изучения. В исследованиях по ремонтантной малине [16] наблюдается тенденция уменьшения потерь воды от фенофазы цветения к плодоношению. В наших исследованиях такой закономерности не наблюдается. Отмечено, что в фенофазу бутонизации в разные годы наблюдаются меньшие потери воды в

более засушливый сезон, чем во влажный. В пределах одного сезона потери воды после 6-часового завядания в фенофазе плодоношения несколько возрастают по сравнению с фенофазой бутонизации, что находит подтверждение в работе Ф. К. Мурзабулатовой [26]. Это может быть связано с тем, что фенофазы бутонизации и плодоношения малины летней проходят в более ранние сроки, чем у ремонтантной, когда среднесуточные температуры имеют тенденцию к увеличению. Такое предположение согласуется с исследованиями М. В. Власенко и К. Ю. Трубаковой, которые сообщают о том, что в более жаркий период водоудерживающая способность растений усиливается, но за порогами

чувствительности клетки к повреждающему фактору она снижается [24].

В среднем за период исследований не удалось выделить комплексных источников высокой засухоустойчивости. У всех изученных генотипов в период плодоношения общая оводнённость листьев снижалась до среднего уровня (менее 70,0 %), а у сортов 'Гусар' и 'Лавина' – до низких (менее 60,0 %). Тем не менее, выделены формы с высоким проявлением отдельных параметров водного режима листьев. Так, сорт 'Метеор' при высоких значениях показателей

засухоустойчивости в фенофазу бутонизации совмещает высокие показатели водного дефицита (недостаток воды менее 10,0 %) и водоудерживающей способности (потери воды после 6-часового завядания менее 30,0 %) в фазу плодоношения (рис. 2). У сорта 'Улыбка' и отборных форм 6-125-4 и 2-90-3 в фенофазу плодоношения лишь водный дефицит превышает 10,0 % и соответствует среднему уровню засухоустойчивости. У отбора 2-83-21 отмечена лишь пониженная водоудерживающая способность в фенофазу плодоношения (потери воды более 30,0 %).



* - Водный дефицит, %

Рис 2. Параметры водного режима листьев малины в среднем за 2022-2023 гг.
Fig. 2. Parameters of the water regime of raspberry leaves on average for 2022-2023.

Таким образом, выделенные генотипы представляют интерес для селекции малины на увеличение адаптационных способностей к засушливым периодам вегетации.

Список литературы

1. Kapoor D., Bhardwaj S., Landi M. et al. The Impact of Drought in Plant Metabolism: How to Exploit Tolerance Mechanisms to Increase Crop Production. *Applied Sciences*. 2020;10(16):5692. <https://doi.org/10.3390/app10165692>.
2. Ионова Е. В., Лиховидова В. А., Лобунская И. А. Засуха и гидротермический коэффициент увлажнения как один из критериев оценки степени ее интенсивности (обзор литературы), *Зерновое хозяйство России*. 2019;6:18-22. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22.
- Ionova E. V., Likhovidova V. A., Lobunskaya I. A. Drought and hydrothermal humidity factor as one of the criteria to estimate its intensity degree (literature review), *Grain Economy of Russia*. 2019;6:18-22 (In Russ.). DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

3. Савельева Н. Н., Юшков А. Н., Земисов А. С. Действие засухи на сорта яблони с полигенной и моногенной устойчивостью к парше, *Субтропическое и декоративное садоводство*. 2021;79:38-46. DOI 10.31360/2225-3068-2021-79-38-46.
- Savelyeva N. N., Yushkov A. N., Zemisov A. S. Effects of drought stress on apple cultivars with polygenic and monogenic scab resistance, *Subtropical and ornamental gardening*. 2021;79:38-46 (In Russ.). DOI 10.31360/2225-3068-2021-79-38-46.
4. Fang, Y., Xiong, L. General mechanisms of drought response and their application in drought resistance improvement in plants, *Cell. Mol. Life Sci*. 2015;72:673-689. <https://doi.org/10.1007/s00018-014-1767-0>.

5. Богомолова Н. И., Ожерельева З. Е., Резвякова С. В., Лупин М. В. Жаростойкость и засухоустойчивость малины красной в условиях Центральной России (на примере Орловской области), *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. 2019;4(24):192-202. Bogomolova N. I., Ozherelieva Z. E., Rezviakova S. V., Lupin M. V. Heat resistance and drought resistance of red raspberry in central Russia (on the example of the Orel region), «Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives. 2019;4(24):192-202 (In Russ.).
6. Laxa M., Liebthal M., Telman W. et al. The role of the plant antioxidant system in drought tolerance, *Antioxidants*. 2019;8(4):94. <https://doi.org/10.3390/antiox8040094>.
7. Neumann P. M. Coping Mechanisms for Crop Plants in Drought-prone Environments, *Annals of Botany*. 2008;101(7):901-907, <https://doi.org/10.1093/aob/mcn018>.
8. Юшков А. Н., Савельева Н. Н. Засухоустойчивость иммунных к парше сортов яблони: Проблемы агроэкологии и адаптивности сортов в современном садоводстве России, 2008, 292-293. Yushkov A. N., Savelyeva N. N. Drought resistance of scab-immune varieties apple trees: Problems of agroecology and adaptability of varieties in modern horticulture in Russia, 2008, 292-293 (In Russ.).
9. Кудоярова Г. Р., Холодова В. П., Веселов Д. С. Современное состояние проблемы водного баланса растений при дефиците воды, *Физиология растений*. 2013;60(2):155-165. DOI: 10.7868/S0015330313020140. Kudoyarova G. R., Kholodova V. P., Veselov D. S. Current state of the problem of water relations in plants under water deficit, *Russian journal of plant physiology*. 2013;60(2):155-165. (In Russ.) DOI: 10.7868/S0015330313020140.
10. Cousins S. R., Witkowski E. T. F. African aloe ecology: a review, *Journal of Arid Environments*. 2012;85:1-17. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2012.03.022>.
11. Morales C. G., Pino M. T., A. del Pozo Phenological and physiological responses to drought stress and subsequent rehydration cycles in two raspberry cultivars, *Scientia Horticulturae*. 2013;162:234-241 <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.07.025>.
12. Андросова А. В., Ожерельева З. Е. Параметры водного режима малины обыкновенной в условиях засухи и теплового шока. Селекция и сортоведение садовых культур. 2020;7(1-2):10-13. doi:10.24411/2500-0454-2020-11202. Androsova A. V., Ozherelieva Z. E. Parameters of the water regime of raspberries under the Influence of drought and heat shock, *Selection and variety breeding of garden crops*. 2020;7(1-2):10-13 (In Russ.). doi:10.24411/2500-0454-2020-11202.
13. Мельников А. Н. О состоянии и развитии мелиорации земель в России и мерах по борьбе с засухой, *Мелиорация и водное хозяйство*. 2010;4:2-4. Melnikov A. N. About state and development of Russian land reclamation and struggle with drought, *Melioration and Water Management*. 2010;4:2-4 (In Russ.).
14. Martignago D., Rico-Medina A., Blasco-Escamez D. et al. (2020). Drought resistance by engineering plant tissue-specific responses, *Frontiers in plant science*. 2020;10:1676. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01676>.
15. Carraro E., Di Iorio A. Eligible strategies of drought response to improve drought resistance in woody crops: a mini-review, *Plant Biotechnology Reports*. 2022;16(3):265-282. <https://doi.org/10.1007/s11816-021-00733-x>.
16. Алексеев И. В. Оценка засухоустойчивости малины ремонтантной по некоторым показателям водного обмена в условиях Брянской области, *Садоводство и виноградарство*. 2019;5:23-27 doi: 10.31676/0235-2591-2019-5-23-27. Alexeenko I. V. Evaluation of drought resistance of primocane raspberry on some parameters of water metabolism in the conditions of Bryansk region. *Horticulture and viticulture*. 2019;(5):23-27. (In Russ.) <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2019-5-23-27>.
17. Ожерельева З. Е., Красова Н. Г., Галашева А. М. Засухоустойчивость сортов яблони на карликовых подвоях, *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2016;4:38-40. Ozherelieva Z. Y., Krasova N. G., Galasheva A. M. Drought-resistance of apple sorts on dwarfing rootstocks, *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2016;4:38-40 (In Russ.).
18. Третьяков Н. Н., Паничкин Л. А., Кондратьев М. Н. Практикум по физиологии растений. М.: Колос, 2003, 288 с. Tretyakov N. N., Panichkin L. A., Kondratiev M. N. Workshop on plantphysiology. Moscow: Kolos, 2003, 288 pp. (In Russ.).
19. Кушниренко М.Д. Методы изучения водного обмена и засухоустойчивости плодовых растений: метод. указания. Кишинев: Штиинца, 1970, 80 с. Kushnirenko M.D. Methods for the study of water metabolism and drought tolerance of fruit plants: methodical instructions. Chishinev: Shtiintsa, 1970, 80 pp. (In Russ.).
20. Удовенко Г. В. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям. Ленинград: ВИР, 1988, 227 с. Udovenko G. V. Diagnostics of plant resistance to stress. Leningrad: VIR, 1988, 227 p. (In Russ.).
21. Никифоров М. И., Никифоров В. М. Учебно-методическое пособие. Брянск: Изд-во Брянского ГАУ, 2022, 80 с. Nikiforov M. I., Nikiforov V. M. Educational and methodological manual. Bryansk: Bryansk SAU Publishing House, 2022, 80 p. (In Russ.).
22. Салимова Р. Р., Авдеева З. А., Аминова Е. В. Засухоустойчивость сортов *Fragaria*×*ananassa* duch. в условиях оренбургского Приуралья. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2020;62:122-133 DOI: 10.31676/2073-4948-2020-62-122-133. Salimova R. R., Avdeeva Z. A., Aminova E. V. Drought resistance of *Fragaria*×*Ananassa* Duch. Varieties in the conditions of the Orenburg Urals. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2020;62:122-133. (In Russ.) <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2020-62-122-133>.
23. Гиниятуллин Р. Х., Кулагин А. Ю. Водный дефицит древесных растений в различных экологических условиях, *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология*. 2015;15(3):57-64. DOI 10.18500/1816-9775-2015-15-3-57-64. Giniyatullin R. Kh., Kulagin A. Yu. Water Deficit of Woody Plants in Different Environmental Conditions, *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*. 2015;15(3):57-64 (In Russ.). DOI 10.18500/1816-9775-2015-15-3-57-64.
24. Власенко М. В., Трубакова К. Ю. Водный режим видов семейства Роасеае в условиях засухи, *Аграрный вестник Урала*. 2019;11(190):2-8. DOI: 10.32417/article_5dcd861e230788.72509133. Vlasenko M. V., Trubakova K. Yu. Water regime oaceae family species in the drought conditions, *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019;11(191):2-8. DOI: 10.32417/article_5dcd861e230788.72509133. (In Russ.).
25. Бесалиев И. Н., Панфилов А.Л., Переп Н. С. Вододерживающая способность растений сортов яровой мягкой пшеницы в засушливых условиях оренбургского Приуралья, *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022;3(59):20-25. DOI 10.18286/1816-4501-2022-3-20-25. Besaliev I. N., Panfilov A. L., Perep N. S. Water-retaining ability of plants of spring soft wheat varieties in arid conditions of the Orenburg region, *Vestnik of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2022;3(59):20-25. DOI 10.18286/1816-4501-2022-3-20-25.

Безаилов И. Н., Рапилов А. Л., Регер Н. С. Water-retaining capacity of plants of spring soft wheat varieties in dry conditions of Orenburg Cisural, Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy, 2022,3(59):20-25 (In Russ.), DOI 10.18286/1816-4501-2022-3-20-25.
26. Музрабаулатова Ф. К., Полякова Н. В. Параметры засухоустойчивости некоторых представителей рода *Triticum L.* при интродукции и в городских насаждениях, Аграрный журнал, 2023,05(234):72-82 (In Russ.), DOI: 10.32417/1997-4868-2023-234-05-72-82.
Музрабаулатова Ф. К., Полякова Н. В. Drought resistance parameters of some representatives of the genus *Triticum L.* during introduction and in urban plantations, Agrarian Bulletin of the Ural, 2023,05(234):72-82 (In Russ.), DOI: 10.32417/1997-4868-2023-234-05-72-82.

Авторы:
Подгаецкий М. А. – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Федеральныи научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, Москва, Россия
Евдокименко С. Н. – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, заведующий отделом генетики и селекции садовых культур, Федеральныи научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, Москва, Россия
Евдокименко С. Н., Dr. Sci. (Agric.), Chief Researcher, Head of the of Department genetics and selection of horticultural crops, Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Moscow, Russia

Received: 01.03.2024
Revision received: 20.03.2024
Accepted: 15.04.2024

Поступила: 01.03.2024
Отражена на доработку: 20.03.2024
Принята к печати: 15.04.2024

* * *

УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ!

Присланные материалы в журнал «Садоводство и виноградарство» осуществляются в электронном виде через личный кабинет. Для этого необходимо зарегистрироваться на сайте <https://www.sadvin.com>, создав личный кабинет. С 1 февраля 2023 г. стоимость публикации составляет 11 000 руб.

Подписку на печатную и электронную версии журнала «Садоводство и виноградарство» можно оформить через:

- 1) Редакция журнала: тел. (495) 329-44-33, E-mail: nic@vsitp.org
- 2) АО «Почта России» (индекс 33364)
- 3) ОАО «АРЗИ» (индекс 88582)
- 4) ООО «КСВ», тел. (499) 685-13-30
- 5) ООО «Прессинформ», тел. (812) 337-16-26
- 6) ООО «Профиздат», тел. (926) 425-88-07

Стоимость:

— печатной версии (1 экз.) – 800 руб.
— электронной версии – 800 руб.

Образец заполнения платежного поручения

ИНН 7708050594	КПП 772401001	Получатель: АНО «Редакция журнала Садоводство и виноградарство»	Сч. №	40703810538060146799
		Банк получателя: ПАО Сбербанк г. Москва	БИК	044525225
			Сч. №	30101810400000000225