

УДК 634.8:631.423/.541.11:547.747

ОТВЕТНАЯ РЕАКЦИЯ КОРНЕСОБСТВЕННЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА НА СОЛЕВОЙ СТРЕСС *IN VIVO* И *IN VITRO*

И.И. Рыфф, С.П. Березовская

Всероссийский НИИ виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Ялта

В связи с усиливающейся засоленностью почв в мировом масштабе возникает настоятельная потребность в методах тестирования солетолерантности у сельскохозяйственных культур. Цель настоящего исследования заключалась в оценке толерантности трех корнесобственных сортов винограда к хлориду натрия в условиях *in vitro* и в вегетационной культуре. Солевой стресс *in vitro* моделировали добавлением в среду NaCl в концентрациях 0, 50 и 100 mM. В качестве индикаторов солетолерантности использовали площадь листьев и общую длину корней. Солевой стресс *in vivo* обеспечивался орошением в течение 75 дней водой с содержанием NaCl в концентрациях 0, 80, 100 and 120 mM. Солетолерантность растений оценивали на основании агробиологических параметров (площадь листьев, длина побегов, нагрузка побегами, одревеснение побегов) и анализом урожая (характеристики гроздей, урожай с куста, массовая концентрация сахаров, титруемая кислотность и pH сока). Также определяли водные потенциалы листьев как показатели водного баланса растений и электропроводность почвы в качестве показателя засоленности. Реакции на солевой стресс растений, выращиваемых *in vitro* и в горшечной культуре, продемонстрировали полную корреляцию.

Ключевые слова: *солестойчивость, NaCl, корнесобственные сорта, параметры роста и урожая, вегетационный опыт, культура ткани.*

DOI: 10.26456/vtbio141

Введение. В настоящее время весьма остро встал вопрос, связанный с засолением почв. Засоленность наблюдается на 20% возделываемых земель, занятых под сельскохозяйственные культуры в мировом масштабе и на половине орошаемых земель (Zhu, 2001). Вызвано засоление рядом причин такими как неправильные режимы орошения, ведущие со временем к поднятию грунтовых вод; ограниченное количество осадков и недостаточное вымывание солей из зоны корнеобитания; плохой дренаж почв. При солевом стрессе растения испытывают действие двух неблагоприятных факторов: с одной стороны дефицит воды, с другой токсическое действие ионов солей в самих растениях.

Высокая концентрация солей приводит к созданию в почвенном

растворе низкого водного потенциала, что затрудняет поступление воды через корневую систему (Балнокин, Строганов, 1989). С другой стороны при засолении нарушается ионный гомеостаз растений. Особо токсической является соль хлорида натрия, избыток ионов Na препятствует накоплению других катионов жизненно необходимых растению (K^{+1} , Ca^{+2}).

Любые стрессы, в том числе и соли (химические стрессоры) вызывают у растений изменения в процессе обмена веществ. У растений, в отличие от животных, реакция на стресс проявляется не в активации метаболизма, а в снижении функциональной активности. Выращивание растений в условиях повышенного содержания солей приводит к изменению ряда физиологических и биохимических показателей, что проявляется в угнетении роста и нарушении водного баланса клеток растений. В зависимости от концентрации соли стресс приводит к гибели растений или торможению роста и снижению урожая (Афанасьева, Березина, 2011). Одна из причин снижения роста заключается в падении интенсивности фотосинтеза из-за дефицита двуокиси углерода, вызванного закрытием устьиц, при этом, несмотря на снижение транспирации, увеличивается водный дефицит. Водный обмен может быть рассмотрен как маркер функционального состояния виноградного растения (Нилов, Радченко, 1994).

Виноград является сельскохозяйственной культурой умеренно восприимчивой к засолению, но обострение проблемы возникновения солевых стрессов угрожает и виноградарству. Во многих регионах для возделывания винограда используется привитая культура, при этом выбор подвоя зависит от ряда факторов: вредителей и болезней, доступности воды, температурного режима, засоления почв.

Одной из мер по борьбе с засолением является выбор солетолерантных подвойных сортов. Галотолерантность сортов винограда исследовалась в полевых условиях и условиях вегетационного опыта (Arbabzadeh, Dutt, 1987; Walker et al., 2002). Однако неравномерность уровня засоления почв затрудняет отбор форм в полевых условиях (Munns et al., 2006), в связи с этим встал вопрос о разработке биотехнологического метода тестирования.

Работ, касающихся использования метода культуры ткани для селекции на солетолерантность сортов и подвоев винограда, немного (Sivritepe, Eris, 1999; Troncoso et al., 1999; Рыфф, Борисенко, 2016; Рыфф, Березовская, 2017), хотя данный метод имеет ряд преимуществ, к числу которых относится возможность получения результатов за более короткий период времени.

Нами предложены для исследования реакции на солевой стресс у трех корнесобственных сортов винограда. На выбор корнесобственных сортов для эксперимента оказало влияние

исследование (Fisarakis et al., 2001), которые установили более высокую солеустойчивость корнесобственных сортов по сравнению с привитыми. На доминирующую роль привойных сортов *Vitis vinifera* L. указывал Sivritepe, 2010.

Целью настоящего исследования являлось тестирование на устойчивость к хлориду натрия корнесобственных сортов винограда *in vitro* и в сосудах с почвой.

Методы. Экспериментальная работа проводилась в лаборатории и на опытной станции института ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН», г. Ялта, Крым. Объектами исследования являлись корнесобственные сорта винограда: Асма, Альминский и Южнобережный (*Vitis vinifera* L.).

In vitro. На первом этапе осуществлялось введение в культуру ткани верхушечных почек, взятых с побегов винограда *in vivo*. Почки были высажены на агаризованную питательную среду Мурасиге-Скуга с добавлением цитокинина 6-бензиламинопурина (БАП) в концентрации 1 мг/л. Через 21–24 дня у всех растений наблюдали образование побегов высотой около 1,5 см. На следующем этапе проводили пересадку эксплантов на среду, способствующую корнеобразованию и дальнейшему росту побега с α -нафтилуксусной кислотой (НУК) в концентрации 0,1 мг/л. Перед автоклавированием рН сред корректировалось до значения 5,7. Выросшие *in vitro* растения черенковали с последующим микроклональным размножением. Побеги с двумя пазушными почками пересаживали на опытные среды с искусственно моделируемым засолением – 100 и 50 мМ хлорида натрия (NaCl). В качестве контрольного использовался вариант без внесения хлорида натрия. На опытную и контрольную среду высажено по 50 эксплантов с двумя почками у каждого сорта. Измерение параметров, отражающих ростовые функции – длины корней и площади листьев проводили у контрольных и экспериментальных растений через 40 дней после пересадки растений на экспериментальную среду с хлоридом натрия. Субкультивирование эксплантов винограда проводили в климатической камере при 16-часовом фотопериоде и температуре $33 \pm 1^\circ\text{C}$.

В вегетационных сосудах объемом 35 л исследовали корнесобственные сорта Асма и Южнобережный, 2009 г. посадки. Исследования проводились в 2015-2017 гг.

Субстратом являлся диаритовый щебень с черноземом в отношении 1:1. Исследовали три варианта засоления: 120 мМ, 100 мМ, 80 мМ NaCl и контрольный вариант – без соли. Полив растений в течение 75 дней раствором NaCl производили по вариантам опыта: I – контроль (без соли); II – 80, III – 100, IV – 120 мМ, в каждом варианте

по пять растений.

Солетолерантность растений в горшечной культуре оценивали на основании агробиологических параметров и анализа структуры урожая. Измеряли площадь листьев, количество и длину побегов, процент вызревания побегов, урожай с куста. Определялось количество гроздей, проведен анализ грозди по весу грозди, кожеце ягод их мякоти и весу гребня. Массовую концентрацию сахаров в соке ягод определяли при помощи портативного рефрактометра Refracto 30 PX (Mettler Toledo). Массовую концентрацию титруемых кислот определяли прямым титрованием отмеренного объема сока раствором щелочи до нейтральной реакции. Также измеряли значение рН сока.

Контроль водного баланса растений осуществляли измерением водного потенциала листьев (Ψ) при помощи камеры давления по методу Scholander, 1965. Степень усвоения воды растениями определяли по количеству водного фильтрата. В качестве показателя засоленности почвы измерялась ее электропроводность.

Результаты и обсуждение. В экспериментальной работе, выполненной *in vitro* добавление в питательную среду 100 мМ NaCl вызывало 100% гибель растений. Добавление в питательную среду хлорида натрия в концентрации 50 мМ позволило провести дифференциацию между сортами по устойчивости к соли, так как наблюдаемые ростовые функции были различны. Солевой стресс приводил к торможению ростовых функций исследуемых сортов, но в разной степени. Был проведен анализ общей длины корней и площади листьев, изучаемых сортов. Ингибирование измеряемых параметров происходило в разном процентном отношении по сравнению с контролем. Ранее сорта *Vitis vinifera* L. тестировали в культуре ткани (Charbaji et al., 2004), в отличие от данного исследования ими эксперименты были проведены при концентрации хлорида натрия 80 мМ в жидкой питательной среде.

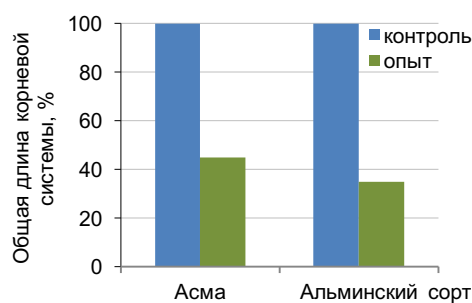


Рис. 1. Общая длина корневой системы под действием хлорида натрия *in vitro*

Уменьшение общей длины корней у сорта Асма было на 55%, а у сорта Альминский на 65%. Площадь листовой поверхности у сортов Асма и Альминский снизилась соответственно на 45% и 60%. Более чувствительным к действию соли оказался сорт Альминский (рис. 1).

В вегетационный опыте было установлено, что под действием солевого стресса происходило снижение параметров роста у исследуемых сортов, однако у сорта Южнобережный оно было выражено в большей степени по сравнению с сортом Асма (табл. 1, 2).

Таблица 1

Агробиологические показатели и параметры качества урожая винограда сорта Южнобережный при различных концентрациях NaCl в почве (2015-2017 гг.)

Изучаемые параметры	Варианты опыта			
	0 мМ	80 мМ	100 мМ	120 мМ
Средняя нагрузка побегами, шт.	15,0 \pm 0,6	14,5 \pm 0,6	15,3 \pm 0,9	15,0 \pm 0,3
Средняя нагрузка гроздьями, шт.	5,0	5,0	5,0	5,0
Средняя длина побегов, см	169,0 \pm 5,1	135,0 \pm 3,4	79,0 \pm 3,4	78,0 \pm 3,3
Среднее вызревание побегов, %	88,8 \pm 1,9	80,5 \pm 1,2	45,6 \pm 1,7	33,0 \pm 1,3
Средний урожай с куста, кг	1,948 \pm 0,4	1,734 \pm 0,2	1,642 \pm 0,2	1,310 \pm 0,1
Средняя масса грозди, г	389,6 \pm 15,2	346,8 \pm 12,1	328,4 \pm 11,0	262 \pm 10,2
Средняя площадь листьев, см ²	49865 \pm 7891	45615 \pm 7406	-	-
Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	19,0	17,5	14,0	12,0
Массовая концентрация титруемых кислот г/л	4,9	6,3	7,0	7,3
pH сока	3,8	3,5	3,4	3,4

Таблица 2

Агробиологические показатели и параметры качества урожая винограда сорта Асма при различных концентрациях NaCl в почве (2015-2017 гг.)

Изучаемые параметры	Варианты опыта			
	0 мМ	80 мМ	100 мМ	120 мМ
Средняя нагрузка побегами, шт.	13,6 \pm 0,7	13,0 \pm 0,3	13,8 \pm 0,2	14,2 \pm 0,3
Средняя нагрузка гроздьями, шт.	5,0	5,0	5,0	5,0
Средняя длина побегов, см	162,0 \pm 19,9	160,0 \pm 18,0	140,0 \pm 10,1	120,0 \pm 9,2
Среднее вызревание побегов, %	91,3 \pm 2,3	81,8 \pm 1,0	69,0 \pm 2,0	58,0 \pm 2,8
Средний урожай с куста, кг	1,990 \pm 0,23	1,926 \pm 0,186	1,690 \pm 0,16	1,425 \pm 0,156
Средняя масса грозди, г	398,0 \pm 20,0	385,2 \pm 13,0	338,0 \pm 9,8	285,0 \pm 8,4
Средняя площадь листьев, см ²	48650 \pm 1190	48075 \pm 1020	20700 \pm 9187	-
Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	19,0	18,5	18,5	17,5
Массовая концентрация титруемых кислот, г/л	4,8	5,7	5,8	6,3
pH сока	3,8	3,6	3,6	3,5

Так, под действием солевого стресса снижался рост побегов: у средневеносливого сорта Асма со 100 % в контроле до 73 % при засолении 120 мМ, снижение роста побегов у невыносливого сорта Южнобережный происходило в большей степени до 47-48 % при засолении 120 мМ. Процент вызревания побегов у сорта Южнобережный также был меньше – 52% против 69 % у сорта Асма при 100мМ соли, и 33 % против 58 % у сорта Асма при 120 мМ соли.

Установлено уменьшение листовой поверхности. При засолении 100 мМ листовая поверхность у сорта Асма уменьшилась на 42.5%, а у сорта Южнобережный листья отсутствовали (высохли и опали от солевых ожогов). При засолении 120 мМ листья засохли у обоих исследуемых сортов. Урожай уменьшился не столь существенно - на 28% у сорта Асма и на 37% у сорта Южнобережный, однако весь урожай был некондиционный (невызревший) (рис. 2).

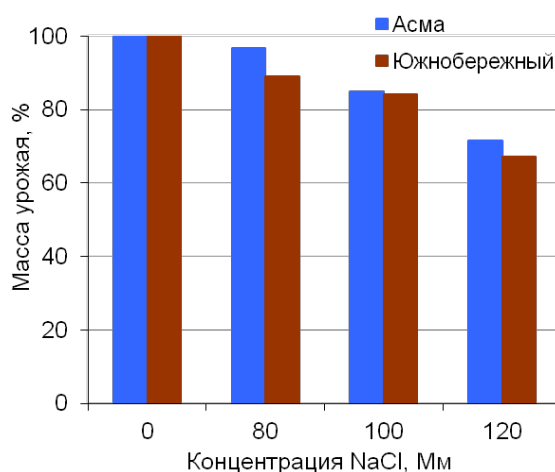


Рис. 2. Зависимость массы урожая сортов от концентрации NaCl в почве

Механический анализ гроздей показал снижение массы грозди, объема 100 ягод, процента выхода сока при засолении и увеличение массы гребня, кожицы у двух исследуемых сортов – Асма и Южнобережный (табл. 3, 4).

У двух исследуемых сортов выявлено отрицательное влияние засоления на сахаронакопление в соке ягод, однако у сорта Асма это влияние было менее выражено.. Снижение сахаронакопления у сорта Южнобережный было на – на 1,5 г/дм³, 5 г/дм³, 7 г/дм³, у сорта Асма – на 0,5 г/дм³, 0,5 г/дм³ и на 1,5 г/дм³ соответственно при 80,100 и 120 мМ.

К концу вегетации у обоих сортов фильтрация в вариантах с 120 мМ соли составила 800-1000 мл. Вода полностью не усваивалась растениями, на листьях появились солевые ожоги.

Таблица 3

Результаты анализа гроздей винограда сорта Южнобережный, 2015-2017 гг.

Варианты	Масса						Масса 100 ягод, г	Объем 100 ягод, см ³	Масса			
	грозди		гребней		ягод				кожицы с плотными частями мякоти		сока	
	г	%	г	%	г	%			г	%	г	%
0 мМ	358,3	100	2,8	0,8	355,9	99,2	300	290	46,6	13,0	308,9	86,2
80 мМ	359,7	100	3,75	1,1	355,5	98,9	233	230	48,9	13,6	307,1	85,3
100 мМ	332,7	100	4,2	1,3	328,5	98,7	281	220	69,5	20,7	259,5	78,0
120 мМ	268,7	100	4,7	1,8	264	98,2	180	170	73,5	27,2	190,5	71

Таблица 4

Результаты анализа гроздей винограда сорта Асма, 2015-2017 гг.

Варианты	Масса						Масса 100 ягод, г	Объем 100 ягод, см ³	Масса			
	грозди		гребней		ягод				кожицы с мякотью		сока	
	г	%	г	%	г	%			г	%	г	%
0 мМ	382,0	100	7,4	1,9	374,6	98,1	307,5	300	103,0	27,0	271,6	71,1
80 мМ	356,1	100	7,42	2,1	348,7	97,9	286,0	290	106,2	30,0	241,9	67,9
100 мМ	335,0	100	7,8	2,3	324,9	97,0	264,6	270	106,8	31,7	221,1	66,0
120 мМ	279,0	100	8,0	2,9	270,0	96,8	220	250	89,0	31,9	182,7	65,5

При засолении было определено повышение значений электропроводности почвы. Увеличение значений электропроводности по вариантам опыта было следующим: у сорта Асма 8,6; 12,0; 15,0; 16,3 у сорта Южнобережный 8,3; 11,3; 16,4; 16,7 соответственно при 0:80:100:120 мМ хлорида натрия.

Исследованиями установлено, что засоление приводит к выраженному уменьшению водного потенциала листьев (табл. 5, 6).

Таблица 5

Значения водных потенциалов листьев (Мпа) винограда сорта Асма, 2015-2017 гг.

Дата и время Варианты	01.06		13.07		11.08		13.09	
	500	1330	500	1330	500	1330	500	1330
I (0 мМ)	0,1+0,1	0,62+0,02	0,22+0,02	0,79+0,02	0,3+0,02	1,25+0,06	0,27+0,03	1,2+0,02
II (80 мМ)	0,1+0,01	0,62+0,02	0,22+0,02	0,8+0,02	0,38+0,07	1,35+0,06	0,3+0,03	1,3+0,05
III (100 мМ)	0,1+0,01	0,62+0,02	0,25+0,03	1,0+0,02	0,7+0,05	1,53+0,05	0,4+0,02	1,42+0,03
IV (120 мМ)	0,12+0,01	0,65+0,02	0,3+0,02	1,2+0,02	0,8+0,07	1,6+0,05	0,5+0,03	1,53+0,05

Разница в значениях предрассветных водных потенциалов листьев между сортами Южнобережный с меньшей солеустойчивостью и Асма составило 0,2 при 0 мМ, 0,32 при 80 мМ, 0,15 при 100 мМ и 0,12 МПа при 120 мМ.

Реакция корнесобственных сортов на солевой стресс сравнивалась у растений в культуре ткани и в вегетационном опыте, в обоих случаях наблюдалось падение ростовых функций.

Sivritepe et.al (1999), проводившие исследования корнесобственных сортов винограда *in vitro*, указывали на влияние солевого стресса на надземную часть растения, проявляющееся в уменьшении количества побегов и листьев. Увеличение площади солевых ожогов листьев у подвоев винограда в вегетационной культуре наблюдали также Arbabzadeh and Dutt (1987).

Таблица 6

Значения водных потенциалов листьев (Мпа) винограда сорта Южнобережный, 2015-2017 гг.

Дата и время	01.06		13.07		11.08		13.09	
Варианты	500	1330	500	1330	500	1330	500	1330
I (0 мМ)	0,1+0,01	0,68+0,02	0,22+0,05	0,82+0,02	0,5+0,05	1,42+0,03	0,32+0,03	1,28+0,02
II (80 мМ)	0,15+0,01	0,72+0,02	0,23+0,02	0,9+0,02	0,7+0,07	1,6+0,02	0,5+0,04	1,48+0,03
III (100 мМ)	0,15+0,01	-0,72+0,02	0,28+0,01	1,2+0,02	0,82+0,08	1,65+0,03	0,6+0,02	1,58+0,05
IV (120 мМ)	0,1+0,01	0,7+0,02	0,35+0,01	1,32+0,05	0,95+0,07	1,75+0,03	0,7+0,02	1,7+0,03

Различия особенно чётко проявляются на 45-й день после полива растений растворами солей (рис. 3).

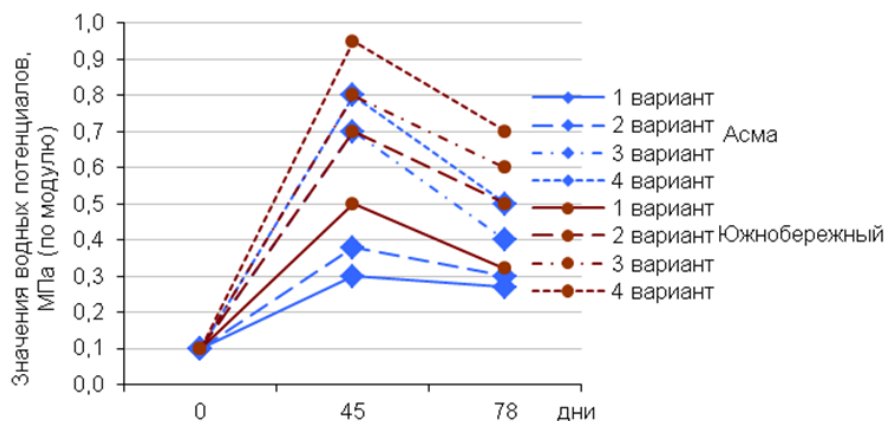


Рис. 3. Значения предрассветных водных потенциалов листьев сортов Асма и Южнобережный в зависимости от концентрации NaCl в почве.

Подавление роста корневой системы, по-видимому, связано с тем, что через меньшую площадь корневой системы проникает и меньшее количество токсичных ионов солей. Корни в отличие от побегов постоянно находятся в контакте с засоленной почвой, при этом повреждаются клетки, нарушается поступление воды и элементов минерального питания. Больше влияние соли на образование и развитие корней по сравнению с наземной частью у подвоев в условиях *in vitro* наблюдали Troncoso (1999). Charbaji and Ayyoubi

(2004) как индикатор солеустойчивости у подвоев винограда *in vitro* предлагают уменьшение количества корней.

Результаты наших исследований по падению водных потенциалов листьев в вегетационном опыте при солевом стрессе подтверждают исследования Fozouni (2012), изучавших изменения ростовых функций и водных потенциалов на корнесобственных сортах в гидропонной культуре.

Заключение. Таким образом, в проведенном исследовании реакции сортов на солевой стресс *in vitro* и в вегетационном опытах совпадали, при этом сорт Асма выявил более высокую солетолерантность в обоих случаях.

При изучении устойчивости к солевому стрессу были предложены новые параметр: длина корней и площадь листьев, которые удобно измерять *in vitro*. Проведённое исследование демонстрирует потенциал использования культуры тканей для ускоренного тестирования солетолерантности сортов винограда.

Список литературы

- Афанасьева Н.Б., Березина Н.А. 2011. Введение в экологию растений. М.: МГУ. 800 с.
- Балнокин Ю.В., Строганов Б.П. 1989. Значение солевого обмена в солеустойчивости растений // Проблемы солеустойчивости растений, под ред. акад. ВАСХНИЛ Имамалиева А.И. Ташкент: Изд-во «ФАН» Узбекской ССР. С. 45-64.
- Рыфф И.И., Борисенко М.Н. 2016. Солеустойчивость подвойных сортов винограда в условиях *in vitro* // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. № 4(60). С. 198-201.
- Рыфф И.И., Березовская С.П. 2017. Влияние абиотического стресса на виноград // Современные технологии в изучении биоразнообразия и интродукции растений: сб. матер. междунар. науч. конф. (17-21 октября 2017 г.) Ростов-на-Дону. Таганрог: Изд-во Южного федерального университета. С. 266-267.
- Arbabzadeh F., Dutt J. 1987. Salt tolerance of grape rootstocks under greenhouse conditions // Amer. J. Enol. Vitic. V. 38. № 2. P.95-99.
- Charbaji T., Ayyoubi Z. 2004. Differential growth of some grapevine varieties in Syria in response to salt *in vitro* // In vitro Cell. Dev. Biol. Plant. V. 40. P. 221-224.
- Fisarakis I., Chartzoulakis K., Stavrakas D. 2001. Response of Sultana vines (*V. vinifera* L.) on six rootstocks to NaCl salinity exposure and recovery // Agricultural Water Management. V. 51. P. 13-27.
- Fozouni M., Abbaspour N., Doulati Baneh H. 2012. Leaf water potential, photosynthetic pigments and compatible solutes alterations in four grape cultivars under salinity // Vitis. V.51. № 3. P. 147-152.

- Munns R., James R.A., Zauchers A. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals // J. Exp. Bot., V. 57. P. 1025-1043.
- Nilov N, Radchenko S. 1994. Phytomonitoring in grape breeding. VI th International Symposium on Grape Breeding Yalta. 67 p.
- Scholander P.F., Hammel E.T., Hammingsen E.F., Bradstreet E.C. 1965. Sap pressure in plants // Science. P.339-346.
- Sivritepe N., Eris A. 1999. Determination of salt tolerance in some grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) under *in vitro* conditions // Tr. Journal of Biology. V. 23. P. 473-485.
- Sivritepe N., Sivritepe M.Ö., Celik H., Katkat A.V. 2010. Salinity responses of grafted grapevines: effects of scion and rootstock genotypes // Notulae Botanica Horti Agrobotanici Chij – Napoka. V. 38(3). P. 193-201.
- Troncoso A., Matte C., Cantos M., Lavee S. 1999. Evaluation of salt tolerance of *in vitro*-grown grapevine rootstock varieties // Vitis. V. 38. № 2. P. 55-60.
- Walker R.R., Blackmore D.H., Clingeleffer P.R., Correll R.L. 2002. Rootstock effect on salt tolerance of irrigated field-grown grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Sultana). Aust. J. Grape Wine Res. № 8. P.3-14.
- Zhu J.K. 2001. Plant salt tolerance // Trends Plant Sci. № 6. P. 66-71.

RESPONSES OF OWN-ROOTED GRAPE CULTIVARS TO SALT STRESS *IN VIVO* AND *IN VITRO*

I.I. Ryff, S.P. Berezovsky

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking
«Magarach» of RAS, Yalta

Increasing soil salinity on a global level gives rise to an imperative need for methods to test salt tolerance in crops. This study aimed to evaluate the tolerance of three own-rooted grape cultivars to potassium chloride both in an *in vitro* testing system and potted culture. Salt stress *in vitro* was modeled by treating *in vitro*-grown plants with NaCl at 0, 50, and 100 mM. Leaf area and total root length were used as indicators of salt tolerance. Salt stress in potted culture was achieved by irrigation for 75 days with water containing NaCl at 0, 80, 100, and 120 mM. Salt tolerance of potted plants was evaluated by parameters of viticultural performance (leaf area, shoot length, shoot number, shoot lignification), yield (characteristics of bunches, yield per plant, sugars, titratable acids and pH of grape juice). Leaf water potentials as a measure of the water balance of the plants and electrical conductivity of the soil as another indicator of salinity were also determined. Responses of *in vitro*-grown and potted plants to salt stress correlated closely.

Keywords: *salt tolerance, NaCl, own-rooted grape cultivars, parameters of growth and yield, potted culture, tissue culture.*

Об авторах:

РЫФФ Ирина Ильинична – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физиологии растений, селекционно-биотехнологический центр, ФГБУН «ВНИИ Виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», 298600, Ялта, ул. Кирова, 31, e-mail: i.riff2010@yandex.ua.

БЕРЕЗОВСКАЯ Светлана Петровна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии растений, селекционно-биотехнологический центр, ФГБУН «ВНИИ Виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», 298600, Ялта, ул. Кирова, 31, e-mail: ph-magarach@ukr.net.

Рыфф И.И. Ответная реакция корнесобственных сортов винограда на солевой стресс *in vitro* и *in vivo* / И.И. Рыфф, С.П. Березовская // Вестн. ТвГУ. Сер.: Биология и экология. 2020. № 1(57). С. 199-209.