

Dynamic Changes of Exogenous 6-BA in *Lycoris radiata* Bulbs and Soil

Chunsong Bao¹, Yanhui Gao², Pengchong Zhang¹

¹Hangzhou Botanical Garden, Hangzhou Zhejiang

²Zhejiang Agricultural and Forestry University, Lin'an Zhejiang

Email: baochunsong@163.com

Received: Jan. 25th, 2019; accepted: Feb. 4th, 2019; published: Feb. 11th, 2019

Abstract

In order to investigate the effects of exogenous plant growth regulators on the growth of *Lycoris radiata* bulbs, different concentrations of 6-BA were poured to potted *Lycoris radiata*, and the content of 6-BA in soil and *Lycoris radiata* bulbs was tested after different dates. The results showed that there was no significant difference in the content of 6-BA in soil ($P = 0.290$ at 6-BA different concentrations and $P = 0.224$ at different days), but the contents of 6-BA in bulbs was significant. The content of 6-BA in bulbs reached the maximum (312.5 mg/kg) on the 4th day after pouring, and then decreased continuously. The content of 6-BA in bulbs was related to the concentration of poured 6-BA, which tended to be higher in bulbs with higher concentration of poured 6-BA. There was no significant difference in the number of leaves, roots and bulbs wet weight, while the wet weight ratio had significant difference. Therefore, 6-BA failed to promote the bulb growth of *Lycoris radiata*.

Keywords

Lycoris radiata, 6-BA, Pouring, Soil, Bulbs, Biomass

浇施外源6-BA在石蒜鳞茎和土壤中的动态变化

鲍淳松¹, 高燕会², 张鹏翀¹

¹杭州植物园, 浙江 杭州

²浙江农林大学, 浙江 临安

Email: baochunsong@163.com

收稿日期: 2019年1月25日; 录用日期: 2019年2月4日; 发布日期: 2019年2月11日

摘要

为了探讨外源植物生长调节剂对石蒜属植物鳞茎生长的影响,以盆栽石蒜(*Lycoris radiata*)为研究材料,浇施不同浓度的6-BA,在不同日期后测定土壤和石蒜鳞茎中6-BA的含量。结果表明土壤中6-BA含量无显著性差异(不同浓度 $P = 0.290$ 、不同日期 $P = 0.224$),但鳞茎中6-BA含量差异显著,其中以施用后的第4天鳞茎中6-BA含量达到最大(312.5 mg/kg),随后不断减少;鳞茎中6-BA含量与施用浓度有关,呈施用浓度越高鳞茎中含量越高的倾向;叶数量和根数量无显著性差异;鳞茎湿重无显著差异,但湿重比有显著差异;因此,通过施用6-BA,本研究未能促进石蒜鳞茎生长。

关键词

石蒜, 6-BA, 浇施, 土壤, 鳞茎, 生物量

Copyright © 2019 by author(s) 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[1],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。张鹏翀等[2]指出适宜的生长环境是影响石蒜属植物鳞茎生长的最主要因素;此外,植物生长调节剂的施用对植物属植物的生长起着重要的调节作用,徐敏等[3]研究表明持续施加NAA、6-BA可促进种球球径增长;魏绪英等[4]以GA和KT-30对石蒜生长进行叶面喷施,促进了叶长、叶宽和鳞茎的生长;SHE等[5]研究表明用CPPU喷施有利于忽地笑子球的增大。说明细胞分裂素6-BA对植物的生长具有重要的调控作用[6]。因此,除给予适宜的生长环境条件外,合理地选择外源激素和使用浓度有可能提高生长速度。除了喷施外源激素外,在土壤中浇施外源激素也是一种施用激素调控植物生长的方法[7]。为研究浇施的方式对土壤中和石蒜鳞茎中激素含量的变化,本试验以石蒜(*Lycoris radiata*)为研究材料,探讨浇施不同浓度6-BA对土壤和石蒜鳞茎生长的影响,为石蒜属植物的生产实践提供理论依据。

2. 材料与方法

2.1. 试验材料

试验在浙江农林大学石蒜属植物种质资源圃塑料膜简易温室进行,未加温。采用盆栽试验(盆口 × 盆高: 20 cm × 15 cm),有出水孔,沙土基质(碱解氮 51.6 g·kg⁻¹,速效钾 42.3 g·kg⁻¹,有效磷 4.5 g·kg⁻¹,pH值 6.1),每盆沙土份量一致,选择大小一致的石蒜种球作为试验材料,每盆种植1个鳞茎,各处理3次重复。种植日期为2017年8月8日。

2.2. 试验方法

2.2.1. 6-BA 浇施方法

于2017年12月29日至2018年1月11日,采用土壤浇施的方法,将不同浓度6-BA 400 mg/L (A1)、800 mg/L (A2)、1600 mg/L (A3)、3200 mg/L (A4)分别处理石蒜鳞茎,浇施量为500 ml/盆,重复6次。于

6-BA 浇施后 13 d、7 d、4 d、1 d，分别用 D13、D7、D4、D1 表示，随机取各组合鳞茎、盆沙土样品各 3 个重复，测定 6-BA 浓度，石蒜取鳞茎内部鳞片，每盆土样取混合样，同时记录叶片数目、根数和鳞茎湿重。剩余鳞茎于 2018 年 8 月 10 日收获，记录鳞茎湿重和根数量。

2.2.2. 6-BA 含量测定

参考孙红梅等[8]、方楷等[9]的方法，采用酶联免疫学方法测定沙土、石蒜鳞茎的 6-BA 含量，具体操作方法如下：称取 1.0 g 石蒜鳞茎加入 2 ml 80% 甲醇提取液(沙土取 1.0 g 样品，加入 5 ml 80% 甲醇提取液)，在冰浴条件下研磨，转入 10 ml 离心管，4℃ 静置提取 4 h，3500 rpm 离心 10 min，取上清；沉淀再浸提 2 次，合并两次离心所得上清液；再将上清过 C-18 固相萃取柱，将过柱后的样品转入 5 ml 离心管；氮气吹干后，用样品稀释液定容至 2 ml；参照 ELISA 试剂盒(江苏科特)说明书操作步骤：竞争 - 洗板 - 加二抗 - 洗板 - 加底物显色 - 终止，最后采用 SPECTRA MAX 190 酶标仪测定标准物和各样品在 490 nm 波长的 OD 值。

2.3. 数据统计与分析

采用 Excel 2010 进行数据统计、绘图制表，用 SPSS 16.0 软件分析各样品间的显著性差异。

3. 结果和分析

3.1. 浇施 6-BA 后，土壤中 6-BA 含量的动态变化

土壤中的 6-BA 浓度无规律可循，不同施用浓度处理，土壤中含量平均在 140 mg/kg~218 mg/kg 之间，不同日期在 128 mg/kg~208 mg/kg 之间(表 1)，而未施用 6-BA 的 CK 处理含量在 1.8 ng/kg~2.6 ng/kg，双因素方差分析显示，不同施用浓度($P = 0.290$)和不同日期($P = 0.224$)皆无显著性差异。

Table 1. Content of 6-BA (mg/kg) in soils with different 6-BA application concentrations and days

表 1. 不同施用浓度和不同日期土壤中的 6-BA 含量(mg/kg)

处理	D1	D4	D7	D13	平均
A1	108.5	120.6	242.6	208.5	170.0
A2	125.3	234.9	255.9	187.5	200.9
A3	106.1	126.4	120.9	207.4	140.2
A4	174.2	350.7	124.2	221.4	217.6
平均	128.5	208.1	185.9	206.2	

3.2. 浇施 6-BA 后，鳞茎中 6-BA 含量的动态变化

表 2，不同日期鳞茎中的 6-BA 浓度有显著性差异($P = 0.000$)，其中以 D4 最高，平均为 312.5 mg/kg，显著高于其它处理，最低 D1 平均为 78.7 mg/kg。不同施用浓度，鳞茎中含量也有显著性差异($P = 0.010$)，其中以 A4 处理最高为 253.4 mg/kg，显著大于 A1、A2 处理，总体上呈现施用浓度越高，鳞茎中的浓度也越高的倾向。

3.3. 浇施 6-BA 对石蒜叶片数量和根数量的影响

对浇施 6-BA 前后的石蒜叶片和根进行统计分析，叶片数量和根数量在处理间无显著性差异(见表 3)，说明本试验 6-BA 的浓度和处理时间的长短对石蒜的叶片和根的生长影响不大。

Table 2. Content of 6-BA (mg/kg) in bulbs with different 6-BA application concentrations and days
表 2. 不同施用浓度和不同日期鳞茎中的 6-BA 含量(mg/kg)

处理	D1	D4	D7	D13	平均
A1	153.0	296.0	46.7	150.9	161.7y
A2	91.1	181.6	55.0	128.6	114.1y
A3	38.1	360.3	344.0	8.5	187.7xy
A4	32.7	412.2	302.6	266.0	253.4x
	78.7c	312.5a	187.1b	138.5bc	

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)。

Table 3. Average number of leaves and roots in different treatments
表 3. 不同处理叶平均数量和根平均数量

浓度处理	叶数量	根数量	日期处理	叶数量	根数量
A1	4.2	6.0	D1	4.6	6.8
A2	4.4	6.8	D4	4.1	6.4
A3	3.7	6.5	D7	3.9	6.3
A4	4.4	7.8	D13	4.1	7.5
<i>P</i>	0.522	0.343		0.678	0.620

3.4. 浇施 6-BA 对收获鳞茎湿重和根数量的影响

2018 年 8 月 10 日剩余鳞茎收获结果显示(表 4)，收获时和种植前鳞茎的湿重和根数量在处理间无显著性差异，但湿重比有显著性差异，其中 6-BA 浓度越高，湿重比越小，说明高浓度的 6-BA 有可能对石蒜鳞茎的生长产生不良影响，但各处理与 CK 皆无显著差异。

Table 4. Average wet weight, wet weight ratio and root number of different treatments
表 4. 不同处理平均湿重、湿重比和根数量

浓度处理	初始重	收获湿重	湿重比	根数
CK	5.0	4.9	0.99ab	7.3
A1	5.8	5.9	1.00a	5.7
A2	6.7	4.9	0.75b	5.5
A3	5.7	4.1	0.73b	3.6
A4	6.7	4.4	0.67b	2.9
<i>P</i>	0.096	0.241	0.014	0.128

4. 讨论

6-BA 是细胞分裂素类的生长调节剂，能够控制细胞生长和分裂、调控新陈代谢、在植物生长发育过程中发挥重要功能[10] [11] [12]。研究表明农业生产中主要通过植物生长调节剂调节各部分的构成或者通过细胞膨大来增加产量，魏绪英等[4]以 GA 和 KT-30 对石蒜生长进行叶面喷施，使鳞茎直径增大，徐敏等[3]以 1 mg/L NAA 或 5 mg/L 6-BA 持续施加可促进红蓝石蒜种球球径增长，但未涉及鳞茎生物量。

本研究结果表明不同浓度的 6-BA 浇施土壤后, 13 d 内土壤中 6-BA 含量没有明显变化, 土壤中的 6-BA 含量与所浇施的浓度的多少无关, 这或许与沙土吸附能力及盆底有出水孔有关。石蒜鳞茎中 6-BA 含量在第 4 天即达到最高, 以后不断减少, 趋势明显。鳞茎中的 6-BA 含量基本上随使用浓度的增加而增加, 可惜本试验只测定了鳞茎中鳞片部位的含量, 短茎中的含量与鳞片的含量是什么关系尚不清楚, 鳞片只是起到“存贮”的作用, 而短茎中的含量应该对生长的关系更密切。叶片数量无显著性差异, 可能是由于叶芽在出叶前就已经分化完成[13], 试验处理尚不足以增加叶片数量。石蒜属植物的根在叶期不生长[14], 故根数量在处理间无显著性差异, 而且根在生长季节, 数量主要与土壤含水量有关, 水分缺乏状态下易发根“找水”。剩余鳞茎收获结果显示无显著性差异。湿重比有显著性, 以 A1 处理最高, 呈现出使用浓度越高对鳞茎生长越不利的趋势, 但与空白处理无显著差异。综上, 本试验在使用 6-BA 后第 4 天, 石蒜鳞茎鳞片中 6-BA 含量达最大值, 但使用 6-BA 未能显著增加鳞茎生物量。作者前期研究 3200 mg/L 6-BA 浇施和其它浓度的喷施也未显著增加长筒石蒜光合作用和鳞茎生物量, 不过该结果可能与盆底无出水孔且浓度过高和浇施持续时间过长有关, 使叶期延长, 在不适合生长的季节仍生长叶片造成呼吸损耗过多[7], 而本次试验可能与盆底有出水孔、浇施季节和浇施持续时间过短等因素有关。因此, 要通过外源激素来增加净光合速率、增加叶数量, 最后提高鳞茎生长速度还有待进一步研究。

基金项目

杭州西湖风景名胜区管委会项目“植物生长调节剂提高石蒜属鳞茎产量研究”(2015-001)。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第 16 卷第 1 分册) [M]. 北京: 科学出版社, 1989: 16-17.
- [2] 张鹏翀, 鲍淳松, 江燕. 石蒜属植物生物学特性及栽培技术研究进展(综述) [J]. 亚热带植物科学, 2015, 44(2): 168-174.
- [3] 徐敏, 汪少敏, 周虹, 等. 植物生长调节剂 NAA 和 6-BA 对红蓝石蒜种球营养生长及内源激素的影响[J]. 浙江农业学报, 2013, 25(4): 768-771.
- [4] 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, 40(24): 22-25, 31.
- [5] She, L.F., Xia, Y.P., Chang, L., et al. (2014) Biochemical and Physiological Responses of Bulblets of *Lycoris aurea* to Exogenously Applied N-(2-Chloro-4-pyridyl)-N1-phenylurea. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, **89**, 549-556. <https://doi.org/10.1080/14620316.2014.11513119>
- [6] 吕璐, 赵晓萌, 彭修文, 等. 外源 6-BA 对白花败酱草生长和酶活性的调控[J]. 浙江农业科学, 2018, 59(10): 1829-1832.
- [7] 鲍淳松, 张鹏翀, 江燕. 6-BA 对长筒石蒜生长的影响[J]. 农业科学, 2018, 8(7): 794-800.
- [8] 孙红梅, 廖浩斌, 刘盼盼, 等. 不同成花量金花茶花果期果枝叶内源激素的变化[J]. 广西植物, 2017, 37(12): 1537-1544.
- [9] 方楷, 杨光耀, 杨清培, 等. 毛竹成竹过程中内源激素动态变化[J]. 江西农业大学学报, 2011, 33(6): 1107-1111.
- [10] 田高飞, 闫淑君, 金妍超, 等. 外源 6-BA 对大红三角梅生长、开花及生理的影响[J]. 西北林学院学报, 2018, 33(2): 238-243.
- [11] Dong, S. and Zhang, H. (2006) Voltammetric Determination of 6-Benzylaminopurine (6-BAP) Using an Acetylene Black-Dihexadecyl Hydrogen Phosphate Composite Film Coated Glassy Carbon Electrode. *Analytica Chimica Acta*, **557**, 64-69. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2005.10.002>
- [12] 马玲, 张鑫, 孟莹, 等. 喷施 GA3 和 6-BA 对“富士”苹果顶芽内源激素及成花成枝的影响[J]. 西北植物学报, 2018, 38(5): 0873-0884.
- [13] 李爱荣, 周坚. 中国石蒜叶片的生长周期及其发育过程的研究[J]. 植物学通报, 2005, 22(6): 680-686.
- [14] 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.

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