

# 外源 GA<sub>3</sub> 对盐胁迫下板蓝根种子萌发及幼苗生理生化指标的影响<sup>①</sup>

杨彬<sup>1</sup>, 张文斌<sup>2\*</sup>, 李翊华<sup>1</sup>, 陈修斌<sup>1</sup>, 黄若屏<sup>1</sup>, 张荣<sup>2</sup>

(1 河西学院农业与生物技术学院, 甘肃张掖 734000; 2 张掖市经济作物技术推广站, 甘肃张掖 734000)

**摘要:**以板蓝根品种安徽亳州种为试材,在 100 mmol/L NaCl 盐胁迫处理下,研究了外源 GA<sub>3</sub> 对盐胁迫下板蓝根种子萌发及幼苗生理生化指标的影响。结果表明:当外源 GA<sub>3</sub> 的浓度达到 100 mg/L 时,板蓝根种子萌芽能力和幼苗生长表现最优;同时,幼苗光合速率、蒸腾速率、气孔导度和胞间 CO<sub>2</sub> 浓度的数值最大,分别为 CO<sub>2</sub> 5.53 μmol/(m<sup>2</sup>·s)、0.56 mmol/(m<sup>2</sup>·s)、H<sub>2</sub>O 216 mmol/(m<sup>2</sup>·s) 和 287 mg/L;幼苗叶片中 MDA 含量达最低,而 POD 和 SOD 活性最高,其值分别为 0.336 μmol/g FW、26.65 U/(g·min) FW 和 272.53 U/(g·min) FW,可有效缓解盐胁迫对板蓝根种子萌发和幼苗生长造成伤害。

**关键词:**外源 GA<sub>3</sub>; 板蓝根; 种子萌发; 幼苗生理生化指标

**中图分类号:**S682.119

板蓝根 (*Radix isatidis*),学名菘蓝 (*Isatis indigotica* Fort.) 为十字花科二年生草本植物,其根为中药板蓝根,功能为清热、解毒、凉血,是我国传统中药<sup>[1]</sup>。张掖市地处河西走廊中部,境内光照充足,降水稀少,气候干燥,昼夜温差大,是板蓝根种植的优势区域,至 2015 年栽培面积已达到 1.1 万 hm<sup>2</sup>,年产值 5 亿多元<sup>[2]</sup>,种植板蓝根已成为农业增效和农民增收的支柱产业。近年来,随着土壤复种指数的增加,加之大水大肥的投入,土壤盐分聚集造成不同程度的次生盐渍化,土壤次生盐渍化的产生,导致板蓝根产量和品质下降、生产效益不高等问题,这严重制约本区板蓝根产业实现可持续高效发展。

赤霉素 (GA<sub>3</sub>) 作为一种光谱生长调节剂,在农业生产中被广泛利用,其显著的作用就是促进植物的生长发育,主要是通过细胞数目的增加和细胞的伸长来完成<sup>[3]</sup>。目前,有关赤霉素对作物生长影响的研究方面,张永芳等<sup>[4]</sup>研究了外源赤霉素对盐胁迫下谷子种子萌发的影响;李萍等<sup>[5]</sup>研究了外源赤霉素对盐胁迫下盐角草种子萌发及幼苗生长的影响;李翊华等<sup>[6]</sup>研究了盐胁迫下赤霉素对黄瓜种子萌发及幼苗生长的影响,而有关外源赤霉素缓解板蓝根盐胁迫的研究至今尚未见系统报道。因此,研究板蓝根耐盐机理,

对板蓝根耐盐品种的培育和选择都具有重要的理论指导意义。

为探明盐胁迫下板蓝根耐盐性的生理机理,本研究以板蓝根种子和幼苗为试材,分析不同浓度的外源赤霉素处理板蓝根种子后对其种子萌发及幼苗生理生化指标的影响,旨在为板蓝根耐盐的化学调控和缓解盐害对板蓝根的伤害提供理论研究基础和实践依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

试验于 2015 年 10—12 月在河西学院农业与生物技术学院进行。供试的板蓝根品种安徽亳州种,由民乐县六坝中药材专业合作社提供。GA<sub>3</sub> 由上海中秦化学试剂有限公司出品,NaCl 由天津市盛奥化学试剂有限公司生产。

### 1.2 试验设计

试验设 6 个处理,分别为 CK1 (H<sub>2</sub>O)、CK2 (100 mmol/L NaCl)、A1 (50 mg/L GA<sub>3</sub> + 100 mmol/L NaCl)、A2 (100 mg/L GA<sub>3</sub> + 100 mmol/L NaCl)、A3 (150 mg/L GA<sub>3</sub> + 100 mmol/L NaCl)、A4 (200 mg/L GA<sub>3</sub> + 100 mmol/L NaCl);每个处理采用直径 9 cm 的培养皿,用清水冲洗干净后平

基金项目:甘肃省中药材产业科技攻关项目(GYC14-04)资助。

\* 通讯作者(1783069548@qq.com)

作者简介:杨彬(1977—),男,甘肃景泰人,副教授,主要从事农作物栽培与生理方面的研究。E-mail: 745713105@qq.com

放二层滤纸, 分别加入以上处理液 10 ml 将滤纸浸透, 然后选择籽粒饱满的板蓝根种子, 用  $w = 10\%$  次氯酸溶液将种子消毒 10 min, 再用清水冲洗后, 各培养皿中均匀放入 50 粒种子, 每个处理设 3 次重复。

### 1.3 试验方法

**1.3.1 不同浓度外源  $GA_3$  对盐胁迫下板蓝根种子萌发影响** 将不同处理的培养皿置于 20 °C 恒温培养箱内, 每天各处理补充 15 ml 蒸馏水保持滤纸湿润, 以补充蒸发的水分, 并统计其萌芽数, 记录 7 天, 计算种子萌发相关指标。

**1.3.2 不同浓度外源  $GA_3$  对盐胁迫下板蓝根幼苗生长影响** 第 8 天将各处理萌发的种子, 按照株行距分别 5 cm 的规格栽植到规格为长 19 cm、宽 13 cm、高 12 cm 的发芽盒内, 发芽盒内放置 5 cm 厚的细沙, 各发芽盒内注入 6 个不同处理液 250 ml 至沙浸透为止, 每处理重复 3 次; 然后置于人工气候室内进行培养, 温度控制白天 20 °C、夜间 15 °C, 光照和黑暗时数设定每天各 12 h, 待幼苗缓苗后, 浇灌 1/2 Hoagland 营养液, 每隔 3 天浇营养液一次, 幼苗长到四叶一心时测定生态与生理生化指标。

### 1.4 测定方法

**1.4.1 种子萌发测定** 第 4 天计算发芽势, 第 7 天测定发芽率和发芽指数。发芽势 ( $GE$ ) = 4 天内发芽种子数/供试种子数  $\times 100\%$ ; 发芽率 ( $GP$ ) = 全部发芽种子粒数/供试种子粒数  $\times 100\%$ ; 发芽指数 ( $GI$ ) =  $\Sigma(G_t/D_t)$ , 其中,  $G_t$  为  $t$  时间内的发芽数,  $D_t$  为相应的发芽时间 (d)。

**1.4.2 形态和生理生化指标测定** 当幼苗长到四叶一心时, 测定株高、最大叶长、最大叶宽、植株鲜重。每个处理随机选择 3 株, 每株选择向阳第 2 片真叶, 用 TPS-2 便携式光合仪测定光合速率 ( $P_n$ )、气孔导度 ( $G_s$ )、细胞间隙  $CO_2$  浓度 ( $C_i$ ) 及蒸腾速率 ( $T_r$ )。各处理选取第二片完全展开的真叶, 参照李合生<sup>[7]</sup>的方法测定生化指标, 丙二醛 (MDA) 含量的测定采用硫代巴比妥酸法, 超氧化物歧化酶 (SOD) 活性测定采用氮蓝四唑 (NBT) 法, 过氧化物酶 (POD)

活性的测定采用愈创木酚氧化法。

### 1.5 数据分析

所有处理每次测定重复 3 次, 数据为 3 次测定的平均值。采用 Excel 2003 对数据整理和作图, 采用 DPS v 9.05 处理软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 外源 $GA_3$ 对盐胁迫下板蓝根种子萌发影响

从表 1 可以看出, 盐胁迫 (CK2) 处理的板蓝根种子发芽势、发芽率和发芽指数明显低于处理 CK1 (清水), 说明盐胁迫抑制了板蓝根种子的萌发; 同时随着添加外源  $GA_3$  浓度的增大, 处理 A1、A2、A3 和 A4 的发芽势、发芽率和发芽指数呈现先增大而后变小的规律, 当加入外源  $GA_3$  的浓度在 50 mg/L 和 150 mg/L 时, 对盐胁迫的缓解效果比较明显; 当外源  $GA_3$  的浓度达 100 mg/L 时, 其缓解效果最佳, 比处理 CK2 的发芽势、发芽率和发芽指数分别高出 7.55%、17.87% 和 7.38; 当外源  $GA_3$  的浓度超过 150 mg/L 时, 其发芽势、发芽率和发芽指数显著降低。

表 1 外源  $GA_3$  对盐胁迫下板蓝根种子萌发影响 ( $n = 3$ )

Table 1 Effects of exogenous  $GA_3$  on seed germination of *Radix isatidis* under salt stress

处理	发芽势 (%)	发芽率 (%)	发芽指数
CK1	62.58 $\pm$ 3.21 b	71.66 $\pm$ 2.67 bc	20.13 $\pm$ 1.58 b
CK2	51.92 $\pm$ 2.54 cd	63.38 $\pm$ 2.74 c	16.28 $\pm$ 1.32 cd
A1	56.71 $\pm$ 2.64 c	78.64 $\pm$ 2.96 ab	19.25 $\pm$ 1.54 bc
A2	70.13 $\pm$ 3.81 a	81.25 $\pm$ 3.24 a	23.64 $\pm$ 1.86 a
A3	48.64 $\pm$ 2.63 d	76.43 $\pm$ 2.85 b	17.76 $\pm$ 1.12 c
A4	38.26 $\pm$ 1.86 e	53.82 $\pm$ 1.76 d	14.81 $\pm$ 0.98 d

注: 同列数据小写字母不同表示处理间差异达到  $P < 0.05$  显著水平, 下同。

### 2.2 外源 $GA_3$ 对盐胁迫下板蓝根幼苗生长影响

CK1 处理的板蓝根幼苗在株高、最大叶长、最大叶宽和植株鲜重等性状的表现上明显高于 CK2, 分别高出 2.89 cm、3.04 cm、0.65 cm 和 1.30 g (表 2)。在盐胁迫条件下, 加入外源  $GA_3$  的各处理幼苗在生

表 2 外源  $GA_3$  对盐胁迫下板蓝根幼苗生长影响

Table 2 Effects of exogenous  $GA_3$  on the growth of seedlings of *Radix isatidis* under salt stress

处理	株高 (cm)	最大叶长 (cm)	最大叶宽 (cm)	植株鲜重 (g)
CK1	9.67 $\pm$ 0.96 ab	8.78 $\pm$ 0.75 ab	2.02 $\pm$ 0.21 ab	3.16 $\pm$ 0.43 ab
CK2	6.78 $\pm$ 1.04 cd	5.74 $\pm$ 0.86 d	1.37 $\pm$ 0.14 cd	1.86 $\pm$ 0.33 c
A1	8.46 $\pm$ 1.13 b	7.39 $\pm$ 1.22 b	1.98 $\pm$ 0.21 b	2.81 $\pm$ 0.41 b
A2	10.28 $\pm$ 1.63 a	9.21 $\pm$ 1.31 a	2.18 $\pm$ 0.31 a	3.25 $\pm$ 0.63 a
A3	7.35 $\pm$ 0.86 c	6.58 $\pm$ 0.96 c	1.76 $\pm$ 0.42 c	2.42 $\pm$ 0.30 bc
A4	5.47 $\pm$ 0.45 d	4.86 $\pm$ 0.67 e	0.87 $\pm$ 0.07 d	1.45 $\pm$ 0.21 d

长的形态指标上呈现不同程度的差异，以处理 A2 表现最优秀，明显高于其他处理，比 CK2 在株高、最大叶长、最大叶宽和植株鲜重等性状方面分别提高了 34.05%、37.67%、37.16% 和 42.77%，差异达显著水平 ( $P < 0.05$ )。当加入外源 GA<sub>3</sub> 的浓度在 150 mg/L 以上时，幼苗生长受到抑制，以处理 A4 的幼苗株高、最大叶长、最大叶宽和植株鲜重最为明显，胁迫严重。

**2.3 外源 GA<sub>3</sub>对盐胁迫下板蓝根幼苗光合特性影响**  
盐胁迫下 (CK2) 板蓝根幼苗光合速率、蒸腾速率、气孔导度和胞间 CO<sub>2</sub> 浓度与无盐处理 (CK1) 相

比下降了 39.84%、46.15%、35.37% 和 28.50% (图 1)；加入不同浓度外源 GA<sub>3</sub> 的各处理，其光合速率、蒸腾速率、气孔导度和胞间 CO<sub>2</sub> 浓度的数值变化与盐胁迫下的处理 (CK2) 相比，变化规律相似，均表现为随着加入外源 GA<sub>3</sub> 浓度的增加其值先大后小，当 GA<sub>3</sub> 浓度为 100 mg/L 时其值最大，分别为 CO<sub>2</sub> 5.53 μmol/(m<sup>2</sup>·s)、0.56 mmol/(m<sup>2</sup>·s)、H<sub>2</sub>O 216 mmol/(m<sup>2</sup>·s) 和 287 mg/L，当 GA<sub>3</sub> 浓度超过 150 mg/L 时，其值又随之下降；这表明在盐胁迫环境下，加入一定浓度的外源 GA<sub>3</sub> 可缓解盐害对板蓝根幼苗生长的抑制作用，以 GA<sub>3</sub> 浓度在 100 mg/L 为最佳。

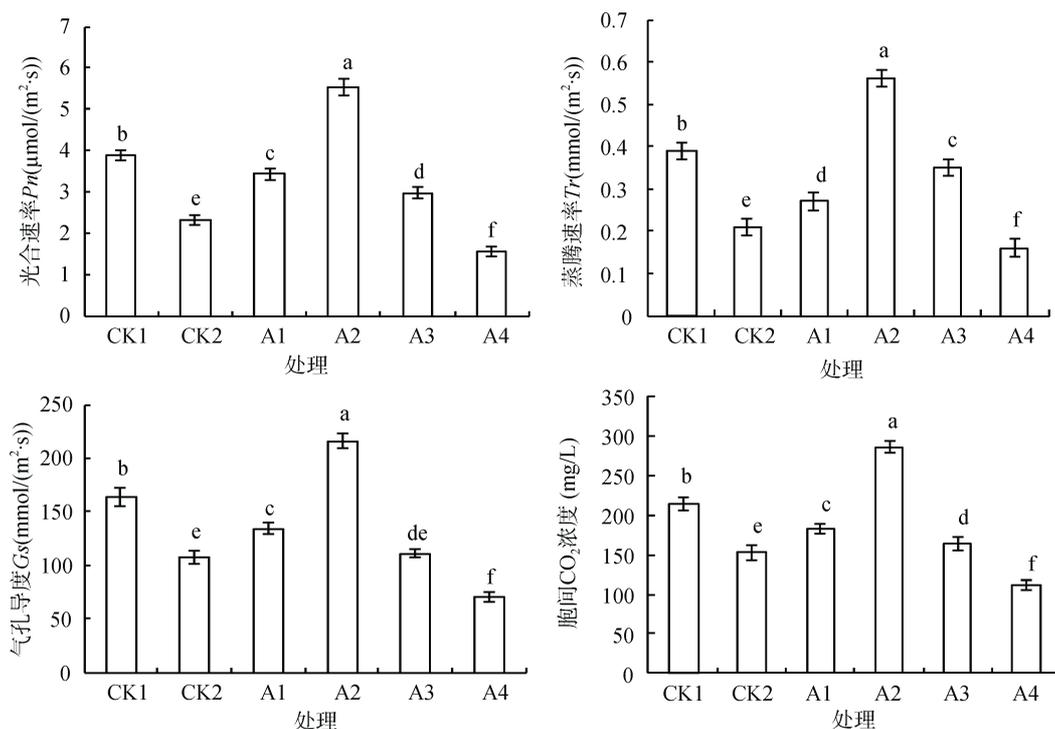


图 1 外源 GA<sub>3</sub>对盐胁迫下板蓝根幼苗光合特性影响

Fig. 1 Effects of exogenous GA<sub>3</sub> on seedling photosynthetic characteristics of *Radix isatidis* under salt stress

**2.4 外源 GA<sub>3</sub>对盐胁迫下板蓝根幼苗叶片 MDA 含量的影响**

从图 2 可以看出，在盐胁迫的处理 (CK2) 板蓝根幼苗叶片中 MDA 含量最高，分别比 CK1、A1、A2、A3 和 A4 高出 0.263、0.619、0.678 和 0.499 μmol/g FW；而在盐胁迫下加入外源 GA<sub>3</sub> 的各处理与 CK2 相比，MDA 的含量均有所下降，分别降低了 61.05%、66.86%、49.21% 和 22.99%，以加入外源 GA<sub>3</sub> 的浓度在 100 mg/L 时的 A2 处理降低的幅度最大，同时 A2 与 CK1 相比 MDA 的含量降低 31.42%，说明在本试验条件下，在盐胁迫环境中加入不同浓度的外源 GA<sub>3</sub> 后均能缓解植株受到胁迫后的伤害，以外源 GA<sub>3</sub> 浓度在 100 mg/L 时的处理 A2 缓解伤害的能力最强。

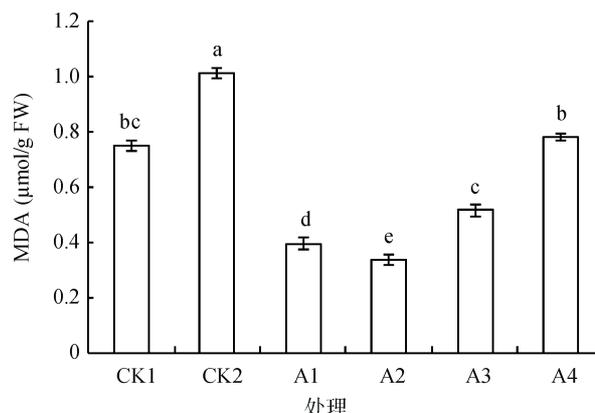


图 2 外源 GA<sub>3</sub>对盐胁迫下板蓝根幼苗 MDA 影响

Fig. 2 Effects of exogenous GA<sub>3</sub> on seedlings MDA of *Radix isatidis* under salt stress

## 2.5 外源 GA<sub>3</sub> 对盐胁迫下板蓝根幼苗叶片抗氧化酶活性的影响

盐胁迫下外源 GA<sub>3</sub> 对板蓝根幼苗叶片的 POD 和 SOD 活性有不同程度的影响 (图 3)。处理 CK2 与 CK1 相比, POD 和 SOD 活性分别降低了 18.13% 和 20.13%; 处理 A1、A2、A3 和 A4 的 POD 和 SOD 活性与 CK2 相比, 随着外源 GA<sub>3</sub> 浓度的增大,

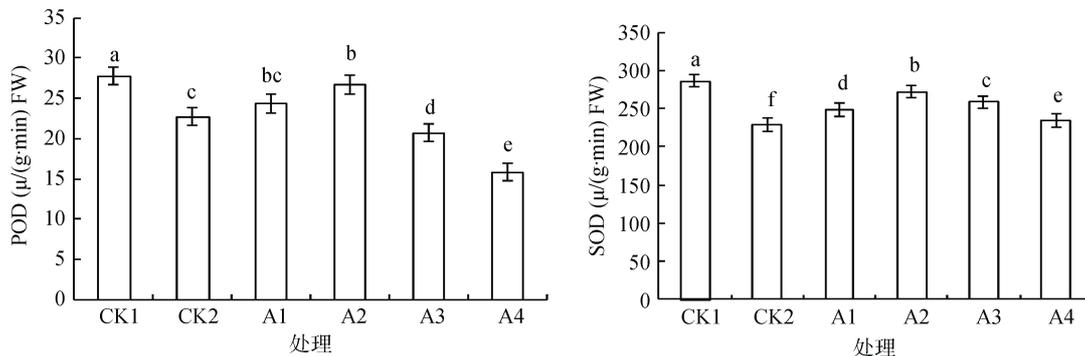


图 3 外源 GA<sub>3</sub> 对盐胁迫下板蓝根叶片抗氧化酶活性的影响

Fig. 3 Effects of exogenous GA<sub>3</sub> on antioxidant enzyme activities of *Radix isatidis* leaves under salt stress

## 3 讨论与结论

植物受到盐胁迫后离子平衡被打破, 不能维持体内的离子平衡, 植株的代谢功能得不到保证, 生长受到显著抑制作用<sup>[8]</sup>, 造成种子发芽率、发芽势和发芽指数降低<sup>[9]</sup>。本试验条件下, 板蓝根种子随着添加外源 GA<sub>3</sub> 浓度的增大, 处理 A1、A2、A3 和 A4 的发芽势、发芽率、发芽指数、株高、最大叶长、最大叶宽和植株鲜重等形态指标呈现先增大而后变小的规律, 这说明适宜浓度的外源 GA<sub>3</sub> 能够缓解盐胁迫的伤害, 浓度高于一定值时会增加盐胁迫危害, 这一研究结果与尹昌喜、叶利民等<sup>[10-12]</sup>的研究相吻合; 试验中得出了当外源 GA<sub>3</sub> 浓度为 100 mg/L 时, 板蓝根幼苗的光合速率、蒸腾速率、气孔导度和胞间 CO<sub>2</sub> 浓度其值最大, 这主要是由于适宜浓度的 GA<sub>3</sub> 促进植物的生长发育<sup>[13]</sup>, 增加了叶片中光合色素的含量<sup>[14]</sup>, 植株代谢能力提高, 因此板蓝根幼苗保持较强的生理活动。MDA 在植物组织内的含量通常用于表示细胞膜脂过氧化程度和植物对逆境条件反应的强弱<sup>[15]</sup>, 本研究以加入外源 GA<sub>3</sub> 的浓度在 100 mg/L 时的 A2 处理降低的幅度最大, 说明本处理板蓝根叶片中 MDA 含量与其他处理相比胁迫程度最低, 植物受到伤害程度最弱, 这与王小平等<sup>[16]</sup>在丝瓜上的研究相一致。SOD 是一种抗氧化酶, 其活性高低与植物抗氧化性大小有一定的相关性<sup>[17]</sup>, 与 POD 协同作用将 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 等物质分解为无

其值也相应增大, 当外源 GA<sub>3</sub> 在 100 mg/L 时 POD 和 SOD 活性最高, 分别为 26.65 和 272.53 U/(g·min FW), 与 CK2 相比增加了 14.78% 和 15.99%; 当 GA<sub>3</sub> 浓度超过 150 mg/L 时, 其 POD 和 SOD 活性随之降低, 总体变化呈现“低-高-低”的规律, 这一结果表明: 板蓝根幼苗在盐胁迫环境条件下, 加入外源 GA<sub>3</sub> 后能一定程度上缓解盐胁迫产生的活性氧伤害。

害物质, 进而减轻逆境对植物细胞的伤害<sup>[18]</sup>, 研究表明, 当外源 GA<sub>3</sub> 在 100 mg/L 时, 板蓝根幼苗的 POD 和 SOD 活性最高, 说明其更有效地缓解盐胁迫产生的活性氧伤害程度, 其机制可能与在该浓度下外源 GA<sub>3</sub> 能够维持细胞膜结构的稳定, 在逆境下具有保护植物细胞膜免遭损伤、降低离子渗漏等功能有关<sup>[19-20]</sup>, POD 和 SOD 活性的增加, 减轻质膜遭受氧化损伤的程度, 从而起到缓解盐胁迫伤害的效应。

本试验结果表明: 在盐胁迫环境条件下, 衡量板蓝根种子萌芽能力强弱的发芽势、发芽率、发芽指数等指标与幼苗生长量大小的株高、最大叶长、最大叶宽和植株鲜重等形态指标的变化相似, 随着添加外源 GA<sub>3</sub> 浓度的增大, 呈现先增大后变小的规律, 当外源 GA<sub>3</sub> 的浓度达到 100 mg/L 时, 板蓝根种子萌芽能力和幼苗生长表现最优; 同时, 在该浓度下, 板蓝根幼苗光合速率、蒸腾速率、气孔导度和胞间 CO<sub>2</sub> 浓度的数值最大, 植株保持较高的生理代谢水平, 幼苗叶片中 MDA 含量达最低, 而 POD 和 SOD 活性最高, 其值分别为 0.336 μmol/g FW、26.65 U/(g·min) FW 和 272.53 U/(g·min) FW, 可有效缓解盐胁迫对板蓝根种子萌发和幼苗生长的伤害, 植株生长发育良好。这一研究结论对指导板蓝根在盐胁迫下实现高产优质化生产, 缓解盐胁迫对板蓝根植株造成的伤害可提供一定理论依据。

## 参考文献：

- [1] 谭勇, 梁宗锁, 董娟娥, 等. 水分胁迫对不同产地板蓝根幼苗抗氧化酶活性和根系活力的影响[J]. 华北农学报, 2006, 21(5): 20-23
- [2] 薛兴林, 周志龙. 河西干旱地区板蓝根高效节水栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2015(12): 87-88
- [3] 杨塞, 肖层林. 赤霉素的生物合成及促进水稻茎伸长机理研究进展[J]. 作物研究, 2004(5): 317-320
- [4] 张永芳, 卫秋慧, 王润梅, 等. 外源赤霉素对盐胁迫下谷子种子萌发的影响[J]. 作物研究, 2012(6): 139-141
- [5] 李萍, 华春, 周泉澄, 等. 外源赤霉素对盐胁迫下盐角草种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2011, 12(2): 217-221
- [6] 李翊华, 陈修斌, 王燕慧, 等. 盐胁迫下赤霉素对黄瓜种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 西北农业学报, 2014, 23(9): 207-210
- [7] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 167-168
- [8] 宋姗姗, 隆小华, 刘玲, 等. 钠钾比对盐胁迫下盛花期长春花离子分布和光合作用的影响[J]. 土壤学报, 2011, 48(4): 883-887
- [9] 王玉萍, 董雯, 张鑫, 等. 水杨酸对盐胁迫下花椰菜种子萌发及幼苗生理特性的影响[J]. 草业学报, 2012, 21(1): 213-219
- [10] 尹昌喜, 汪献芳, 金莉, 等. 赤霉素对盐胁迫下水稻种子发芽及幼苗生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(14): 6 389-6 390
- [11] 叶利民, 许芬芬, 周琴. 外源 GA<sub>3</sub> 对盐胁迫下水稻种子萌发的影响[J]. 湖北农业科学, 2010, 49(9): 320-324
- [12] 薛志忠, 吴新海. 赤霉素对盐胁迫下番茄种子萌发特性的影响[J]. 北方园艺, 2011(15): 59-61
- [13] 杨塞, 肖层林. 赤霉素的生物合成及促进水稻茎伸长机理研究进展[J]. 作物研究, 2004(5): 317-320
- [14] 徐措, 金芳. 外源激素对盐胁迫下草莓光合性能的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2006, 41(2): 31-34
- [15] 张云英, 张永清, 余小平. 调控物质浸种对 NaCl 胁迫小麦幼苗生长抑制的缓解效应[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2008, 36(1): 68-71
- [16] 王小平, 张边江, 续晨. 外源赤霉素对盐胁迫下丝瓜幼苗生长及抗性生理的影响[J]. 广东农业科学, 2013(20): 38-40
- [17] 郑少文, 邢国明, 李军, 等. 北方常见绿化树种的滞尘效应[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2008, 28(4): 383-387
- [18] 余曼, 汪正祥, 雷耘, 等. 武汉市主要绿化树种滞尘效应研究[J]. 环境工程学报, 2009, 3(9): 1 133-1 139
- [19] 孟红梅, 张芬琴, 韩多红, 等. Ca<sup>2+</sup> 对 Cd<sup>2+</sup> 胁迫下板蓝根种子萌发及幼苗抗氧化酶活性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2014, 32(1): 161-165
- [20] 颜路明, 郭祥泉. 盐碱胁迫对香樟幼苗离子吸收与分配的影响[J]. 土壤, 2015, 47(6): 1 176-1 180

## Effects of Exogenous GA<sub>3</sub> on Seed Germination and Physiological and Biochemical Indexes of Seedling of *Radix isatidis* Under Salt Stress

YANG Bin<sup>1</sup>, ZHANG Wenbin<sup>2\*</sup>, LI Yihua<sup>1</sup>, CHEN Xiubin<sup>1</sup>, HUANG Ruoping<sup>1</sup>, ZHANG Rong<sup>2</sup>

(1 College of Agriculture and Biotechnology, Hexi University, Zhangye, Gansu 734000, China;  
2 Zhangye Economic Crop Technology Promotion Station, Zhangye, Gansu 734000, China)

**Abstract:** Taken the varieties of *Radix isatidis* from Bozhou in Anhui Province as experimental material, under 100 mmol/L NaCl salt stress, the effects of exogenous GA<sub>3</sub> were studied on seeds germination and seedling physiological biochemical indexes. The results showed that when the concentration of exogenous GA<sub>3</sub> 100 mg/L, seeds germination and seedlings growth were optimal; at the same time, photosynthetic rate, transpiration rate, stomatal conductance and intercellular CO<sub>2</sub> concentration reached the maximum values, were CO<sub>2</sub> 5.53 μmol/(m<sup>2</sup>·s), 0.56 mmol/(m<sup>2</sup>·s), H<sub>2</sub>O/216 mmol/(m<sup>2</sup>·s) and 287 mg/L, respectively; MDA content in seedling leaves was the lowest while the activities of POD and SOD were the highest, were 0.336 μmol/g FW, 26.65 U/(g·min) FW and 272.53 U/(g·min) FW, respectively, which can effectively alleviate salt stress damage to seeds germination and seedling growth of *Radix isatidis*.

**Key words:** Exogenous GA<sub>3</sub>; *Radix isatidis*; Seed germination; Seedling physiological indexes