

# Growth Responses of *Lycoris longituba* to 6-Benzylaminopurine (6-BA) Application

Chunsong Bao, Pengchong Zhang, Yan Jiang

Hangzhou Botanical Garden, Hangzhou Zhejiang  
Email: baochunsong@163.com

Received: Jul. 3<sup>rd</sup>, 2018; accepted: Jul. 19<sup>th</sup>, 2018; published: Jul. 26<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

The experimental trial consisted of 3 replications and 5 treatments (3 different 6-BA contents foliar-spraying treatments, 1 solution-watering and 1 CK treatment) was set to study the plant growth regulator effect on the leaf growth number, leaf length, net photosynthetic rate (Pn) and the bulb biomass of *Lycoris longituba*. The result indicated that the greater the dosage of 6-BA, the more the number of leaves, but 6-BA did not increase the leaf length, nor significantly increase Pn or bulb biomass. 6-BA can prolong the leaf stage. It may be the reason for no increase in yield for the prolonged leaf stage was not in the right growth season.

## Keywords

*Lycoris longituba*, Plant Growth Regulator, Leaf Growth, Net Photosynthetic Rate, Bulb

---

## 6-BA对长筒石蒜生长的影响

鲍淳松, 张鹏翀, 江燕

杭州植物园, 浙江 杭州  
Email: baochunsong@163.com

收稿日期: 2018年7月3日; 录用日期: 2018年7月19日; 发布日期: 2018年7月26日

---

## 摘要

为了探求提高石蒜属植物鳞茎生长速度的方法, 本文以长筒石蒜为研究材料, 通过6-BA叶喷和浇灌的方式, 探讨对长筒石蒜叶数、叶长、净光合速率及鳞茎产量的影响。研究结果显示, 6-BA用量越大, 叶数越多, 但6-BA未增加叶长, 也未显著增加净光合速率或鳞茎产量。6-BA可使叶期延长, 但在不适合生长的季节生长, 可能是没有增产的原因。

## 关键词

长筒石蒜, 植物生长调节剂, 叶生长量, 净光合速率, 鳞茎

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

石蒜属(*Lycoris* Herb)是石蒜科(Amaryllidaceae)一个重要属, 为具地下鳞茎的多年生草本植物, 主要分布于我国, 在园林、药用方面具有广阔的应用前景, 但鳞茎生长缓慢, 除生长条件不适合以外, 叶生长期长短、叶数量和净光合速率是重要因素, 特别是长筒石蒜(*Lycoris longituba*)这类春叶类的种类, 其叶的主要生长期在3月份前后约2个月时间[1], 鳞茎生长速度更慢。为了能促进石蒜属植物的生长速度, 本文以长筒石蒜为材料, 通过植物生长调节剂的使用, 探讨提高叶数、延长叶期或提高净光合速率的可能性, 为栽培管理措施提供理论依据。

## 2. 材料与方法

试验在杭州植物园日光温室(120°16'E, 30°15'N)中进行, 试验期间平均气温 21.6°C、相对湿度 69%。采用盆栽试验(塑料盆内径: 长 60 cm, 宽 20 cm, 高 20 cm), 无出水孔, 沙土基质(全氮含量 0.39 g·kg<sup>-1</sup>, 有机质含量 2.9 g·kg<sup>-1</sup>, pH 值 8.85), 试验材料为长筒石蒜, 每盆种植 5 个鳞茎, 种植日期为 2015 年 6 月 4 日。

试验试剂为 6-BA, 采用 5 处理 3 重复区组设计, 各处理和重复间原始鳞茎湿重无显著性差异(见文中表 4)。处理分别为 400 mg·kg<sup>-1</sup> 喷施(A1)、200 mg·kg<sup>-1</sup> 喷施(A2)、100 mg·kg<sup>-1</sup> 喷施(A3)、3200 mg·kg<sup>-1</sup> 溶液 650 ml 浇施(A4)和 CK (A5), 喷施以叶表面喷湿为度(用量约 10~15 ml/盆)。药剂处理在 2016 年 3 月至 2017 年 4 月 6 月叶期进行, 2 w 施用 1 次, 分别在 2016-3-11、2016-3-25、2016-4-15、2016-4-29、2017-3-7、2017-3-21、2017-4-6、2017-4-20 施用, 共 8 次。

在 2016 年~2017 年叶生长季进行叶生长量测定, 测定全体各株(丛)叶长度和叶数量, 2017 年 5 月 25 日收获鳞茎计湿重。

用 Licor-6400XT (Li-COR, USA)进行光合测定, 各处理选择 3 株(每盆 1 株)。为减少不同时间对净光合速率的影响, 采用来回测的方式[2], 每盆重复测 2 次。选择健康植株基部第 2 片叶中上部位测定, 使用开放式气路, 温度和 CO<sub>2</sub> 浓度采用温室内自然条件, 未设定。空气流速为 500 μmol·s<sup>-1</sup>, 设定光强 400 μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>, 待稳定后记录数据。测定时间为 2016 年叶期, 在施药前(0 d)、施药后第 3、6、14 d 测定。

试验结果用 MS Excel 2003 和 SPSS 16 进行分析。

## 3. 结果和分析

### 3.1. 叶生长动态

图 1 和图 2 分别为各处理叶数生长动态和叶长生长动态变化。药剂处理具有延迟叶片衰老的作用, 使叶生长期延长, 其中 A4 处理特别明显, 使夏季枯叶时间缩短。

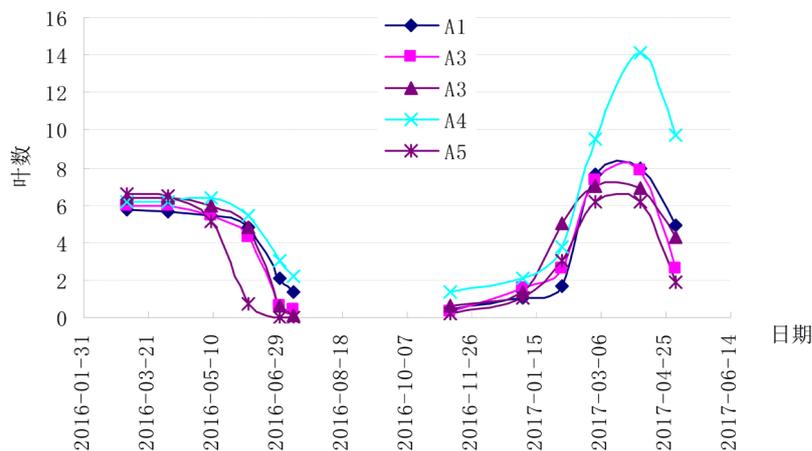


Figure 1. Leaf count dynamics of *L. longituba*  
图 1. 长筒石蒜各处理叶数生长动态

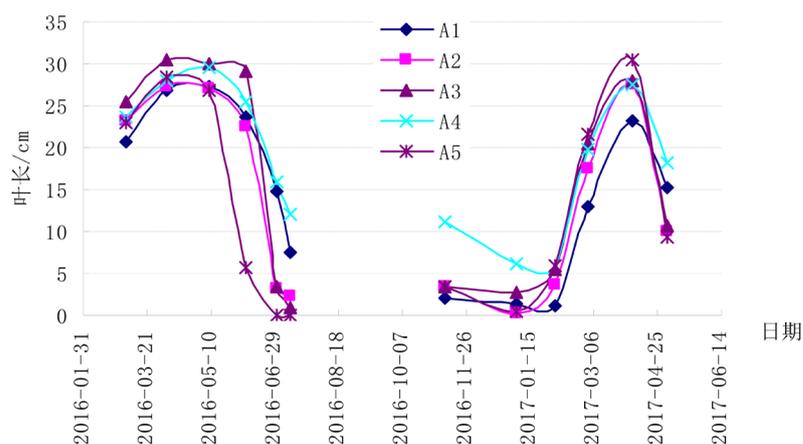


Figure 2. Leaf length dynamics of *L. longituba*  
图 2. 长筒石蒜各处理叶长生长动态

### 3.2. 对叶生长量的影响

对 2016 年 4 月 5 日盛叶期叶数和叶长方差分析, 结果显示, 叶数、叶长各处理皆无显著性差异。对 2017 年 4 月 6 日叶数方差分析结果显示, 药剂处理叶数比 CK 处理有所增加, 而且用量越大, 叶数越多, 但处理间尚未达到显著性水平 ( $P = 0.065$ )。A4 处理 ( $3200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  浇施) 叶数特别多, 是由于个别鳞茎分生子球, 多达 14 个子球而造成的, 可能是由于使用浓度过高, 引起鳞茎分裂成小球。处理间叶长也无显著差异 (表 1), 其中 A5 (CK) 叶长最大, 说明药剂处理未增加叶长度, 反而叶喷浓度越高, 叶长度越小 ( $r = -0.874$ )。

从 2 年叶数的变化看 (比值), 6-BA 用量越大, 叶数比值越大, 即 6-BA 促使叶数增多, A4 叶数比值极显著地大于其它处理。叶长比值变化处理间无显著差异, 在各处理间变化趋势不明显。

从叶数与叶长的相互关系看, 2016 年表现出叶数和叶长呈正相关 ( $r = 0.65$ ), 现示两者的一致性, 但第 2 年的叶数与叶长没有呈正相关, 反而呈负相关 ( $r = -0.162$ ), 叶数增加, 叶长度变小。

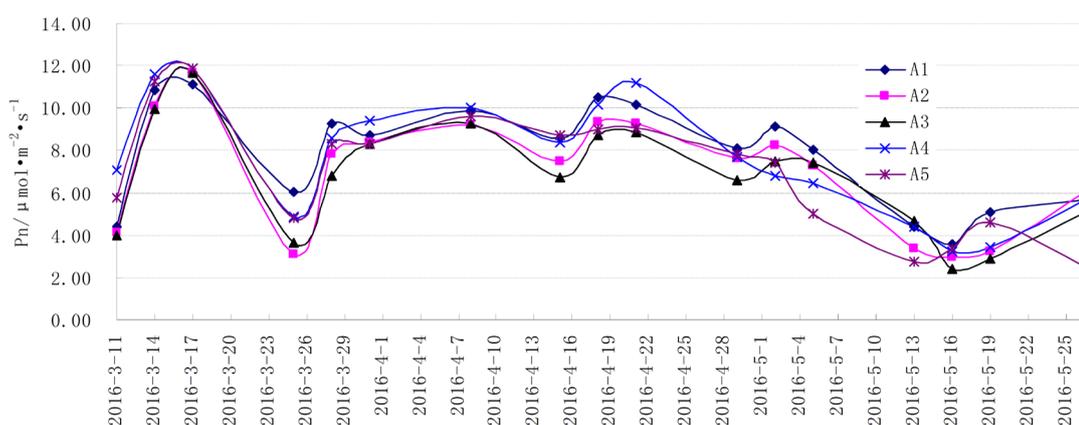
### 3.3. 对净光合速率(Pn)的影响

图 3 为所有测定日期的净光合作用变动情况。

**Table 1.** Leaf count and length (cm) in every treatment  
**表 1.** 各处理叶数和叶长(cm)

日期	处理	A1	A2	A3	A4	A5	P
2016-4-5 (L1)	叶数	5.7	6.0	6.3	6.2	6.5	0.685
	叶长	26.8	27.2	30.5	27.9	28.3	0.351
2017-4-6 (L2)	叶数	8.0	7.8	6.9	14.1	6.2	0.065
	叶长	23.2	27.4	28.0	27.5	30.5	0.410
比值(L2/L1)	叶数	1.43b	1.31b	1.11b	2.14a	0.99b	0.024
	叶长	0.84	1.04	0.93	0.99	1.08	0.320

注：相同字母表示差异未达 5% 显著性水平(分别在同一因素、不同水平间比较)，下同。



**Figure 3.** Pn changes in 6-BA treatments  
**图 3.** 6-BA 处理净光合速率

从 2016 年 3 月 11 日至 2016 年 5 月 27 日 17 次测定中，各测定日各处理间 Pn 均无显著性差异，即使是 2016 年 5 月 27 日，A5 处理有的样本已经处于枯萎阶段，A5 的 Pn 比较小，但处理间 Pn 差异仍未到显著性水平( $P = 0.255$ )。

净光合速率的日变化，从原因上分析，既有补水引起的变动，又有本身随季节的变动，还有施用药剂引起的变化。按施药后的日数进行归类取平均，如表 2 所示。看上去施用浓度高的，净光合速率大，但经双因素方差分析，处理间无显著性差异( $P = 0.186$ )，而日期因素有极显著性差异( $P = 0.000$ )，本试验中长筒石蒜浇水后第 6 天，净光合速率达最大，从净光合角度，说明浇水间隔 $\geq 1$  w 也是合适的，结果与红蓝石蒜浇水频率基本一致[3]。

净光合速率与起始状态时的大小有关，或者说不同的单株净光合速率本身就有差异，如果减去各次施药前(0 d)的 Pn，可得表 3。可以看出除去施药前初期 Pn 的影响，药剂处理的净光合速率相对增加值皆比 CK 处理大，且趋势性良好，其中以 A2 最大，A3 次之，但处理间并无显著性差异，考虑距施药日数的影响，即以距施药日数作为协变量作方差分析，处理间仍然未达到显著性差异( $P = 0.135$ )。

### 3.4. 对鳞茎生物量的影响

各处理鳞茎原始鲜重如表 4 所示，各处理、各重复初始鲜重无显著差异。

2017 年 5 月 25 日收获结果显示，鲜重(g)及与种植时的初始鲜重比值皆无显著性差异(表 5)。但 A3 处理鲜重比略高。

**Table 2.** Pn of *L. longituba* in different day for each treatment and ANOVA ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )

**表 2.** 各处理施药后的净光合速率 Pn ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )

处理	距施药日数				平均
	0	3	6	14	
A1	6.30	8.66	8.63	6.83	7.61a
A2	5.13	7.69	7.97	5.89	6.67a
A3	5.12	7.08	7.82	5.87	6.47a
A4	6.48	8.07	8.47	6.57	7.40a
A5	5.98	7.85	7.74	5.48	6.76a
平均	5.80x	7.87y	8.13y	6.13x	

**Figure 3.** The relative increments of Pn with treatments in different day

**表 3.** 各处理 Pn 相对增加值

	距施药日数			处理平均
	3	6	14	
A1	2.36	2.33	0.53	1.74a
A2	2.57	2.84	0.77	2.06a
A3	1.97	2.71	0.76	1.81a
A4	1.59	1.99	0.08	1.22a
A5	1.87	1.76	-0.50	1.04a
施药处理平均	2.07	2.33	0.33	

**Table 4.** Initial average fresh bulb biomass of *L. longituba* (g)

**表 4.** 长筒石蒜鳞茎原始鲜重平均值(g)

	A1	A2	A3	A4	A5	平均
重复 1	11.2	10.1	10.1	11.1	11.7	10.84a
重复 2	10.8	11.0	12.0	12.7	11.5	11.59a
重复 3	11.5	10.8	10.3	10.5	11.0	10.81a
平均	11.14a	10.62a	10.79a	11.42a	11.41a	

**Table 5.** Fresh weight and fresh weight ratio of bulb biomass

**表 5.** 长筒石蒜鳞茎收获鲜重与鲜重比

	A1	A2	A3	A4	A5	P
鲜重	17.8	22.1	20.6	18.9	22.8	0.790
鲜重比	1.65	2.02	2.14	1.74	2.07	0.531

#### 4. 结论与讨论

试验结果表明, 6-BA 使长筒石蒜叶生长期有所延长, 特别是高剂量的 6-BA 浇施更明显, 其延缓叶片衰老的作用与显著延缓水稻整个生育期中各叶片的衰老[4]、延缓水稻叶片衰老过程中叶绿体的降解速度, 延长叶片的功能期作用[5]类似。喷施 6-BA 后不但未显著增加叶长度, 反而呈现浓度越高, 叶长度越小的趋势, 与魏绪英等(2013)以 NAA、GA 和 KT-30 对石蒜生长进行叶面喷施, 促进叶长和叶宽的生

长结果[6]有些差别,有可能是本试验中药剂喷施的频度太高或其它未明原因所造成。高剂量 6-BA 的浇施造成鳞茎分裂成子球,也有可能是高剂量状态下不利于鳞茎生长的自保性应变措施,亦或与组培中 6-BA 促进植株再生、诱导芽的分化有关[7] [8] [9]。

本试验中 6-BA 处理未显著增加叶片净光合速率,相对增加值虽然有所增加,但也未达到显著性水平,收获鳞茎的结果显示,鳞茎鲜重和鲜重比无显著性差异,最终药剂处理未增加鳞茎产量。

6-BA 的处理,达到了延长绿叶期的结果,净光合能力也有些许增加,叶长变小,叶片数量也有些增加,但为什么鳞茎生物量没有相应体现?分析原因可能是由于枯叶期(休眠期)不适合进行光合生产的缘故。根据以往的研究,石蒜类植物在叶初期或叶盛期最适最高温度较高,而后期不耐高温[10],过高的气温不但不能产生净光合产物,反而由于呼吸作用消耗了净光合产物,从而没能相对应增加产量,为此,可能不宜在临近枯叶期使用药剂,除非能改变生长环境条件。

通过植物生长调节剂增加光合或产量的在农业生产上报道比较多[11]-[17],然而在生产上,提高产量方面多数是通过调整各部分的构成或者通过细胞膨大来实现。石蒜属植物叶生物量很小,枯萎前叶生物量或营养基本回收于鳞茎中[2],没有可调节的余地;细胞膨大不能增加鳞茎干物质,也不适用于鳞茎栽培。在适合的环境下,石蒜类植物净光合速率很高,但由于叶生长期太短,造成生长缓慢。除了给予合适的环境条件外,寻求既能增加叶生物量,又增加净光合速率的方法,最终提高鳞茎生长速度,尚有待进一步的研究。

## 基金项目

杭州西湖风景名胜区管委会资助项目(2015-001)。

## 参考文献

- [1] 鲍淳松,朱春艳,张海珍,等. 施肥对长筒石蒜生长的效应研究[J]. 浙江农业科学, 2009(6): 1092-1094.
- [2] 鲍淳松,张鹏翀,张海珍,等. 长筒石蒜生物量构成和养分质量分数季节动态[J]. 东北林业大学学报, 2012, 40(9): 34-38.
- [3] 鲍淳松,张鹏翀,江燕. 红蓝石蒜补水频率研究[J]. 园艺与种苗, 2014(11): 37-39.
- [4] 吴金贤,俞炳泉. 6BA 对水稻叶片衰老过程中活性氧代谢的调节被引量[J]. 南京农业大学学报, 1992, 15(3): 20-23.
- [5] 熊达有. 杂交中稻生育后期剑叶早衰及 6BA 合剂应用探析[J]. 安徽农学通报, 2013, 19(15): 39-40.
- [6] 魏绪英,蔡军火,陈淑芬. 叶面喷施植物生长调节剂对石蒜生长的影响[J]. 广东农业科学, 2013(24): 22-25, 31.
- [7] 周彦兵,谈锋. 植物生长调节剂和蔗糖对抗黑胫病香果树丛芽分化的影响[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 1995, 20(6): 680-685.
- [8] 李宁毅,刘凤君,赵锦,等. S3307、6BA 对百合“雪皇后”生长发育的影响[J]. 辽宁农业科学, 2005(2): 12-13.
- [9] 张亚玲,张延龙,原雅玲. 6BA 和 NAA 对朱顶红组织培养的影响[J]. 陕西林业科技, 2006(1): 7-9.
- [10] 鲍淳松,张鹏翀,张海珍,等. 施肥对长筒石蒜生长与净光合速率的影响[J]. 江西农业大学学报, 2013, 35(4): 715-721.
- [11] 周天,胡勇军,马瑞萍,等. 植物生长调节剂对大豆幼苗光合利用特性的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2003, 25(4): 359-361.
- [12] 单守明,刘国杰,李绍华,等. 秋季叶面喷施 IAA、6BA 或 GA3 对草莓植株的影响[J]. 果树学报, 2007, 24(4): 545-548.
- [13] 刘永红,杨勤,何文铸,柯国华. 花期干旱和灌溉条件下植物生长调节剂对玉米茎流和光合生理的影响[J]. 西南农业学报, 2009, 22(5): 1305-1309.
- [14] 王玉英,石岩. 植物生长调节剂 Z-S 对高产早稻花后光合及产量的影响[J]. 旱地区农业研究, 2006, 24(1): 130-133.

- [15] 张明才, 翟志席, 何钟佩, 等. 不同时期喷施 SHK-6 对大豆光合生理及产量、品质形成效应的研究[J]. 大豆科学, 2006, 25(4): 399-403.
- [16] 赵黎明, 李建英, 张志刚, 等. 不同植物生长调节剂对大豆光合及产量特性的影响[J]. 浙江农业学报, 2009, 21(3): 255-258.
- [17] 郑乐娅, 吴文革, 阎川, 等. 植物生长调节剂对水稻光合速率和产量构成因素的影响[J]. 作物杂志, 2011(3): 63-66.

**知网检索的两种方式:**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [hjas@hanspub.org](mailto:hjas@hanspub.org)