

<sup>1</sup>С. Н. Евдокименко, гнс, зав. Кокинским ОП, д. с.-х. н.,

<sup>2</sup>И. В. Алексеенко, аспирант

<sup>1</sup>Кокинский опорный пункт ФГБНУ ВСТИСП,

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»,

243365, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино

serge-evdokimenko@yandex.ru, alexigrogorek777@mail.ru

## Изучение особенностей водообмена ремонтантной малины в связи с селекцией на засухоустойчивость

Представлены результаты исследований комплекса показателей водного режима 9-ти ремонтантных сортов малины в различные фенофазы развития растений. В лабораторных условиях проведена оценка общей оводнённости, водного дефицита, водоудерживающей способности, степени восстановления ~~в~~ тканях листьев после высокого температурного воздействия. В результате установлено, что наибольшее количество воды в листьях (72,6 %) ~~содержится~~ в фазу «интенсивный рост побегов»; меньше – в фазу «бутонизация – начало цветения» (63,0 %), ещё ниже оводнённость – в фазу «плодоношение» (61,1 %). Водный дефицит по всем сортам был среднего уровня и изменялся от 12,3 (у сорта Геракл) до 14,4 % (у сорта Оранжевое чудо). Потери воды после 4-часового завядания уменьшались по фазам вегетации. Среди изученного сортимента относительно медленно отдавали воду сорта Геракл, Поклон Казакову и Атлант, у которых потери воды составили 22,5-24,2 %. Динамика восстановления оводнённости после теплового шока по фазам вегетации имела обратную направленность и выглядела следующим образом: «интенсивный рост побегов» (в среднем 93,3 %) < «бутонизация – начало цветения» (96,3 %) < «плодоношение» (до 99,1 %). Изученный сортимент малины ремонтантного типа характеризовался высоким уровнем восстановления оводнённости. Таким образом, в результате исследований установлено, что для ремонтантных сортов малины наиболее критическим периодом водопотребления является фаза «интенсивный рост побегов». На основании изучения основных показателей водного режима выделены относительно засухо- и жаростойкие ремонтантные сорта малины – Атлант, Геракл и Поклон Казакову.

Ключевые слова: ремонтантная малина, сорта, водный режим, оводнённость листьев, водный дефицит, засухоустойчивость, жаростойкость.

<sup>1</sup>S. N. Evdokimenko, <sup>2</sup>I. V. Alekseenko

<sup>1</sup>Kokino Base Station ARHIBAN, <sup>2</sup>Bryansk State Agrarian University,

243365, Russia, Bryansk region, Vygonichsky district, Kokino

## Study of water exchange peculiarities of primocane raspberry in connection with breeding on drought resistance

The results of researches of the complex of water regime indicators of 9 primocane raspberry varieties in different phenophases of plants development have been presented. The evaluation of the total water content, water deficit, water-holding capacity, the degree of water restoration in leaves tissues after high temperature exposure has been made in the laboratory. As a result it is established, that the greatest amount of water in the leaves (72.6 %) is contained in the phase of intensive shoots growth; a little less in the phase of budding-beginning of flowering (63.0 %), even lower the water content in the fruiting phase (61.1 %). The water deficit in all varieties was an average level and varied from 12.3 % in the variety Gerakl to 14.4 % and in the variety Oranzhevoe chudo. The loss of water after 4-hours of wilting decreased on vegetation phases. Among the studied assortment, the water of the varieties Gerakl, Poklon Kazakovu and Atlant, in which water losses amounted to 22.5-24.2 % have been relatively slowly given off. The dynamics of water content restoration after the heat shock on the vegetation phases had the opposite direction and looked as follows: intensive shoots growth (average 93.3 %) < budding-beginning of flowering (96.3 %) < fruiting (up to 99.1 %). The studied primocane raspberry assortment has been characterized by a high level of water content restoration. Thus, as a result of researches it is established, that for primocane raspberry varieties the most critical period of water consumption is the phase of intensive shoots growth. The relatively drought and heat-resistant primocane raspberry varieties Atlant, Gerakl, Poklon Kazakovu have been distinguished on the basis of studying the main indicators of the water regime.

Key words: primocane raspberry, varieties, water regime, water content of leaves, water deficit, drought resistance, heat resistance.

### Введение

**П**роблема засухоустойчивости плодовых культур актуальна не только для южных регионов России, но и для средней зоны садоводства. Здесь, по мнению ряда исследователей [1, 2], глобальное изменение климата сопровождается участвующимися продолжительными засухами, снижением количества осадков и неравномерным их распределением по месяцам. Известно, что в условиях недостатка влаги и длительного воздействия высоких температур нарушаются процессы роста вегетативных и развития генеративных органов растений.

Малина – влаголюбивая культура, она требовательна как к почвенному, так и воздушному увлажнению [3]. Жара и сухость атмосферного воздуха в период вегетации даже при избытке влаги в почве вызывают повреждения наиболее нежных тканей, иссушают и деформируют листья и плоды. Именно воздушная засуха в южных регионах страны с плодородными почвами в условиях полива не позволяет получать высокие урожаи этой культуры. Ещё жёстче сказывается на растениях совместное действие воздушной и почвенной засухи. Повышенные требования малины к влаге связаны с поверхностным расположением корневой системы, большой площадью листьев и ежегодным обновлением надземной части растений. Поэтому надёжным способом противостояния жаре и засухе является создание селекционным путём новых сортов малины, устойчивых к этим стрессовым факторам периода вегетации [4]. Целенаправленная селекционная работа невозможна без знаний физиологических, биохимических и других основ засухоустойчивости растений. При этом важная роль отводится изучению ряда показателей водного режима, таких как общая оводнённость, водный дефицит, водоудерживающая способность, степень восстановления воды после высокого температурного воздействия [5]. В связи с этим целью нашей работы являлась комплексная оценка водного обмена различных сортов ремонтантной малины и на ее основе выделение наиболее засухоустойчивых и жаростойких генотипов.

### Объекты и методы исследований

Исследования выполнялись на базе генетической коллекции малины Кокинского опорного пункта ФГБНУ ВСТИСП в 2016-2017 гг. Объектами изучения служили 9 ремонтантных сортов малины – Поклон Казакову, Подарок Кашину, Оранжевое чудо, Геракл, Атлант, Пингвин, Жар-птица, Карамелька, Снежень. Показатели водообмена определялись в основные фазы развития («интенсивный рост побегов», «бутонизация – начало цветения» и «плодоношение») в лаборатории физиологии растений Брянского ГАУ. Общая оводнённость и водный дефицит оценивались по методике, предложенной Н. Н. Третьяковым и др. [6].

Водоудерживающая способность листьев и степень восстановления воды после температурного «шока» определялись согласно методическим указаниям В. Г. Леонченко и др. [7]. Статистическая обработка результатов – методом дисперсионного анализа [8].

Период исследований отличался контрастными погодными условиями. Так, в 2016 г. наиболее засушливыми месяцами оказались май и август (ГТК – 0,33 и 0,56 соответственно). Следовательно, фазы «интенсивный рост» и «плодоношение» ремонтантных сортов малины проходили напряженно. В 2017 г. среднемесячная температура мая и июня была ниже среднемноголетнего значения и составила +12,9 и +16,4 °С соответственно. Однако это не оказало существенного влияния на водный режим и урожайность, так как период вегетации в целом характеризовался как умеренно увлажнённый (ГТК = 1,52).

### Результаты исследований и их обсуждение

Важнейшим показателем водообеспеченности растений является оводнённость листьев. Невозможно изучить механизмы адаптации к стрессовым факторам, не имея сведений о количестве воды, содержащейся в тканях. В результате исследований было установлено, что общая оводнённость листьев имеет устойчивую тенденцию снижения по фазам вегетации. Наибольшее содержание воды отмечалось в фазу «интенсивный рост побегов» (в среднем 72,6 % по всем сортам). В фазу «бутонизация – начало цветения» среднее значение оводнённости листьев уменьшилось на 13 % и составило 63,0 %. В фазу «плодоношение» содержание воды в листьях ещё немного снизилось и в среднем составило 61,1 % (рис. 1).

При этом в фазу «интенсивный рост побегов» высокой оводнённостью листьев (70,5-75,7 %) отличались 78 % изученных генотипов. Наибольшее содержание воды было выявлено в листьях сортов Карамелька, Снежень и Жар-птица. Средний уровень оводнённости отмечен у двух сортов – Геракл и Поклон Казакову, но и у них содержание воды было достаточно высоким (69,9-69,7 %).

В фазу «бутонизация – начало цветения» все сорта характеризовались средней оводнённостью листьев. Лидерами по содержанию воды (64,0-65,6 %) оказались сорта Оранжевое чудо, Подарок Кашину и Жар-птица. В фазу «плодоношение» средним уровнем содержания воды в листьях характеризовались 56 % генотипов. Низкий уровень оводнённости листьев (58,8-59,5 %) отмечен у сортов Снежень, Геракл, Поклон Казакову, Атлант. Снижение общего содержания воды в листьях у всех сортов по фазам вегетации связано с возрастом листьев и оттоком воды в генеративные органы.

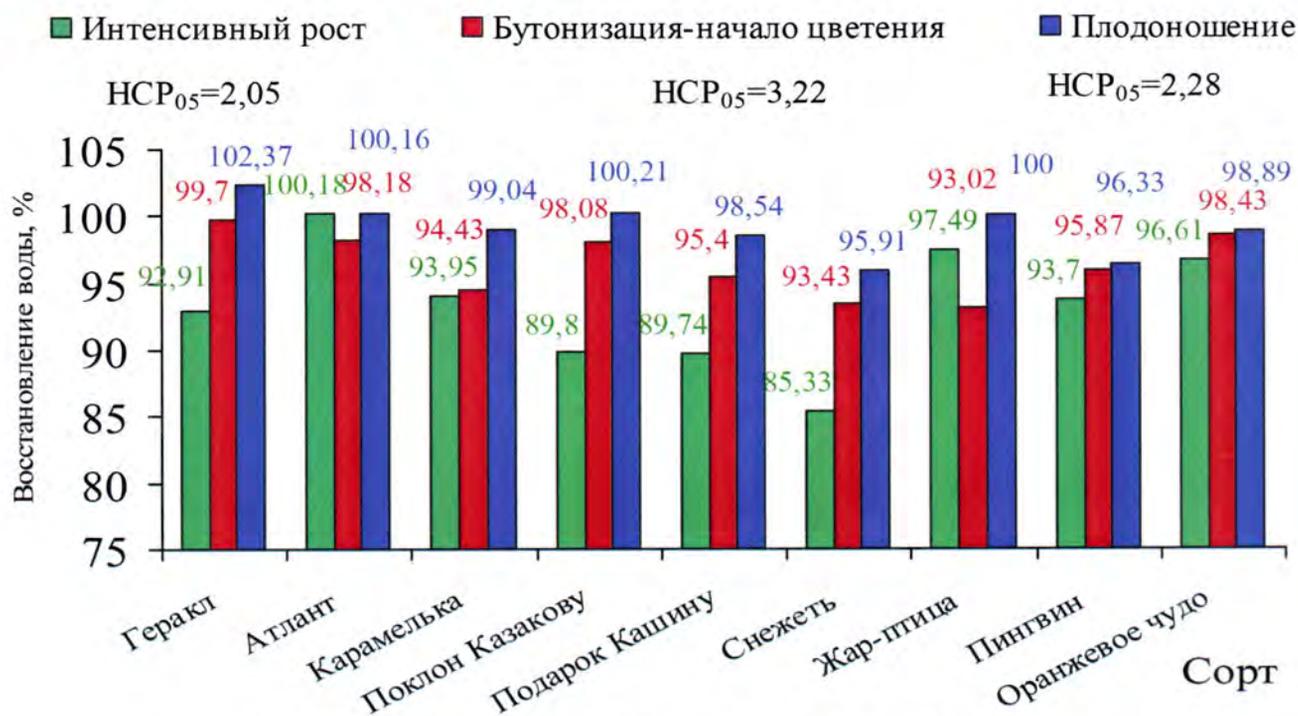


Рис. 1. Общая оводнённость листьев малины (2016-2017 гг.)

Показателем напряжённости водного режима является водный дефицит листьев, который показывает, какого количества воды в процентах не хватает до полного насыщения тканей [9]. В результате исследований было установлено, что водный дефицит листьев имел неустойчивую тенденцию снижения

по фазам вегетации. Наибольшее его значение отмечалось в фазу «интенсивный рост побегов» (в среднем 16,9 %), когда установилась сухая погода. В этот период все сорта имели средний уровень засухоустойчивости, хотя и достоверно различались между собой (рис. 2).

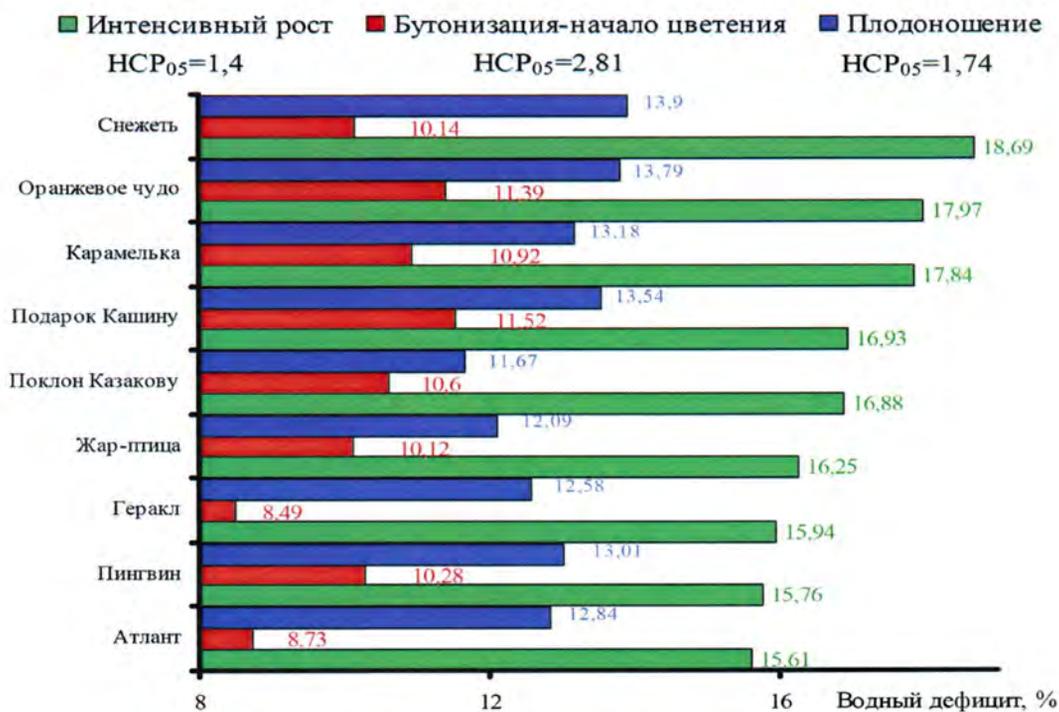


Рис. 2. Водный дефицит листьев малины (2016-2017 гг.)

При этом наименьший водный дефицит (15,6-15,9%) испытывали сорта Атлант, Пингвин и Геракл, а наибольший (17,8-18,7 %) – Карамелька, Оранжевое чудо и Снежить. В фазу «бутонизация – нача-

ло цветения» среднее значение водного дефицита листьев снизилось и составило в среднем 10,2 %, что, вероятно, связано с увеличением интенсивности выпадения осадков (в первой половине

июля выпало 85,3 мм). В эту фенофазу не выявлено существенных различий между сортами. В фазу «плодоношение» изучаемый показатель снова увеличился, но не достиг первоначальных значений и составил в среднем 13,0 %. Водный дефицит меньше этого уровня (11,7-12,8 %) отмечался у сортов Поклон Казакову, Жар-птица, Геракл, Атлант. При таком значении показателя не наблюдаются существенные нарушения процессов роста и плодоношения.

В целом за период вегетации среднее значение водного дефицита варьировало от 12,3 (Геракл) до 14,4 % (Оранжевое чудо). Таким образом, все изучаемые сорта ремонтантной малины имели средний уровень засухоустойчивости. Вместе с тем лучше переносили засушливые условия сорта Геракл, Атлант и Жар-птица.

Способность удерживать и экономно расходовать воду в условиях засухи – защитно-приспособительная реакция устойчивых растений. Как правило, более адаптированные к засухе растения теряют меньше воды при завядании [10]. При оценке устойчивости к высоким температурам (жаростойкость) большое значение

имеет степень восстановления оводнённости после перенесённого температурного стресса. Ранее было установлено, что листья жаростойких сортов характеризуются более высокой восстановительной способностью воды после завядания при температуре +50 °С [11].

Известно, что водоудерживающая способность имеет сильную отрицательную корреляцию с количеством потерянной воды, т. е. чем выше водоудерживающая способность, тем меньше потеря воды [12]. Таким образом, сорта, у которых листья быстрее теряют воду, являются менее засухоустойчивыми. В результате наших исследований было установлено, что в листьях ремонтантных сортов малины потери воды после 4-часового завядания уменьшались по фазам вегетации, а степень восстановления оводнённости практически у всех сортов увеличивалась (рис. 3, 4). Наименьшая водоудерживающая способность отмечалась в фазу «интенсивный рост побегов» (потеря воды в среднем составила 33,8 %). В фазу «бутонизация – начало цветения» водоудерживающая способность увеличилась на 18,4 % (потери воды сократились до 27,6 %).

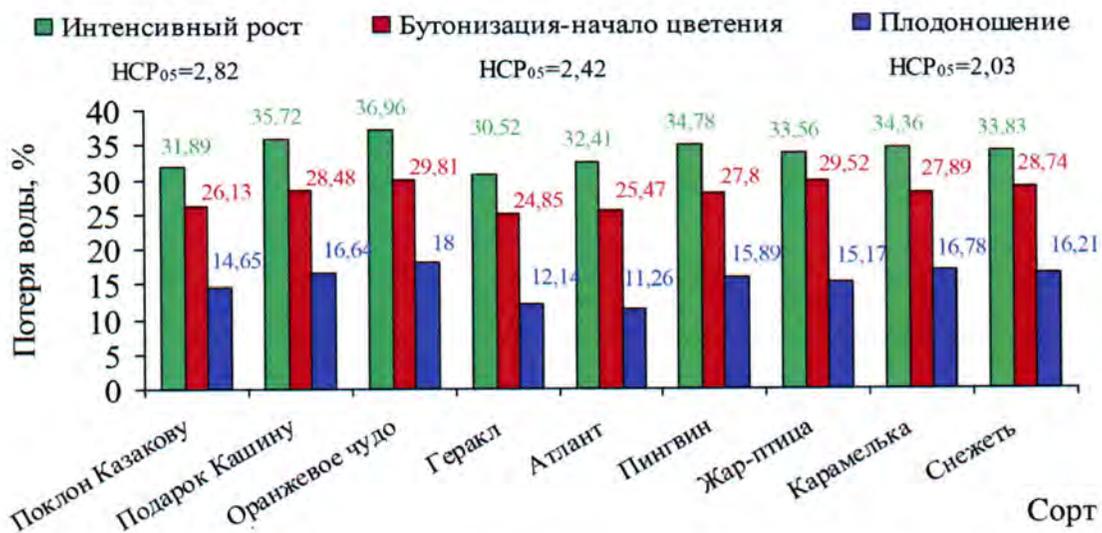


Рис. 3. Потери воды после 4-часового завядания (2016-2017 гг.)

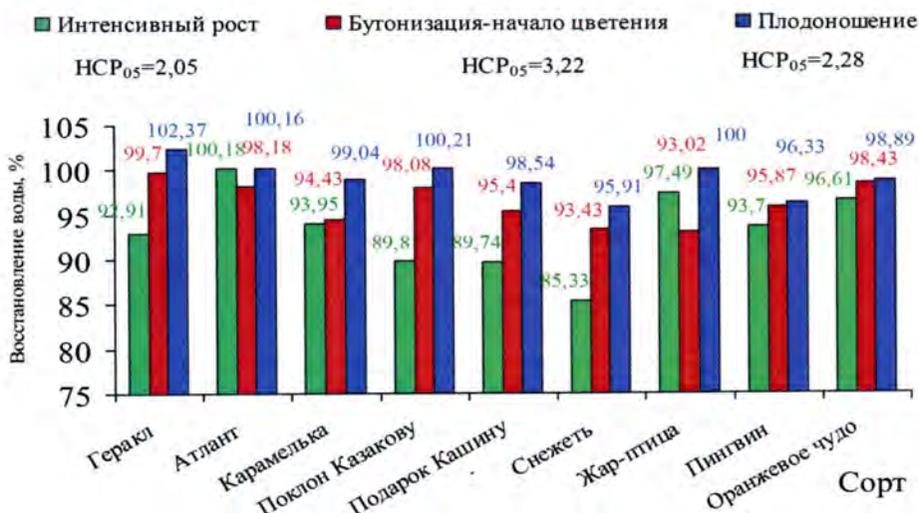


Рис. 4. Степень восстановления воды после температурного шока +50 °С

В фазу «плодоношение» водоудерживающая способность листьев ремонтантной малины была самой высокой, при этом потери воды снизились почти вдвое по сравнению с предыдущими фенофазами. Среди изученного сортимента относительно медленно отдавали воду по всем фазам вегетации сорта Геракл, Поклон Казакову и Атлант. Динамика восстановления оводнённости по фазам вегетации имела обратную направленность: «интенсивный рост побегов» (в среднем 93,3 %) < «бутонизация – начало цветения» (96,3 %) < «плодоношение» (до 99,1 %). Исключение составили два сорта – Атлант и Жар-птица. У сорта Атлант способность к восстановлению тургора в фазу «интенсивный рост побегов» была такая же высокая, как и в фазу «плодоношение» (100,2 %), что свидетельствует о его высокой засухоустойчивости и жаростойкости в критические по водообеспеченности периоды. У сорта Жар-птица восстановительная способность после теплового шока имела следующую динамику: фаза «интенсивный рост побегов» (97,5 %) > «бутонизация – начало цветения» (93,0 %) < «плодоношение» (100,0 %).

Изученный сортимент малины ремонтантного типа характеризовался высоким уровнем восстановления оводнённости после температурного шока. Его амплитуда колебания составила от 85,3 (у сорта Снежить в фазу «интенсивный рост побегов») до 102,4 % (у сорта Геракл в фазу «плодоношение»). Наибольшие значения восстановительной способности на фоне низких потерь воды после 4-часового завядания отмечены у сортов Атлант, Геракл и Поклон Казакову. Следовательно, для листьев этих сортов температура +50 °С не является губительной, т. к. в них продолжают процессы водного обмена.

#### Выводы

1. Для ремонтантных сортов малины наиболее критическим периодом водопотребления является фаза «интенсивный рост побегов».
2. На основании результатов исследований основных показателей водного режима выделены относительно засухо- и жаростойкие ремонтантные сорта малины с минимальными значениями потерь воды после 4-часового завядания, водного дефицита и высокой восстановительной способностью – Атлант, Геракл и Поклон Казакову.

#### Список использованной литературы

1. Айтжанова С. Д., Андронова Н. В. Адаптивный потенциал сортов земляники садовой селекции Кокинского опорного пункта ВСТИСП // Плодоводство и ягодоводство России, 2012. – Т. 34. – № 1. – С. 3-6.
2. Хаустович И. П., Пугачев Г. Н. Возросшая испаряемость – новый неблагоприятный фактор для плодовых и ягодных культур // Развитие научного наследия И. В. Мичурина по генетике и селекции плодовых культур: матер. науч.-практ. конф., посвященной 155-летию со дня рождения И. В. Мичурина. – Мичуринск-наукоград РФ, 2010. – С. 308-312.
3. Казаков И. В., Айтжанова С. Д., Евдокименко С. Н., Сазонов Ф. Ф., Кулагина В. Л., Андронова Н. В. Ягодные культуры в центральном регионе России. – М.: ФГБНУ ВСТИСП, 2016. (2-е издание, переработанное и дополненное). – 233 с.
4. Евдокименко С. Н. Биологический потенциал ремонтантных форм малины и селекционные возможности его использования: дис. ... доктора с.-х. наук. – Брянск, 2009. – 351 с.
5. Айтжанова С. Д., Попов В. А., Андронов В. И., Сазонов Ф. Ф. Селекционная оценка сортов земляники на засухоустойчивость // Наука и образование – возрождению сельского хозяйства России в XXI веке: матер. междунар. науч.-практ. и учебно-метод. конф. – Брянск: Брянская ГСХА, 2000. – С. 37-41.
6. Третьяков Н. Н., Паничкин Л. А., Кондратьев М. Н. Практикум по физиологии растений. – М.: Колос, 2003. – 288 с.
7. Леонченко В. Г., Евсеева Р. П., Жбанова Е. В., Черенкова Т. А. Предварительный отбор перспективных генотипов плодовых растений на экологическую устойчивость и биохимическую ценность плодов: метод. реком. – Мичуринск-Наукоград РФ, 2007. – С. 33-39.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 352 с.
9. Третьяков Н. Н., Кошкин Е. И., Макрушин Н. М. и др. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений. – М.: Колос, 2005. – 656 с.
10. Маркин И. В., Евдокименко С. Н. Некоторые аспекты водного режима растений малины // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: матер. XII междунар. науч. конф. – Брянск, 2015. – С. 115-117.
11. Богомолова Н. И., Ожерельева З. Е. Жаростойкость малины красной в условиях Центральной России (Орловская область) // Конкурентоспособные сорта и технологии для высокоэффективного садоводства: матер. междунар. науч.-практ. конф., посвященной 170-летию ВНИИСПК. – Орел, 2015. – С. 20-23.
12. Аминова Е. В., Авдеева З. А., Джураева Ф. К. Оценка устойчивости сортов малины к абиотическим стрессорам Южного Урала // Плодоводство и ягодоводство России, 2017. – Т. XLIX. – С. 28-31.

References

1. **Aytzhanova S. D., Andronova N. V.** Adaptivnyy potentsial sortov zemlyaniki sadovoy seleksii Kokinskogo opornogo punkta VSTISP [Adaptive potential of varieties of strawberry of Kokinsky base point of ARHIBAN], Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii, 2012, Vol. 34, No.1, pp. 3-6. (in Russian)
2. **Khaustovich I. P., Pugachev G. N.** Vozrosshaya ispariyayemost' – novyy ne-blagopriyatnyy faktor dlya plodovykh i yagodnykh kul'tur [Increased volatility is a new non-favorable factor for fruit and small fruit crops], Razvitiye nauchnogo naslediya I. V. Michurina po genetike i seleksii plodovykh kul'tur: mater. nauchn.-prakt. konf., posvyashchenoy 155-letiyu so dnya rozhdeniya I. V. Michurina, Michurinsk-naukograd RF, 2010, pp. 308-312. (in Russian)
3. **Kazakov I. V., Aytzhanova S. D., Evdokimenko S. N., Sazonov F. F., Kulagina V. L., Andronova N. V.** Yagodnyye kul'tury v tsentral'nom regione Rossii [Small fruit crops in the central region of Russia], Moscow: FGBNU VSTISP, 2016, 233 p. (in Russian)
4. **Evdokimenko S. N.** Biologicheskyy potentsial remontantnykh form maliny i seleksionnyye vozmozhnosti yego ispol'zovaniya: dis. ... doktora s.-kh. nauk [The biological potential of primocane forms of raspberry and breeding possibilities for its use: doctoral dissertation], Bryansk, 2009, 351 p. (in Russian)
5. **Aytzhanova S. D., Popov V. A., Andronov V. I., Sazonov F. F.** Seleksionnaya otsenka sortov zemlyaniki na zasukhoustoychivost' [Breeding evaluation of strawberry varieties for drought resistance], Nauka i obrazovaniye – vozrozhdeniyu sel'skogo khozyaystva Rossii v XXI veke: mater. mezhdunar. nauch.-prakt. i uchebno-metod. konferentsii, Bryansk: Bryanskaya GSKHA, 2000, pp. 37-41. (in Russian)
6. **Tret'yakov N. N., Panichkin L. A., Kondrat'yev M. N.** Praktikum po fiziologii rasteniy [Workshop on plant physiology], Moscow: Kolos, 2003, 288 p. (in Russian)
7. **Leonchenko V. G., Yevseyeva R. P., Zhanova E. V., Cherenkova T. A.** Predvaritel'nyy otbor perspektivnykh genotipov plodovykh rasteniy na ekologicheskuyu ustoychivost' i biokhimicheskuyu tsennost' plodov (metodicheskiye rekomendatsii) [Preliminary selection of perspective genotypes of fruit plants for ecological stability and biochemical value of fruits (methodical recommendations)], Michurinsk-Naukograd RF, 2007, pp. 33-39. (in Russian)
8. **Dospekhov B. A.** Metodika polevogo opyta [Methodology of field experience], M.: Kolos, 1985, 352 p. (in Russian)
9. **Tret'yakov N. N., Koshkin E. I., Makrushin N. M. et al.** Fiziologiya i biokhimiya sel'skokhozyaystvennykh rasteniy [Physiology and biochemistry of agricultural plants], Moscow: Kolos, 2005, 656 p. (in Russian)
10. **Markin I. V., Evdokimenko S. N.** Nekotoryye aspekty vodnogo rezhima rasteniy maliny [Some aspects of the water regime of raspberry plants], Agroekologicheskkiye aspekty ustoychivogo razvitiya APK: mater. XII mezhdunar. nauch. konferentsii, Bryansk, 2015, pp. 115-117. (in Russian)
11. **Bogomolova N. I., Ozherel'yeva Z. E.** Zharostoykost' maliny krasnoy v usloviyakh Tsentral'noy Rossii (Orlovskaya oblast') [Heat resistance of raspberry red in the conditions of Central Russia (Orel region)], Konkurentosposobnyye sorta i tekhnologii dlya vysokoeffektivnogo sadovodstva: mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchenoy 170-letiyu VNI-ISP, Orel, 2015, pp. 20-23. (in Russian)
12. **Aminova E. V., Avdeyeva Z. A., Dzhurayeva F. K.** Otsenka ustoychivosti sortov maliny k abioticheskim stressoram Yuzhnogo Urala [Evaluation of the resistance of raspberry varieties to the abiotic stressors of the Southern Urals], Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii, 2017, Vol. XLIX, pp. 28-31. (in Russian)

*Материал поступил в редакцию 17.01.2018 г.*



**Подписка на печатную и электронную версии журнала осуществляется через  
ОАО «Агентство Роспечать» (индекс 70800)  
ОАО АРЗИ» (индекс 88582).**

**Печатная и электронная версии журнала распространяются  
также через АНО РЖ «Садоводство и виноградарство»,  
адрес редакции: 115598, Москва, ул. Загорьевская, д.4.,  
тел./факс (495) 329-44-33, nic@vstisp.org**