

酿酒葡萄品种耐盐性的研究

车永梅, 刘香凝, 肖培连, 尹鹏飞, 刘新

(青岛农业大学 生命科学学院, 山东省高校植物生物技术重点实验室, 山东 青岛 266109)

摘要:以引进的 11 个酿酒葡萄品种为试材,研究了不同葡萄品种在不同浓度 NaCl 条件下的盐害指数、株高和根数等指标,从中筛选出 4 个耐 0.4% NaCl 的品种,以其中耐盐性较强、中等和较弱的 3 个品种进一步分析了其不同盐胁迫下脯氨酸和丙二醛(malondialdehyde,MDA)含量及超氧化物歧化酶(superoxide dismutase,SOD)和过氧化物酶(peroxidase dismutase,POD)活性的变化。结果表明:在盐胁迫下,3 个葡萄品种叶片 MDA 含量均有不同程度升高,耐盐性较弱的品种‘Dechaunac’叶片中 MDA 含量增加幅度大于抗盐性较强的‘Vidal Blanc’和‘Villard Blanc’品种;在 0.2% NaCl 条件下,3 个品种 SOD 和 POD 活性都有不同程度提高,当盐浓度为 0.4% 时,耐盐性较弱的品种‘Dechaunac’叶片中 SOD、POD 活性开始下降,而‘Villard Blanc’和‘Vidal Blanc’品种 SOD、POD 活性继续上升,表明维持较强的抗氧化能力是其抵御盐分胁迫的重要方式。盐胁迫下 3 个品种脯氨酸含量均有不同程度升高,但与抗盐性无严格相关性。

关键词:酿酒葡萄;耐盐性;脯氨酸;丙二醛(MDA);超氧化物歧化酶(SOD);过氧化物酶(POD)

中图分类号:S 663.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)23-0018-05

葡萄(*Vitis vinifera* L.)属葡萄科葡萄属落叶藤本植物,是世界上最古老、分布最广的水果之一,其产量几乎占全世界水果的四分之一,我国葡萄栽培面积居世界首位,但 70% 左右用于鲜食,其次用于酿酒和制葡萄干^[1],随着人们消费水平的不断提高,葡萄酒的需求量不断上升,酿酒葡萄栽培具有广阔的市场前景。

土壤的盐碱化是世界范围内影响作物产量的重要非生物逆境。全国第二次土壤普查结果显示,我国盐渍土总面积约为 3 600 万 hm^2 ,其中具有农业利用潜力的面积约为 1 333 万 hm^2 ,约占全国耕地面积的 10%^[2]。我国的盐渍化土壤主要分布在西北、华北、东北和沿海地区,其中许多地区如新疆、胶东半岛等地光照充足,昼夜温差大,适合葡萄栽培,因此研究筛选抗盐性强的酿酒葡萄品种,研究其抗盐机制对这些土地的开发利用具有重要意义。近年来,葡萄的抗逆研究和栽培受到广泛关注,许多研究者在生理生化和分子水平对葡萄的抗盐性进行了研究^[3-5]。研究发现,盐胁迫使葡萄叶片中叶绿素含量下降,随盐胁迫程度及胁迫时间的增加,葡萄

叶片中叶绿素 a 的含量迅速降低,较低盐浓度时叶绿素 b 含量有所增加,但随盐浓度的进一步增加,叶绿素 b 含量迅速下降^[6];王连君等^[7]发现盐胁迫使山葡萄叶绿素含量下降,下降幅度与品种抗盐性呈负相关,认为盐胁迫下叶绿素含量的变化可作为评价葡萄耐盐碱的生理指标之一;氧代谢失调是盐胁迫对植物造成伤害的一个重要方面,盐胁迫导致葡萄叶片膜脂过氧化加剧和活性氧积累^[8],超氧化物歧化酶(superoxide dismutase,SOD)、过氧化氢酶(catalase,CAT)和过氧化物酶(eroxidase dismutase,POD)是植物体内重要的抗氧化酶,李会云等^[9]对 4 个葡萄砧木品种研究发现,随土壤含盐量增加,葡萄叶片丙二醛(malondialdehyde,MDA)含量逐渐升高,SOD、CAT 和 POD 活性先升高后降低。盐胁迫对植物的另一重要伤害是引起土壤水势显著降低,对植物造成渗透胁迫,在渗透胁迫条件下许多植物通过积累脯氨酸等有机物进行渗透调节,如 NaCl 处理诱导甘草脯氨酸积累^[10],油菜盐胁迫诱导基因中有些是参与脯氨酸代谢的基因^[11],张亚冰等^[12]研究表明,不同抗盐性的葡萄砧木品种盐胁迫下脯氨酸含量变化比较大。目前我国酿酒葡萄品种较单一,抗盐性较差,研究不同酿酒葡萄品种的抗盐性,筛选抗盐性较强的品种,研究其抗盐生理机制对葡萄产业发展具有重要意义。为此,现研究了 11 个优质引进酿酒葡萄品种抗盐性大小及其抗盐机制,以期筛选出抗盐性强的优质酿酒葡萄品种,为开发利用盐碱化土壤促进葡萄酒产业发展提供参考依据。

第一作者简介:车永梅(1970-),女,硕士,副教授,研究方向为植物逆境生理。E-mail:yongmeiche@163.com.

责任作者:刘新(1966-),女,博士,教授,硕士生导师,研究方向为植物逆境生理和信号转导。E-mail:liuxin6080@126.com.

基金项目:山东省科技攻关资助项目(2013GNC11016)。

收稿日期:2015-07-24

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为引进的酿酒葡萄品种 A(‘Couderc 1613’)、B(‘Villard Blanc’)、C(‘Couderc 161-49’)、D(‘76’)、E(‘Noah’)、F(‘Marechal Foch’)、G(‘Chambourcin’)、H(‘Vidal Blanc’(Vidal256))、I(‘Delaware’)、J(‘Couderc’)、K(‘Dechaunac’(Seibel 9549)),以“赤霞珠”(‘Cabernet Sauvignon’)为对照,试验材料为一年生成熟带叶片的枝条和组培苗。大田苗种植于青岛华东百丽葡萄酒庄园。试管苗由青岛农业大学生命科学学院植物逆境生理与分子生物学实验室保存。

1.2 试验方法

1.2.1 葡萄组培苗的培养 以引进的葡萄品种带芽新梢为供试外植体,75%的乙醇浸泡 30 s,0.1%的升汞浸泡 6 min,然后用无菌水充分冲洗 3~5 次。切成 2~3 cm 的小段,接种于 1/2 MS+0.1 mg/L IAA 生根培养基上,置于 2 000 lx 光照,(25±1)℃ 条件培养。4~6 周后使用。

1.2.2 试验材料的处理 以引进的酿酒葡萄品种的一年生成熟带叶片的枝条为材料,分别用含 0.20%、0.40%、0.60% NaCl 的 Hoagland 溶液处理 6 d,计算盐害指数。以各葡萄品种组培苗为材料,分别接种于含 0.00%、0.20%、0.40%、0.60% NaCl 的培养基上,处理 20 d 后记录株高和根数。取各试验品种生长发育正常且一致、无病虫害的大田一年生新生枝条,自基部起第 7~9 节剪下,每个品种选 3~5 株,每株选取 8~10 个枝条,用聚乙烯膜包裹切口,放置在冰盒中带回实验室。筛选后,将枝条剪成 20~30 cm 的小段,于 0.00%、0.20%、0.40% 的盐溶液培养 2 d,检测相关生理指标。

1.3 项目测定

盐害分级标准及盐害指数测定参照秦红艳等^[13]方法;MDA 和脯氨酸含量以及 SOD、POD 活性的测定参照王学奎^[14]方法。

1.4 数据分析

试验数据用 DPS 数据处理系统作方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同酿酒葡萄品种耐盐性的鉴定

2.1.1 盐胁迫下不同酿酒葡萄品种的盐害指数 表 1 显示,经不同浓度 NaCl 胁迫 6 d 后各酿酒葡萄品种均发生了不同程度盐害,随着 NaCl 浓度的增加,11 个品种的盐害指数均呈增加趋势。在 0.20% NaCl 处理下,受盐害最严重的是 G 品种,盐害指数高达 97.83%,其次是“赤霞珠”、E 和 F 品种,盐害指数达分别为 94.12%、95.83%和 95.83%;受盐害最小的是 H 品种,盐害指数为 33.30%,其次是 A、B、J 和 K 品种,盐害指数在

55.00%以下。在 0.40% NaCl 处理下,各品种的受害症状开始加重,受害指数也明显增大。其中“赤霞珠”、C、E、F 和 G 品种已枯死或接近枯死,盐害指数达 100.00%,其次是 A、I 和 K 品种,B、H 和 J 盐害指数均在 55.00%以下,说明 B、H 和 J 品种均能忍受 0.20%和 0.40% NaCl 胁迫,耐盐性大于目前主栽品种“赤霞珠”。在 0.60% NaCl 胁迫处理下,各品种受害指数增加幅度显著。其中以 D 和 I 品种的受害指数增加最为显著,分别为 100.00%和 95.83%,其次为 A、J 和 K,H 和 B 品种受害最轻,受害指数相对较小,分别为 62.50%和 75.00%。因此选择 A、B、J、H 和 K 5 个品种测定盐胁迫下其根系和株高的生长状况,进一步测定其抗盐性。

表 1 盐胁迫下不同酿酒葡萄品种的盐害指数

Table 1 The salt injury index of different wine grapes under salt stress

品种 Variety	盐害指数 Salt injury index/%		
	0.20% NaCl	0.40% NaCl	0.60% NaCl
“赤霞珠”	94.12	100.00	100.00
A	50.00	73.17	90.73
B	45.83	48.83	75.00
C	91.67	100.00	100.00
D	70.83	89.17	100.00
E	95.83	100.00	100.00
F	95.83	100.00	100.00
G	97.83	100.00	100.00
H	33.30	50.00	62.50
I	68.33	78.17	95.83
J	37.50	54.17	91.67
K	54.17	71.17	87.50

2.1.2 盐胁迫对不同酿酒葡萄品种根系生长的影响 由表 2 可知,经不同浓度 NaCl 胁迫处理 20 d 后,随盐浓度增加,各葡萄品种组培苗根数逐渐减少。在 0.20% NaCl 胁迫处理下,H 品种的根数较对照组增多,在 0.40% NaCl 胁迫处理下,其生根数量受抑制程度显著低于其它品种,在不同浓度 NaCl 胁迫条件下,H 品种根系数量最多;K 品种在 0.40% NaCl 胁迫处理条件下生根数量受抑制程度最显著,在 0.60% NaCl 胁迫处理条件下,除 H 品种生长少量根外,其它品种都不生根,说

表 2 盐胁迫下不同酿酒葡萄品种组培苗的根数

Table 2 The root numbers of different wine grapes under salt stress

品种 Variety	根数 Root numbers/条			
	0.00% NaCl	0.20% NaCl	0.40% NaCl	0.60% NaCl
“赤霞珠”	80±3.21c	52±3.00g	2±0.00q	0±0.00r
A	125±2.00a	68±1.53e	11±1.00n	0±0.00r
B	34±3.05i	22±1.53k	11±1.00n	0±0.00r
H	75±3.05d	114±3.21b	31±1.53l	2±0.00q
J	54±3.05f	49±1.00n	15±1.00m	0±0.00r
K	31±2.00j	9±1.53o	5±1.53p	0±0.00r

注:不同小写字母代表 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Different lowercase letters mean significant difference at 0.05 level. The same below.

明都受到了较大程度的抑制。

2.1.3 盐胁迫对不同酿酒葡萄品种株高的影响 表3数据显示,随盐浓度增大,各酿酒葡萄品种株高增长率呈现下降趋势,其中H和J品种在0.20% NaCl胁迫处理下的株高增长率较对照组大,低盐对其生长有一定促进作用;在0.40% NaCl胁迫处理条件下H、J和A品种的株高增长率在30.65%~41.33%,K品种生长受抑制程度最大;在0.60% NaCl胁迫处理下,H和J品种也有一定的生长量。综上试验结果表明,H品种生长较快,抗盐性最强,K品种抗盐性最弱。为进一步探究其耐盐的生理机制,选择耐盐性较强品种H、耐盐性中的品种B以及耐盐性较弱的品种K进一步测定其盐胁迫下脯氨酸积累及SOD和POD等保护酶活性变化。

表3 盐胁迫下不同酿酒葡萄品种组培苗的株高

Table 3 The shoot high of different wine grapes under salt stress

品种	平均株高相对增长率 Relative increase in shoot high/ %			
Variety	0.00% NaCl	0.20% NaCl	0.40% NaCl	0.60% NaCl
“赤霞珠”	68.67±0.01e	21.33±0.02k	0.00±0.00o	0.00±0.00o
A	127.33±0.01a	52.67±0.03f	41.33±0.02g	0.00±0.00o
B	36.50±0.05h	15.50±0.02l	10.65±0.01n	0.00±0.00o
H	95.50±0.01c	119.00±0.03b	37.50±0.01h	25.00±0.01j
J	92.00±0.01d	115.00±0.03b	30.65±0.01i	11.50±0.02m
K	40.67±0.01g	16.67±0.01j	9.00±0.02m	0.00±0.00o

2.2 盐胁迫对不同抗盐性酿酒葡萄品种生理指标的影响

2.2.1 盐胁迫对不同酿酒葡萄品种叶片MDA含量的影响 从图1可以看出,非胁迫条件下,3个葡萄品种叶片MDA含量存在差别,耐盐性品种H叶片MDA含量最少,其次是B品种,盐敏感品种K含量最高。盐胁迫引起酿酒葡萄叶片中MDA含量上升,且MDA含量增加幅度随着盐浓度的增加而增大,其中盐敏感品种K叶片MDA含量上升幅度最大。

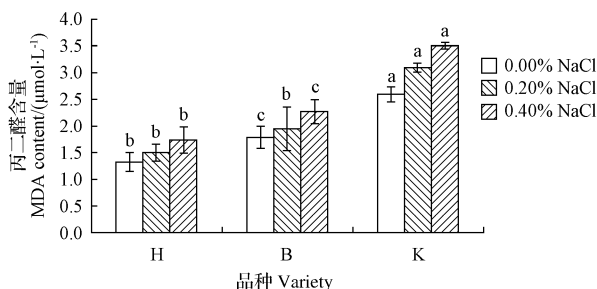


图1 盐胁迫对不同酿酒葡萄叶片MDA含量的影响

Fig. 1 The effect of salt stress on MDA contents in leaves of different wine grapes

2.2.2 盐胁迫对不同酿酒葡萄品种叶片SOD活性的影响 图2结果表明,非胁迫条件下,3个葡萄品种叶片SOD活性无显著差别,0.2% NaCl处理后,3个葡萄品种叶片SOD活性上升,随着盐浓度的升高,抗性较弱的品种K叶片SOD活性迅速下降,而抗性较强的品种(B

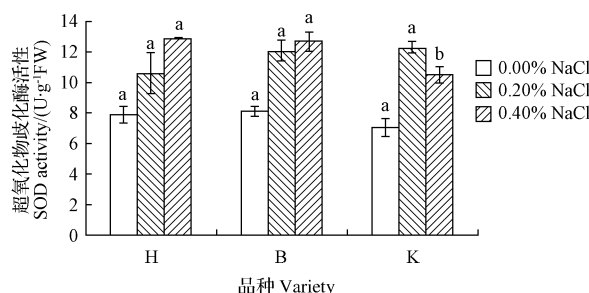


图2 盐胁迫对不同酿酒葡萄叶片SOD活性的影响

Fig. 2 The effect of salt stress on SOD activity in leaves of different wine grapes

和H)的SOD活性继续上升。

2.2.3 盐胁迫对不同酿酒葡萄品种叶片POD活性的影响 图3结果表明,盐胁迫后,葡萄叶片中POD和SOD活性具有相似的变化趋势,即低盐浓度时,3个品种POD活性均上升;高盐浓度时,抗性较强的品种B和H的POD活性继续增加,而耐盐性较弱的品种K的POD活性下降。

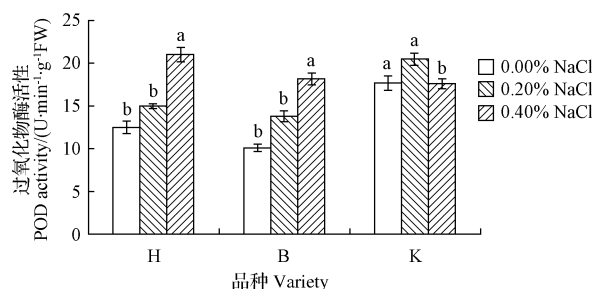


图3 盐胁迫对不同酿酒葡萄叶片POD活性的影响

Fig. 3 The effect of salt stress on POD activity in leaves of different wine grapes

2.2.4 盐胁迫对不同酿酒葡萄品种脯氨酸含量的影响 游离脯氨酸是植物在遭受渗透胁迫时积累的主要渗透调节物质之一,图4表明,经不同浓度NaCl处理后,各酿酒葡萄品种叶片中的脯氨酸含量均升高,且随盐浓度的升高而上升,但品种之间的差异比较大。在不同盐浓度下,B品种的脯氨酸相对含量最高,增加幅度最大;其次为盐敏感品种K,耐盐性品种H增加幅度较小。

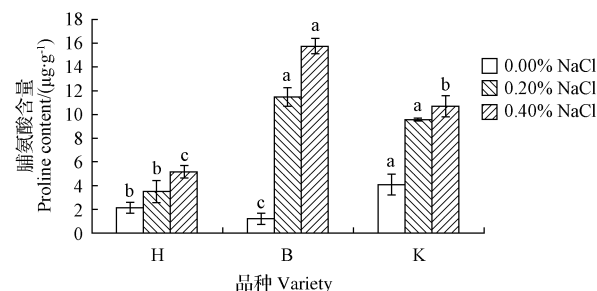


图4 盐胁迫对不同酿酒葡萄叶片脯氨酸含量的影响

Fig. 4 The effect of salt stress on proline content in leaves of different wine grapes

3 讨论与结论

随着人民消费水平的提高,对葡萄酒的需求量和对葡萄酒品质的要求也随之提高,而我国酿酒葡萄品种较单一,抗性较弱,不能满足葡萄产业发展的需求。在我国的西北、华北、东北和沿海等地有大片的盐渍化土壤,约占全国耕地面积的 10%,合理开发利用这些盐渍化土壤对农业生产和国民经济具有重要意义,该试验研究了 11 个优质引进酿酒葡萄品种的耐盐性,通过测定不同浓度 NaCl 条件下各葡萄品种的盐害指数,确定了抗盐性相对强于目前我国主栽酿酒葡萄品种“赤霞珠”的 A、B、H、J 和 K 5 个品种。将 A、B、H、J 和 K 5 个品种由带芽新梢培养的组培苗用不同浓度 NaCl 处理后,测定生根数量及株高增长状况,初步确定这 5 个品种中 H 品种生长较快,抗盐性最强,在低盐(0.20% NaCl)条件下基本不受影响,在盐含量相对较高(0.40% NaCl)时,受抑制程度显著低于其它品种,K 品种耐盐性相对较弱。以耐盐性较强、中等和较弱的 H、B 和 K 品种进一步研究表明,低浓度盐处理后,各葡萄品种叶片 SOD 和 POD 活性上升,随着盐浓度的升高,抗性较弱的 K 品种 SOD 和 POD 活性迅速下降,而抗性较强的 B 和 H 品种的 SOD 和 POD 活性还可继续上升,与抗盐性有较好的相关性,表明盐胁迫条件下,维持相对较高的抗氧化酶活性是提高葡萄抵御盐分胁迫的重要措施。IKBAL 等^[8]研究表明,盐胁迫下 SOD 和 POD 活性的升高与亚精胺和精胺积累有关,低温胁迫通过 H₂O₂ 上调 Cu/Zn SOD 基因表达,提高 SOD 活性^[15],盐胁迫下酿酒葡萄品种中 SOD 和 POD 活性的变化是否也存在类似调节机制尚有待进一步研究。脯氨酸是渗透胁迫下植物体内积累的主要有机渗透调节物质之一,张亚冰等^[12]研究耐盐性不同的葡萄砧木品种盐胁迫下脯氨酸含量变化,发现 NaCl 胁迫下脯氨酸含量呈波动式变化,认为脯氨酸不宜作为葡萄耐盐性鉴定指标。该研究表明,盐胁迫下 3 个酿酒葡萄品种脯氨酸含量均有不同程度增加,其中 B 品种增加幅度最大,其次为盐敏感品种 K,高于耐盐性强的 H 品种,猜测酿酒葡萄于盐胁迫条件下积累的主要渗透调节物质可能不止一种或不同品种积累的主要有机渗透调节物质存在差异,进一步研究测定盐胁迫不同酿酒葡萄品种中可溶性糖等有机渗透调节物质的含量的变化有

助于解决这一问题。

综上所述,该试验从 11 个优质引进酿酒葡萄品种中筛选出‘Vidal Blanc’、‘Villard Blanc’、‘Couderc’和‘Dechaunac’4 个耐 0.4% NaCl 的品种,发现抗盐性强的品种在盐胁迫下能维持较高的 SOD 和 POD 等抗氧化酶的活性,该结果为丰富我国酿酒葡萄品种资源和盐碱地的开发提供重要参考依据。

参考文献

- [1] 段长青. 中国葡萄酒产业现状与发展趋势[C]. 蓬莱: VINITECH CHINA 会议论文集, 2008.
- [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] HENDERSON S W, BAUMANN U, BLACKMORE D H, et al. Shoot chloride exclusion and salt tolerance in grapevine is associated with differential ion transporter expression in roots [J]. BMC Plant Biol, 2014, 14: 273-278.
- [4] DUBROVINA A S, KISELEV K V, KHRISTENKO V S. Expression of calcium-dependent protein kinase (CDPK) genes under abiotic stress conditions in wild-growing grapevine *Vitis amurensis* [J]. J Plant Physiol, 2013, 170(17): 1491-1500.
- [5] ZHU Z, SHI J, CAO J, et al. VpWRKY3, a biotic and abiotic stress-related transcription factor from the Chinese wild *Vitis pseudoreticulata* [J]. Plant Cell Rep, 2012, 31(11): 2109-2120.
- [6] 廖祥儒, 贺普超. 盐胁迫对葡萄叶 H₂O₂ 清除系统的影响[J]. 园艺学报, 1996(4): 389-391.
- [7] 王连君, 王铭, 冯玉才. 盐碱胁迫对山葡萄光合特性的影响[J]. 北方园艺, 2008(1): 41-43.
- [8] IKBAL F E, HERNÁNDEZ J A, BARBA-ESPÍN G, et al. Enhanced salt-induced antioxidative responses involve a contribution of polyamine biosynthesis in grapevine plants [J]. J Plant Physiol, 2014, 171(10): 779-788.
- [9] 李会云, 郭修武. 盐胁迫对葡萄砧木叶片保护酶活性和丙二醛含量的影响[J]. 果树学报, 2008, 25(2): 240-243.
- [10] 唐晓敏, 王文全, 张红瑞, 等. 不同浓度 NaCl 处理对甘草叶片生理特性的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(1): 229-232.
- [11] LONG W, ZOU X, ZHANG X. Transcriptome analysis of canola (*Brassica napus*) under salt stress at the germination stage [J/OL]. PLoS One, 2015, 10(2): e0116217.
- [12] 张亚冰, 刘崇怀, 孙海生, 等. 葡萄砧木耐盐性与丙二醛和脯氨酸关系的研究[J]. 西北植物学报, 2006, 26(8): 1709-1712.
- [13] 秦红艳, 艾军, 李昌禹, 等. 山葡萄组培苗盐害指数和耐盐指数主成分分析[J]. 北方园艺, 2013(16): 18-21.
- [14] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [15] 李希东, 侯丽霞, 刘新, 等. H₂O₂ 与葡萄 *VvIPK2* 基因表达及其低温胁迫响应的关系[J]. 园艺学报, 2011, 38(6): 1052-1062.

Evaluation of Salt Tolerance of Wine Grapes

CHE Yongmei, LIU Xiangning, XIAO Peilian, YIN Pengfei, LIU Xin

(College of Life Sciences, Qingdao Agricultural University/Shandong Key Laboratory of Plant Biotechnology in University, Qingdao, Shandong 266109)

DOI:10.11937/bfyy.201523006

不同辣椒品种耐低温性综合评价

赵恒栋¹, 李明¹, 王怀栋¹, 杨志刚², 马生碧³

(1. 内蒙古农业大学 职业技术学院, 内蒙古 包头 014109; 2. 内蒙古农牧业科学院, 内蒙古 呼和浩特 010031; 3. 陕西省靖边县农业局, 陕西 榆林 718500)

摘要:以9个辣椒新品种为试材,分别测定辣椒生长指标和耐低温生理指标,采用隶属函数法进行分析评价,评价9个辣椒品种越冬生产耐低温性,以期为越冬栽培提供参考。结果表明:9个辣椒品种可以划分为3个不同耐低温等级组群,即耐低温性强组群(“1105”、“1101”和“1104”),耐低温性中等组群(“1103”、“亮剑”和“绿剑65”)和耐低温性弱组群(“红罗丹”、“奥黛丽”和“1102”);在冬季温室内平均气温低于10℃条件下,“1105”在9个辣椒品种中耐低温性最强,在生长指标和耐低温生理指标方面表现要优于其它品种,隶属函数平均值为0.826,为9个辣椒品种最高的。综合来看,“1105”具有较强的耐低温性,在保护地越冬栽培中具有推广价值。

关键词:辣椒;耐低温;隶属函数

中图分类号:S 641.303.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)23-0022-04

辣椒(*Capsicum annuum* L.)是保护地栽培的一种重要的喜温性蔬菜,在北方保护地种植面积较大,但由于冬季温度低,光照弱,影响了北方地区辣椒的生产。因此,在生产中需要能够适应不良环境条件,在一定的低温、弱光条件下栽培能正常生长、开花、结果的辣椒新品种^[1]。引进和筛选适宜北方高寒地区保护地越冬栽培

的辣椒新品种对于生产具有重要意义。

严慧玲等^[1]研究了10个不同甜椒品种及杂种一代对低温弱光的耐受性,将研究评价的10个甜椒新品种划分为耐冷力强,耐冷力中等和耐冷力弱3个类别。王慧等^[2]研究了低温胁迫对辣椒相关生理生化指标的影响,结果表明在8、15℃低温胁迫下,与25℃的正常生长条件相比较,叶绿素含量逐渐降低,可溶性糖含量和脯氨酸含量逐渐增加,过氧化物酶(POD)和超氧化物歧化酶(SOD)活性逐渐提高。郑楠等^[3]研究了嫁接对低温弱光下甜椒幼苗光合作用的影响,结果表明嫁接可显著提高甜椒幼苗的光合功能,减轻低温弱光对其光合作用的影响。此外,还有研究人员针对甜椒耐冷机理及耐冷材料的筛选方法开展了相关研究^[4-5]。随着北方地区日光温室面积的不断扩大,保护地辣椒种植面积也相应的增大,筛选出能够耐低温弱光的辣椒新品种是解决辣椒生

第一作者简介:赵恒栋(1975-),男,内蒙古乌兰察布人,硕士,实验师,现主要从事设施蔬菜栽培等研究工作。E-mail:zhaohengdong12@163.com.

责任作者:杨志刚(1984-),男,内蒙古凉城人,博士,助理研究员,现主要从事蔬菜育种和栽培等研究工作。E-mail: yangzhigang5995@163.com.

基金项目:内蒙古科技厅应用技术研究资助项目(20120804; 20130209)。

收稿日期:2015-07-23

Abstract: Taking eleven imported wine grapes as materials, the salt tolerance of different grapes was tested, four varieties with relatively stronger salt tolerance were screened according to salt injury index, shoot high as well as root numbers under different salt concentration. The proline and malondialdehyde (MDA) contents as well as superoxide dismutase (SOD) and peroxidase dismutase (POD) activities of three grapes with different salt tolerance were examined. The results showed that the MDA content of three varieties all increased, but that of ‘Dechaunac’ with weak salt tolerance increased more significantly. SOD and POD activity of ‘Vidal Blanc’ and ‘Villard Blanc’ with high salt tolerance keep increasing under different salt concentration, that of ‘Dechaunac’ increased under 0.20% NaCl whereas decreased under 0.40% NaCl, this result indicated that ‘Villard Blanc’ and ‘Vidal Blanc’ keeping high antioxidant enzyme activity was an important way for wine grape to resist oxidation induced by salt stress. The proline content of three varieties increased at different level under salt stress, but there was not positive correlation between proline content and salt tolerance.

Keywords: wine grape; salt resistance; proline; malondialdehyde; superoxide dismutase; peroxidase dismutase