

不同土壤和光照条件对长筒石蒜 生长及光合特性的影响

张鹏翀¹, 鲍淳松¹, 江燕¹, 周虹¹, 冯玉¹, 郑玉红²

(1. 杭州植物园, 浙江 杭州 310013; 2. 江苏省中国科学院植物研究所, 江苏 南京 210014)

摘要:以长筒石蒜(*Lycoris longituba*)开花种球为试材, 采用土壤(沙土, 沙土+泥炭土 3:1, 园土+泥炭土(5:4)和光照(遮阴率 88%, 54%, 0%)双因素试验设计, 探讨了不同土壤和光照条件对长筒石蒜叶片数量和长度、鳞茎干重和湿重比, 以及净光合速率的影响。结果表明: 叶片数量、鳞茎干重和湿重比随着光照强度的增加而升高, 叶片长度随着光照的增加而减少, 适当的土壤养分有利于增加叶片数量和长度、鳞茎干重和湿重比, 但过量的土壤养分并没有显著的效果, 反而出现下降的趋势; 不同土壤基质对盛叶期叶片的净光合速率无显著影响, 而随着光照强度的增加净光合速率显著增强; 土壤和光照的交互作用也存在显著差异, 光照的影响要大于土壤的。因此, 长筒石蒜在叶期属于阳生植物, 为提高其鳞茎产量应保证充足的光照和适量的土壤养分。

关键词:长筒石蒜; 土壤; 光照; 生长量; 光合特性

中图分类号:S 682.1⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)02-0081-04

长筒石蒜(*Lycoris longituba*)属石蒜科(Amaryllidaceae)石蒜属(*Lycoris* Herb.)多年生草本植物, 具地下鳞茎,

早春出叶, 花期 7—8 月, 花白色, 花被裂片腹面或有淡红色条纹, 顶端稍反卷, 边缘不褶皱, 主要分布于江苏^[1]。由于其优良的观赏特性, 花叶分离的独特习性, 以及鳞茎中多种提取成分的药用价值, 已成为一种极具开发潜力的球根花卉。

近年来, 随着长筒石蒜的推广和应用, 相关的研究也相继开展。李虹颖^[2]和刘晓萍^[3]对其叶片的发育生物学进行了研究, 鲍淳松等^[4]研究了长筒石蒜生物量构成和养分质量分数季节动态, 刘志高等^[5]和鲍淳松等^[6-7]

第一作者简介:张鹏翀(1982-), 男, 硕士, 工程师, 研究方向为园林植物生理生态。E-mail: zhang-pengchong@163.com.

责任作者:鲍淳松(1963-), 男, 硕士, 高级工程师, 研究方向为园林植物栽培。

基金项目:杭州西湖风景名胜区管委会资助项目(2010-003); 江苏省苏北科技发展计划资助项目(BN2013065)。

收稿日期:2015-10-08

[16] 袁梅芳, 顾伟. 球根鸢尾的离体培养个试管成球[J]. 植物生理通讯, 1996, 32(1): 28-29.

[17] 刘丽娟. 穿龙薯蓣吸肥规律及典型营养缺乏症状的研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2004: 6.

[18] 莫淑勋, 钱菊芳. 一种研究土壤养分吸收的温室小苗法[J]. 土壤肥料, 1985(4): 15-18.

[19] 白宝璋. 植物生理学[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1996: 114-120.

Effect of Nutritional Elements Deficiency on Contents of Chlorophyll and Protein of Two Kinds of *Iris*

ZHUANG Qianqian¹, CHEN Shaopeng², SHI Zhantao³

(1. Plant Science College, Jilin Agricultural Science and Technology College, Jilin, Jilin 132101; 2. Jilin City Academy of Forestry, Jilin, Jilin 132013; 3. Huadian City Forestry Bureau, Huadian, Jilin 132400)

Abstract: Taking two kinds of *Iris* as materials, using Hoagland nutrient fluid as control, influence of nutritional deficiency (N, P, K, Ca, Mg) on contents of chlorophyll and protein of *Iris setosa* and *Iris sanguinea* was investigated. The results showed that chlorophyll content of *Iris setosa* and *Iris sanguinea* decreased without N, K and Mg element, the order was N>K>Mg, *Iris setosa*>*Iris sanguinea*. Protein content decreased without P and Ca element, the order was P>Ca.

Keywords: nutritional deficiency; *Iris*; chlorophyll; protein

研究了施肥和切根对长筒石蒜生长的影响,王光萍等^[8]、谷海燕等^[9]、王婷等^[10]和鲍淳松等^[11]对繁殖技术进行了初步探讨,邓传良等^[12]对遗传多样性进行了测定分析,梁永奇等^[13]对鳞茎化学成分进行了分析和归类。但目前仍没有真正掌握科学的栽培技术,实现其产业化生产来满足日益增加的市场需求。现以长筒石蒜为试验材料,研究了不同土壤和光照条件对其生长和光合特性的影响,以揭示适合长筒石蒜栽培的土壤和光照条件,以期为大规模的生产提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

长筒石蒜的种球取自杭州植物园资源圃地,选取鳞茎大小均一的种球(平均湿重为 47.9 g/球),各处理的平均湿重无显著性差异。供试沙土为河沙,田间持水量为 23.1%,泥炭土选用德国 HAWITA (维特)泥炭。

1.2 试验方法

试验在杭州植物园科研圃地的沙床中进行(北纬 30° 15′、东经 120° 06′),于 2010 年 8 月底种植,栽植株行距为 15 cm×20 cm,采用土壤和光照双因素、3 水平,3 次重复试验设计,每行(1 个重复)种植 8 个球。3 种土壤基质分别为沙土、沙土+泥炭土(3:1,上层 30 cm 为沙土,下层 10 cm 为泥炭土)和园土+泥炭混合土(5:4),分别用 A1、A2、A3 表示;利用不同层黑色遮阳网进行遮光处理,光照处理设置了 88%、54%和 0% 3 个遮阴梯度,分别用 B1、B2、B3 表示。

1.3 项目测定

1.3.1 相对透光率 采用 ZDS-10 照度计(上海)测定。

1.3.2 生长量的测定 生长量选取了叶片数量、叶片长度、鳞茎干重和湿重比 4 个参数,为了避免移栽对长筒石蒜叶形态的影响,叶片数量和长度于栽种后的第 2 个叶期(2011 年 10 月)开始测定,每隔 20 d 左右测定 1 次(枯叶期除外);鳞茎于 2013 年 6 月初统一挖掘称重,计算湿重比;将鳞茎放入 85℃烘箱中,烘干至恒重,测定其干重。

1.3.3 光合特性的测定 利用 LI-6400 XT 便携式光合仪(Li-COR, USA)的透明叶室,分别于 2012 年 4 月中旬和 2013 年 3 月中旬(第 2、3 个叶片生长的旺盛期)对净光合速率(Pn)进行测定,天气晴朗无云,时间为 9:00—11:00。各处理选取基部第 2 片成熟叶的中上部进行测量,不少于 3 次重复。为减少测量时间的先后对净光合速率造成的影响,测量顺序按照重复进行,即将所有处理的 1 个重复测量完成后再进行下一个重复的测定。测量角度与地面平行,使用开放式气路,空气流速为 500 μmol/s,待叶室稳定后记录数据。

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 进行表格、图表处理,运用 SPSS

16.0 统计软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同土壤和光照对叶片数量的影响

2012 年 4 月 11 日(盛叶期)对长筒石蒜单丛平均叶片数(叶片是从定植的 1 个母球生长而来)的观测结果如表 1 所示。方差分析结果表明,不同土壤和光照条件下叶片数量均存在显著差异,土壤养分的适量增加(A2)使得叶片数量增多,但是过量的土壤养分(A3)并没有显著的效果,反而出现了下降的趋势;叶片数量随着光照强度的增加显著增多。此外,方差分析的结果表明,2 个因素之间的交互作用也存在显著差异($F=6.482$, $\text{Sig.}=0.02$),且光照的影响要大于土壤的。2013 年 4 月 7 日盛叶期的测量数据存在相同的结果(表 2)。

表 1 2012 年 4 月 11 日长筒石蒜单丛平均叶片数量

Table 1 Average leaf number of single clump of *Lycoris longituba* on April 11th, 2012

处理水平 Treatment	叶片数量 Leaf number			平均 Average
	B1	B2	B3	
A1	6.21±1.50	9.83±2.20	10.61±3.35	8.86±3.10a
A2	7.88±2.42	10.65±2.29	13.38±4.80	10.63±4.04b
A3	7.04±1.97	11.67±4.27	13.09±4.89	10.56±4.64b
平均	7.04±2.09a	10.72±3.13b	12.37±4.52c	

注:同行或同列不同字母表示存在显著性差异($P<0.05$)。

Note: Different letters in row or line show significant difference ($P<0.05$).

表 2 2013 年 4 月 7 日长筒石蒜单丛平均叶片数量

Table 2 Average leaf number of single clump of *Lycoris longituba* on April 7th, 2013

处理水平 Treatment	叶片数量 Leaf number			平均 Average
	B1	B2	B3	
A1	4.36±1.62	10.30±3.76	12.14±6.61	8.96±5.52a
A2	5.75±2.24	11.57±4.40	15.13±5.32	11.10±5.69bc
A3	5.00±1.73	10.95±5.06	14.64±9.03	10.12±7.16ac
平均	5.02±1.92a	10.94±4.39b	14.00±7.12c	

2.2 不同土壤和光照对叶片长度的影响

表 3 方差分析结果表明,不同土壤和光照条件下叶片长度存在显著差异,土壤养分的适量增多(A2)有利于增加叶片长度,但是过量的土壤养分(A3)下,叶片长度与沙土中(A1)的无显著差异;遮阴程度的增加有利于叶片的伸长,而遮阴率 54%与 88%的无显著差异。2 个因素之间的交互作用也存在显著差异($F=5.765$, $\text{Sig.}=0.00$),且光照的影响要大于土壤的。2013 年 4 月 7 日盛叶期的测量数据存在相同的结果(表 4),只是遮阴率 88%的叶片长度较 54%的已经出现显著的减小。

2.3 不同土壤和光照对鳞茎干重及湿重比的影响

由表 5、6 方差分析可以看出,不同土壤和光照条件下鳞茎的干重及湿重比均存在显著差异。适量的土壤

表 3 2012 年 4 月 11 日长筒石蒜
单丛平均叶片长度

Table 3 Average leaf length of single clump of
Lycoris longituba on April 11th, 2012

处理水平	叶片长度 Leaf length/cm			平均
Treatment	B1	B2	B3	Average
A1	53.13±10.36	51.21±6.19	40.91±7.52	48.52±9.71a
A2	48.29±9.12	57.43±9.98	50.46±9.49	51.99±10.17b
A3	51.25±10.47	49.04±10.31	45.04±6.26	48.49±9.48a
平均	50.89±10.06a	52.49±9.56a	45.54±8.73b	

表 4 2013 年 4 月 7 日长筒石蒜
单丛平均叶片长度

Table 4 Average leaf length of single clump of
Lycoris longituba on April 7th, 2013

处理水平	叶片长度 Leaf length/cm			平均
Treatment	B1	B2	B3	Average
A1	47.05±11.90	50.91±6.13	38.05±10.83	45.42±11.15a
A2	45.90±9.92	59.17±8.76	50.83±8.92	52.22±10.55b
A3	47.61±9.48	47.64±6.03	38.50±7.33	44.63±8.79a
平均	46.89±10.35b	52.65±8.54a	42.71±10.84c	

表 5 2013 年 6 月长筒石蒜平均鳞茎干重

Table 5 Average dry weight of *Lycoris longituba*
bulb in June 2013

处理水平	鳞茎干重 Dry weight/g			平均
Treatment	B1	B2	B3	Average
A1	7.00±2.71	24.49±8.03	24.33±9.95	18.61±11.12a
A2	7.43±2.60	31.10±13.45	37.66±14.73	25.40±17.38b
A3	6.73±2.25	19.66±7.61	28.22±15.61	18.21±13.36a
平均	7.05±2.51a	25.08±10.98b	30.07±14.60c	

表 6 2013 年 6 月长筒石蒜鳞茎湿重比

Table 6 Wet weight ratio of *Lycoris longituba*
bulb in June 2013

处理水平	鳞茎湿重比 Wet weight ratio/%			平均
Treatment	B1	B2	B3	Average
A1	0.73±0.13	2.15±0.35	2.17±0.44	1.68±0.77b
A2	0.78±0.15	2.52±0.66	3.20±0.53	2.17±1.16c
A3	0.80±0.07	1.65±0.13	2.15±0.39	1.53±0.62a
平均	0.77±0.11a	2.11±0.53b	2.50±0.65c	

养分(A2)使得鳞茎的干重显著增加,而过量的土壤养分(A3)下鳞茎干重与沙土中(A1)的无显著差异;随着光照强度的增加鳞茎干重显著增大。对于鳞茎的湿重比,适量的土壤养分(A2)有利于鳞茎的增大,而过量的土壤养分(A3)反而使得其小于沙土中的(A1);随着光照强度的增加鳞茎的湿重比也显著增大。2个因素之间的交互作用也存在显著差异($F=2.729$, $\text{Sig.}=0.03$),且光照的影响要大于土壤的。

2.4 不同土壤和光照对叶片净光合速率(Pn)的影响

表 7 方差分析结果表明,不同的土壤条件对 Pn 无显著影响,而随着光照强度的增加 Pn 显著增加。2个因素之间的交互作用也存在显著差异($F=5.237$,

$\text{Sig.}=0.01$),且光照的影响要大于土壤的。2013 年 3 月的测量数据也存在相同的结果(表 8)。

表 7 2012 年 4 月长筒石蒜叶片净光合速率

Table 7 Pn of *Lycoris longituba* leaf in April 2012

处理水平	净光合速率			平均
Treatment	Net photosynthetic rate/ $(\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$			Average
	B1	B2	B3	
A1	6.35±1.13	11.16±1.46	16.63±1.31	11.38±4.59a
A2	6.30±2.64	13.09±0.95	15.57±1.03	11.02±3.82a
A3	6.73±2.80	13.67±0.52	15.92±0.22	16.04±0.96a
平均	6.46±2.01a	12.64±1.45b	16.04±0.96c	

表 8 2013 年 3 月长筒石蒜叶片净光合速率

Table 8 Pn of *Lycoris longituba* leaf in March 2013

处理水平	净光合速率			平均
Treatment	Net photosynthetic rate/ $(\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$			Average
	B1	B2	B3	
A1	2.24±0.24	6.87±1.29	11.41±3.26	6.94±4.36a
A2	2.54±0.34	7.15±1.32	13.45±2.86	7.63±4.96a
A3	2.48±0.32	6.60±1.42	13.54±2.31	7.46±4.91a
平均	2.41±0.35a	6.98±1.40b	12.65±2.94c	

3 结论与讨论

不同的土壤和光照条件下,长筒石蒜的单丛叶片数量、叶片长度、鳞茎的生物量均存在显著差异。盛叶期的单丛叶片数量, $A2>A3>A1$,说明适当的土壤养分含量增加了单丛的叶片数量,而土壤养分含量的继续增加反而出现了负面的效果(虽然统计学上无显著差异),而遮阴处理的结果为 $B3>B2>B1$,表明光照条件越充分单丛叶片数量越多;土壤基质对叶片长度的影响与叶片数量类似, $A2>A1>A3$,适量的土壤养分对叶片长度有促进作用,而过量土壤养分的负面效应已经凸显,适度的遮阴(B2)有利于叶片长度的伸长,但过度遮阴(B1)使得叶片长度开始下降。遮阴使得植物叶片变多、变长,是对遮阴影响光合效率的一种补偿机制,以增加有效的光合作用面积来保证干物质的积累^[14]。3年后挖掘出的鳞茎干重及湿重比, $A2>A1>A3$, $B3>B2>B1$,仍然说明适度的土壤养分和充足的光照条件有利于鳞茎的生长,过量的土壤养分反而减低了鳞茎的产量。这与鲍淳松等^[15]和张鹏翀等^[16]之前的研究结果较为一致。

光照条件为一个主要的环境因子,影响着植物的形态特征和地理分布^[17]。此外,植物为了保持较高的光合作用效率,会依据外界不同的光照条件来调整形态特征和能量的分配^[18]。一直以来石蒜属植物被认为是耐阴植物,园林中也常被作为耐阴植物来应用。这可能与其“退化”速度慢,不易被人察觉有关^[19]。不同的土壤条件对叶片净光合速率无显著影响,但随着光照强度的增加显著增大,表明一般的土壤条件即能满足长筒石蒜生长对养分的需求,而需要充足的光照条件,在叶期属于喜

阳植物,这与其他学者对红蓝石蒜^[16,20]和长筒石蒜^[7]的研究结果一致。

土壤和光照这 2 个因素之间的交互作用也存在显著差异,且光照的影响较土壤的要大。因此,长筒石蒜在叶期为阳生植物,为了增加其产量在保证适量的土壤养分下,必须提供充足的光照,这与传统认为施肥可有效提高产量,以及石蒜属植物属于耐阴植物的观点有很大差异。但是由于该试验各处理梯度的设计较为宽泛,只能定性说明遮阴对长筒石蒜生长的影响,土壤养分、水分以及光照对石蒜属植物生长的影响还有待进一步的研究。

参考文献

- [1] 裴监,丁志遵. 中国植物志[M]. 16 卷. 北京:科学出版社,1985:27.
- [2] 李虹颖. 长筒石蒜叶片发育生物学研究[D]. 南京:南京林业大学,2008.
- [3] 刘晓萍. 长筒石蒜叶片衰老的初步研究[D]. 南京:南京林业大学,2007.
- [4] 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.
- [5] 刘志高,吴家胜. 长筒石蒜盆栽施肥效应初探[C]. 中国园艺学会观赏园艺专业委员会 2008 年学术年会论文集,2008:354-357.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 王光萍,陈英,周坚,等. 长筒石蒜鳞片诱导和植株再生[J]. 植物生理学通讯,2008,41(4):457-460.
- [9] 谷海燕,谢孔平,李策宏,等. 长筒石蒜种球的无性繁殖试验[J]. 资源开发与市场,2010,26(9):773-774.
- [10] 王婷,智永祺,周坚. 长筒石蒜叶片薄层培养诱导愈伤组织发生的研究[J]. 北方园艺,2014(1):91-94.
- [11] 鲍淳松,张海珍,张鹏翀,等. 长筒石蒜无性繁殖技术研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(30):16836-16837.
- [12] 邓传良,刘建,周坚. 长筒石蒜居群遗传多样性 RAPD 分析[J]. 广西植物,2007,27(3):401-405.
- [13] 梁永奇,冯煦,赵兴增,等. 长筒石蒜鳞茎中的生物碱类成分[J]. 天然产物研究与开发,2010(22):241-244.
- [14] 王雁,苏雪痕,彭镇华. 植物耐荫性研究进展[J]. 林业科学研究,2002,15(3):349-353.
- [15] 鲍淳松,张鹏翀,张海珍,等. 沙床栽培中施肥对忽地笑生长量及净光合速率的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2012,36(5):61-65.
- [16] 张鹏翀,鲍淳松,江燕,等. 不同土壤和光照条件对红蓝石蒜生长及光合特性的影响[J]. 安徽农业科学,2013(3):1023-1024.
- [17] LAMBERSH, CHAPIN III F S, PONST L. Plant physiological ecology [M]. New York:Springer,1998.
- [18] LIAO J X, ZOU X Y, GE Y, et al. Effects of light intensity on growth of four *Mosla* species[J]. Botanical Studies, 2006, 47:403-408.
- [19] 鲍淳松,张鹏翀,江燕,等. 设施栽培对忽地笑生长的影响[J]. 中国园艺文摘,2013(9):17-19.
- [20] BAO C S, ZHANG P C, CHEN C, et al. Growth and photosynthetic responses of *Lycoris haywardii* Traub to watering frequencies[J]. Journal of Horticulture and Forestry, 2013, 5(11):218-223.

Influence of Soil and Light Intensity on Growth and Photosynthesis of *Lycoris longituba*

ZHANG Pengchong¹, BAO Chunsong¹, JIANG Yan¹, ZHOU Hong¹, FENG Yu¹, ZHENG Yuhong²

(1. Hangzhou Botanical Garden, Hangzhou, Zhejiang 310013; 2. Institute of Botany Jiangsu Province and Chinese Academy of Science, Nanjing, Jiangsu 210014)

Abstract: A two-factor design experiment with three different soil and light intensity levels was conducted to exploring the effect of soil and light intensity on growth and photosynthesis of *Lycoris longituba* utilizing flowering bulb of *Lycoris longituba*. The results showed that leaf length, dry weight and wet weight ratio of bulb and Pn were raised as light intensity increasing, but leaf number was reduced. Although appropriate soil nutrient would improve leaf number and length, dry weight and wet weight ratio of bulb, the more nutrient would have no significant effect and depress them later. The light intensity had a positive effect on Pn while soil had not. The interaction of two factors had significant effect as well, and the influence of light intensity was bigger. In conclusion, *Lycoris longituba* was a sun plant at its foliage stage, so in order to improve its production appropriate nutrients and sufficient light were needed.

Keywords: *Lycoris longituba*; soil; light; growth; photosynthesis