

5-氨基乙酰丙酸对盐胁迫下葡萄叶片 光合特性及生长特性的影响

赵宝龙, 刘 鹏, 张 祥, 孙军利

(石河子大学 农学院, 新疆 石河子 832000)

摘 要:以耐盐性较弱的葡萄品种“夏黑”和耐盐性较强的葡萄品种“里扎马特”为试材,在 0、2、4 g·kg⁻¹ 3 个浓度氯化钠(NaCl)胁迫下,对“夏黑”和“里扎马特”叶面喷施 0、75、150 mg·L⁻¹ 浓度的 5-氨基乙酰丙酸(ALA),分别测定其叶片光合气体交换、叶绿素含量以及生长指标,以明确 ALA 对 NaCl 胁迫下葡萄叶片中光合气体交换、叶绿素含量及生长指标的影响。结果表明:“夏黑”葡萄在 2 g·kg⁻¹ 盐胁迫下,喷施 75 mg·L⁻¹ 的 ALA 时,叶片中的光合气体交换呈现出净光合速率(Pn)、蒸腾速率(E)、气孔导度(Gs)的下降值及胞间 CO₂ 浓度(Ci)的升高值最显著,叶绿素含量提高效果明显以及葡萄株高、茎粗的相对生长量缓解效果最明显;“里扎马特”葡萄在 4 g·kg⁻¹ 盐胁迫下,喷施 150 mg·L⁻¹ 的 ALA 时,叶片中的光合气体交换呈现出 Pn、E、Gs 下降值及 Ci 的提高值最显著,叶绿素含量提高效果明显以及葡萄株高、茎粗的相对生长量的缓解效果最明显。由此说明,150 mg·L⁻¹ 浓度的 ALA 对“里扎马特”葡萄的缓解效果相对好于 75 mg·L⁻¹ 浓度,75 mg·L⁻¹ 浓度的 ALA 对“夏黑”葡萄的缓解效果相对好于 150 mg·L⁻¹ 浓度。

关键词:5-氨基乙酰丙酸(ALA);盐胁迫;葡萄;光合气体交换;叶绿素含量;生长指标

中图分类号:S 663.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)14-0001-06

葡萄属葡萄科(Vitaceae)葡萄属(*Vitis*)落叶藤本植物,由于其具有较高的经济价值,是世界上分布最广的果树之一^[1],也是我国重要的果树树种。随着我国果树产业的快速发展,葡萄栽培面积近些年发展迅速,已经成为我国发展速度最快的果树种类之一。新疆的葡萄在全国各省区栽培规模最大,占全国栽培面积的近 1/4,对新疆经济的发展及种植户的收入提高都起到了积极的推动作用^[2]。新疆地区是我国土壤盐渍化较重的地区,可耕土地中约有 31.1% 的面积受到盐渍化的危害,并且随着工业的发展有进一步扩大的趋势^[3]。葡萄虽然具有一定的耐盐性,但严重的盐碱会制约葡萄产业的健康及可持续发展。

5-氨基乙酰丙酸(5-aminolevulinic acid, ALA)是一种

含氮和氧的碳氢化合物,是所有卟啉化合物以及四氢吡咯生物合成的关键前体,而四氢吡咯是生物体内合成叶绿素、细胞色素、光敏素、细胞色素以及维生素 B₁₂ 等不可或缺的物质,因此 ALA 可以参与植物的叶绿素合成和调节植物的生长。ALA 是植物体内天然存在的具有生理活性的物质,对人畜无毒,且在环境中易降解、无残留,具有广阔的研究前景,目前在农业生产上不仅可以显著提高植物的光合速率、着色、产量和改善果实品质^[4-6],还能够在提高植物体内渗透调节物质含量以及细胞保护酶系统的生理活性方面发挥着重要作用,具有类似植物激素的生理活性,能够提高植物的耐盐性^[7]。张春平等^[8]通过紫苏种子在盐胁迫下喷施外源 ALA 后发现,外源 ALA 能够减少盐胁迫下紫苏叶片内相对含水量的下降幅度,提高了细胞保护酶的活性,保护了细胞膜的完整性,从而减缓了盐胁迫对紫苏种子及幼苗的伤害,提高种子及幼苗的抗盐能力;徐晓洁等^[9]对耐盐性不同的 2 个番茄在不同的盐胁迫条件下喷施外源 ALA 进行研究,其研究结果认为,喷施外源 ALA 可以显著提高盐胁迫条件下细胞保护酶 POD、SOD 和 CAT 的活性,降低丙二醛(MDA)含量,对耐盐性弱的番茄品

第一作者简介:赵宝龙(1975-),男,硕士,副教授,现主要从事园艺植物栽培与育种等研究工作。E-mail:zblgrape@126.com.

责任作者:孙军利(1976-),女,博士,副教授,现主要从事园艺植物抗逆生理等研究工作。E-mail:1530322722@qq.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31460495,31560542);石河子大学高层次人才科研启动资助项目(RCZX201520)。

收稿日期:2016-03-22

种尤为显著,因此外源 ALA 可以缓解盐胁迫对番茄生长发育的抑制作用。目前,关于外源喷施 ALA 提高植物抗盐性的相关研究在黄瓜、番茄、西葫芦、紫苏、甘草、豌豆、草莓等作物上均有报道^[4,9-10],但有关外源喷施 ALA 对不同盐胁迫条件下葡萄的生长发育、光合作用的影响尚鲜见深入的研究和报道。该试验结合新疆葡萄生产情况,采用耐盐性较强的“里扎马特”葡萄和耐盐性较弱的“夏黑”葡萄为试材,研究了外源 ALA 对不同盐胁迫下葡萄生长发育、光合特性的影响,以期 ALA 在葡萄抗盐栽培中的开发应用提供参考依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以耐盐性较弱“夏黑”葡萄和耐盐性较强“里扎马特”葡萄^[11]品种为试材,选用当年生的健壮营养袋苗备用;ALA 由美国 Sigma 公司提供。

1.2 试验方法

试验采用沙培盆栽,河沙在装盆之前用水冲洗,洗去里面的盐离子。洗好之后装盆,每盆装 8 kg,于 2015 年 4 月 25 日选择植株生长势一致、根系发达的健壮葡萄营养袋苗进行栽植,每盆放置 1 株在配置好的托盘上,栽后浇 1 遍透水。自然光照,常规管理,避免雨水的干扰,经过 70 d 左右的培养,2015 年 7 月 15 日从培植的葡萄苗中选择生长健壮且长势一致的苗木作为试材进行处理。该试验以氯化钠(NaCl)分析纯作为胁迫的盐源,设置 0、2、4 g · kg⁻¹ 3 个盐处理水平,分别记为 Na₀、Na₁、Na₂。为了避免盐激反应,NaCl 分 3 次等量均匀施入,每次间隔 14 d。每次施入盐后第 2 天对葡萄叶片喷施外源 ALA。ALA 喷施的浓度设置了 0、75、150 mg · L⁻¹ 3 种浓度,分别记为 A₀、A₁、A₂,其中 0 mg · L⁻¹ 处理喷施清水。因此,该试验共设置了 Na₀A₀、Na₀A₁、Na₀A₂、Na₁A₀、Na₁A₁、Na₁A₂、Na₂A₀、Na₂A₁、Na₂A₂ 9 种处理,其中以 Na₀A₀ 为对照(CK)。每个处理至少 5 株,设置 3 次重复。由于 ALA 见光易分解,且 pH 影响着 ALA 效应的发挥,ALA 在 pH 6.5 时对逆境的缓解作用较

表 1 不同盐浓度和不同 ALA 浓度的处理组合

Table 1 Different salt concentration and ALA concentration of the treatment group

处理组合 Treatment combination	Na ₀	Na ₁	Na ₂
A ₀	Na ₀ A ₀	Na ₁ A ₀	Na ₂ A ₀
A ₁	Na ₀ A ₁	Na ₁ A ₁	Na ₂ A ₁
A ₂	Na ₀ A ₂	Na ₁ A ₂	Na ₂ A ₂

好,该试验采用磷酸调整喷施液的 pH 后进行叶面喷施^[8]。第 3 次处理 1 周后(2015 年 8 月 20 日),取葡萄植株上的功能叶片作为测量材料。

1.3 项目测定

1.3.1 光合气体交换及叶绿素相对含量的测定 用 CIRAS-2 型光合仪(英国 PP-Systems 公司生产)分别于处理前(CK)、2015 年 7 月 15 日第 1 次处理后(处理 1)、2015 年 7 月 29 日第 2 次处理后(处理 2)、2015 年 8 月 12 日第 3 次处理后(处理 3),选择葡萄自上而下第 3 片功能叶在 10:00—12:00 进行净光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)、胞间 CO₂ 浓度(Ci)、蒸腾速率(E)等光合气体交换参数的测定;叶绿素相对含量采用叶绿素仪(SPAD-502)进行葡萄活体叶片的测定,测定时间和叶片同上。

1.3.2 生长指标的测定 葡萄的株高、茎粗采用卷尺及游标卡尺测量,每个处理的生长指标测定 3 次,取其平均值。

1.4 数据分析

试验数据采用 SPSS 21.0 软件进行处理与分析,数据平均值采用 Duncan's 新复极差法进行多重比较,采用 Microsoft Excel 进行制表。

2 结果与分析

2.1 ALA 对盐胁迫下葡萄叶片光合气体交换的影响

由图 1、2 可以看出,在盐胁迫条件下,葡萄叶片中 Pn、E、Gs 值均显著低于对照,Ci 值均显著高于对照,均达到差异显著水平,且随着盐胁迫处理次数的不断增加,葡萄叶片的 Ci 值逐渐升高,Pn、E、Gs 值逐渐降低。叶面喷施不同浓度 ALA 处理后,葡萄叶片均呈现出 Pn、E、Gs 值下降,Ci 值升高的趋势。在同一水平盐胁迫条件下,“夏黑”葡萄叶片在 75 mg · L⁻¹ (A₁) 浓度 ALA 处理后,其叶片呈现出的 Pn、E、Gs 值下降程度均显著大于其它浓度,Ci 值的升高程度均显著大于其它浓度;“里扎马特”葡萄叶片在 150 mg · L⁻¹ (A₁) 浓度 ALA 处理后,其叶片呈现出的 Pn、E、Gs 值升高程度均显著大于其它浓度,Ci 值的降低程度均显著大于其它浓度。即“夏黑”葡萄在 2 g · kg⁻¹ 盐胁迫条件下,叶面喷施 75 mg · L⁻¹ 浓度的 ALA(Na₁A₁),“里扎马特”葡萄在 4 g · kg⁻¹ 盐胁迫条件下叶面喷施 150 mg · L⁻¹ 浓度的 ALA(Na₂A₂),其叶片呈现出的 Pn、E、Gs 升高幅度及 Ci 值的下降幅度最显著。

2.2 ALA 对盐胁迫下葡萄叶片中叶绿素含量的影响

由图 3 可以看出,葡萄叶片中叶绿素含量呈现出随盐胁迫程度的不断增加而降低的趋势,耐盐性不同,其降低的速度有差异,耐盐性较强品种“里扎马特”叶绿素

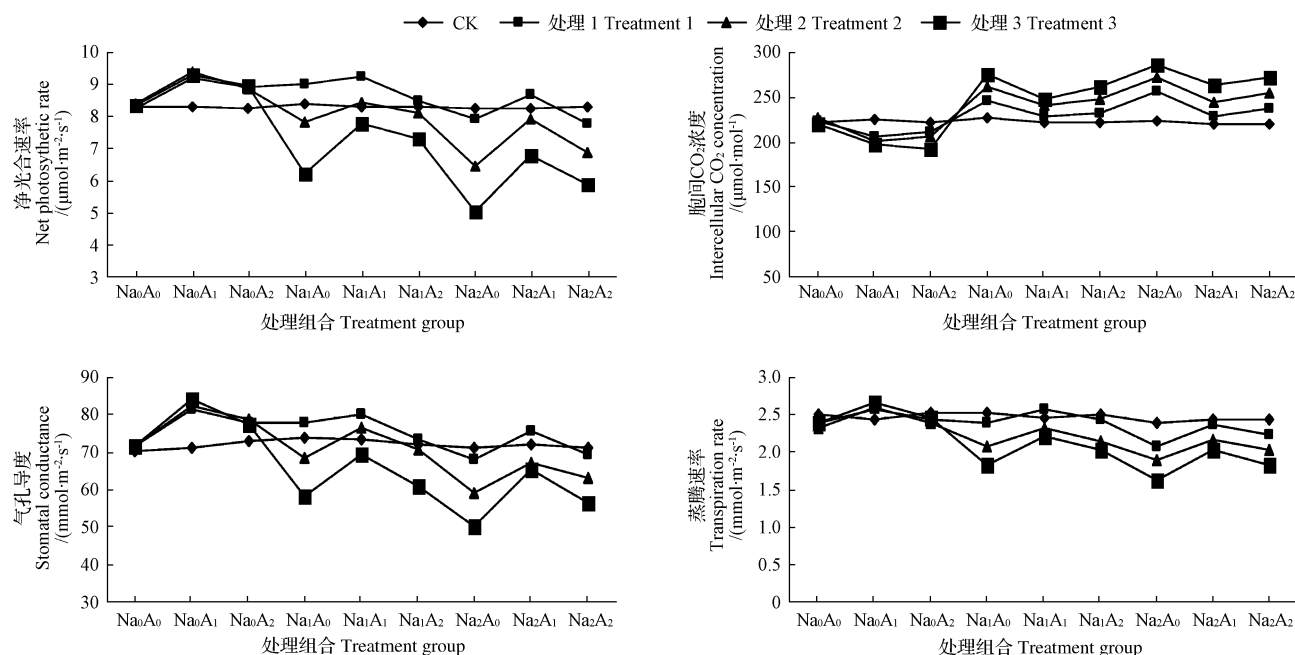


图1 ALA对盐胁迫下“夏黑”葡萄光合气体交换的影响

Fig.1 Effect of ALA on photosynthetic gas exchange of watermelon in 'Summer Black' grape under salt stress

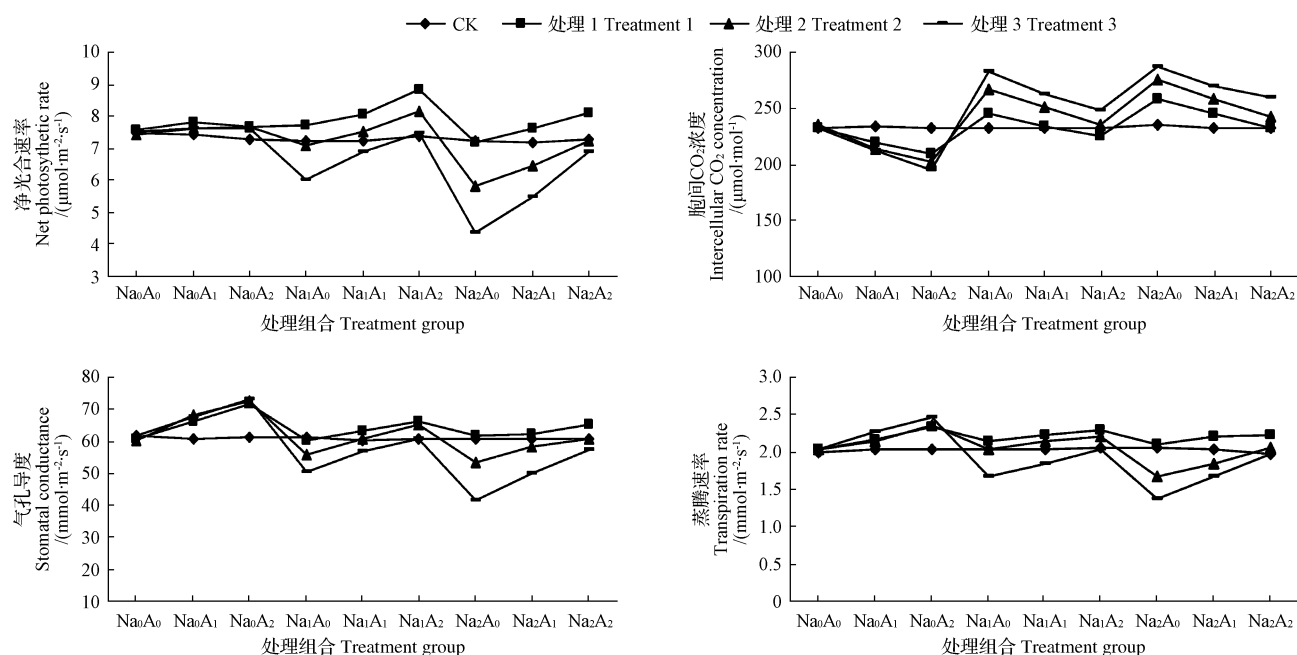


图2 ALA对盐胁迫下“里扎马特”葡萄光合气体交换的影响

Fig.2 Effect of ALA on photosynthetic gas exchange of watermelon in 'Rizamat' grape under salt stress

含量降低速率比耐盐性较弱品种“夏黑”较缓慢。叶面喷施不同浓度的ALA处理后,葡萄叶绿素含量均有不同程度的增加,在同一盐浓度胁迫条件下,“夏黑”葡萄叶绿素含量在 $75\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (A₁)浓度条件下增加量比在 $150\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (A₂)浓度条件下增加量高;“里扎马特”葡萄叶绿素含量在 $150\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (A₂)浓度条件下增加量比在 $75\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (A₁)浓度条件下增加量高;在相同的

ALA浓度处理下,“夏黑”葡萄叶绿素含量增加量在 $2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Na₁)浓度盐胁迫条件下高于 $4\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Na₂)浓度;而“里扎马特”葡萄的叶绿素含量增加量在 $4\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Na₂)浓度胁迫条件下高于 $2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Na₁)浓度。可以看出,耐盐性较弱的“夏黑”葡萄在 $2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 盐胁迫条件下叶面喷施浓度为 $75\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的ALA即Na₁A₁,其对盐胁迫的缓解效果明显;耐盐性较强的“里

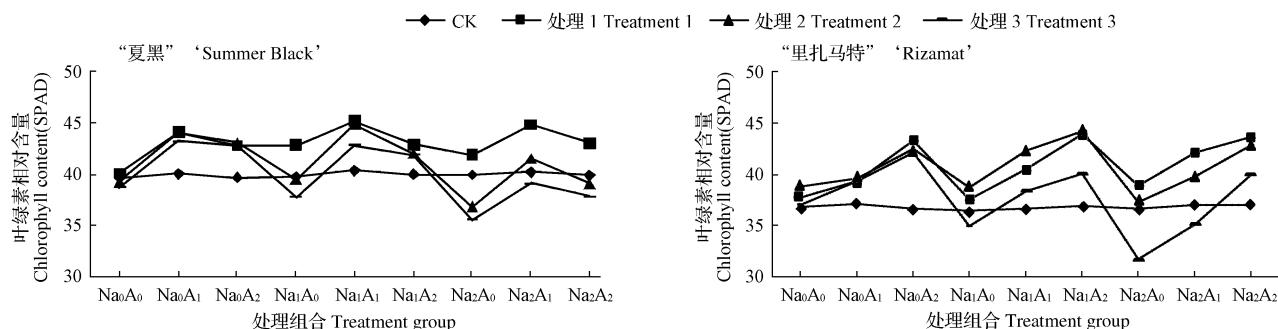


图3 ALA对盐胁迫下葡萄叶片中叶绿素含量的影响

Fig. 3 Effect of ALA on the chlorophyll content in grape under salt stress

扎马特”葡萄在 $4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 盐浓度条件下叶面喷施浓度为 $150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 ALA 即 Na_2A_2 , 其缓解盐胁迫效果明显, 叶绿素含量提高效果明显。

2.3 ALA 对盐胁迫下葡萄生长指标的影响

由表 2 可知, 2 种耐盐性不同的葡萄在不同程度的盐胁迫条件下, 其株高、茎粗的相对生长量均显著低于正常条件下, 由此可以看出, 盐胁迫对葡萄植株的生长产生了抑制作用。当葡萄叶片喷施不同浓度的 ALA 处理后, 株高、茎粗相对生长量均显著高于叶片未喷施 ALA 处理, 有效缓解了盐胁迫对葡萄植株生长的抑制。

表 2

ALA 对盐胁迫下葡萄株高和茎粗相对生长量的影响

Table 2

Effect of ALA on plant high and stem diameter relative growth in grape under salt stress

处理组合 Treatment combination	株高相对生长量 Plant height relative growth/cm		茎粗相对生长量 Stem diameter relative growth/mm	
	“夏黑” “Summer Black”	“里扎马特” “Rizamat”	“夏黑” “Summer Black”	“里扎马特” “Rizamat”
Na_0A_0	$17.83 \pm 0.441\text{c}$	$20.50 \pm 0.500\text{cd}$	$0.56 \pm 0.026\text{de}$	$0.77 \pm 0.007\text{bcd}$
Na_0A_1	$20.83 \pm 0.441\text{a}$	$22.00 \pm 0.289\text{b}$	$0.72 \pm 0.042\text{ab}$	$0.83 \pm 0.035\text{ab}$
Na_0A_2	$18.83 \pm 0.441\text{b}$	$23.83 \pm 0.441\text{a}$	$0.64 \pm 0.024\text{bc}$	$0.87 \pm 0.007\text{a}$
Na_1A_0	$15.50 \pm 0.289\text{ef}$	$18.17 \pm 0.167\text{e}$	$0.53 \pm 0.018\text{e}$	$0.71 \pm 0.018\text{ef}$
Na_1A_1	$18.33 \pm 0.333\text{bc}$	$20.00 \pm 0.577\text{d}$	$0.73 \pm 0.028\text{a}$	$0.76 \pm 0.034\text{cde}$
Na_1A_2	$16.33 \pm 0.167\text{de}$	$21.50 \pm 0.289\text{bc}$	$0.63 \pm 0.029\text{cd}$	$0.81 \pm 0.018\text{bc}$
Na_2A_0	$14.67 \pm 0.441\text{f}$	$16.00 \pm 0.577\text{f}$	$0.50 \pm 0.023\text{e}$	$0.61 \pm 0.013\text{g}$
Na_2A_1	$16.83 \pm 0.441\text{d}$	$18.33 \pm 0.333\text{e}$	$0.66 \pm 0.009\text{abc}$	$0.67 \pm 0.013\text{fg}$
Na_2A_2	$15.17 \pm 0.167\text{f}$	$20.00 \pm 0.577\text{d}$	$0.58 \pm 0.012\text{cde}$	$0.73 \pm 0.007\text{de}$

注: 同一列中不同小写字母表示差异性达到 5% 显著水平。

Note: Different lowercase letters in the same column mean significant difference at 0.05 level.

3 讨论

3.1 ALA 对盐胁迫下葡萄叶片光合气体交换特性的影响

植物的光合作用在盐胁迫条件下受到包括气孔限制因素及非气孔限制因素等多种因素的共同作用而被抑制。Ci 值升高、Gs 值下降的情况则主要是由气孔因素引起的, Ci 值和 Gs 值同时减少时则主要是由非气孔因素引起的^[12]。徐晓洁等^[9]研究表明, 植物处在盐胁迫条件时, 由于盐胁迫导致植物叶肉细胞光合活性的下

其中“夏黑”葡萄在叶面喷施 $75 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓度的 ALA 处理 $2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 盐胁迫时, 株高、茎粗的相对生长量分别提高了 18.26%、37.74%, 效果较明显好于其它处理组合; “里扎马特”葡萄在叶面喷施 $150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓度的 ALA 处理 $4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 盐胁迫时, 株高、茎粗的相对生长量分别提高了 25.00%、19.67%, 效果也较明显好于其它处理组合。即“夏黑”葡萄和“里扎马特”葡萄分别用 $75 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 与 $150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓度的 ALA 处理 $2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的盐胁迫与 $4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的盐胁迫时, ALA 对盐胁迫下葡萄株高、茎粗的相对生长量的缓解效果最明显。

降, 因此盐胁迫下植物叶片光合效能的下降主要是由于非气孔限制引起的^[13], 但喷施一些外源物质有促进植物光合增加的效应, 该研究中的 ALA 就具有增加植物光合效应的作用, ALA 处理促进了植物光合作用的效应, 植株叶片的 Gs、Pn 和 E 值明显高于盐单独处理的值。该试验研究表明, 葡萄在盐胁迫条件下, 其叶片呈现出 Pn、E、Gs 值升高和 Ci 值下降, 叶面喷施 ALA 处理后, “夏黑”葡萄叶片中 Pn、E、Gs 值先升高后下降, Ci 先下降后升高; “里扎马特”葡萄叶片中 Pn、E、Gs 值升高, Ci 值下降。由此可以看出, 盐胁迫条件下, 叶片喷施外源

ALA 能够减缓葡萄叶片中叶肉细胞光合活性的下降速率,从而维持葡萄叶片较高的光合速率。该研究结果与徐晓洁等^[9]的研究结果一致。

3.2 ALA 对盐胁迫下葡萄叶片叶绿素含量的影响

ALA 参与叶绿素合成的研究,很早就受到了重视,叶绿素在光合作用中主要参与光能的吸收、传递和转化^[14],ALA 作为叶绿素生物合成前体的报道已有很多^[12-15]。该研究结果表明,在盐胁迫条件下,葡萄叶片中叶绿素含量下降,叶面喷施 ALA 后有效地保护了叶绿体膜及其结构的完整性,从而抑制了葡萄叶片中叶绿素含量的下降速度,对葡萄叶片正常地光合速率起到了促进作用。这与 HOTA 等^[7]研究的 ALA 能够促进叶绿素的合成的结果一致。

3.3 ALA 对盐胁迫下葡萄生长指标的影响

植物在盐胁迫条件下,其生长速率下降,下降幅度均随着植物根际渗透压的增加而增加,降低而降低。并随着胁迫程度的增加,单株植物的光合速率也下降,最终引起植物碳同化量的减少,制约了茎的生长,导致植物株高和茎粗生长量的减少^[16]。该试验研究表明,当叶面喷施 ALA 处理盐胁迫后,植物的生长得到一定程度的缓解,其株高和茎粗的生长量都比盐胁迫条件下明显增加。这与杨蕊等^[17]研究的 ALA 可提高植物的生长的结果一致。

4 结论

综上所述,为了缓解葡萄的盐伤害,耐盐性不同的葡萄品种在不同的盐胁迫条件下喷施的 ALA 浓度是有差异的。在 $2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 盐胁迫条件下,“夏黑”葡萄叶面喷施 ALA 的适宜浓度为 $75 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$;在 $4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 盐胁迫条件下,“里扎马特”葡萄叶面喷施 ALA 的适宜浓度为 $150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。即这 2 种情况下葡萄叶片呈现出的 Pn、E、Gs 升高值及 Ci 值的下降最显著;叶绿素含量增加值最高;株高、茎粗的相对生长量分别提高了 25.00%、19.67%,效果也较明显好于其它处理组合。

ALA 对不同耐盐性品种的葡萄在盐胁迫下的缓解适宜浓度也不尽相同。该研究中所用的 2 种葡萄品种具有不同的耐盐性,“夏黑”葡萄耐盐性较弱,“里扎马特”葡萄耐盐性较强。对于耐盐性较弱的“夏黑”葡萄, $2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 盐胁迫下叶面喷施 $75 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓度的

ALA 处理时缓解效果最好;对于耐盐性较强的“里扎马特”葡萄, $4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 盐胁迫下叶面喷施 $150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓度的 ALA 处理时缓解效果最好。说明, $150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓度的 ALA 对“里扎马特”葡萄的缓解效果相对好于 $75 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓度, $75 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓度 ALA 对“夏黑”葡萄的缓解效果相对好于 $150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓度。

参考文献

- [1] 许波,李贵宝,王英. 葡萄缺素症状及防治方法[J]. 北方果树,1998(3):22-23.
- [2] 白桦. 新疆葡萄产业竞争力研究[D]. 石河子:石河子大学,2011.
- [3] 新疆维吾尔自治区农业厅. 新疆土壤[M]. 北京:科学出版社,1996:304-366.
- [4] 高年春,孙永平,张琼,等. 外源 5-氨基乙酰丙酸(ALA)对 NaCl 胁迫下草莓植株光合作用的影响[J]. 江苏农业学报,2010,26(6):1329-1333.
- [5] 郭珍,徐福利,汪有科. 5-氨基乙酰丙酸对枣树生长发育和品质的影响[J]. 西北林学院学报,2010,25(3):93-96.
- [6] 汪良驹,王中华,李志强,等. 5-氨基乙酰丙酸促进苹果着色的效应[J]. 果树学报,2004,21(6):512-515.
- [7] HOTA Y, TANAKA T, TAKAOKA H, et al. Promotive effects of 5-aminolevulinic acid on the yield of several crops[J]. Plant Growth Regulation, 1997,22:109-114.
- [8] 张春平,何平,韦品祥,等. 外源 5-氨基乙酰丙酸对盐胁迫下紫苏种子萌发及幼苗抗氧化酶活性的影响[J]. 草药,2011,42(6):1194-1200.
- [9] 徐晓洁,邹志荣,乔飞,等. ALA 对 NaCl 胁迫下不同品种番茄植株光合作用及果实产量的影响[J]. 干旱地区农业研究,2008,26(4):131-135.
- [10] 周月,徐亮,杨立,等. 外源 ALA 对盐胁迫下豌豆幼苗生理特性的影响[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2012,37(8):111-115.
- [11] 周志文. 葡萄种质资源的耐盐性鉴定及其生理基础的研究[D]. 泰安:山东农业大学,2003.
- [12] JIANG H Y, DOU J X, WANG Z Q. Comparison of regulations of NaCl for photosynthesis and osmotic adjust mentability of maize and cotton[J]. Plant Physiology Communications,2001,37(4):303-305.
- [13] 毛桂莲,许兴,徐兆桢. 植物耐盐生理生化研究进展[J]. 中国生态农业学报,2004,12(1):43-46.
- [14] SASAKI K, MARQUEZ F J, NISHIO N, et al. Promotive effects of 5-aminolevulinic acid on the growth and photosynthesis of *Spirulina platensis* [J]. Ferm Bioeng,1995,79:453-457.
- [15] 汪良驹,姜卫兵,章镇,等. 5-氨基乙酰丙酸的生物合成和生理活性及其在农业中的潜在应用[J]. 植物生理学通讯,2003,39(3):185-192.
- [16] 马焕成,蒋东明. 木本植物抗盐性研究进展[J]. 西南林学院学报,1998,39(1):52-59.
- [17] 杨蕊,邹志荣. ALA 肥料对盐胁迫下黄瓜生长发育的促进作用[J]. 园艺进展,2008,37(4):444-449.

Effect of 5-aminolevulinic on Photosynthetic Characteristics and Growth Characteristics of Grape Leaves Under Salt Stress

ZHAO Baolong, LIU Peng, ZHANG Xiang, SUN Junli

(Agricultural College, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000)

DOI:10.11937/bfyy.201614002

白菜套作葱蒜对其产量及品质的影响

徐 蕾, 杨 凤 军, 吴 瑕, 丁 睿, 鹿 英 杰, 候 柏 新

(黑龙江八一农垦大学 农学院, 黑龙江 大庆 163319)

摘 要:白菜连作栽培已严重影响其产量和品质,为克服白菜连作引起的产量减少及品质降低,试验设置白菜套作大葱、白菜套作大蒜、白菜套作分蘖洋葱及白菜单作4种栽培模式,研究了不同套作方式对白菜产量及品质的影响,以期黑龙江地区生产无公害大白菜提供依据。结果表明:套作白菜的鲜样质量较单作有所增加,大葱、大蒜和分蘖洋葱套作白菜后盆栽鲜样质量分别较单作增加35.71%、46.43%和17.86%,大葱、大蒜和分蘖洋葱套作白菜后盆栽总生物量分别较单作增加57.14%、57.14%和46.42%,且达到差异显著水平。白菜套作大葱时,白菜各主要成分含量指标良好,品质较好;白菜套作分蘖洋葱或大蒜时,白菜的各主要成分含量指标均处于中间水平,品质适中;白菜单作时,白菜各主要成分含量指标均处于较低水平,品质较差。套作均一定程度的提高了产量,改善了白菜的品质,套作处理均好于白菜单作,套作大葱效果较好。

关键词:白菜;套作;品质;产量

中图分类号:S 634.104⁺.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)14-0006-05

白菜属罂粟目(Rhoeadales)十字花科(Cruciferae)芸薹属(*Brassica* L.)植物^[1],原产于我国北方,具备营养丰富、产量高、耐储运等特点,是黑龙江地区秋冬季节食用的主要蔬菜,供给期长达半年之久,栽培面积在蔬菜生产中居于首位,在我国蔬菜生产和日常消费中占有至关

重要的地位^[2]。在白菜实际栽培过程中,随着种植结构的调整,白菜的种植成为蔬菜种植的一大产业,但由于各种病害的发生日趋严重,一般造成减产10%左右^[3]。

针对这一问题,学者们进行了大量的研究,确立了众多连作障碍因子,并提出一些可以有效消除连作障碍的措施,如“套作”和“填闲”栽培、应用抗性品种、土壤消毒、合理施肥、生物防治等。间套作是指同一块土地上,生长季节较相似的2种或2种以上的作物按一定比例种植^[4],是中国农业生产中比较传统的栽培方法。通过合理的间套作,可以提高光、温、水、气、肥等各项因子的利用效率,比单作得到更多的收获量;赵建华等^[5]在研究玉米与蒜苗、甘蓝、大豆等植物套作对玉米生产量的

第一作者简介:徐蕾(1991-),女,硕士研究生,研究方向为不同耕作方式对植物品质及土壤微生态环境的影响。E-mail:531133389@qq.com.

责任作者:杨凤军(1972-),男,博士,副教授,硕士生导师,现主要从事设施园艺与环境等研究工作。E-mail:yangfengjun@126.com.

收稿日期:2016-02-26

Abstract: In order to understand influence of 5-aminolevulinic acid (ALA) on photosynthetic gas exchange, chlorophyll content and growth indexes in grape leaves under salt stress (NaCl), two varieties of grapes ‘Summer Black’ (salt sensitive) and ‘Rizamat’ (strong salt resistance) were used as test materials, with three salt stress level of 0, 2, 4 g · kg⁻¹ and different foliar spray of 0, 75, 150 mg · L⁻¹ concentration of ALA on two grape varieties of ‘Black Summer’ and ‘Rizamat’, photosynthetic gas exchange, chlorophyll content and growth index were measured. The results showed that, the 2 g · kg⁻¹ salt stress and 75 mg · L⁻¹ ALA, 4 g · kg⁻¹ salt stress and 150 mg · L⁻¹ ALA treatment respectively for the ‘Summer Black’ and ‘Rizamat’ grape, the Pn, E, Gs and the increasing of Ci showed most significantly, the content of chlorophyll content increased greatly and the two leaf photosynthetic gas exchange showed decreasing of grape plant height, stem diameter relative growth showed the most obvious effect to ease. Therefore, the relief effect of concentration of 150 mg · L⁻¹ ALA on ‘Rizamat’ grape was relative better to the concentration of 75 mg · L⁻¹, concentration of 75 mg · L⁻¹ ALA on ‘Summer Black’ grapes was relative better to the concentration of 150 mg · L⁻¹.

Keywords: 5-aminolevulinic acid; salt stress; grape; photosynthetic gas exchange; content of chlorophyll; growth index