

ALA 对设施灵武长枣光合作用与坐果的影响

宋丽华, 曹 兵, 吕文玮

(宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要:采用 0.5、1.0 mg · L⁻¹ 与 2.0 mg · L⁻¹ 的 5-氨基乙酰丙酸(ALA)喷施处理设施栽培的灵武长枣,研究 ALA 对设施灵武长枣光合作用与坐果的影响。结果表明:1.0 mg · L⁻¹ ALA 处理下其净光合速率比对照增高了 1.07 μmol · m⁻² · s⁻¹;2.0 mg · L⁻¹ ALA 处理下叶绿素含量 SPAD 比对照增加了 4.6,果实含糖量提高了 2.575%;对设施枣的水分利用效率、坐果率以及产量的影响不显著。可见,在设施栽培条件下,喷施外源 ALA 有利于提高灵武长枣光合作用、叶绿素含量以及果实含糖量。

关键词:灵武长枣; ALA; 净光合速率; 坐果率; 含糖量

中图分类号:S718.43

文献标志码:A

文章编号:1001-7461(2013)06-0037-05

Effect of ALA on Photosynthesis and Fruit Setting Rate of Lingwu Long Jujube Planted in Greenhouse

SONG Li-hua, CAO Bing, LV Wen-wei

(School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

Abstract: Exogenous ALA (5-aminolevulinic acid) with the concentrations of 0.5, 1.0, and 2 mg · L⁻¹ was sprayed on a jujube cultivar, Lingwu long-fruit jujube, which were cultivated in a greenhouse to test the effects of ALA on the net photosynthesis, chlorophyll content, fruit setting rate, yield, and fruit sugar content. Significant effects of ALA treatments were observed on photosynthesis, chlorophyll content, and fruit sugar contents. Compared with control group, the P_n increased by 1.07 μmol · m⁻² · s⁻¹ when treated by 1 mg · L⁻¹ ALA, and the chlorophyll content increased by 4.6 SPAD when treated by 2 mg · L⁻¹ ALA. But ALA treatments had no significant effects on water utilization efficiency and fruit setting rate, yield. It was concluded that the treatment of spraying 1 mg · L⁻¹ to 2 mg · L⁻¹ ALA could improve the photosynthesis and fruit quality.

Key words: Lingwu long jujube; ALA; net photosynthesis; fruit setting rate; sugar content

灵武长枣又名马牙枣,为鼠李科枣(*Zizyphus jujuba*)的一个优良鲜食品种,是宁夏特色经济林良种,已成为宁夏的名特优产品^[1],在宁夏已愈 1 300 a 栽培历史^[2]。该品种具有气候适应性强、抗旱抗盐碱、长势健壮、结果早、产量稳定、果个大、品质优良、营养丰富等特性,其花期长、花量大,但坐果率低,因此,提高其坐果率,成为实现灵武长枣丰产稳产的关键。5-氨基乙酰丙酸是一种非蛋白氨基酸类物质,简称 ALA,是所有生物体内卟啉化合物生物合成的关键前体。大量研究表明,外源 ALA 可

以提高植物叶片光合性能^[3-6],提高植株抵抗高温、低温、高光、弱光、干旱、盐渍等环境胁迫能力,显著增加作物产量,并改善农产品品质,促进果实着色^[7,8]。因而,被认为是一种新型植物生长调节物质^[9]。郭珍^[10]等报道,适当浓度的 ALA 处理可以提高枣树坐果率,增大果实纵横径,增产幅度达 24.6%。ALA 在栽培葡萄试验,发现葡萄果实的坐果率、产量以及可溶性糖类物质含量等都得以极显著地提高,表明 ALA 在果树增产增效上有着应用前景^[10-12]。本试验在盛花期和果实膨大期采用不同浓

度的 ALA 溶液进行喷施,测定其净光合速率、坐果率、果实含糖量等指标,探索叶面喷施 ALA 对于设施灵武长枣的光合作用、坐果以及果实品质的影响,以便为生产应用提供的理论依据,促进设施灵武长枣的高效栽培。

1 材料与方法

1.1 样地选择

试验于 2011 年 4 月 26 日—7 月 5 日在灵武市长枣设施栽培示范园区灵武市新华桥良繁厂(N 38° 4'32"E 106°14'72")进行。该地为灵武长枣原产地认证的中心地带,海拔 1 130 m。当地气候干燥,雨量少而集中,蒸发量大,日照充足,无霜期短,年平均气温 8.8℃。沙壤土和壤土,平坦肥沃,以引黄灌溉为主,适宜枣树生长。

1.2 试验材料

选择在日光温室内栽植的成年期、树势均匀、结果良好的灵武长枣 28 株,分为 4 组用于 4 种不同的处理,每组 7 株。灵武长枣树龄 3~4 a,株行距 2 m × 2 m,平均树高 174 cm,平均冠幅 141 cm,地径 3.47 cm,日光温室长 110 m、宽 14 m。

1.3 试验方法

4 个处理分别为 0.5、1.0 mg · L⁻¹和 2.0 mg · L⁻¹的 ALA 溶液和 CK(清水对照)。于盛花期(2011/4/26—5/24)和果实膨大期(2011/5/31—6/29)用喷雾器喷施叶片、花序表面,直到表面完全湿润为止。每 7 d 喷施 1 次,共 10 次,每处理喷施 2L。每处理随机选择 3 株作定点观察。

1.4 调查与测定指标

喷施 5 次 ALA 之后的果实膨大期(5 月 31 日)测叶绿素含量(郑州南北仪器设备有限公司生产的 SPAD 叶绿素仪)。喷施 8 次 ALA 后(6 月 24 日)用上海旦鼎国际贸易有限公司提供的 LC_i 便携式光合仪测定其净光合速率(P_n)、蒸腾速率(E)、气孔导度(g_s)、胞间 CO₂ 浓度(C_i)、瞬间水分利用效率($IWUE$)等参数。

喷施 ALA 前,每处理选取 3 株长势均衡的枣树,每株枣树上随机标记 3 个枣吊,记录每个标记枣吊上的开花数,喷施 10 次 ALA 处理后统计每个标记枣吊上的坐果数,求得每个标记枣吊的坐果率。同时,喷施 10 次 ALA 处理后分别统计单个枣吊坐果数、果实着色比例、单果体积、单果重、果实糖含量(TZ-62 型手持糖量计)。

1.5 数据分析

所有数据采用 EXCEL 和 DPS 软件处理。

2 结果与分析

2.1 ALA 对设施灵武长枣叶片叶绿素含量的影响

图 1 可以看出,用不同浓度的 ALA 处理灵武长枣,其叶片的叶绿素含量(SPAD)均高于 CK;其中 2.0 mg · L⁻¹ALA 处理后,枣树叶片的叶绿素含量最高,比 CK 高 4.6,与对照差异极显著($p=0.000\ 2<0.01$)。

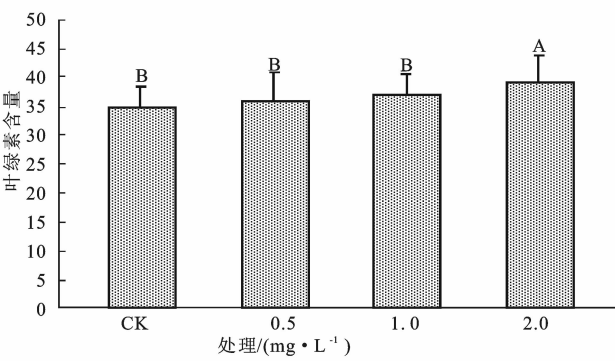


图 1 不同浓度爱乐壮处理对叶片叶绿素含量的影响
Fig. 1 Effect of ALA treatments on leaf chlorophyll content of Lingwu long jujube

2.2 ALA 对设施灵武长枣叶片 P_n 和 E 的影响

图 2 和图 3 可知,用不同浓度的 ALA 处理灵武长枣,其叶片的 P_n 和 E 存在一定的差异。其中 1.0 mg · L⁻¹的 ALA 处理下叶片的 P_n 和 E 分别比对照高 1.07 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、0.82 $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$;而 0.5 mg · L⁻¹和 2.0 mg · L⁻¹处理后,叶片的 P_n 和 E 低于 CK。

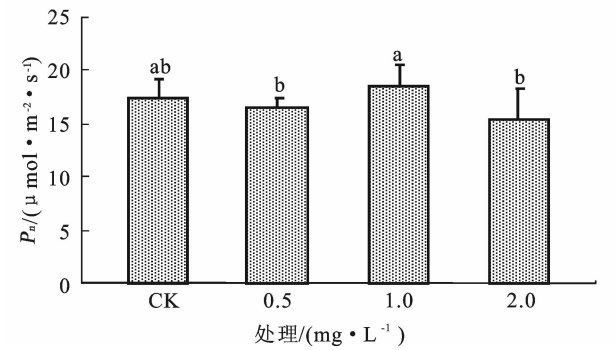


图 2 不同浓度 ALA 处理对叶片 P_n 的影响
Fig. 2 Effect of ALA treatments on leaf net photosynthesis rate (P_n) of Lingwu long jujube

2.3 ALA 对设施栽培灵武长枣叶片 g_s 和 C_i 的影响

图 4 和图 5 可看出,不同浓度的 ALA 处理灵武长枣其叶片的 g_s 和 C_i 存在一定差异。其中 1.0 mg · L⁻¹ALA 处理下的 g_s 比 CK 高 0.108 9 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$;而 0.5 mg · L⁻¹和 2.0 mg · L⁻¹ALA 处理后,叶片的 g_s 均低于 CK;3 种浓度 ALA 处理后,灵武长枣的叶片 C_i 均低于 CK,其中 1.0 mg · L⁻¹的 ALA 处理下的 C_i 与对照差幅最小,2.0 mg · L⁻¹的差幅最大。

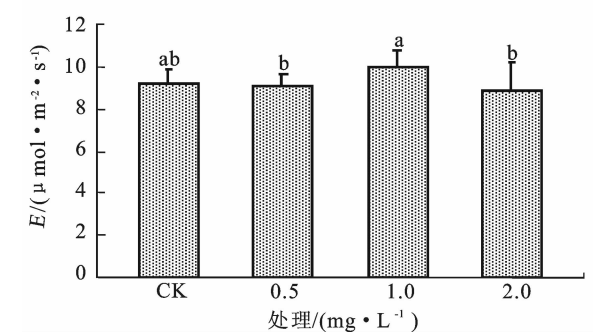


图3 不同浓度 ALA 处理对叶片 E 的影响

Fig. 3 Effect of ALA treatments on leaf evaporation rate (E) of Lingwu long jujube

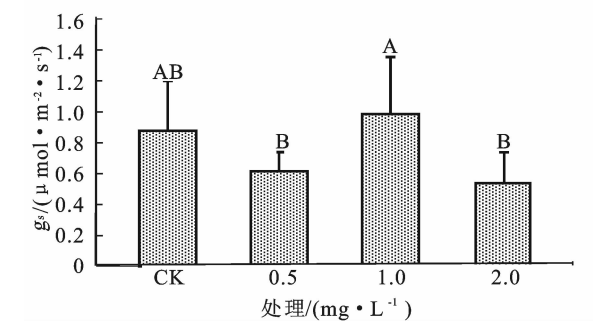


图4 不同浓度 ALA 处理对叶片 g_s 的影响

Fig. 4 Effect of ALA treatments on leaf stomatal conductance (g_s) of Lingwu long jujube

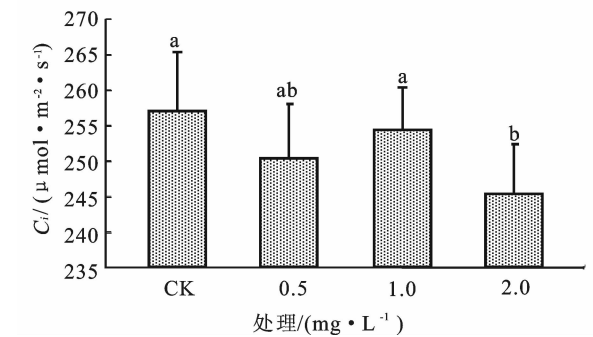


图5 不同浓度爱乐壮处理对叶片 C_i 的影响

Fig. 5 Effect of ALA treatments on leaf intercellular CO_2 concentration (C_i) of Lingwu long jujube

2.4 ALA 对灵武长枣 $IWUE$ 的影响

图6可知,随着ALA浓度的增高灵武长枣 $IWUE$ 呈下降趋势。其中 $2.0\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的ALA处理下的 $IWUE$ 最低,比CK低18.63%。

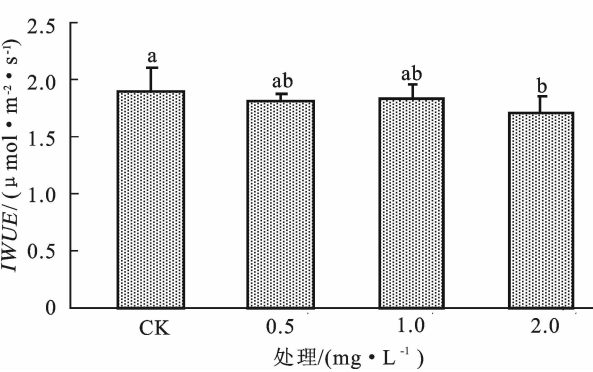


图6 不同浓度爱乐壮处理对叶片 $IWUE$ 的影响

Fig. 6 The effect of ALA treatments on leaf instance water utilization efficiency ($IWUE$) of Lingwu long jujube

2.5 ALA 对设施灵武长枣坐果率的影响

图7可以看出,喷施ALA以后,随着ALA浓度的增加,灵武长枣坐果率呈下降趋势,均低于CK(15.68%),无显著性差异($p=0.6244>0.05$)。

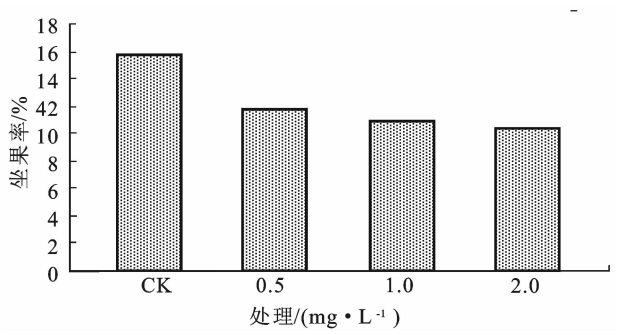


图7 不同浓度爱乐壮处理对坐果率的影响

Fig. 7 The effect of ALA treatments on fruit setting rate of Lingwu long jujube

2.6 ALA 对灵武长枣吊果数的影响

图8可知,喷施ALA后,灵武长枣单株吊果数和对照无显著差异,3种浓度的ALA处理间单株吊果数无差异($p=0.9418>0.05$)。就单个枣吊的吊果数而言,ALA处理后均比CK高(图9),其中 $1.0\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的ALA处理后,单个枣吊的吊果数最高,比CK多1.13个,处理对单个枣吊的吊果数影响不显著($p=0.2145$)。

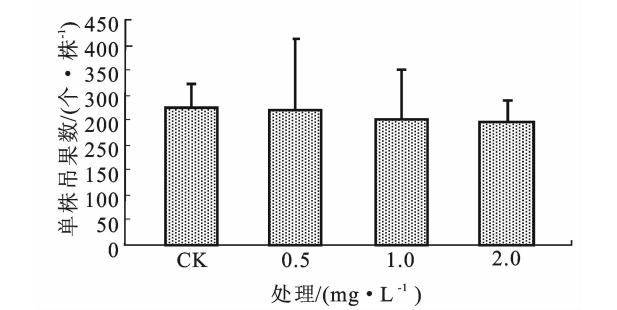


图8 不同浓度爱乐壮处理对单株吊果数的影响

Fig. 8 Effect of ALA treatments on total fruit numbers in shedding shoots

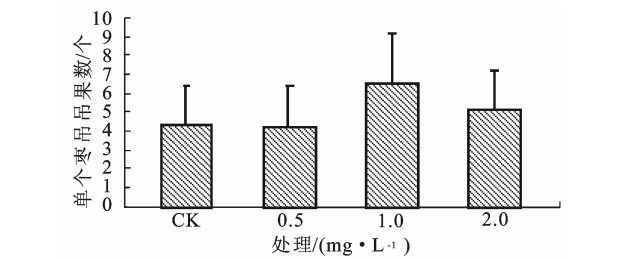


图9 不同浓度爱乐壮处理对单个枣吊吊果数的影响

Fig. 9 Effect of ALA treatments on fruit numbers in single shedding shoot

2.7 ALA 对设施灵武长枣单果体积和单果重的影响

图10可知,随着ALA浓度的增加,果实体积、重量呈现不规则的变化,其中 $0.5\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理的单果体积、单果重最高,而 $1.0\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理的最低,不同处理间单果体积和单果重的差异均不显著。

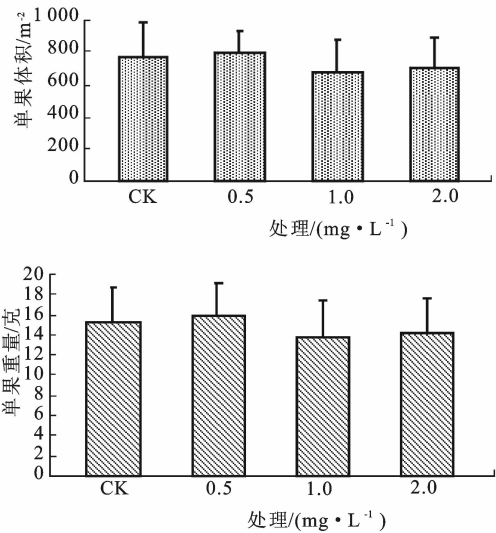


图 10 不同处理对单果体积、单果重的影响
Fig. 10 Effect of ALA treatments on single fruit volume and weight of Lingwu long jujube

2.8 ALA 对灵武长枣果实着色的影响

喷施 ALA 能显著促进枣果着色。图 11 为不同浓度的 ALA 处理灵武长枣后,果实着色的比较。随着 ALA 浓度的增加,枣果着色过半的果实所占的比例就多,其中 2.0 mg · L⁻¹ 的着色效果最好,尚未着色的果实比 CK 少 8.3%,而着色 2/3 和完全着色的果实比 CK 多 33.3%。

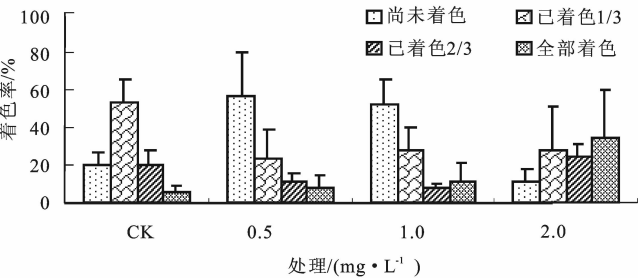


图 11 不同处理对果实不同着色比例情况
Fig. 11 Effect of ALA treatments on fruit coloring proportion of Lingwu long jujube

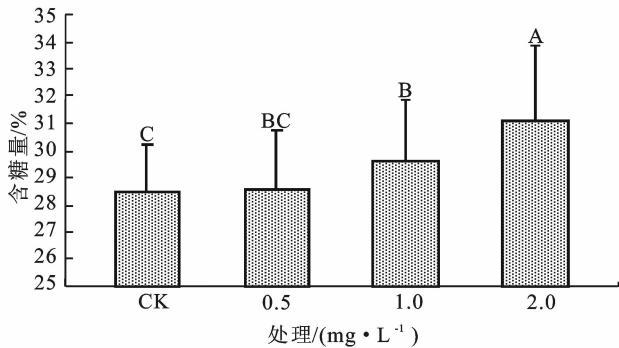


图 12 不同浓度爱乐壮处理对灵武长枣含糖量的影响
Fig. 12 Effect of ALA treatments on fruit sugar contents of Lingwu long jujube

2.9 ALA 对灵武长枣果实含糖量的影响

不同浓度 ALA 处理后果实含糖量均比 CK 高,

随着 ALA 浓度的增加,果实含糖量越高,其中 2.0 mg · L⁻¹ ALA 处理后果实含糖量最高,比 CK 增加 2.575%(图 12),差异极显著($p=0.0001$)。可见,喷施 ALA 能够显著提高枣果含糖量。

3 结论与讨论

喷施外源 ALA 可改善枣树养分供应,增加果实可溶性糖类物质,加快着色,最终显著改善枣果实品质^[7-8,10-11]。2.0 mg · L⁻¹ ALA 处理下,果实含糖量比对照提高 2.575%,树体上完全着色的果实比例最多;喷施 2.0 mg · L⁻¹ 的外源 ALA 显著增加了枣树叶片的叶绿素含量(SPAD),比对照高 4.6。喷施 1.0 mg · L⁻¹ 的 ALA 能提高净光合速率;但喷施外源 ALA 对于设施灵武长枣产量、坐果率、单果体积与单果重无影响。因此,在灵武长枣设施栽培中,于盛花期、果实膨大期使用适宜浓度的 ALA 可促进叶片的光合作用。喷施 1.0 mg · L⁻¹ ~ 2.0 mg · L⁻¹ 的 ALA,可促进果实着色,提高果实含糖量。

参考文献:

[1] 马兴国,杨学鹏,王雪斌,等. 灵武长枣生物学特性初报[J]. 西北园艺(果树),2006(4):32.
[2] 李占文,王东菊,李月琴,等. 灵武长枣开花坐果习性观察[J]. 北方园艺,2010(9):78-79.
[3] 刘卫琴,康琅,汪良驹. ALA 对草莓光合作用的影响及其与抗氧化酶的关系[J]. 西北植物学报,2006,26(1):57-62.
LIU W Q, KANG L, WANG L J. Effects on strawberry photosynthesis and relations to anti-oxidant enzymes of ALA[J]. Acta Bot. Boreal.-Occident. Sin., 2006,26(1):57-62. (in Chinese)
[4] 成学慧,冯新新,张治平,等. “爱乐壮”氨基酸肥料对大棚草莓叶片光合效率和产量的影响[J]. 果树学报,2012,29(5):883-889.
CHENG X H, FENG X X, ZHANG Z P, et al. Effects of "Al strong" amino-acid fertilizer on photosynthetic efficiency and yield of strawberry in plastic tunnels[J]. Journal of Fruit Science, 2012,29(5): 883-889. (in Chinese)
[5] 汪良驹,石伟,刘晖,等. 外源 5-氨基乙酰丙酸处理对小白菜叶片的光合作用效应[J]. 南京农业大学学报,2004,27(2):34-38.
WANG L J, SHI W, LIU H, et al. Effects of exogenous 5-aminolevulinic acid treatment on leaf photosynthesis of pak-choi[J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2004,27(2):34-38. (in Chinese)
[6] 郭晓青,李超汉,李青竹,等. 叶面喷施 5-氨基乙酰丙酸对遮阴条件下番茄生长、光合特性和产量的影响[J]. 山东农业科学,2011(9):30-34.
[7] 汪良驹,王中华,李志强,等. 5-氨基乙酰丙酸促进苹果果实着色的效应[J]. 果树学报,2004,21(6):512-515.
WANG L J, WANG Z H, LI Z Q, et al. Effect of 5-Aminolevulinic acid on enhancing apple fruit coloration[J]. Journal of Fruit Science, 2004,21(6):512-515. (in Chinese)

[8] 肖长城,张绍铃,胡红菊,等. 套袋和外源 5-氨基乙酰丙酸处理对“云红梨 2 号”果皮着色的影响[J]. 南京农业大学学报, 2012,35(6): 25-29.
XIAO C C, ZHANG S L, HU H J, *et al.* Effects of bagging and exogenous 5-aminolevulinic acid treatment on coloration of ‘Yunhongli 2’ [J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2012,35(6): 25-29. (in Chinese)

[9] 李文华,刘建军,康博文. 叶面喷施 ALA 对几种苗木根系形态的影响[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(1):90-94.
LI W H, LIU J J, KANG B W. Effects of foliar spraying ALA on root morphology of seedlings of several species[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(1): 90-94. (in Chinese)

[10] 郭珍,徐福利,汪有科. 5-氨基乙酰丙酸对枣树生长发育、产量和品质的影响[J]. 西北林学院学报, 2010,25(3):93-96.
GUO Z, XU F L, WANG Y K. Effects of 5-aminolevulinic acid on the growth, the yield and quality of compact jujube in mountainous region[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(3):93-96. (in Chinese)

[11] 申明,段春慧,张治平,等. 外源 ALA 处理对‘丰水’梨疏花与果实品质的影响[J]. 园艺学报, 2011,38(8):1515-1522.
SHEN M, DUAN C H, ZHANG Z P, *et al.* Effects of exogenous ALA on thinning and fruit quality in ‘Hosui’ Pear (*Pyrus pyrifolia*) [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2011,38(8):1515-1522. (in Chinese)

[12] 王婷,饶景萍,宋永令,等. 叶面喷施 5-氨基乙酰丙酸对番茄果实采后生理指标的影响[J]. 西北农业学报, 2009, 18(1): 243-247.
WANG T, RAO J P, SONG Y L, *et al.* Effects of foliar application 5-aminolevulinic acid on post harvest physiological of tomato during cold storage period[J]. Acta Agriculturae Borali-occidentalis Sinica, 2009,18(1):243-247. (in Chinese)

(上接第 36 页)

[9] 李迎春,杨清平,陈双林,等. 龟甲竹光合生理特性及其与主要影响因子关系[J]. 林业科技开发, 2011,(25)2:35-39.
LI Y C, YANG Q P, CHEN S L, *et al.* Photosynthetic characteristics of *Phyllostachys heterocycla* and their main impact environmental factors[J]. China Forestry Science and Technology, 2011,(25)2:35-39. (in Chinese)

[10] 陈存及,邱尔发,梁一池,等. 毛竹不同种源光合特性研究[J]. 林业科学, 2001,37(6):16-19.
CHEN C J, QIU E F, LIANG Y C, *et al.* Study on the photosynthetic characters of *Phyllostachy heterocycla* cv. *pubescens provenances* [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2001,37(6): 16-19. (in Chinese)

[11] 李迎春,杨清平,陈双林,等. 厚壁毛竹春季光合日变化及其与主要环境因子的关系初探[J]. 林业科学研究, 2009,22(4):608-612.
LI Y C; YANG Q P; CHEN S L, *et al.* Studies on diurnal variation of photosynthesis of *Phyllostachys edulis* cv. *pachyloen* and their relationships to environmental factors in spring [J]. Forestry Research, 2009,22(4):608-612. (in Chinese)

[12] 陈建华,毛丹,朱凡,等. 9 个笋用竹种的光合特性[J]. 中南林业科技大学学报, 2008,28(6):9-13.
CHEN J H, MAO D, ZHU F, *et al.* Physiological and biochemical characteristics of leaves from 9 edible shoot bamboos [J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2008,28(6):9-13. (in Chinese)

[13] 翟志习,郭玉海,马永泽,等. 植物生理学[M]. 北京:中国农业大学出版社,1997.

[14] 邱国雄. 植物光合作用的效率[C]. //余叔文. 植物生理和分子生物学. 北京:科学出版社,1992:236-243.

[15] 李亚藏,梁彦兰,王庆成. 铅对山梨和山荆子光合作用和叶绿素荧光特性的影响[J]. 西北林学院学报, 2012,27(5):21-25.
LI Y C, LIANG Y L, WANG Q C. Influence of Pb on photosynthesis and chlorophyll fluorescence characteristics in *Pyrus ussuriensis* and *Malus baccata* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2012,27(5):21-25. (in Chinese)

[16] 王良桂,张春霞,彭方仁. 干旱胁迫对几种楸树苗木叶片荧光特性的影响[J]. 南京林业大学学报:自然科学版, 2008,32(6):119-122.
WANG L G, ZHANG C X, PENG F R. Effects of drought stress on the fluorescence characteristics of four type of *Catalpa* spp [J]. Journal of Nanjing Forestry University: Natural Sciences Edition, 2008,32(6):119-122. (in Chinese)

[17] 许大全. 光合作用测定及研究中一些值得注意的问题[J]. 植物生理学通讯, 2006,42(6):1163-1167.
XU D Q. Some noteworthy problems in measurement and Investigation of photosynthesis[J]. Plant physiology Communications, 2006,42(6):1163-1167. (in Chinese)

[18] 杜旭华,周贤军,彭方仁,等. 不同茶树品种净光合与蒸腾速率比较[J]. 林业科技开发, 2007,21(4):21-24.