

Н. Н. Савельева, внс лаборатории генофонда, д.б.н.

А. Н. Юшков, зав. СГЦ — ВНИИГиСПР, д.с.-х.н.

А. С. Земисов, зав. лаб. частной генетики и селекции, к.с.-х.н.

В. В. Чивилев, зав. лаб. генофонда, к.с.-х.н.

ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», Россия, г. Мичуринск

cglm@rambler.ru

УДК 634.11:631.526.32:581.1.045

DOI 10.31676/2073-4948-2020-60-68-73

УСТОЙЧИВОСТЬ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР СОРТОВ ЯБЛОНИ СЕЛЕКЦИИ ФНЦ ИМ. И. В. МИЧУРИНА, ОБЛАДАЮЩИХ ИММУНИТЕТОМ К ПАРШЕ

Реферат. Выявлен различный уровень реакции сортов яблони селекции ФНЦ им. И. В. Мичурина, иммунных к парше, на воздействия завядания и высоких температур (теплового шока). Определена степень жаростойкости и засухоустойчивости растений. Выделены сорта характеризующиеся высокой водоудерживающей способностью и восстановлением оводненности и заслуживающие селекционного использования в качестве генетических источников этих признаков.

Ключевые слова: яблоня, температура, сорт, засухоустойчивость, жаростойкость

Summary. Different level of reaction of apple varieties immune to scab breeding of I.V. Michurin Federal Scientific Center on the effect of withering and high temperatures (heat shock) was revealed. The degree of heat resistance and drought resistance of plants was determined. Varieties with high water holding capacity and restoration of hydration and which merit be use in breeding as genetic sources of these characters have been identified.

Keywords: apple tree, temperature, variety, drought resistance, heat resistance

Введение

По данным метеорологических наблюдений, за последние 130 лет температура Земли увеличилась на 0,5-0,6 °С, потепление достигло +2,0-2,5 °С на уровне высоких широт, где выросло и количество осадков при уменьшении их в низких широтах [1]. Показатель самого теплого за всю историю мировых наблюдений 2015 г. был превышен в 2016-ом, ставшем новым рекордом за предыдущие 120 лет. За период 1885-2005 гг. климат России потеплел в целом на 1,29 °С, за период 1976–2006 гг. — на 1,33 °С [2].

Засуха — это одно из опаснейших мировых стихийных бедствий, из-за ее последствий теряется 50-80 % выращенной продукции. Обширная площадь сельскохозяйственных угодий России (около 70 %) располагается в зоне гидротермической недостаточности. Скорость нарастания засушливых периодов продолжает увеличиваться: в VIII веке их количество составило 34, в XIX веке — около 40, в XX веке их частота увеличилась до 48 [3].

Отечественные и зарубежные ученые отмечают возрастающую степень неопределенности прогнозов влагообеспеченности сельскохозяйственных зе-

мель. В дальнейшем может расти засушливость климата, что уменьшит урожайность основных культур в различных регионах мира, особенно в средних и южных широтах. Так, при росте температуры на 1 °С прогноз падения мирового производства пшеницы составляет 6 % [4, 5].

Основные тенденции динамики, то есть тренды агроклиматических характеристик, имеют локальный характер и со временем меняются, это относится и к территории России. Согласно исследованиям, проведенным в период с 1975 по 2004 год, сумма активных температур (heat summation) на территории европейской части России росла со скоростью 30-80 °С в 10 лет, а на Дальнем Востоке наблюдалось ее снижение. Степень континентальности климата зоны земледелия, характеризующаяся разностью температур наиболее холодного и теплого месяцев, уменьшается [6]. В районе умеренных широт главенствующей является температурозависимая фенология (temperature-driven), то есть температура является основным фактором, лимитирующим рост и развитие растений [7].

В климатических условиях Тамбовской области вероятность повторений засушливых периодов составляет от 20 до 40 %. За наблюдаемый период с 1901 по 2000 год засухи повторялись с частотой 35 лет в мае и августе, 25 лет — в июне и 21 год — в сентябре. В 2010 г. отмечены экстремально засушливые погодные условия в период вегетации растений. За апрель-сентябрь выпало 115,2 мм осадков, что составило всего 4 % средних многолетних показателей. С июня по август наблюдалось также крайне низкое количество осадков (в 10,3 раза меньше средних многолетних норм). Летний период характеризовался исключительно высокой температурой воздуха, которая составляла +40,6 °С, а на поверхности почвы превышала +55 °С. В сложившихся неблагоприятных условиях вегетации у многих растений яблони отмечалось замедление или полное прекращение роста. Наблюдалось сильное увядание листового аппарата и побегов, а затем осыпание листьев и плодов. В целом по России ущерб от снижения урожайности в засушливые годы (2010 и 2012) составил более 300 млрд. руб. В дальнейшем прогнозируется увеличение частоты засух в 1,5-3 раза, повышение засушливости климата в средних широтах, усиление процесса опустынивания в южных регионах [8, 9].

Внедрение новых сортов сельскохозяйственных растений способствует росту урожайности. Но климатические колебания сказываются прежде всего на высокопродуктивных генотипах, которые нуждаются в высоком уровне агротехники, защите от вредителей и болезней и др. Однако агротехнический уровень тесно связан с экономической ситуацией; например, в 90-е годы прошлого века в нашей стране уровень агротехники значительно снизился вместе с сокращением площадей плодовых культур [10].

Разные виды и сорта яблони существенно отличаются по реакции на повышение температуры окружающей среды. Высокая устойчивость к жаре и

засухе отмечена у южных сортов отечественной селекции Дин Арт, Золотая Корона, Делишес Марии. Зарубежные сорта Джонафри, Либерти, Новамак, Прайм, Флорина, иммунные к парше, также обладают повышенной засухо- и жаростойкостью. Из сортов с генетической устойчивостью к парше селекции ВНИИСПК выделяются по показателям засухоустойчивости Орловим, Курнаковское, по жаростойкости — Веньяминовское, а сорт Болотовское сочетает в своем генотипе высокий уровень жаро- и засухоустойчивости [8].

Происходящие климатические изменения отражаются на биологических характеристиках растений, изменяя показатели устойчивости, в том числе и к высоким температурам, в сторону увеличения или уменьшения. Это подтверждает актуальность проводимых исследований.

Материалы и методы исследований

При диагностике признаков жаро- и засухоустойчивости у многолетних плодовых растений есть своя специфика и имеются некоторые ограничения. Не всегда удается, в отличие от однолетних культур, моделирование неблагоприятных факторов (засуха, высокая температура) на целых растениях. Поэтому при сравнительной оценке засухо- и жаростойкости наиболее информативны данные потери воды и восстановления оводненности при моделировании завядания и воздействии теплового шока. Таким образом, жаро- и засухоустойчивость исследуемых объектов изучали согласно существующим методическим рекомендациям [11-13].

Исследования проводились с 2016 по 2018 гг. на базе генетической коллекции Селекционно-генетического центра ВНИИГиСПР ФНЦ им. И. В. Мичурина. В качестве объектов наблюдения использовали сорта яблони с моногенной устойчивостью к парше (ген Rvi6). В качестве контроля использовалась Антоновка Обыкновенная (адаптированный сорт народной селекции с полигенной устойчивостью к парше) и районированный сорт Красуля (ген Rvi6). Для оценки изучаемых компонентов водного режима растений в течение июля и августа в ранние часы со средней части побегов в равной степени со всех сторон кроны отбирали пробы листьев без признаков поражения болезнями и вредителями. Изменение оводненности листьев определяли взвешиванием проб на аналитических весах непосредственно перед и после каждой операции. Водный режим изучался по следующим элементам: общее количество воды, водный дефицит в пробах листьев, потеря воды после подсушивания, водный дефицит в листьях при оводнении. Высушивание листьев до постоянной массы осуществляли в термостате при температуре +105 °С. Количество потерянной воды (водоудерживающую способность) определяли после четырёхчасового завядания листьев при температуре около +23 °С. Степень восстановления оводнённости — путем взвешивания проб листьев после завядания и насыщения водой во влажных камерах в течение одного

часа. Оценку жаростойкости проводили путем теплового воздействия (+50 °С) на листья в течение тридцати минут в биологическом термостате ВТ-1200.

Далее проводили опыт по ранее описанной схеме. Расчеты показателей осуществляли по общепринятым формулам.

Математическую обработку результатов исследований производили с помощью общепринятых методов математической статистики [14], статистических пакетов программного обеспечения Microsoft Excel 2010.

Обсуждение результатов

Сравнительная оценка потенциала генотипов яблони — носителей гена Rvi6 по засухоустойчивости и жаростойкости показала, что сорта Благовест, Памяти Нестерова, Фрегат, Вымпел обладают высокой водоудерживающей способностью после 4-часового завядания и теплового шока (7,5-15,2 %) и хорошо восстанавливают оводненность (на 75,9-99,1 %), что свидетельствует о высоком потенциале их засухо- и жаростойкости (рис.).

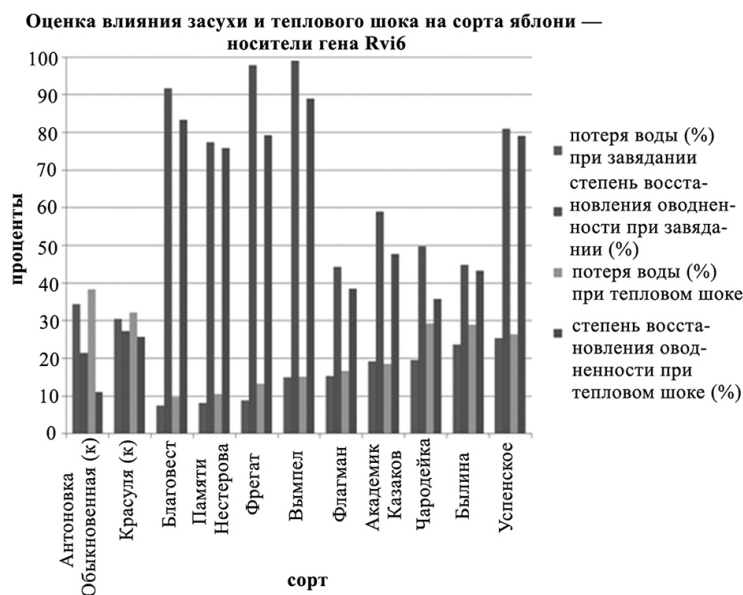


Рис. Степень достоверности результатов исследований ($HC P_{05}$): потеря воды после выветривания — 1,7 %, степень восстановления оводненности после выветривания — 15,3 %; потеря воды после теплового шока — 2,2 %, степень восстановления оводненности после теплового шока — 14,9 %

Старинный сорт народной селекции Антоновка Обыкновенная, имеющий полигенную устойчивость к парше, за годы исследований показал недостаточную устойчивость к засухе и жаре. По этому показателю к нему близок сорт Красуля, в отношении которого не оправдался ожидаемо высокий уровень устойчивости к засухе и жаре, как у сеянца южного сорта Присцилла.

Иммунный к парше сорт Флагман, несмотря на относительно высокую вододерживающую способность при завядании и воздействии теплового шока (15,3-16,6 %, соответственно) сильно уступает другим иммунным сортам по степени восстановления оводненности (44,3-38,5 %) и по этому показателю не может быть отнесен к засухоустойчивым. Сорта Былина и Успенское характеризуются средними значениями изучаемых показателей.

Экспериментальные данные, полученные в лабораторных условиях, тесно коррелируют с полевыми наблюдениями. Сорт Чародейка, теряющий 25,4 и 26,3 % воды, при этом интенсивно восстанавливает оводненность — на 81,0 и 79,1 % при завядании и тепловом шоке, соответственно. По наблюдениям в полевых условиях вегетационного периода 2010 года этот сорт также показал заметную засухо- и жаростойкость.

Выводы

На основе моделирования в лабораторных условиях высокотемпературного стрессора проведена оценка жаро- и засухоустойчивости иммунных к парше сортов яблони. Сорта Благовест, Памяти Нестерова, Фрегат, Вымпел вследствие генотипических особенностей характеризуются высоким уровнем изучаемых показателей и заслуживают селекционного использования в качестве генетических источников этих признаков.

Список использованной литературы

1. Alexandersson E., Keinänen M., Chawade A., Himanen K. Nordic research infrastructures for plant phenotyping//Agricultural and food science. — 2018. — 27. — p. 7-16
2. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Том I: Изменения климата/под общей ред. А.И.Бедрицкого, В.Г.Блинова, Д.А.Гершиной и др. — М.: Росгидромет, 2008. — 227 с.
3. Жученко А. А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии. Теория и практика. — В двух томах — М.: Изд-во Агрорус, 2009-2011. — Т. I. — 816 с.
4. Gosling, S. N., Arnell N. W. A global assessment of the impact of climate change on water scarcity//Climatic Change. — 2016. — 134. — pp. 371-385.
5. Dreccer M. F., J. Fainges, J. Whish, F. C. Ogbonnaya, V. O. Sadras Comparison of sensitive stages of wheat, barley, canola, chickpea and field pea to temperature and water stress across Australia//Agricultural and Forest Meteorology. — 2018. — 248. — pp. 275-294.
6. Сиротенко О. Д., Павлов В. Н. Влияние изменений климата на сельское хозяйство//Развитие сельскохозяйственной метеорологии в России. — Обнинск, 2009. — С.168-175.
7. Forkel M., N. Carvalhais, S. Schaphoff, W. V. Bloh, M. Migliavacca, M. Thurner, K. Thonicke Identifying environmental controls on vegetation greenness phenology through model-data integration//Biogeosciences. — 2014. — 11. — pp. 7025-7050.

8. Савельева Н. Н. Биологические и генетические особенности яблони и селекция иммунных к парше и колонновидных сортов. — Мичуринск, 2016. — 280 с.

9. Сафонов Г., Сафонова Ю. Экономический анализ влияния изменения климата на сельское хозяйство России: национальные и региональные аспекты (на примере производства зерна) [Электронный источник] — Независимая международная организация Оксфам, 2013. — 2015. — http://grow.clicr.ru/attach_files/file_public_1028.pdf.

10. Новикова Л. Ю. Обеспечение стабильности производства зерновых в условиях изменения климата//Интеграция экономики в систему мирохозяйственных связей: сборник науч. трудов XVII Междунар. научно-практ. конф. 23-25 окт. 2012/СПб., Политехн. ун-т. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012в. — С. 244-245.

11. Кушниренко М. Д., Печерская С. Н. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений. — Кишинев: Штиинца, 1991. — 304 с.

12. Леонченко В. Г., Евсева Р. П., Жбанова Е. В. Предварительный отбор перспективных генотипов плодовых растений на эколого-генетическую устойчивость и биохимическую ценность плодов: метод. рек. — Мичуринск-наукоград РФ, 2007. — 72 с.

13. Юшков А. Н. Адаптивный потенциал и селекция плодовых растений на устойчивость к абиотическим стрессорам: дис. ... д. с.-х. наук: — Мичуринск, 2017. — 382 с.

14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.

N. N. Saveleva, A. N. Yuchkov, A. S. Zemisov, V. V. Chivilev

I. V. Michurin Federal Scientific Center, Russia, Michurinsk

**RESISTANCE TO HIGH TEMPERATURES OF APPLE VARIETIES BREEDING OF
I. V. MICHURIN FEDERAL SCIENTIFIC CENTER THOSE ARE IMMUNE TO SCAB**