

野生葡萄‘燕山-1’×‘河岸-3’种间杂交 F₁ 代植株耐盐性鉴定

夏思哲¹,李铁梅²,李凤菊²,王宝军^{3*},徐 炎^{2*}

(1. 西安高新第一中学,陕西 西安 710119;2. 西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨陵 712100;3. 靖边县园艺站,陕西 靖边 718500)

摘 要:对单芽茎段离体快繁获得的中国野生葡萄燕山-1(*Vitis yeshanensis* ‘Yanshan-1’)×河岸-3(*V. riparia* ‘Hean-3’)杂种 F₁ 代的 31 个株系、河岸-3 和酿酒葡萄品种‘赤霞珠’(*V. vinifera* ‘Cabernet Sauvignon’)的组培苗进行耐盐性筛选,以筛选出优良的耐盐株系作为砧木育种的材料。取离体快繁技术获得的试管苗中部生长较为一致的单芽茎段加入含有不同浓度 NaCl 的生根培养基中,培养 40 d 内观察盐害症状,计算盐害指数,用相对耐盐指数对供试材料的耐盐性进行初步分级。通过筛选将供试的燕山-1×河岸-3 杂种 F₁ 代的 31 个株系分为 5 个类型:11 个株系为高耐盐葡萄、5 个株系为耐盐葡萄、7 个株系为中耐盐葡萄、5 个株系为盐敏感葡萄、3 个为盐高敏葡萄。此外,河岸-3 为高耐盐葡萄、‘赤霞珠’为盐敏感葡萄;燕山-1×河岸-3 杂种 F₁ 代的 31 个株系中有 8 个株系的耐盐表现优于父本河岸-3,出现超亲遗传现象。通过初步筛选,鉴定出 11 个高耐盐的杂种 F₁ 代株系,可以作为优良的砧木材料。

关键词:野生葡萄;离体快繁;组培苗;盐害指数

中图分类号:S663.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2017)01-0150-07

Identification of Salt Tolerance of *in vitro* F₁ Hybrid Progenies of Yanshan-1×Hean-3

XIA Si-zhe¹, LI Tie-mei², LI Feng-ju², WANG Bao-jun^{3*}, XU Yan^{2*}

(1. Xian Gaoxin No. 1 High School, Xian, Shaanxi 710119, China; 2. College of Horticulture, State Key Laboratory of Crop Stress Biology for Arid Areas, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3. Jingbian Horticultural Station, Jingbian, Shaanxi 718500, China)

Abstract: *In vitro* plantlets received by single bud stem segments of 31 strains of Chinese wild *Vitis* species Yanshan-1(*Vitis yeshanensis*)×Hean-3(*Vitis riparia*), Hean-3 and a wine grape cultivar ‘Cabernet Sauvignon’ (*Vitis vinifera*) were screened for salt tolerance and strains which resisted to salt were expected to be used as stock materials for breeding in the future. The single bud stem segments in the middle part of these plantlets were incubated in the media with different NaCl concentrations. They were classified into different types preliminarily by observing the salt injury symptoms and calculating the salt injury index within 40 days. Thirty one hybrid F₁ generations of Yanshan-1×Hean-3 were divided into five types according to the relatively salt injury index: 11 strains for high salt tolerance, 5 for salt tolerance, 7 for moderate salt tolerance, 5 for salt sensitive grapes, and 3 for high salt sensitive grapes. In addition, Hean-3 was high resistance to salt, ‘Cabernet Sauvignon’ was sensitive to salt; 8 out of the 31 hybrid F₁ strains of Yanshan-1×Hean-3 performed better than the male parent Hean-3 in salt stress process, appearing transgressive inheritance. Eleven hybrid F₁ generations were identified as high salt tolerance and could be used as resisted stock materials.

收稿日期:2016-11-26 修回日期:2016-12-09

基金项目:农业部“公益性行业(农业)”科研专项(201203075-08)。

作者简介:夏思哲,男,研究方向:葡萄种质资源与育种研究。E-mail:sizhexia@126.com

* 通信作者:徐 炎,男,教授,研究方向:葡萄种质资源与育种。E-mail:yan.xu@nwsuaf.edu.cn
王宝军,男,高级农艺师,研究方向:果树栽培技术推广。E-mail:934091454@qq.com

Key words: wild grapevine; *in vitro* propagation; plantlet; salt injury index

目前,全世界有 9.54 亿 hm^2 的土地处于盐渍化状态,占陆地总面积的 30%^[1]。我国第二次土壤普查资料显示,中国盐渍土总面积约 3 600 万 hm^2 ,其中耕地中盐渍化面积达到 920.9 万 hm^2 ,占全国耕地面积 6.62%^[2],主要分布在西北、华北、东北和沿海地区。土壤盐渍化导致土壤溶液的渗透压增大,通气性、透水性变差,植物养分利用率下降而不能正常生长^[3]。葡萄在我国西北地区种植面积较广,但因土壤盐渍化较高严重阻碍了葡萄产业的发展。因此,研究葡萄抗盐特性、耐盐机理、选育优良耐盐葡萄砧木品种具有重要意义。

盐害的典型症状是植物生长量显著减少,叶片失绿和坏死、卷叶,叶尖和叶缘灼伤、花器官萎蔫、根坏死、枯梢、落叶甚至死亡。盐胁迫导致植物体内养分离子的不平衡,植物叶片中 Na^+ 的过量积累导致叶尖和叶缘焦枯(钠灼伤)。盐胁迫下小麦幼苗生长困难, Na^+ 、 Cl^- 含量和单株累积量显著增加, K^+ 含量和单株累积量则明显降低^[4]。因此, NaCl 胁迫造成植物体内高盐分离子积累、必须营养元素吸收量减少而导致营养失调是植物生长减弱的原因之一。胡杨幼苗抗盐能力研究表明, Na^+ 含量在 NaCl 低浓度胁迫下随时间效应不显著,在高浓度胁迫下,随着胁迫时间的延长会加重盐胁迫程度,具有累积效应^[5]。与其他果树相比,葡萄的耐盐能力较强^[6],但也存在明显的品种差异。山葡萄耐盐性的相关研究相对较少,且主要利用盆栽或田间栽培的方法,以整株植物或嫁接苗为研究对象^[7]或是以离体地上枝条为研究对象^[8],缺乏对整体植株耐盐性的了解。燕山葡萄(*Vitis yeshanensis*)耐盐性很强,是很好的葡萄砧木资源,欧洲葡萄(*V. vinifera*)以西亚地区形成的东方品种群抗旱性最强,河岸葡萄(*V. riparia*)抗病性、耐涝性和抗寒性都很强^[9-11];燕山葡萄×河岸葡萄杂交后代的抗旱性表现介于双亲之间,个别植株出现超亲遗传现象^[9]。对耐盐植物筛选一般有 3 种方法:直接法、生理生化指标法和混合法。直接法是通过在不同盐分梯度的试验条件下进行试验,根据成活率、生长状况和产生的效应等对其进行综合评价,从而筛选出不同品种所适应的不同盐分梯度^[12-14]。混合法是在植物耐盐性评价时既考虑生长状况等形态指标,又考虑生理生化指标。目前,这种方法应用较多,也是比较科学的方法。在形态指标的选择上,大多引用了“盐害指数”^[15]或“盐害发生率”等综合性指标^[16]。选取这样的评价指标比选用某一具体指标更合理^[17]。

本研究以中国属野生种燕山葡萄‘燕山-1’和美洲种河岸葡萄‘河岸-3’杂交 F₁ 代株系为试验材料,以父本‘河岸-3’及赤霞珠的组培苗作为对照,在培养基中添加不同浓度 NaCl 进行单盐胁迫,对供试的组培苗进行耐盐性的初步筛选,预期筛选出抗盐株系,用作良好的砧木育种材料。

1 材料与方法

1.1 材料

试验材料取自西北农林科技大学葡萄种质资源圃,单芽茎段取自‘燕山-1’×‘河岸-3’的 F₁ 代 31 个株系:YH-3、YH-6、YH-7、YH-9、YH-11、YH-13、YH-17、YH-18、YH-19、YH-22、YH-24、YH-25、YH-27、YH-36、YH-38、YH-40、YH-42、YH-44、YH-48、YH-49、YH-53、YH-56、YH-64、YH-68、YH-73、YH-74、YH-78、YH-88、YH-90、YH-121、YH-129、母本燕山-1(*V. yeshanensis* ‘Yanshan-1’)、父本河岸-3(*V. riparia* ‘Hean-3’)和酿酒葡萄品种赤霞珠(*V. vinifera* ‘Cabernet Sauvignon’)。

1.2 方法

1.2.1 葡萄单芽茎段离体快繁 选取田间‘燕山-1’×‘河岸-3’的 F₁ 代半木质化的新梢,置纱网袋中,流水冲洗 10 h 左右,在超净工作台中用无菌水浸泡 30 min 后,75% 乙醇浸泡 30 s,无菌水冲洗 2~3 次,0.1% HgCl_2 表面消毒 8 min,再用无菌水冲洗 4~5 次,用无菌滤纸吸干表面水渍,切成长度为 1.0~2.0 cm 的单芽茎段,接种于诱芽培养基上^[18]。获得试管苗后不断在生根培养基中增殖扩繁以用作耐盐筛选。诱芽培养基为 $\text{MS} + \text{IBA } 0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + 6\text{-BA } 0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,生根培养基: $\text{MS} + \text{IBA } 0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + 6\text{-BA } 0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,培养基中蔗糖 $30.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,琼脂 $7.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,水解酪蛋白 $0.1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,活性炭 $1.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,pH 5.8~6.0。培养条件:温度 $26 \pm 2^\circ\text{C}$,光照强度 2 000 lx,光照时间每天 10~12 h。

1.2.2 葡萄试管苗耐盐筛选的方法 NaCl 浓度设为 7 个梯度(W/V):0.0%、0.1%、0.2%、0.4%、0.6%、0.8%和 1.0%。相应的生根培养基编号为 P0、P1、P2、P3、P4、P5 和 P6。取生长 50 d 后生根且长出 4~5 片真叶的试管苗中部生长较为一致的单芽茎段,茎段上带有 1~2 片真叶,置于不同浓度梯度 NaCl 的生根培养基中,每瓶接种 1 个茎段,每个处理 2 瓶,重复 3 次,随机区组设计。接种后 0~40 d 之内,观察记录试管苗出现不同等级盐害症状

的时间,统计不同浓度 NaCl 下的盐害指数。

1.2.3 葡萄试管苗的盐害指标测定方法 根据盐胁迫植株叶的形态、色泽进行盐害的分级,盐害等级可分为 5 级^[19],0 级:无明显盐害症状;1 级:轻度盐害,少量叶片叶尖、叶边缘褐化焦枯;2 级:中度盐害,1/2 叶片叶尖、叶边缘褐化;3 级:重度盐害,1/2 以上叶片叶尖、叶边缘褐化或叶片脱落;4 级:极重度盐害,多数叶片脱落至植株完全死亡。由于目前尚未有关于衡量葡萄耐盐能力大小的系统的标准,所以本试验参考农业部 NY/PZT001-2002《小麦耐盐性鉴定评价技术规范》^[20]的标准方法和模糊数学中隶属函数法,并根据葡萄试管苗的实际受害状况,计算盐害指数。根据盐害等级和受盐害株数统计计算盐害率(P)、盐害指数(D)^[21]。

$$P/\%=(\text{盐害株数}/\text{调查总株数})\times 100 \quad (1)$$

$$\text{盐害指数}(D)=\sum(\text{盐害代表级数}\times\text{受盐害株数})/(\text{调查总株数}\times\text{盐害最高级数}) \quad (2)$$

数据采用 Microsoft Excel 2010 进行方差、回归、隶属函数及相关系数分析。

$$\text{相对耐盐指数 } RD(AD)=1-(AD-AD_{\min})/(AD_{\max}-AD_{\min}) \quad (3)$$

式中: RD 为隶属函数值, AD 为盐害指数的平均值, $AD=\sum(\text{盐害指数})/\text{调查总株数}$, AD_{\max} 为所有供试材料平均盐害指数的最大值; AD_{\min} 为所有供试材料平均盐害指数的最小值。

相对耐盐指数可以进行品种间株系间耐盐力的比较,反映葡萄株系的耐盐力,根据相对耐盐指数进行耐盐性分级标准:隶属函数值(含加权平均值) $RD(AD)>0.8$ 为高耐盐, $0.6<RD(AD)\leq 0.8$ 为耐盐, $0.4<RD(AD)\leq 0.6$ 为中耐盐, $0.2<RD(AD)\leq 0.4$ 为敏感, $0<RD(AD)\leq 0.2$ 为高敏。

2 结果与分析

2.1 利用单芽茎段离体快繁技术获得试管苗

试验最初选取了 3 个品种‘燕山-1’、‘河岸-3’、赤霞珠以及燕山葡萄×河岸葡萄的 F_1 代 60 个株系的单芽茎段进行离体快繁,最终获得了燕山葡萄×河岸葡萄的 F_1 代 31 个株系、河岸-3、赤霞珠的离体再生苗(表 1)。未获得母本燕山-1 和另外 29 个 F_1 代株系的组培苗。单芽茎段在生根培养基上生长的过程如图 1。

2.2 NaCl 胁迫下葡萄组培苗的盐害症状以及出现二级盐害的时间

出现盐害的时间反映各株系对 NaCl 盐害的敏感度。通过统计 31 个株系和 2 个品种出现 2 级盐害症状的时间,初步确定其耐盐性。在 NaCl 浓度

为 0.8%~1.0% 时,河岸-3、赤霞珠和 31 个株系在 3~8 d 即出现 2 级盐害症状。在 NaCl 浓度为 0.6% 时,多数株系在 3~10 d 出现 2 级盐害,而 YH-40 在第 14 d 才出现 2 级盐害症状,说明株系 YH-40 对于 0.6% 的 NaCl 的耐受力很强。而在整个盐胁迫期间,YH-3、YH-40 和 YH-44 未出现盐害症状,表明此 3 个株系对 NaCl 不敏感(表 2)。

表 1 供试的试管苗材料

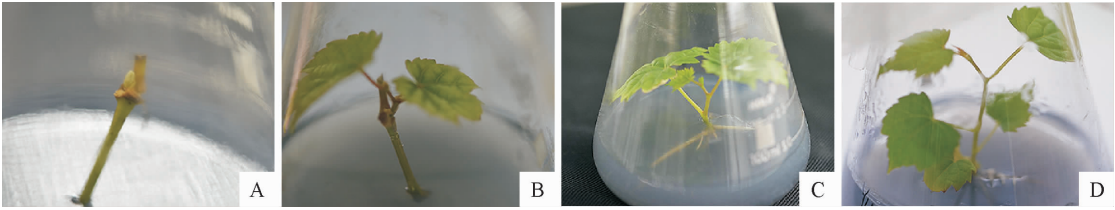
Table 1 *In vitro* grape plantlets for trial

种、杂交组合	品种或株系
河岸葡萄(<i>V. riparia</i>)	‘河岸-3’
欧洲葡萄(<i>V. vinifera</i>)	‘赤霞珠’
	YH-3、YH-6、YH-7、YH-9、YH-11、YH-13、YH-17、YH-18、YH-19、YH-22、YH-24、YH-25、YH-27、YH-36、YH-38、YH-40、YH-42、YH-44、YH-48、YH-49、YH-53、YH-56、YH-64、YH-68、YH-73、YH-74、YH-78、YH-88、YH-90、YH-121、YH-129
燕山葡萄×河岸葡萄(<i>V. yeshanensis</i> × <i>V. riparia</i>)	

NaCl 胁迫对葡萄组培苗的伤害效应主要表现在叶片上。不同株系或品种对不同浓度的 NaCl 胁迫表现的盐害症状不尽相同,不同株系 3 级盐害的症状也不尽相同,与正常叶片(图 2A)相比,‘河岸-3’和株系 YH-3、YH-11、YH-25 等在盐胁迫过程中葡萄试管苗叶尖、叶缘首先变暗褐或枯焦,继而在叶片上出现大片的灰色斑点(图 2B);赤霞珠和株系 YH-9、YH-36、YH-90 等的叶片变得凹凸不平,失水萎蔫,随后在叶片上出现褪绿亮斑,以至整个叶片逐渐变淡褐色(图 2 C、D、E);株系 YH-40、YH-74、YH-129 等首先在叶缘出现古铜色,以后逐渐在叶片上出现古铜色斑,甚至叶柄也变成古铜色(图 2 F、G)。株系 YH-38、YH-88 等整个叶片变软呈现褐色,甚至叶柄也变软,即将死亡(图 2 H)。赤霞珠、河岸-3 葡萄和 YH-56 株系在 0%~1.0% 不同浓度盐胁迫下,出现盐害的症状各不相同,赤霞珠在 0.4% 浓度的 NaCl 下即出现 4 级盐害症状(图 3 A),而河岸-3 葡萄(图 3 B)和 YH-56(图 3 C)株系则在 NaCl 浓度为 1.0% 时出现 4 级盐害症状。

2.3 NaCl 胁迫下葡萄试管苗的盐害指数

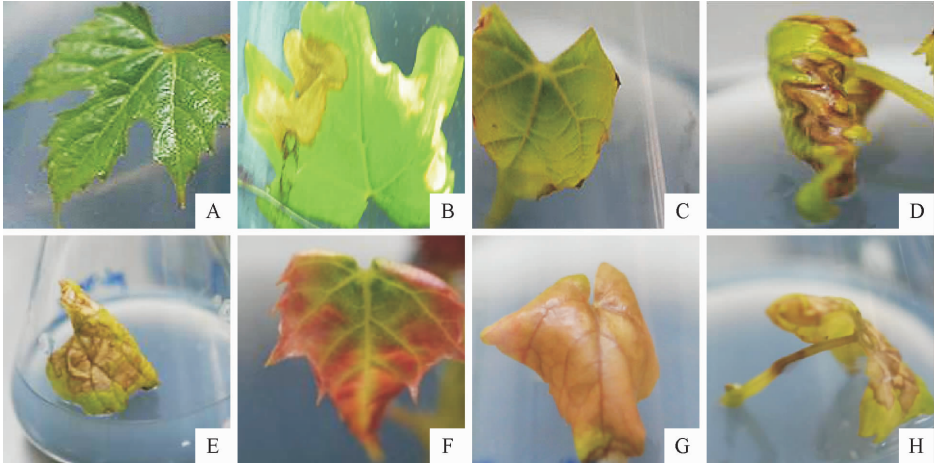
随着培养基中盐浓度的递增,杂交后代株系、父本‘河岸-3’及赤霞珠的盐害指数均呈现出上升趋势,但不同株系盐害指数的增幅存在较大差异(表 3)。在 NaCl 浓度为 0.1% 时,河岸-3、YH-18、YH-40、YH-48、YH-53 的盐害指数最小为 0.06,所受盐害最轻;YH-73 的盐害指数最大为 0.50,此盐浓度水平所受的盐害最重,说明株系 YH-73 对低浓度的 NaCl 胁迫较敏感。培养基含 NaCl 浓度为 0.2%~0.6% 时,供试材料的盐害指数从 0.19~0.94,所有



注:A:单芽茎段接种到生根培养基;B:20 d 后长出 2 片真叶;C:30 d 后开始生根;D:50 d 后长出 4~5 片真叶,取中间部位生长一致的单芽茎段用来做盐处理材料。

图 1 由单芽茎段获得供试试管苗的过程

Fig. 1 Growing progress of a single bud stem segment during the experiment



注:A:正常叶片;B:灰白色灼烧状;C:叶片失水皱缩;D:褐色灼烧状;E:叶片变薄而透明;F:叶缘出现红色;G:整个叶片变成古铜色;H:叶柄褐化变软。

图 2 盐胁迫过程中葡萄叶片出现 3 级盐害的不同盐害症状

Fig. 2 Different salt injury symptoms of the third class in grape leaves around salt stress process



注:A:赤霞珠;B:YH-56 株系;C:河岸-3 葡萄。

图 3 3 种葡萄材料在 0.1%~1.0% 不同浓度盐胁迫下 40 d 后的生长情况

Fig. 3 Performance of three genotype grapes in 0.1%~1.0% NaCl stress after 40 days

试验材料表现的盐害症状比较一致,培养基盐浓度越大,受盐害越重,盐害指数都随盐浓度的加大而增大。当 NaCl 浓度为 0.8% 时,盐害指数为 0.56~1.00,其中 YH129、YH74 的盐害指数是 0.56, YH7、YH40、YH48、YH56、YH68 这 5 个株系盐害指数都是 0.63,说明该 7 个株系对于高浓度的盐胁迫

迫有较强的抵抗力。此外,赤霞珠、YH-13、YH-25、YH-73 的盐害指数为 1.00,表明该 3 个试验材料在 0.8% NaCl 浓度的培养上培养 40 d 后出现 4 级盐害,说明他们对高浓度的盐胁迫反应敏感。培养基含 NaCl 浓度为 1.0% 时,所有试验材料的盐害指数都为 1,表明 1.0% 的盐浓度对本试验所有材料都是致死浓度。

表 2 不同株系和品种出现 2 级盐害需要的天数
Table 2 The number of days needed of salt injury symptoms of the second class

品种或株系	2 级盐害出现天数/d						
	0.0%	0.1%	0.2%	0.4%	0.6%	0.8%	1.0%
河岸-3	—	—	30	18	10	8	5
赤霞珠	—	25	13	10	8	6	3
YH-3	—	—	—	15	8	5	3
YH-6	—	—	—	15	8	5	3
YH-7	—	20	15	15	8	3	2
YH-9	—	25	15	8	8	8	6
YH-11	—	—	8	15	4	8	4
YH-13	40	25	8	8	8	5	4
YH-17	—	—	15	8	3	8	3
YH-18	—	30	20	19	3	3	3
YH-19	—	—	16	8	5	3	3
YH-22	—	—	20	9	7	3	4
YH-24	—	—	25	10	8	5	5
YH-25	—	25	20	15	3	3	3
YH-27	—	—	16	10	6	3	4
YH-36	—	—	17	12	9	8	3
YH-38	—	15	8	8	5	8	3
YH-40	—	—	—	13	14	8	5
YH-42	—	—	33	18	10	8	7
YH-44	—	—	—	10	7	3	3
YH-48	40	30	8	15	12	8	3
YH-49	—	—	20	15	8	8	8
YH-53	—	—	25	15	8	8	3
YH-56	—	—	15	10	5	3	3
YH-64	—	—	32	15	10	6	4
YH-68	—	—	35	13	8	5	4
YH-73	—	—	18	11	7	4	4
YH-74	—	8	15	3	3	3	3
YH-78	—	25	8	10	4	3	3
YH-88	40	15	8	8	6	3	3
YH-90	—	25	15	13	8	5	3
YH-121	—	—	15	8	8	3	3
YH-129	—	—	15	12	8	3	3

注:表中数据为 3 次重复平均值,表 3 同。

2.4 用相对耐盐指数进行耐盐性分级

平均盐害指数能表明试管苗在 7 个盐浓度处理的平均受盐害情况。33 个试验材料的平均盐害指数最大的为株系 YH-73,其 $AD(YH-73)=0.69$;最小值为株系 YH-129,其 $AD(YH-129)=0.38$ (表 3)。根据相对耐盐指数的公式 $RD(X)=1-(ADX-AD_{min})/(AD_{max}-AD_{min})$,可以计算出相应的相对耐盐指数。材料的相对耐盐指数在 0.00~0.99 之

间,相对盐害指数越小,说明材料的耐盐性越低。其中 YH-73、YH-13、YH-25 的相对盐害指数最小,分别为 0、0.06、0.06,说明这 3 个株系的耐盐性最低。YH-129、YH-48、YH-40 的相对盐害指数为 1.00、0.99、0.95,被确定为高耐盐株系,与观察记录的盐害症状结果一致。

根据相对耐盐指数对‘燕山-1’×‘河岸-3’杂交 F₁ 代 31 个株系的组培苗进行耐盐分级(表 4),筛选出高耐盐株系 11 个:YH-6、YH-7、YH-18、YH-40、YH-48、YH-53、YH-56、YH-68、YH-74、YH-121、YH-129;耐盐株系 5 个:YH-3、YH-19、YH-36、YH-38、YH-42;中耐盐株系 7 个:YH-9、YH-24、YH-49、YH-64、YH-78、YH-88、YH-90;盐敏感株系 5 个:YH-11、YH-17、YH-22、YH-27、YH-44;盐高敏感株系 3 个:YH-13、YH-25、YH-73。高耐盐:耐盐:中耐盐:盐敏感:盐高敏=11:5:7:5:3。此外,‘河岸-3’为耐盐葡萄类型,赤霞珠为盐敏感葡萄类型。相对耐盐指数大于父本‘河岸-3’的株系有 8 个:YH-18、YH-40、YH-48、YH-53、YH-56、YH-68、YH-74、YH-129,这 8 个株系的耐盐性表现强于父本‘河岸-3’,出现超亲遗传现象。

3 结论与讨论

金佩芳^[22]等进行了我国野生葡萄试管苗培养研究后认为,不同的野生葡萄种类在同一培养条件下,试管单芽茎段扦插的成苗率差异颇大,其原因归结为种质本身遗传特性的差异。本研究未能获得母本‘燕山-1’和另外 29 个 F₁ 代株系的组培苗,或在随后的继代培养过程中因培养基或培养条件不适造成生长不良或褐化死亡,与金佩芳等结果基本一致。不添加 NaCl 的培养基上培养 40 d 后,YH-13、YH-48 和 YH-88 盐害指数分别为 0.06、0.13、0.06,其余材料的盐害指数为 0,表明该 3 个株系之所以在没有盐胁迫的情况下也出现类似盐害的症状可能是随着培养时间的增长,培养基营养变化或缺乏导致有关。因此,选择在 NaCl 处理 40 d 内,统计不同 NaCl 胁迫水平的盐害等级,从而排除其他非盐胁迫带来的干扰。

失水萎蔫是盐胁迫下多数果树最迅速、最严重的盐害症状,它将直接导致植株死亡。叶片枯焦和黄化是果树在较低盐胁迫下 2 种主要盐害症状,叶片枯焦是由盐离子直接毒害引起,黄化则是由营养缺乏造成^[23]。本研究发现葡萄试管苗在 0.0%~0.4% NaCl 范围内,随盐胁迫时间延长,多数株系或品种在胁迫的 40 d 时间内,叶片上逐渐出现失绿或叶缘枯焦症状,继而在叶片上出现褐斑或褪绿亮

表 3 NaCl 处理后葡萄植株的盐害指数

Table 3 Salt injury index of grapes after NaCl treatments

品种或株系	盐害指数								
	0	0.1%	0.2%	0.4%	0.6%	0.8%	1.0/%	AD	RD
河岸-3	0	0.06	0.25	0.31	0.44	0.88	1	0.42	0.87
赤霞珠	0	0.25	0.44	0.69	0.75	1.00	1	0.59	0.32
YH-3	0	0.13	0.25	0.38	0.63	0.75	1	0.45	0.78
YH-6	0	0.13	0.25	0.38	0.50	0.69	1	0.42	0.87
YH-7	0	0.13	0.31	0.44	0.50	0.63	1	0.43	0.84
YH-9	0	0.25	0.44	0.56	0.63	0.88	1	0.54	0.49
YH-11	0	0.38	0.56	0.75	0.75	0.88	1	0.62	0.24
YH-13	0.06	0.31	0.56	0.88	0.88	1.00	1	0.67	0.06
YH-17	0	0.38	0.56	0.69	0.81	0.94	1	0.63	0.21
YH-18	0	0.06	0.19	0.38	0.56	0.69	1	0.41	0.90
YH-19	0	0.25	0.31	0.50	0.63	0.75	1	0.49	0.64
YH-22	0	0.31	0.56	0.63	0.69	0.88	1	0.58	0.35
YH-24	0	0.25	0.38	0.50	0.63	0.81	1	0.51	0.58
YH-25	0	0.38	0.50	0.88	0.94	1.00	1	0.67	0.06
YH-27	0	0.31	0.50	0.69	0.75	0.94	1	0.60	0.29
YH-36	0	0.19	0.25	0.38	0.56	0.75	1	0.45	0.78
YH-38	0	0.13	0.25	0.38	0.56	0.81	1	0.45	0.78
YH-40	0	0.06	0.19	0.38	0.50	0.63	1	0.39	0.95
YH-42	0	0.19	0.31	0.50	0.63	0.88	1	0.50	0.61
YH-44	0	0.31	0.56	0.69	0.75	0.88	1	0.60	0.29
YH-48	0.06	0.06	0.19	0.31	0.44	0.63	1	0.38	0.99
YH-49	0	0.19	0.38	0.56	0.69	0.81	1	0.52	0.55
YH-53	0	0.06	0.19	0.31	0.50	0.75	1	0.40	0.93
YH-56	0	0.13	0.19	0.38	0.50	0.63	1	0.40	0.92
YH-64	0	0.13	0.31	0.50	0.69	0.94	1	0.51	0.58
YH-68	0	0.13	0.25	0.38	0.50	0.63	1	0.41	0.89
YH-73	0	0.50	0.63	0.81	0.88	1.00	1	0.69	0.00
YH-74	0	0.19	0.25	0.38	0.44	0.56	1	0.40	0.93
YH-78	0	0.31	0.44	0.56	0.69	0.88	1	0.55	0.44
YH-88	0.13	0.19	0.31	0.50	0.63	0.88	1	0.52	0.55
YH-90	0	0.19	0.31	0.56	0.69	0.88	1	0.52	0.55
YH-121	0	0.19	0.25	0.38	0.50	0.75	1	0.44	0.81
YH-129	0	0.13	0.19	0.31	0.44	0.56	1	0.38	1.00

表 4 葡萄耐盐性的分级标准

Table 4 Salt tolerance grade standard of grapes

级别	耐盐性	相对耐盐指数	品种或株系
1	高耐盐	0.81~1.00	YH-6、YH-7、YH-18、YH-40、YH-48、YH-53、YH-56、YH-68、YH-74、YH-121、YH-129; ‘河岸-3’
2	耐盐	0.61~0.80	YH-3、YH-19、YH-36、YH-38、YH-42
3	中耐盐	0.41~0.60	YH-9、YH-24、YH-49、YH-64、YH-78、YH-88、YH-90
4	敏感	0.21~0.40	YH-11、YH-17、YH-22、YH-27、YH-44、赤霞珠
5	高敏	0~0.20	YH-13、YH-25、YH-73

斑。在 0.8% NaCl 下,大多数株系或品种的试管苗在盐胁迫 2 d 以后就陆续出现叶片颜色发黄,失水萎蔫、褐化,表现出明显的盐胁迫伤害症状。

NaCl 胁迫 40 d 内,在 NaCl 浓度为 0.4% 时会有少数株系出现 4 级盐害症状,如赤霞珠;在 NaCl 浓度为 0.8% 时,除 YH-7、YH-53 和 YH-74 无 4

级盐害症状外,其余株系均出现 4 级盐害;供试的所有株系在 1.0% 的 NaCl 时盐害等级均为 4 级,说明供试的杂交后代株系本身具有一定的耐盐性,在低浓度盐害胁迫下仍然能生根,但是,0.6%~0.8% 的 NaCl 浓度是葡萄组培苗耐盐筛选的最大阈值,超过此阈值组培苗不能生长,与赵秀梅^[11]、王海

英^[24]等的结果一致。出现盐害的时间反映的是葡萄组培苗对盐害的敏感度,马凯^[23]等研究 18 种果树的盐害症状和耐盐性,发现各树种出现的盐害等级与土壤含盐量和胁迫时间呈显著或极显著的正相关。本研究不同杂交后代株系出现 2 级盐害症状所需要的时间过程中也观察到此现象,不同的葡萄品种或株系的试管苗出现盐害症状的时间不尽相同,出现症状越早耐盐性越差。

在盐胁迫下,盐害指数作为多年生植物幼树耐盐鉴定指标,以盐害分级和相应级值的株数为基础,能反映葡萄砧木受害的广度和强度,既是植物对盐胁迫响应最敏感的生理过程,又是植物在盐胁迫下的综合表现,可以反映盐胁迫对葡萄砧木生长的抑制程度。赵秀梅^[11]、杜中军^[25]等研究得出,盐害指数与植物的耐盐能力呈负相关,可以反映盐胁迫对葡萄砧木生长的抑制程度。而相对耐盐指数是盐害指数的隶属函数值,可以进行品种间株系间耐盐力的比较,一定程度上反映葡萄株系的耐盐力,相对耐盐指数越大耐盐力越高,所以本研究利用相对耐盐指数初步筛选杂交后代的耐盐性是可行的。

植物的耐盐性是一个受多因素控制的综合性状,目前在植物耐盐性的评价方面,尚无较统一完善的评定指标体系,但盐胁迫条件下的植物生长表现无疑是最直观、最有效的评价指标。植物耐盐性的机制十分复杂,植物耐盐的表现也是多方面的,本研究用试管苗和单一的 NaCl 盐处理,而实际栽培过程中土壤结构及土壤中盐分的组成比较复杂,因此,仅从某个单一层面去研究盐胁迫对植物造成的伤害不够,还应结合田间实际情况做进一步研究。此外,还应该鉴定对这些材料是否抗根瘤蚜等特性,进一步探究其在抗性砧木育种上推广应用的可能性。

参考文献：

[1] 蔺娟,地里拜尔·苏力坦. 土壤盐渍化的研究进展[J]. 新疆大学学报:自然科学版,2007,24(3):318-323.

[2] 王佳丽,黄贤金,钟太洋,等. 盐碱地可持续利用研究综述[J]. 地理学报,2011,66(5):673-684.

[3] 尹勤瑞. 盐碱化对土壤物理及水动力学性质的影响[D]. 陕西杨陵:西北农林科技大学,2011.

[4] 赵旭,王林权,周春菊,等. 盐胁迫对四种基因型冬小麦幼苗 Na⁺、K⁺吸收和累积的影响[J]. 生态学报,2007,27(1):205-213.

[5] 史军辉,王新英,刘茂秀,等. NaCl 胁迫对胡杨幼苗叶主要渗透调节物质的影响[J]. 西北林学院学报 2004,29(6):6-11.

SHI J H,WANG X Y,LIU M X,*et al.* Effects of NaCl on main osmotic adjustment substances in the seedling leaves of *Populus euphratica* [J]. Journal of Northwest Forestry University,

2014,29(6):6-11. (in Chinese)

[6] W 拉夏埃尔. 植物生理生态学[M]. 李博,译. 北京:科学出版社,1982:154.

[7] 王连军,黄甫淳,王铭,等. 盐碱胁迫下山葡萄的叶绿素含量与耐盐性关系的研究[J]. 葡萄栽培与酿酒,1995(4):1-3.

[8] 王铭. 盐碱胁迫下山葡萄嫁接苗生理生化特性研究[D]. 长春:吉林农业大学,2007.

[9] 王跃进,杨亚州,张剑侠,等. 中国葡萄属野生种及其种间 F₁ 代抗旱性鉴定初探[J]. 园艺学报,2004,31(6):711-714.

[10] 张文娥. 中国葡萄属野生种抗寒性鉴定与抗寒基因的 RAPD 标记[D]. 陕西杨陵:西北农林科技大学,2005.

[11] 赵秀梅,张剑侠,王跃进. 葡萄组织苗耐盐性研究[J]. 果树学报,2005,22(3):202-206.

ZHAO X M,ZHANG J X,WANG Y J. Study on the salt tolerance of grape tube plantlets[J]. Journal of Fruit Science, 2005,22(3):202-206. (in Chinese)

[12] 王志刚,包耀贤. 12 个树种耐盐性田间比较试验[J]. 防护林科技,2000(4):9-11.

[13] 王玉祥,刘静,乔来秋,等. 41 个引种树种的耐盐性评定与选择[J]. 西北林学院学报,2004,19(4):55-58.

WANG Y X,LIU J,QIAO L Q,*et al.* Evaluation and selection of salt tolerance of 41 introduced species of tree [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2004, 19(4): 55-58. (in Chinese)

[14] 李国雷,孙明高,夏阳,等. NaCl 胁迫下黄栌、紫荆的部分生理生化反应动态变化规律的研究[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2004,35(2):173-176.

[15] 郭晓丽,时冉冉,白丽荣,等. 不同小麦品种的耐盐性研究[J]. 江苏农业科学,2008(4):43-45.

[16] 阎艳霞,王玉魁,张东. 不同枣品种对 NaCl 胁迫的适应性研究[J]. 河南农业大学学报,2008,42(4):398-341 .

[17] 杨升,张华新,张丽. 植物耐盐生理生化指标及耐盐植物筛选综述[J]. 西北林学院学报,2010,25(3):59-65.

YANG S,ZHANG H X,ZHANG L. Physiological and biochemical indices of salt tolerance and scanning of salt-tolerance plants:a review[J]. Journal of Northwest Forestry University,2010,25(3):59-65. (in Chinese)

[18] 潘学军,张文娥,唐冬梅,等. 无核葡萄离体快繁技术研究[J]. 中国南方果树,2007,36(2):44-46.

[19] 王业遵,马凯,姜卫兵,等. 五种果树耐盐力试验初报[J]. 中国果树,1990(3):8-12.

[20] 李立会,李秀全. 小麦种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006:65-67.

[21] 马翠兰,刘星辉,陈中海. 果树对盐胁迫的反应及耐盐性鉴定的研究进展[J]. 福建农业大学学报,2000,29(2):161-166.

[22] 金佩芳,蒋爱丽,李世诚. 我国野生葡萄试管苗的建立研究[J]. 葡萄栽培与酿酒,1995 (1):31-34.

[23] 马凯,汪良驹,王业遵,等. 十八种果树盐害症状与耐盐性研究[J]. 果树科学,1997,14(1):1-5.

[24] 王海英,孙建设,马宝醜. 苹果砧木组培苗耐盐筛选技术研究[J]. 果树科学,2001,17(3):188-191.

[25] 杜中军,翟衡,罗新书,等. 苹果砧木耐盐性鉴定及其指标判定[J]. 果树学报,2002,19(1):4-7.