

外源ALA对板蓝根幼苗光合特性及叶绿素荧光参数的影响

张 荣¹, 张文斌¹, 王勤礼^{2,3}, 陈修斌^{2,4}, 李文德¹, 张春梅^{2,4}, 李雨露⁵

(1. 张掖市经济作物技术推广站, 甘肃 张掖 734000; 2. 甘肃省河西走廊特色资源利用重点实验室, 甘肃 张掖 734000; 3. 河西学院河西走廊设施蔬菜工程技术研究中心, 甘肃 张掖 734000; 4. 河西学院农业与生态工程学院, 甘肃 张掖 734000; 5. 成都理工大学地球科学学院, 四川 成都 610059)

摘要: 以板蓝根品种安徽亳州种为试材, 研究了不同浓度 (200、400 mg/L) ALA 对板蓝根幼苗光合特性和叶绿素荧光参数的影响。结果表明, 与喷蒸馏水相比, 板蓝根幼苗叶片的净光合速率(Pn), 气孔导度(Gs), 蒸腾速率(Tr)、胞间 CO₂ 浓度(Ci)显著提高, 略提高了板蓝根水分利用率。200、400 mg/L ALA 处理后, 初始荧光(F_o)极显著(P<0.01)降低, 降低幅度分别为7.6%、14.7%; 与喷蒸馏水相比, 200 mg/L 外源 ALA 处理最大荧光(F_m)、可变荧光(F_v)、最大光化学效率(F_v/F_m)、潜在光化学效率(F_v/F_o)、光能获取能力(1/F_o-1/F_m)分别提高1.06%、2.98%、1.97%、11.44%、10.98%; 400 mg/L 外源 ALA 处理分别提高1.72%、5.54%、3.81%、23.72%、23.53%, 除(1/F_o-1/F_m)处理之间差异显著(P<0.05)外, 其余指标处理间差异均达极显著(P<0.01)水平。喷施 ALA 能提高板蓝根幼苗植株的光合能力。

关键词: 板蓝根; ALA; 光合特性; 叶绿素荧光参数

中图分类号: S567.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)06-0024-05

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2021.06.007](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2021.06.007)

Effects of Exogenous ALA on Photosynthesis Characteristics and Chlorophyll Fluorescence Parameters of Radix Isatidis Seedlings

ZHANG Rong¹, ZHANG Wenbin¹, WANG Qinli^{2,3}, CHEN Xiubin^{2,4}, LI Wende¹, ZHANG Chunmei^{2,4}, LI Yulu⁵

(1. Zhangye Economic Crops Technology Extending Stations, Zhangye Gansu 734000, China; 2. Key Laboratory of Hexi Corridor Characteristic Resources Utilization, Zhangye Gansu 734000, China; 3. Engineering & Technical Research Center for Greenhouse Vegetable in Hexi Corridor, Hexi University, Zhangye Gansu 734000, China; 4. College of Agriculture and Ecological Engineering, Hexi University, Zhangye Gansu 734000, China; 5. College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu Sichuan 610059, China)

Abstract: Radix isatidis Anhui bozhou was used as the material, the effect of Exogenous ALA on Photosynthesis and chlorophyll II fluorescence dynamics of radix isatidis (*Isatis indigotica* F.) seedlings was studied. The results showed that the net photosynthetic rate(Pn), stomatal conductance(GS), transpiration rate

收稿日期: 2021-01-20

基金项目: 甘肃省中药材产业科技攻关项目(GYC14-04)。

作者简介: 张 荣(1983—), 男, 甘肃张掖人, 高级农艺师, 主要从事经济作物技术推广工作。联系电话: (0)13919753183。

通信作者: 张文斌(1966—), 男, 甘肃永登人, 研究员, 主要从事农作物栽培与生理方面的研究工作。Email: 1783069548@qq.com。

(Tr) and intercellular CO₂ concentration (Ci) of seedling leaves of Radix isatidis were significantly increased compared with that of spraying distilled water, which slightly improved the water use efficiency of Radix isatidis. The initial fluorescence (F_0) was significantly decreased ($P < 0.05$) by 7.6% and 14.7% after 200 mg/L and 400 mg/L ALA treatment. The maximum fluorescence (F_m), the variable fluorescence (F_v), the PS II maximum photochemical efficiency (F_v/F_m), the potential photochemical efficiency (F_v/F_0) and the ability of PS II reaction center to trap energy from antenna pigment ($1/F_0 - 1/F_m$) were increased by 1.06%, 2.98%, 1.97%, 11.44% and 10.98%, respectively, compared with spraying distilled water with 200 mg/L exogenous ALA; 400 mg/L exogenous ALA treatment increased by 1.72%, 5.54%, 3.81%, 23.72%, 23.53%, respectively. There were significant differences among ($1/F_0 - 1/F_m$) treatments ($P < 0.05$), and the differences among other indexes were extremely significant ($P < 0.01$), which indicated that exogenous ALA treatment could improve photosynthesis ability of radix isatidis seedlings.

Key words: Radix isatidis; ALA; Photosynthesis; Chlorophyll fluorescence dynamics

光合作用是植物生物产量的主要决定因素之一,不同植物在不同环境下光合障碍的机理各不相同^[1-4]。5-氨基乙酰丙酸(5-aminolevulinic acid, ALA)是所有生物体内卟啉化合物包括叶绿素、光敏素等生物合成的第一个关键前体^[5]。在绿色植物中,ALA在质体中合成并转化为叶绿素和亚铁血红素,与植物的光合作用与呼吸作用关系密切。研究表明,无论是用 ALA 浸泡根系还是叶面喷施,其对植株整体都会产生生理效应^[6]。板蓝根(Radix Isatidis)学名菘蓝(*Isatis indigotica* Fort.),又叫大青叶,十字花科二年生草本植物,用根入药称之为板蓝根,用叶入药称之为大青叶,具有清热解毒,凉血利咽之功效,是传统中药^[7-10]。民乐县地处甘肃河西走廊中部,农区海拔 1 589 ~ 5 027 m,全年无霜期 140 d,境内土地肥沃,日照充足,气候温和,是典型的绿洲农业和培育天然绿色食品的理想之地。该区板蓝根常年种植面积稳定在 10 000 ~ 16 700 hm²^[11],素有“中国板蓝根之乡”的美称,种植板蓝根可以取得良好的经济效益与生态效益。板蓝根出苗后,个体绿色面积小,光合作用制造的养分也少,地上部、地下部都表现的生长缓慢。我们以 4 叶 1 心板蓝根幼苗为试材,喷施不同浓度的 ALA,研究外源 ALA 对板蓝根光合特性及叶绿素

荧光参数的影响,以探索 ALA 对板蓝根的应用价值。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试 5-氨基乙酰丙酸(ALA)由日本 Cosmo 公司提供。所用 NaCl 为分析纯。供试板蓝根品种为安徽亳州种。

1.2 试验方法

试验于 2018 年在甘肃省张掖市民乐县六坝镇进行。板蓝根培养至 4 叶 1 心期,选择生长一致的幼苗,用浓度为 200、400 mg/L 的 ALA 叶面喷施,以蒸馏水为对照(CK)。叶面喷施以叶面有一层均匀的药液为标准,分别在选择幼苗后 7、14、21 d 时喷施。3 次重复,每重复 60 株幼苗。喷施次日选取幼苗第 3 片真叶进行相关指标测定。

1.3 测定项目及方法

8:00 ~ 11:00 时,用美国 LI-COR 公司产 LI-6400 型光合仪测量,每处理选取 3 片完好的真叶,重复 3 次。用 LI-6400 便携式光合作用测定仪测定净光合速率 [P_n , $\mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]、蒸腾速率 [Tr , $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]、气孔导度 [G_s , $\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]、胞间 CO₂ 浓度 [C_i , $\mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]以及叶温 (T_l , $^{\circ}\text{C}$)等。水分利用率按 $WUE = P_n/Tr$ 计算。测定光强为 800 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,采用开放气路,

CO₂ 气体采自相对稳定的 3~4 m 的空中, 叶室温度 25 ℃。测定前首先对供试植株进行 30 min 暗适应, 然后用 LI-6400 型光合分析仪配备的 6400240 叶绿素荧光叶室, 按照仪器使用说明对样品叶暗适应初始荧光 (F_0)、最大荧光 (F_m)、可变荧光 (F_v)、恒态荧光值 (F_s) 等荧光参数指标进行测定, 计算最大光化学效率 (F_v/F_m)、潜在光化学效率 (F_v/F_0)、光能获取能力 ($1/F_0-1/F_m$)。

1.4 数据分析

数据统计分析采用 Excel 和 DPS 数据处理系统, 以平均值 ± 标准差反应每个处理各指标的大小。

2 结果与分析

2.1 外源 ALA 对板蓝根幼苗叶片净光合速率和气孔导度的影响

通过图 1 可以看出, 外源 ALA 增加了板蓝根幼苗叶片净光合速率, 喷施 400 mg/L 的 ALA 后, 在 7、14、21 d 时, 板蓝根叶片净光合速率分别比对照增加了 10.14%、

12.32%、20.35%。气孔导度是表征植物叶片气孔与外界进行气体交换的畅通程度。喷施 400 mg/L 的 ALA 增加了板蓝根幼苗叶片气孔导度, 在 7、14、21 d 时分别比对照增加了 4.45%、5.41%、11.58%。

2.2 外源 ALA 对板蓝根幼苗叶片蒸腾速率和胞间 CO₂ 浓度的影响

由图 2 可见, 板蓝根幼苗喷施 200 mg/L 的外源 ALA 时, 蒸腾速率和胞间 CO₂ 浓度增加不显著。喷施 400 mg/L 的 ALA 后, 在 7、14、21 d 时, 蒸腾速率分别比对照增加了 5.82%、10.36%、14.56%, 胞间 CO₂ 浓度分别比对照增加了 9.06%、8.40%、15.66%。说明喷施外源 ALA 增加了板蓝根幼苗叶片蒸腾速率和胞间 CO₂ 浓度。

2.3 外源 ALA 对板蓝根幼苗水分利用率的影响

植物水分利用率的大小取决于光合速率的大小, 光合速率越高, 水分利用率也高, 水分利用率与光合速率呈极显著正相关^[6]。

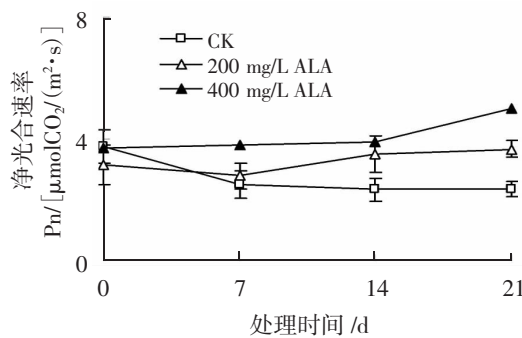


图 1 不同浓度外源 ALA 对板蓝根幼苗净光合速率和气孔导度的影响

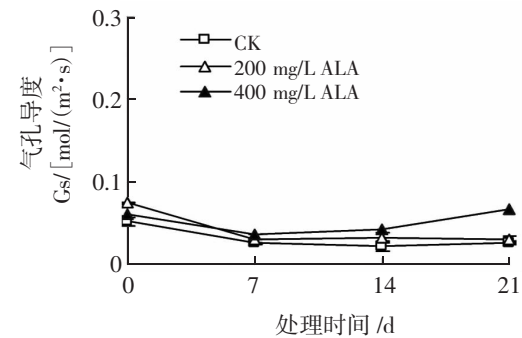
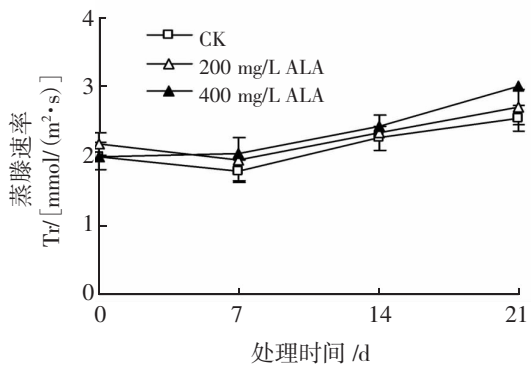


图 2 不同浓度外源 ALA 对板蓝根幼苗蒸腾速率 (Tr) 和胞间 CO₂ 浓度 (Ci) 的影响

由图 3 可见, 喷施 200 mg/L 和 400 mg/L 的外源 ALA 时, 略提高了板蓝根叶片的水分利用率。

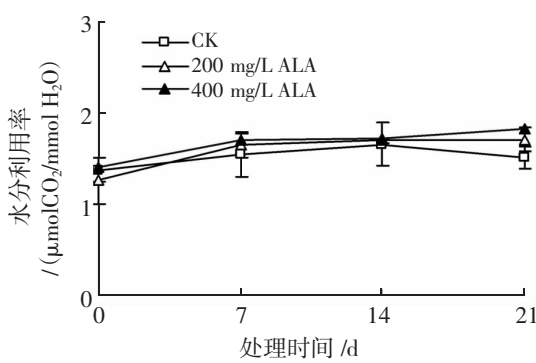


图 3 不同浓度外源 ALA 对板蓝根幼苗水分利用率的影响

2.4 不同浓度外源 ALA 对板蓝根叶片叶绿素荧光参数的影响

由表 1 可见, 外源喷施 ALA 对板蓝根叶片暗适应初始荧光 (F_0) 具有极显著 ($P < 0.01$) 的抑制作用。与对照相比, 在 200、400 mg/L 外源 ALA 处理下, F_0 分别降低了 7.6%、14.7%, 表明喷施外源 ALA 降低了叶片叶绿素荧光产量, 使叶片非光化学能量耗散增多。 F_m 、 F_v 和暗适应叶片最大光化学效率 (F_v/F_m)、暗适应叶片潜在光化学效率 (F_v/F_0) 以及叶片获取光能的能力 ($1/F_0 - 1/F_m$) 均随外源 ALA 浓度的升高而上升, 其中 ($1/F_0 - 1/F_m$) 对照与 ALA 浓度为 200 mg/L 处理之间差异不显著, 与 400 mg/L 处理之间差异显著; ALA 200 mg/L 处理与 400 mg/L 处理间差异不显著。其他指标不同处理间差异均达极显著 ($P < 0.01$) 水平。与对照相比, 200 mg/L 外源 ALA 处理后 F_m 、 F_v 、 F_v/F_m 、 F_v/F_0 、($1/F_0 - 1/F_m$) 的提高幅度依次为

1.06%、2.98%、1.97%、11.44%、10.98%; 400 mg/L 外源 ALA 处理后 F_m 、 F_v 、 F_v/F_m 、 F_v/F_0 、($1/F_0 - 1/F_m$) 的提高幅度分别为 1.72%、5.54%、3.81%、23.72%、23.53%, 表明外源 ALA 处理对暗适应板蓝根叶片 PS II 潜在光化学效率和叶片获取光能的能力有促进作用, 有利于促进板蓝根叶片光合作用。

3 小结

以浓度为 200、400 mg/L 的 ALA 喷施板蓝根幼苗, 结果表明, 外源 ALA 处理明显提高了板蓝根幼苗的净光合速率 (P_n)、气孔导度 (G_s)、蒸腾速率 (Tr) 和胞间 CO_2 浓度 (C_i) 和水分利用率; 初始荧光 (F_0) 极显著 ($P < 0.01$) 降低, 降低幅度分别为 7.6%、14.7%。与喷施蒸馏水相比, 200 mg/L 外源 ALA 处理后 F_m 、 F_v 、 F_v/F_m 、 F_v/F_0 、($1/F_0 - 1/F_m$) 的提高幅度依次为 1.06%、2.98%、1.97%、11.44%、10.98%, 400 mg/L 外源 ALA 处理后 F_m 、 F_v 、 F_v/F_m 、 F_v/F_0 、($1/F_0 - 1/F_m$) 的提高幅度分别为 1.72%、5.54%、3.81%、23.72%、23.53%, 除 ($1/F_0 - 1/F_m$) 处理之间差异显著 ($P < 0.05$) 外, 其余指标处理间差异均达极显著 ($P < 0.01$) 水平。综合各指标可知, 外源 ALA 处理可以提高板蓝根幼苗的光合能力。关于 5-氨基乙酰丙酸在农业生产中的潜在作用已成为一个研究热点。ALA 是植物体内卟啉化合物生物合成前体, 高浓度 (> 5 mmol/L) 时可以作为农田除草剂, 低浓度时能够调节植物生长发育, 促进作物增产^[11]。

表 1 不同浓度 ALA 处理对板蓝根叶片叶绿素荧光参数的影响

ALA 浓度 / (mg/L)	F_0	F_m	F_v	F_s	F_v/F_m	F_v/F_0	$1/F_0 - 1/F_m$
0 (CK)	297.4 A	1 233.2 A	1 003.0 A	341.2 A	0.813 A	3.373 A	0.002 55 a
200	274.8 B	1 246.3 B	1 032.9 B	357.8 B	0.829 B	3.759 B	0.002 84 ab
400	253.7 C	1 254.4 C	1 058.6 C	366.0 C	0.844 C	4.173 C	0.003 14 b

7个戈壁日光温室越冬茬番茄品种的品质及产量比较

王学强, 何 萌, 李 波, 钱宝玲, 李 娟, 米兴旺

(酒泉市农业科学研究院, 甘肃 酒泉 735000)

摘要: 在酒泉戈壁日光温室对引进的7个番茄品种进行比较试验。结果表明, 金涛6号、鸿硕719生育期适中, 植株生长健壮, 果形较好, 果实硬度适中, 风味良好, 金涛6号折合产量106 118.5 kg/hm², 鸿硕719折合产量104 144.5 kg/hm², 抗病性强, 可在生产中大面积推广应用。

关键词: 番茄; 品质; 产量; 日光温室; 戈壁

中图分类号: S641.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)06-0028-05

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2021.06.008](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2021.06.008)

番茄(*Solanum lycopersicum*)是以成熟多汁浆果为产品的茄科番茄属草本植物, 原产

南美, 又名西红柿、洋柿子, 是我国蔬菜栽培面积排名第4的蔬菜品种。近年来, 番

收稿日期: 2020-04-07

基金项目: 甘肃省现代农业科技支撑体系区域创新中心重点科技项目“河西戈壁设施蔬菜水肥一体化关键技术集成创新与应用”(2019GAAS47)。

作者简介: 王学强(1981—), 男, 甘肃高台人, 助理研究员, 主要从事蔬菜栽培技术研究及新品种新技术示范推广。联系电话:(0)13830778192。Email:31682005@qq.com。

执笔人: 何 萌。

参考文献:

- [1] 林植芳, 吴 彤, 孔国辉, 等. 8种城市绿化攀缘植物的光合作用和水分关系特性[J]. 热带亚热带植物学报, 2007(6): 473-481.
- [2] 接玉玲, 杨洪强, 崔明刚, 等. 镉胁迫下不同水稻品种幼苗生长及光合性能的差异[J]. 应用生态学报, 2001, 12(3): 387-390.
- [3] CHOI H G, KANG N J. Effect of light and carbon dioxide on photosynthesis, chlorophyll fluorescence, and fruit yield in strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) plants[J]. J. Berry Res., 2019(9): 51-61.
- [4] 张振贤, 郭延奎, 艾希珍, 等. 日光温室光温因子对黄瓜叶绿体超微结构及其功能的影响[J]. 应用生态学报, 2003, 14(8): 1287-1290.
- [5] 闫永庆, 季绍旭, 王 贺, 等. 外源ALA对盐胁迫下西伯利亚白刺光合作用的影响[J]. 东北农业大学学报, 2020, 51(8): 32-38.
- [6] 张严玮, 房伟民, 黄素华, 等. 外源ALA对低温胁迫下切花菊光合作用及生理特性的影响[J]. 南京农业大学学报, 2014, 37(1): 47-52.
- [7] 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.
- [8] 张延红, 何春雨, 高素芳, 等. 菘蓝种子发芽标准化研究[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(1): 44-47.
- [9] 高 波, 金新萍, 陈 叶. 对羟基苯甲酸对菘蓝幼苗生长的影响[J]. 甘肃农业科技, 2020(6): 57-61.
- [10] 柳文军, 李爱堂, 王 瑞. 磷酸二氢钾施用量对一年生菘蓝生长动态的影响[J]. 甘肃农业科技, 2018(8): 49-54.
- [11] 李成义, 强正泽, 王明伟, 等. 基于微量元素的甘肃板蓝根特征性及产地鉴别研究[J]. 中药材, 2015, 38(11): 2301-2305.

(本文责编: 陈 伟)