А. Н. Юшков, врио зав. СГЦ-ВНИИГиСПР им. И. В. Мичурина, д. с.-х. н.,

Н. В. Борзых, внс, к. с.-х. н.

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

cglm@rambler.ru

УДК 634.11:13:581.1.05

10.31676/2073-4948-2018-52-140-145

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЗАСОЛЕНИЯ НА РАСТЕНИЯ СОРТОВ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР

Резюме. Целью исследования являлось изучение влияния различных типов засоления на плодовые растения и целесообразность использования раствора хлорида натрия при моделировании засоления в лабораторных условиях. Проведена сравнительная оценка влияния растворов различных солей на растения сортов яблони, груши и вишни с использованием метода оценки повреждений листьев по скорости и степени выцветания хлорофилла. Выявлены сравнительно тесные корреляционные зависимости между средней по солям степенью повреждения листовых пластинок и повреждением в каждом из изученных растворов солей, а также между степенью повреждения листьев растений сортов в растворах хлорида натрия и хлорида калия, хлорида натрия и хлорида кальция, сульфата натрия и гидрокарбоната натрия ($r = 0,66-0,85$).

Ключевые слова: плодовые культуры, яблоня, груша, вишня, сорта, солеустойчивость, засоление.

Summary. The aim of the study was to assess the influence of different types of salinity on fruit plants and the possibility of using sodium chloride solution in the simulation of salinity in the laboratory. Comparative evaluation of the effect of a solution of various salts on cultivars of apples, pears and cherries using a method of damage assessment leaves the speed and degree of fading of chlorophyll. The close correlation between the average degree of salt damage, and leaf damage in each of the studied salt solutions, between the degree of damage to leaves of plants in solutions of sodium chloride and potassium chloride, sodium chloride and calcium chloride, sodium sulfate and sodium hydrogen carbonate ($r = 0,66-0,85$).

Keywords: fruit crops, apple, pear, cherry, cultivars, salt tolerance, salinization.

Введение

В настоящее время проблема постоянного увеличения доли засоленных почв в общем земельном фонде планеты достигает глобальных масштабов. Мировые ежегодные потери в сельскохозяйственном производстве от засоления почв составляют свыше 12 миллиардов долларов, причем наблюдается их постоянный рост [1]. На значительной части мелиорируемых земель, занимающих в России свыше 3,5 млн га, наблюдается неудовлетворительное состояние, вызванное, в том числе, вторичным засолением и осолонцеванием, которым подвержено 364 тыс. га [2]. Федеральной целевой программой

«Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы» [3] предусмотрен ввод в эксплуатацию до 851 тыс. га земель за счет реконструкции, технического перевооружения и строительства новых мелиоративных систем. В связи с высокой вероятностью нарушения ионного баланса при расширении систем орошения, очевидно, что актуальность проблемы повышения солеустойчивости растений, в том числе плодовых, будет возрастать.

Тип засоления определяется содержанием в почве анионов: хлоридное, сульфатное, хлоридно-сульфатное, сульфатно-хлоридное, карбонатное [4]. Хлориды (NaCl , CaCl_2 , MgCl_2), сульфаты (Na_2SO_4 , MgSO_4), карбонаты (Na_2CO_3 , NaHCO_3) и нитраты (NaNO_3 , KNO_3) являются наиболее токсичными солями [5]. Из катионов в таких почвах чаще всего встречается натрий (поваренная соль (NaCl), сода (Na_2CO_3), глауберова соль (Na_2SO_4)), но известны также карбонатно-магниевое (кальциевое) и хлоридно-магниевое (кальциевое) засоление. При этом растения проявляют чувствительность к более растворимым солям (сульфат, бикарбонат, хлорид натрия, хлорид магния) [5-7].

В этой связи целью исследования было изучение влияния различных типов засоления на плодовые растения и оценка корректности использования хлорида натрия при моделировании солеустойчивости.

Материалы и методы

Работа выполнена в Селекционно-генетическом центре ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина» в 2013-2017 годах. В качестве объектов исследования были использованы растения сортов яблони, груши и вишни с различной устойчивостью к засолению, определенной в предварительных исследованиях. Устойчивость генотипов определяли по методике Б.П. Строгонова [8] по скорости и степени выцветания хлорофилла листьев в климатической камере Sanyo MLR-350 (температура $+23^\circ\text{C}$, освещение в течение суток: 12 ч – 4000 лк, 12 ч – темнота). Учет проводили в баллах (через 3, 5 и 7 суток), принимая во внимание площадь и степень повреждения (0 баллов – отсутствие повреждений, 5 баллов – повреждено более 75% площади листа). Листья отбирались ежегодно, трижды за вегетационный период (июнь, июль, август) по пять листьев каждого сорта в двухкратной повторности на каждый вариант опыта. Использовали листовые пластинки с середины побегов, находящихся в центральной части кроны, не поврежденные вредителями и без признаков поражения болезнями. В опытах использовали растворы солей хлорида калия, хлорида натрия, сульфата натрия, хлорида кальция, гидрокарбоната натрия в изотонических концентрациях, соответствующих 0,1 М концентрации раствора хлорида натрия и осмотическому давлению около 3,3 атм. Таким образом, различия в степени повреждения в каждом из вариантов были обусловлены токсическим действием раствора, влияние же осмотического

компонента солевого стресса было нивелировано. В контрольном варианте использовали дистиллированную воду.

Анализ данных производили с помощью статистических пакетов программного обеспечения *Microsoft Excel 2010*, *Статистика 6.0*.

Обсуждение результатов

Выявлены существенные различия по степени повреждения листовых пластинок в зависимости от генотипа и химической природы растворов (табл. 1).

Таблица 1.

Степень повреждения листьев растений сортов плодовых культур растворами различных солей (3 суток, изотонические концентрации, соответствующие раствору хлорида натрия концентрацией 0,1 М)

Сорт	Степень повреждения, средний балл				
	хлорид калия	хлорид натрия	сульфат натрия	хлорид кальция	гидрокарбонат натрия
яблоня					
Анис полосатый	4,0	4,3	4,3	4,0	4,2
Красная гроздь	4,5	4,1	4,0	4,2	4,5
Флагман	1,8	0,5	0,5	1,0	1,8
Топаз	3,5	3,2	3,0	2,8	3,5
Антоновка обыкновенная	4,5	3,5	4,3	3,8	4,8
Талисман	3,5	4,0	3,8	3,2	4,2
груша					
Феерия	3,2	2,8	2,0	2,3	2,3
Февральский сувенир	2,2	2,0	1,0	1,2	2,0
Аллегро	2,2	2	1,8	1,2	1,2
Памяти Яковлева	2,8	2,5	2,0	2,2	3,2
Августовская роса	1,8	1,5	1,8	1,2	1,2
Яковлевская	4,0	2,3	2,3	1,3	2,2
вишня					
Алмаз	2,0	0,5	1,5	0,5	3,2
Фея	1,3	1,2	2,8	2,0	2,2
Превосходная Веняминова	2,5	2,2	3,4	0,5	3,5
Тургеневка	2,6	2,8	3,2	1,2	3,5
Десертная Морозовой	1,5	1,3	2,3	1,8	2,3
Харитоновская	1,2	1,5	2,2	0,8	2,3
НСР _{0,05}	0,64	0,64	0,87	0,57	0,83

Выявлены также различия между изученными культурами по средней степени повреждения листовых пластинок в солевых растворах. Минимальной устойчивостью характеризовались изученные сорта яблони (средний балл повреждения 3,4). Среди них низкая чувствительность к засолению с повреждением 0,5-1,8 балла в зависимости от реагента отмечена у сорта Флагман. Листовые пластинки сортов Топаз и Талисман характеризовались меньшей степенью устойчивости со средним повреждением 3,1 и 3,7 балла, соответственно. У сортов Анис полосатый, Антоновка обыкновенная, Красная гроздь повреждения были наиболее значительны и составляли в среднем по вариантам 4,2-4,3 балла.

Изученные сорта груши и вишни обладали более высокой устойчивостью к засолению – средний балл повреждения составил 2,1 и 2,0 балла, соответственно. После трехдневного воздействия засоления высокую степень устойчивости показали сорта груши Августовская роса (средний балл повреждения 1,5) и вишни – Алмаз, Харитоновская (1,5 и 1,6 балла, соответственно). Меньшая степень солеустойчивости отмечена у сортов груши Памяти Яковлева, Феерия, Яковлевская (2,4–2,5 балла) и вишни Превосходная Веньяминова, Тургеневка (2,4 и 2,7 балла, соответственно). Отмеченные различия по генотипам и вариантам, как правило, сохранялись и при более длительном воздействии указанных стрессоров (в течение 5 дней), при этом наблюдалось существенное увеличение степени повреждения листовых пластинок.

Выявлены сравнительно тесные корреляционные зависимости между степенью повреждения сортов плодовых культур изоосмотическими растворами различных солей (табл. 2). Изученные генотипы характеризовались сходной степенью устойчивости в различных растворах, использованных при моделировании засоления. Наиболее высокие коэффициенты корреляции отмечены между повреждениями в растворах хлорида натрия и хлорида калия, хлорида натрия и хлорида кальция, сульфата натрия и гидрокарбоната натрия (0,85; 0,83; 0,82, соответственно).

Таблица 2.

Матрица корреляций между степенью повреждения листьев растений сортов плодовых культур растворами различных солей (3 суток, изоосмотические концентрации, соответствующие раствору хлорида натрия концентрацией 0,1 М)

	хлорид калия	хлорид натрия	сульфат натрия	хлорид кальция	гидрокарбонат натрия
хлорид калия	1				
хлорид натрия	0,85*	1			
сульфат натрия	0,66*	0,81*	1		
хлорид кальция	0,76*	0,83*	0,73*	1	

Продолжение табл. 2.

	хлорид калия	хлорид натрия	сульфат натрия	хлорид кальция	гидрокарбонат натрия
гидрокарбонат натрия	0,71*	0,73*	0,82*	0,69*	1
средняя по солям степень повреждения	0,88*	0,94*	0,89*	0,90*	0,88*
* достоверно при уровне значимости $p_{0,01}$					

Тесная взаимосвязь выявлена и между средней по солям степенью повреждения листовых пластинок и повреждением в каждом из изученных растворов солей (коэффициенты корреляции составили 0,88-0,94). Во всех случаях достоверность корреляций подтверждалась при уровне значимости 0,01 (критическое значение коэффициента ранговой корреляции Спирмена для указанного уровня значимости $p_{0,01}=0,62$).

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что максимальное повреждающее действие среди пяти изоосмотических растворов различных солей вызывал гидрокарбонат натрия, меньшее – растворы хлорида калия, хлорида натрия, сульфата натрия, минимальное – хлорид кальция. Выявлены сравнительно тесные корреляционные зависимости ($r = 0,66-0,85$) между степенью повреждения листьев растений сортов плодовых культур в различных вариантах опыта. Это подтверждает корректность использования хлорида натрия для тестирования устойчивости плодовых растений при моделировании основных типов засоления.

Список использованной литературы

1. Shabala S. Learning from halophytes: physiological basis and strategies to improve abiotic stress tolerance in crops // Ann Bot., 2013. – №112. (7). – P. 1209-1221.
2. Концепция федеральной целевой программы «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель России на 2013-2020 годы». Проект. – М.: Минсельхоз РФ, РАСХН, 2010. – 76 с.
3. Федеральная целевая программа «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы» (утв. постановлением Правительства РФ от 12 октября 2013 г. №922) с изменениями и дополнениями от 5 июля 2014 г., 15 января, 18 июля 2015 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.base.garant.ru/> Дата обращения: 10.02.2015.
4. Полевой В. В. Физиология растений. – М.: Высш. шк., 1989. – 464 с.
5. Муха В. Д., Картамышев Н. И., Муха Д. В. Агропочвоведение. – М.: Колос, 2004. – 528 с.

6. Ковда В.А. Почвенная карта мира // Сер. биол., 1966. – № 2. – С. 266-286.
7. Bischoff J. Werner H. Salt salinity tolerance of common horticultural crops in South Dakota: garden and vegetable/woody fruit crops. [Электронный ресурс] (1999). – Режим доступа: <http://www2.gtz.de> (дата обращения: 03.02.2015).
8. Строгонов Б. П. Солеустойчивость растений // Методика диагностики устойчивости растений (засухо-, жаро-, соле- и морозоустойчивости). – Л., 1970. – С. 47-58.
9. Юшков А. Н., Борzych Н. В. Солеустойчивость исходных форм яблони в зависимости от типа засоления // Достижения науки и инновации в садоводстве: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Мичуринск, 2009. – С. 122-124.

A. N. Yushkov, N. V. Borzykh

I. V. Michurin Federal Science Center, Michurinsk

**THE EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF SALINITY ON CULTIVARS
OF FRUIT CROPS THE EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF SALINITY
ON PLANTS CULTIVARS OF FRUIT CROPS**