

## 6-BA 对水培妃子笑荔枝苗光合参数和可溶性糖含量的影响

洪继旺, 李松刚, 张蕾, 杨子琴\* (中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所, 国家热带果树品种改良中心, 海南儋州 571737)

**摘要** 采用水培试验, 分析了3种浓度6-BA对妃子笑荔枝叶片光合参数和可溶性糖含量的影响。结果表明, 6-BA对妃子笑叶片光合荧光参数  $Fv/Fm$  和  $PI_{abs}$  有影响, 在低浓度水平下(5 mg/L), 喷施6-BA可以提高叶绿体光系统II的光合潜能和光合效率; 同时, 可以较长时间地保持叶片可溶性糖含量在较高水平。

**关键词** 荔枝; 6-BA;  $Fv/Fm$ ;  $PI_{abs}$ ; 可溶性糖

中图分类号 S667.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)07-0052-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.07.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

## Effect of 6-BA on the Photosynthetic Parameter and Soluble Sugar Content of Hydroponic scorpion

HONG Ji-wang, LI Song-gang, ZHANG Lei et al (Tropical Crops Genetic Resources Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, National Cultivar Improvement Center of Tropical Fruit Tree, Danzhou, Hainan 571737)

**Abstract** The effects of 3 concentrations of 6-BA on photosynthetic parameters and soluble sugar content of *Litchi chinensis* leaves were studied by hydroponics experiment. The results showed that 6-BA had an effect on the photosynthetic fluorescence parameters  $Fv/Fm$  and  $PI_{abs}$ . Spraying 6-BA at low concentration level (5 mg/L) could improve the photosynthetic potential and photosynthetic efficiency of chloroplast photosystem II. At the same time, treatment with 5 mg/L 6BA could maintain the leaves soluble sugar content at a higher level for a long time.

**Key words** *Litchi chinensis*; 6-BA;  $Fv/Fm$ ;  $PI_{abs}$ ; Soluble sugar

荔枝(*Litchi chinensis* Sonn.)为无患子科(Sapindaceae)荔枝属(*Litchi* Sonn.)植物; 作为世界最大的荔枝生产国, 我国荔枝产量占世界的70%<sup>[1]</sup>。荔枝是一种珍奇水果, 形、色、香、味俱佳, 饮誉古今中外, 与香蕉、菠萝、龙眼一同号称“南国四大果品”, 具有极高的经济价值<sup>[2]</sup>。妃子笑荔枝为中偏早熟品种, 适应性广, 酸甜适中, 口感好, 可食率高, 在我国海南、广东、广西等地区大面积栽种, 产量排名第二<sup>[3]</sup>。产量的形成有赖于光合作用, 叶片光合效率决定了树体积累及产量; 光合效率指的是在一定光强度下所能引起的光合反应产生的光合产物的多少, 光合产物一般包括可溶性糖和游离蛋白质等。如何提高叶片的光合效率, 最大程度地发挥树体产能是学者们一直追求的目标; 细胞分裂素是一类促进胞质分裂的物质, 生产上经常用6-BA(6-苄氨基嘌呤)、CPPU、4PU-30等诱导芽的形成和促进芽的生长、防止离体叶片衰老、保绿等<sup>[4]</sup>。辛艳伟等<sup>[5]</sup>研究表明, 使用1 mg/L细胞分裂素可以提高苹果离体叶片的叶绿素含量, 延缓衰老。方金豹等<sup>[6]</sup>研究发现, 用CPPU处理叶片邻近的猕猴桃果实, 发现叶片的光合作用比不处理的有所加强, 但差异不显著。不同6-BA浓度对水培妃子笑荔枝幼苗叶片光合效率的影响鲜见报道, 笔者研究了不同浓度6-BA对妃子笑幼苗叶片光合性能和可溶性糖含量的影响, 以期生产中荔枝幼苗6-BA的施用浓度提供参考。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 选取具有3次梢生长水平一致的妃子笑1年嫁接苗。

**1.2 方法** 设0(对照)、5、10、20 mg/L 4种6-BA浓度, 3次重复; 每个重复为1株荔枝苗。营养液(采用表1中3种母液以 $V_A:V_B:V_C=2:1:1$ 配制)水培; 细胞分裂素6-BA为化学纯试剂。每隔7 d用植物效率分析仪(Hansatech-PEA)对留树叶片进行测定, 并采集叶片烘干保存备用。

表1 营养液母液成分

Table 1 Ingredients of mother liquor in nutrient solution

母液种类 Types of mother liquor	组分(元素) Component	浓度 Concentration mmol/L	母液种类 Types of mother liquor	组分(元素) Component	浓度 Concentration mg/L
A液	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	4.01	C液	EDTA - FeNa · 3H <sub>2</sub> O (Fe)	2.8
	KNO <sub>3</sub>	1.56		Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> · 10H <sub>2</sub> O (B)	0.5
				MnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O (Mn)	0.5
B液	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.31		ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O (Zn)	0.05
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.43		CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O (Cu)	0.02
	MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	1.11		(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> · 4H <sub>2</sub> O (Mo)	0.01

**基金项目** 亚热带农业生物资源保护与利用国家重点实验室(SKLCUSA-b201601); 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所非营利性科研机构改革专项启动费资助(pzsfyl-201804); 国家荔枝龙眼产业技术体系(CARS-33-28); 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所基本科研业务费项目(1630032018031)。

**作者简介** 洪继旺(1979—), 男, 海南儋州人, 助理研究员, 硕士, 从事南方果树栽培生理研究。\*通信作者, 副研究员, 博士, 从事南方果树栽培生理研究。

**收稿日期** 2018-11-06

## 1.3 测定项目与方法

**1.3.1 荧光参数。** 使用植物效率分析仪测定植物留树叶片的  $Fv/Fm$ 、 $PI_{abs}$ <sup>[7]</sup>。

**1.3.2 可溶性糖含量。** 粉碎叶片, 使用蒽酮法测定可溶性糖含量<sup>[8]</sup>。

**1.4 数据处理** 试验数据采用SPSS、Microsoft Excel 软件进行分析绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 6-BA 对妃子笑荔枝苗叶片光合效率的影响

2.1.1 6-BA 对妃子笑荔枝苗叶片光能利用率  $F_v/F_m$  的影响。经 5 mg/L 6-BA 处理的妃子笑叶片, 28 d 前  $F_v/F_m$  与对照持平, 28 d 后较对照低; 10 mg/L 处理的叶片, 在 21 d 前  $F_v/F_m$  和对照持平, 21 d 后大幅度下降; 20 mg/L 处理的叶片, 14 d 前与对照持平, 14 d 后,  $F_v/F_m$  急剧下降, 21 d 后叶片脱落 (图 1)。

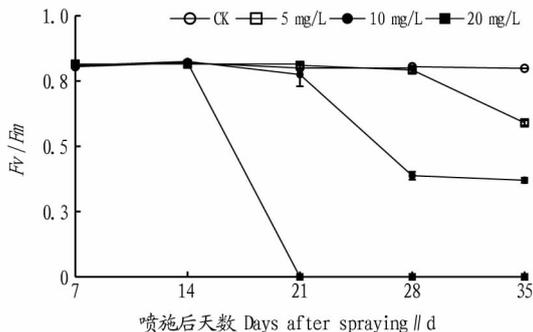


图 1 6-BA 对妃子笑叶片  $F_v/F_m$  的影响

Fig. 1 Effect of 6-BA on  $F_v/F_m$  of *Litchi chinensis* leaf

2.1.2 6-BA 对妃子笑苗叶片 PIabs 的影响。经 5 mg/L 6-BA 处理的妃子笑叶片, 前 28 d 的 PIabs 比对照高, 35 d 后较对照略低; 10 mg/L 处理的叶片, 21 d 前 PIabs 比对照高, 28 d 后比对照显著降低; 20 mg/L 处理的叶片, 14 d 前 PIabs 比对照高, 21 d PIabs 值急剧下降且叶片脱落 (图 2)。这表明 5 mg/L 6-BA 处理的妃子笑荔枝叶片 PS II 潜在活性和光合作用原初反应过程比对照强, 有利于叶片的光合作用, 且比 10 和 20 mg/L 6-BA 处理的效果持久, 尤其是 20 mg/L 6-BA 处理会导致叶片脱落。

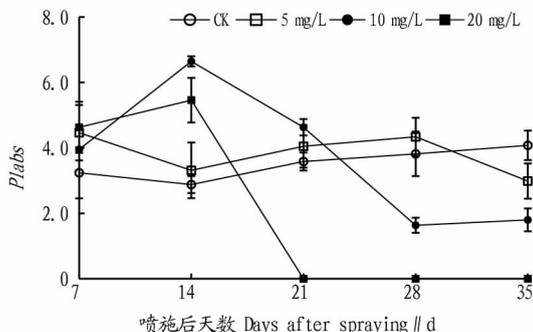


图 2 6-BA 对妃子笑叶片 PIabs 的影响

Fig. 2 Effect of 6-BA on PIabs of *Litchi chinensis* leaf

2.2 6-BA 对妃子笑荔枝苗可溶性糖含量的影响 5 mg/L 6-BA 处理妃子笑叶片可溶性糖含量处理 14 d 比对照低, 在第 21 天与对照持平, 在第 28 天比对照高, 后有所降低, 但还是比对照高 (图 3); 10 mg/L 处理妃子笑叶片的可溶性糖含量在处理 14 d 比对照低, 在第 21 天与对照持平, 在第 28 天, 对照明显下降, 而处理则相反, 明显上升, 在第 35 天时, 处理降低, 而对照上升, 但处理还是比对照高, 20 mg/L 处理后第 7 天比对照高, 然后对照和处理均下降, 在第 14 天两者基本相同, 第 21 天时处理开始上升, 而对照继续小幅下降,

之后两者继续下降, 而对照在 28 d 后上升, 但处理还是比对照高。这表明高浓度的 6-BA 处理叶片可溶性糖含量先升高后降低, 而低浓度的 6-BA 处理则先降低后升高。对照在 35 d 内存在波动, 叶片可溶性糖和淀粉含量有一个交互作用, 同时可溶性糖还参与其他的代谢活动, 如新根的生成也需要糖提供碳骨架, 这可能是造成可溶性糖波动的原因。

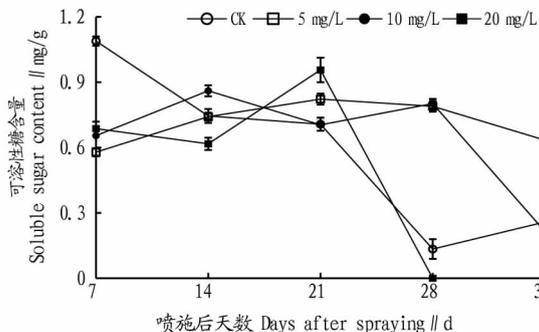


图 3 6-BA 对妃子笑叶片可溶性糖含量的影响

Fig. 3 Effect of 6-BA on soluble sugar content of *Litchi chinensis* leaf

2.3 6-BA 对荔枝苗生长量的影响 由表 2 可知, 喷施 10 和 20 mg/L 6-BA 均导致落叶, 而浓度越高落叶现象出现越早, 落叶量也越大; 喷施 5 mg/L 6-BA 的幼树在同时段内未出现落叶且萌发新芽。由此可知, 低浓度的 6-BA 对幼苗营养生长有利, 施用浓度不宜超过 10 mg/L。

表 2 6-BA 对荔枝苗生长量的影响

Table 2 Effect of 6-BA on growth of *Litchi chinensis* seedling

6-BA 浓度 6-BA concentration mg/L	喷施后 时间 Days after spraying d	落叶数 Fallen leaves	新芽数 Number of new shoots	6-BA 浓度 6-BA concentration mg/L	喷施后 时间 Days after spraying d	落叶数 Fallen leaves	新芽数 Number of new shoots
0	7	0	0	10	7	0	0
	14	0	0		14	0	0
	21	0	0		21	0	0
	28	0	0		28	0	0
	35	0	0		35	2	0
5	7	0	0	20	7	0	0
	14	0	0		14	0	0
	21	0	3		21	3	0
	28	0	0		28	4	0
	35	0	0		35	1	0

## 3 结论与讨论

光合作用是植物生长发育和产量形成的基础, 光系统 II 可吸收光能, 为植物光合作用提供必要的能量。很多学者研究了不同胁迫下施用细胞分裂素对作物光合性能的影响, 结果表明, 盐胁迫下施用 6-BA 和 CPPU 可以提高番茄的  $F_v/F_m$ , 从而提高作物的光合性能, 缓解胁迫对作物的危害<sup>[9]</sup>。该研究结果表明, 微量的 6-BA 对妃子笑嫁接苗叶片的光合作用有促进作用, 可以增加叶片 PII 的光合潜力和光合性能, 5 和 10 mg/L 6-BA 均可以提高妃子笑荔枝叶片的光合潜力及性能。

(*Salvia japonica*)、薰衣草(*Lavandula angustifolia*)、薄荷(*Mentha canadensis*)、荆芥(*Caryopteris incana*)、百里香(*Thymus mongolicus*)等。

(15)木本油料作物以油茶(*Camellia oleifera*)、油橄榄(*Olea europaea*)、油棕(*Elaeis guineensis*)、油用牡丹(*Paeonia suffruticosa*, cv.)、核桃(*Juglans sigillata*)、元宝枫(*Acer truncatum*)、文冠果(*Xanthoceras sorbifolium*)为主。

(16)药用植物以江苏道地药材为主,如桔梗(*Platycodon grandiflorus*)、薄荷(*Mentha canadensis*)、太子参(*Pseudostellaria heterophylla*)、芦苇(*Phragmites australis*)、紫苏(*Perilla frutescens*)、栝楼(*Trichosanthes kirilowii*)、百合(*Lilium brownii* var. *viridulum*)、板蓝根(*Isatis tinctoria*)、半夏(*Pinellia ternata*)、丹参(*Salvia miltiorrhiza*)、夏枯草(*Prunella vulgaris*)、牛蒡(*Arctium lappa*, cv.)等。

### 3.4 配置方式

(1)主题展厅。碗莲展厅,荷花花苞造型的玻璃展厅,结合玻璃展台,重点展示反季节开花的碗莲品种。

(2)绿植山。假山瀑布结合山洞步道,营造大型附生植物种植载体,多样化游线设计使游客可以直观感受不同种类植物在自然界的生长环境,仿生栽培技术的应用,更使游客有如身临其境于雨林景观之中。

(3)绿雕。因水生蔬菜在项目地周边大量生产,因此利用模纹花坛植物打造大型立体绿雕,以水八仙为主题形象,通过生态雕塑的形式展示不适用真实植物种植的品种。

(4)梯田。农耕馆植物品种长势过于整齐,苗期高度过低,不能遮挡视线,缺少中上层植物,立面层次不丰富,因此台地、梯田及阶梯种植池等是常用的手法。

(5)树阵。果树种类少、品种丰富,中上层植物占比较

(上接第 53 页)

可溶性糖是光合作用的产物,在一定程度上反映光合产物的积累和运转情况。研究表明,喷施细胞分裂素可提高长豇豆叶片的可溶性糖含量<sup>[10]</sup>。青菜采摘后使用 KT 处理也能延缓可溶性糖的减少<sup>[11]</sup>。该试验结果表明,5 mg/L 6-BA 对荔枝叶片可溶性糖含量保持稳定有影响,其他 2 种处理均短暂上升后下降。

综合来看,5 mg/L 6-BA 效果最好,10 mg/L 次之,20 mg/L 只能短暂地提高光合性能和可溶性糖含量,时间会降低,同时会导致树木易落叶。因此,生产上在促进幼苗营养生长时,建议使用质量浓度 5~10 mg/L 6-BA。

### 参考文献

[1] 张金平. 世界上最鲜美的水果——荔枝[J]. 健康向导, 2013, 20(3): 58-59.

[2] 邓秀新. 中国水果产业供给侧改革与发展趋势[J]. 现代农业装备,

大,因此规则的树阵广场及规则和自然搭配的疏林草地是较好的设计手法。

(6)浮岛。先进水净化、水域利用的技术体现,同时可利用浮岛打造水上模纹花坛,漂浮花园景观。

(7)立体栽培。为丰富景观层次、装饰空间,悬挂、攀爬、绿墙等是较多应用的配置形式。

### 4 小结

农业嘉年华项目作为超大型或者大型农业园区建设的重要抓手,是一个聚人气的引爆项目,也是一个促进综合开发、招商引资的平台项目,过去主要建在国家级现代农业示范区、国家级农业科技园区里,作为园区重中之重的核心项目,将向着更加多元化、特色化,融入突出地域特色文化等更多、更新颖创意农业元素的方向发展。植物景观的评价指标是农业园区申报的重要因素,对于农业嘉年华这类观光农业园区的植物景观设计目前处于初步阶段,其理论体系尚属空白,尚需更多业内人士深入研究,总结出一套行之有效的理论体系供设计参考。

### 参考文献

[1] 农业部新闻办公室. 农业部关于大力实施乡村振兴战略加快推进农业转型升级的意见[A]. 2018.

[2] 国务院关于印发全国农业现代化规划(2016—2020年)的通知[A]. 2016.

[3] 张天柱. 农业嘉年华规划建设与案例分析[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2017.

[4] 周婷婷. 区域性现代农业园区体系发展规划研究:以昆明市农业园区体系规划为例[D]. 合肥:安徽农业大学, 2012: 19-24.

[5] 中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要[A]. 2016.

[6] 刘莹,陈振晃. 农业嘉年华景观规划设计探究[J]. 江西建材, 2016(19): 36, 38.

[7] 郝天民,刘鲁江,丁德明,等. 农业嘉年华—现代都市农业园区的新秀[C]//第五届中国县域现代农业发展高层会议论文集. [出版地不详]: [出版者不详], 2015.

2018, 39(4): 13-16.

[3] 齐文娥,陈厚彬,李伟文,等. 中国荔枝产业发展现状、趋势与建议[J]. 广东农业科学, 2016, 43(6): 173-179.

[4] 汤日圣,梅传生,吴光南. 4PU-30 延缓杂交水稻叶片衰老的生理基础[J]. 中国水稻科学, 1996, 10(1): 23-28.

[5] 辛艳伟,丁春刚. 不同浓度植物细胞分裂素对苹果叶片衰老的影响[J]. 山西农业科学, 2016, 44(4): 467-469, 490.

[6] 方金豹,田莉莉,李绍华,等. CPPU 对猕猴桃光合产物库源强度的影响[J]. 园艺学报, 2000, 27(6): 444-446.

[7] 吴锡冬,代金明,孙宁. 乙烯诱导衰老过程中大豆叶片快速叶绿素荧光诱导动力学和 PSII 光化学特征[J]. 天津师范大学学报(自然科学版), 2006, 26(1): 28-32.

[8] 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: 195-196.

[9] 罗黄颖. 三种外源物质对盐胁迫下番茄活性氧代谢及叶绿素荧光的影响[D]. 保定:河北农业大学, 2011: 28-29.

[10] 胡志辉,张丽琴,汪艳杰,等. 喷施细胞分裂素对豇豆叶片光谱和荧光参数的影响[J]. 浙江农业学报, 2017, 29(6): 943-950.

[11] 孙亮. KT 抑制绿叶菜衰老生理的研究[J]. 黑龙江商学院学报(自然科学版), 2000, 16(4): 23-26.