

# 叶面喷施锌、硼、锰肥对兰州百合干物质 积累与分配的影响\*

黄 鹏 张文涛 路 喆

(甘肃农业大学农学院 兰州 730070)

**摘 要** 采用田间试验方法,在坡耕地条件下研究了叶面喷施 Zn、B、Mn 3 种微量元素肥对兰州百合干物质积累与分配及鳞茎产量的影响。结果表明,适宜浓度的 Zn、B、Mn 肥均能提高百合植株干物质的积累及分配效率,增加鳞茎产量;200 mg · L<sup>-1</sup> 的 Zn、B、Mn 肥处理对干物质积累的影响最为显著,分别较对照提高 26.5%、31.8%和 23.6%;Zn、B 肥有利于光合物质向鳞茎转移分配,200 mg · L<sup>-1</sup> 的 Zn、B 肥处理收获期鳞茎所占干物质比率较对照分别提高 4.16 和 2.44 个百分点;喷施 Mn 肥处理鳞茎所占干物质比率较对照有所降低,降幅与喷施浓度呈正相关。200 mg · L<sup>-1</sup> Zn、B 肥和 100 mg · L<sup>-1</sup> Mn 肥处理对百合鳞茎的增产作用显著。

**关键词** 兰州百合 微量元素 干物质积累 鳞茎产量 坡耕地

中图分类号: S644.1; S143.7 文献标识码: A 文章编号: 1671-3990(2010)02-0295-04

## Effect of foliage spraying of zinc, boron, manganese fertilizers on the accumulation and distribution of dry matter in *Lilium davidii* var. *unicolor*

HUANG Peng, ZHANG Wen-Tao, LU Zhe

(College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract** The accumulation and distribution of dry matter and bulb yield in *Lilium davidii* var. *unicolor* was determined under foliage spraying of trace elements zinc, boron and manganese in hilly cropland. The results show that suitable concentrations of zinc, boron and manganese improve the accumulation and distribution efficiency of dry matter in *L. davidii* var. *unicolor* and also increase bulb yield. The most significant dry matter accumulation efficiency occurs at 200 mg · L<sup>-1</sup> zinc, boron and manganese, which presents an increase of 26.5%, 31.8% and 23.6% respectively compared with CK. Zinc and boron are conducive for the transfer and distribution of photosynthetic products to bulbs. At a concentration of 200 mg · L<sup>-1</sup> zinc and boron, the ratio of bulb to total dry matter at harvest increases by 4.16% and 2.44% respectively compared with CK. When manganese is applied alone, the ratio of bulb to total dry matter is less than that of CK. Decreasing range is positively correlated with spraying concentration. Treatments of 200 mg · L<sup>-1</sup> zinc and boron, and 100 mg · L<sup>-1</sup> manganese significantly enhance bulb yield.

**Key words** *Lilium davidii* var. *unicolor*, Trace element, Dry matter accumulation, Bulb yield, Hilly cropland

(Received March 27, 2009; accepted June 10, 2009)

兰州百合(*Lilium davidii* var. *unicolor*)因瓣大肉厚、风味甘甜、营养丰富,名列国内食用栽培百合之首,素有“兰州百合甲天下”之称。长期以来,由于片面追求产量,针对百合生产的试验研究大多集中在耕种方式、种植密度、NPK 肥施用量和配方等方面<sup>[1-4]</sup>。由于在极有限的宜产区重茬连作种植比较普遍, N、P 化肥施用量逐渐增加,有机肥所占比率

急剧减少,使土壤中的微量元素得不到有效补充,其含量已不能满足作物的生长需求<sup>[5-6]</sup>。微量元素是作物正常生长中不可缺少的营养元素,特别是 Zn、Mn、B、Fe、Al 等元素,作物缺乏其中某一种时,即使 N、P、K 肥施入充裕,其生长发育也会受到抑制,导致产量、品质下降<sup>[7]</sup>。微量元素肥料在马铃薯、小麦、玉米、油菜、水稻、花生、苜蓿、蔬菜等作

\* 甘肃省教育厅项目(0502-08)资助

黄鹏(1955~),男,研究员,硕士生导师,主要从事作物高效种植、土壤肥料与植物营养、农业推广理论与实践研究。E-mail: huang-peng@gsau.edu.cn

收稿日期: 2009-03-27 接受日期: 2009-06-10

物上的增产作用已被验证<sup>[8-11]</sup>。本研究在旱地大田种植栽培下,对兰州百合进行不同浓度微肥叶面喷施试验,并分析其干物质积累和分配效应,为其合理施肥、优质高效生产提供依据。

## 1 研究地概况和试验方法

试验在甘肃省榆中县山区的坡耕地上进行,试验地海拔约 2 100 m,年均气温 6.8 °C,无霜期约 140 d,年降雨量 450 mm 左右。土壤类型属典型黄绵土,0~20 cm 耕层土壤有机质含量  $9.4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,全氮  $0.82 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,全磷  $0.78 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,碱解氮  $75 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,速效磷  $8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,速效钾  $120 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,有效锌  $0.084 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,有效锰  $2.84 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,有效硼  $0.148 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,为比较贫瘠的土壤,无灌溉条件。供试百合种球为兰州本地繁育的地方品种,选健壮、色白、形状好的籽鳞茎,田间以宽窄行栽植,行距宽行 40 cm,窄行 20 cm,株距 15 cm,密度  $2.2 \times 10^5 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,小区面积为  $20 \text{ m} \times 8 \text{ m}$ 。试验采用单因素随机区组设计,分别叶面喷施 Zn(A)、B(B)、Mn(C)肥,各设 3 个浓度梯度水平,分别为  $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (1)、 $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (2)、 $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (3),以喷清水为对照(CK),3 次重复,随机排列。分别于苗齐期(4 月 30 日)和现蕾前(5 月 15 日)叶面喷施 2 次,每次以叶面挂满液滴为准。其他施肥与田间管理按当地栽培管理措施进行。

分别于百合植株现蕾期(6 月 20 日)、盛花期(7 月 20 日)和枯萎期(9 月 20 日),于每小区各随机完整采挖百合植株 10 株,小心清理泥土后按器官分为茎、叶、根、鳞茎 4 部分,分别放入自动控温烘箱,于  $105 \text{ }^{\circ}\text{C}$  下杀青 15 min 后,置  $70 \text{ }^{\circ}\text{C}$  恒温烘干至恒重,用精度为  $0.01 \text{ g}$  的电子天平测定干物质重;于 10 月中旬将百合全部采挖,测定鳞茎产量。运用 DPS 和 Microsoft Excel 软件进行数据统计分析<sup>[12]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 Zn、B、Mn 肥对兰州百合植株干物质积累的影响

#### 2.1.1 Zn 肥对百合干物质积累的影响

图 1 表明,叶面喷施不同浓度 Zn 肥后,百合各生育期的干物质积累较对照(CK)都有不同程度增加,且后期较前期显著。现蕾期各施 Zn 处理与对照百合干物质重差异均未达显著水平。随生育期的递进,Zn 肥对百合干物质积累贡献增大,并呈随喷施浓度的加大先递增后下降的趋势,其中以 A2 处理增加幅度最大,在盛花期和枯萎期较对照增加均达 26.5%,与各处理间的差异达到极显著水平。喷施浓度为  $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (A3)时,开花期和枯萎期的干物质积累较

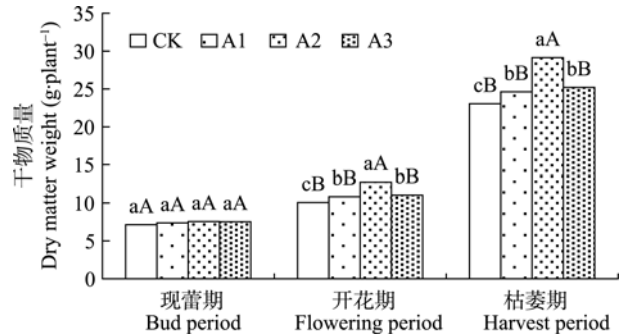


图 1 Zn 肥对百合干物质积累的影响

Fig. 1 Effect of Zn fertilizer on dry matter accumulation of lily

A2 处理均有所下降,与 A1 处理无显著差异。说明植物体内  $\text{Zn}^{2+}$  可能参与了植物体叶绿素的合成过程,对叶绿体结构有一定影响,对植物干物质积累有重要作用,但其施肥要求较高,须选择适当的施用量和施肥方式<sup>[13-14]</sup>。

#### 2.1.2 B 肥对百合干物质积累的影响

由图 2 可知,喷施不同浓度 B 肥后,不同生育时期兰州百合植株干物质积累量较对照都有所提高。其中 B2 处理各生育时期干物质积累量相对较高,较对照(CK)增加 13.7%~31.8%。与施 Zn 不同,B 肥的作用在百合生长早期就表现突出,现蕾期 B1、B2 处理干物质积累量分别较对照增加 23.0%和 23.3%,差异达极显著水平,而 B3 处理较对照仅提高 5.6%,两者之间无显著差异。这可能是由于 B 浓度过大时,百合幼苗植株组织的渗透压降低,影响了植物光合代谢及矿质营养代谢的正常进行。开花期和枯萎期各处理百合干物质积累量仍呈随施 B 浓度增加先升高后下降的抛物线趋势,但 3 个施 B 处理干物质积累量都较对照大,其差异达极显著水平,且 B3 较 B2 处理的下降幅度较明显,差异达显著水平。说明喷施 B 肥能增强百合的光合作用,促进碳水化合物的正常运转,促进其器官的正常发育,有利于光合物质积累,如果未能及时解决缺 B 状况,会导致干物质积累的下降,但过多的 B 素会抑制干物质积累。

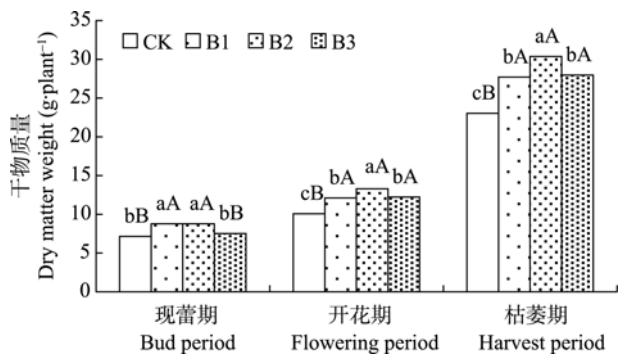


图 2 B 肥对百合干物质积累的影响

Fig. 2 Effect of B fertilizer on dry matter accumulation of lily

### 2.1.3 Mn 肥对百合干物质积累的影响

Mn 是叶绿体的结构成分, 是维持叶绿体结构必需的营养元素, 能促进作物的光合作用。施 Mn 处理百合干物质积累量在各生育时期均与对照呈极显著差异(图 3), 收获期植株干物质积累量较对照增加 16.5%~23.6%。随喷施浓度的增大, 各生育期的干物质积累量也呈先增后降的趋势, 但下降幅度比较平缓, 开花期和枯萎期 C2 和 C3 处理间的降幅分别为 2.89%和 2.88%, 其积累量差异均未达显著水平。说明植株体内适宜浓度的  $Mn^{2+}$  对兰州百合干物质积累具有积极作用, 施用 Mn 肥后的田间表现为叶色浓绿, 植株健壮, 叶片较宽, 表明植株叶绿素含量较高, 加强了  $CO_2$  的同化, 提高了光合作用的强度和效率。

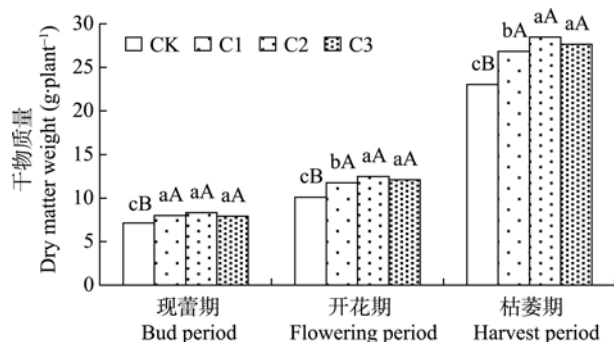


图 3 Mn 肥对百合干物质积累的影响

Fig. 3 Effect of Mn fertilizer on dry matter accumulation of lily

### 2.2 Zn、B、Mn 肥对兰州百合干物质分配的影响

表 1 表明, 随生育时期的推进, 植株鳞茎光合物质分配比率逐渐增大, 茎叶分配比率则逐渐变小, 光合物质的分配中心逐渐由地上部分转向地下鳞茎。Zn 肥处理茎叶所占比率均较对照有所降低, 叶片干重以 A1 处理最低, 为 16.00%, 较对照低 1.54 个百分点, 茎秆则以 A2 处理降低最多, 较对照降低 4.04 个百分点; 而鳞茎则相反, 施 Zn 处理所占比率都高于对照, 其中 A2 处理分配比率最大, 占总干物质质量的 64.47%, 较对照提高 4.16 个百分点, 其他依

次为 A1 和 A3 处理。施 B 肥处理叶片所占比率较对照均有所降低, 降幅依次为 2.05 个百分点、3.34 个百分点和 4.24 个百分点; 茎秆所占比率与对照差异不大; 鳞茎所占比率则按施肥浓度的增大依次升高, 以 B3 所占比率最大, 为干物质积累总量的 65.99%, 较对照提高 5.68 个百分点。施 Mn 肥处理茎、叶所占比率均高于对照, 以 C3 处理最高, 分别为 23.91% 和 20.19%, 较对照高 4.15 和 2.65 个百分点; 鳞茎所占比率均低于对照, 且按施肥浓度的增加依次降低, 降幅分别为 2.30 个百分点、3.49 个百分点、6.76 个百分点。表明喷施 Zn、B、Mn 肥  $100\sim300\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  均能促进百合植株各器官的生长发育, 增加植株光合物质积累总量, 改变各组织器官中光合物质的分配比率, 不同程度促进鳞茎产量的增加。但单独从有利于提高鳞茎中光合物质积累比率角度评价, 3 种微肥的效果依次为 B、Zn、Mn, 以  $200\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  的 Zn 肥和  $300\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  的 B 肥效果最佳。

### 2.3 Zn、B、Mn 肥对兰州百合鲜鳞茎产量的影响

由图 4 可知, 在试验设计范围内, 除 C3 处理外, 叶面喷施 Zn、B、Mn 肥对兰州百合鲜鳞茎都有增产效果。施 Zn 处理中以 A2 处理单株鲜鳞茎产量最高, 比对照增产 16.2%, 差异达极显著水平; A1 和 A3 处理较对照分别增产 4.0%和 8.0%。可能是 Zn 元素与叶绿素的合成有关, 参与碳水化合物转化, 从而促进了光合作用和光合产物的运输分配, 增加了百合鳞茎的产量。施 B 处理鲜鳞茎产量均明显高于对照, 3 个浓度水平鲜鳞茎产量均与对照呈极显著差异, 其中 B2 处理百合单株鲜鳞茎产量较对照增产幅度达 26.5%。在田间, 喷施 B 肥后的植株明显健壮, 叶面积较大, 为兰州百合干物质积累与分配提供了保证。施 Mn 处理中 C1 和 C2 处理都有增产效果, 与对照差异达显著水平, 其中 C1 处理较对照增产 20.4%。但随着施 Mn 浓度的提高, 百合单株鲜鳞茎产量下降, C3 处理较对照减产 4.9%。

表 1 不同施肥处理兰州百合干物质积累与分配的比较

Tab.1 Accumulation and distribution of dry matter of *L. davidii* var. *unicolor* under different Zn, B and Mn fertilizer application

| 处理<br>Treatment | 干物质总量<br>Whole dry matter weight (g) | 茎秆 Stalk         |       | 叶片 Leaf          |       | 根系 Root          |      | 鳞茎 Bulb          |       |
|-----------------|--------------------------------------|------------------|-------|------------------|-------|------------------|------|------------------|-------|
|                 |                                      | 质量<br>Weight (g) | %     | 质量<br>Weight (g) | %     | 质量<br>Weight (g) | %    | 质量<br>Weight (g) | %     |
| A1              | 24.62                                | 4.57             | 18.56 | 3.94             | 16.00 | 0.61             | 2.48 | 15.50            | 62.96 |
| A2              | 29.13                                | 4.58             | 15.72 | 5.04             | 17.30 | 0.73             | 2.52 | 18.78            | 64.47 |
| A3              | 25.22                                | 4.89             | 19.39 | 4.29             | 17.01 | 0.60             | 2.36 | 15.44            | 61.22 |
| B1              | 27.69                                | 5.54             | 20.01 | 4.29             | 15.49 | 0.67             | 2.43 | 17.19            | 62.08 |
| B2              | 30.36                                | 6.29             | 20.72 | 4.31             | 14.20 | 0.71             | 2.34 | 19.05            | 62.75 |
| B3              | 27.96                                | 5.40             | 19.31 | 3.44             | 12.30 | 0.67             | 2.41 | 18.45            | 65.99 |
| C1              | 26.84                                | 5.40             | 20.12 | 5.20             | 19.37 | 0.67             | 2.51 | 15.57            | 58.01 |
| C2              | 28.46                                | 6.35             | 22.31 | 5.24             | 18.41 | 0.70             | 2.47 | 16.17            | 56.82 |
| C3              | 27.64                                | 6.61             | 23.91 | 5.58             | 20.19 | 0.65             | 2.34 | 14.80            | 53.55 |
| CK              | 23.03                                | 4.55             | 19.76 | 4.04             | 17.54 | 0.55             | 2.40 | 13.89            | 60.31 |

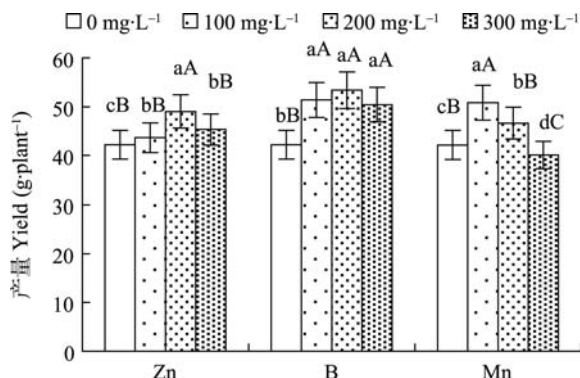


图 4 不同施肥处理的百合鲜鳞茎产量

Fig. 4 Bulb yield of lily per plant under different fertilizer treatments

### 3 小结与讨论

叶片和鳞茎生理活性的改变对兰州百合干物质积累与分配有重要调节作用。叶面喷施适量微肥,能使营养元素迅速通过叶片吸收进入植株体内各组织器官,调节植物的营养平衡状况,提高养分利用效率,有利于兰州百合增产。本试验表明,叶面喷施设计浓度的 Zn、B、Mn 肥均能提高兰州百合不同生育时期的光合物质积累量,其中以中间浓度 200 mg·L<sup>-1</sup> 效果最佳,与范有君等<sup>[14]</sup>在马铃薯叶面喷施微肥使其块茎增产的效果相近。

不同营养元素对其同化光合物质积累分配的作用各异<sup>[15-16]</sup>。本试验结果表明,喷施 B 肥后,干物质积累及分配的效率较高,功能叶碳代谢旺盛,能够提高其光合势,增加干物质积累并及时有效地运输到鳞茎<sup>[17]</sup>,到枯萎期时,鳞茎所占的干物质比率平均较对照高 3.30 个百分点,其中 300 mg·L<sup>-1</sup> 处理比率最高,从而为获得较高经济产量奠定了基础;喷施 Zn 肥使植株叶片叶绿素含量高,利于光合色素把捕获的光能以更高的速度和效率转化为化学能,改善光合性能,并延长叶片功能期,提高 CO<sub>2</sub> 固定率,增加光合产物的积累<sup>[18]</sup>,到收获期时,鳞茎所占比率平均达到 62.88%,较对照高 2.57 个百分点,以 200 mg·L<sup>-1</sup> 处理效果最佳;喷施 Mn 肥处理总干物质积累平均较对照提高 20.05%,鳞茎所占比率较对照有所降低,综合分析单位面积的光合物质产量和经济产量均高于对照,说明适宜浓度的 Mn 肥对百合植株在不同生育时期的干物质积累、转移和分配均起到一定的积极作用。

根据初步试验结果,建议在营养生长前期叶面喷施中等浓度即 200 mg·L<sup>-1</sup> 的 Zn、B、Mn 肥,以提高光合同化效率和协调光合物质的分配。应注意的是,控制各个微量元素肥料的施用量及采用合适的施肥方式,如采用 300 mg·L<sup>-1</sup> Mn 肥叶面喷施对

百合植株地上部积累的干物质以较高的效率运输分配到地下经济器官具有负作用,导致百合鳞茎减产,这与于彩莲等<sup>[15]</sup>对龙胆使用微肥的结论类似。至于各微肥与基肥之间、微肥之间交互作用、搭配使用对兰州百合干物质积累与分配的影响需作进一步试验研究。

兰州百合干物质积累是鳞茎产量的物质基础,获得高产的基本途径就是尽量增加干物质积累量,并使之尽可能多地分配到鳞茎中<sup>[19]</sup>。明确其干物质积累与分配规律对探索兰州百合高产途径至关重要,目前对其具体机理和技术还不明确,有待于进一步研究探讨。

### 参考文献

- [1] 马君义, 赵小亮, 张继, 等. 兰州百合的研究进展[J]. 塔里木大学学报, 2005, 17(4): 54-56
- [2] 黄鹏. 施肥对兰州百合植株生长及鳞茎产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(4): 753-756
- [3] 滕汉玮, 宋海慧. 兰州百合优质高产栽培技术[J]. 中国蔬菜, 2005(6): 46-47
- [4] 黄鹏. 施钾对不同栽培模式兰州百合植株生长及鳞茎产量的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2007, 42(1): 41-44
- [5] 朱静, 黄标, 孙维侠, 等. 农田土壤有效态微量元素的时空变化及其影响因素研究[J]. 南京大学学报: 自然科学版, 2007, 43(1): 1-12
- [6] 黄德明, 徐秋明, 李亚星, 等. 土壤氮、磷营养过剩对微量元素锌、锰、铁、铜有效性及植株中含量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(5): 966-970
- [7] Mortvedt J J, Giordano P M, Lindsay W L. 中国农业科学院编译. 农业中的微量营养元素[M]. 北京: 农业出版社, 1984
- [8] 杜长玉, 高明旭, 刘全贵. 不同微肥在马铃薯上应用效果的研究[J]. 中国马铃薯, 1999, 13(3): 141-144
- [9] 童依平, 刘全友, 孙建华, 等. 农牧交错带农作物施用微量元素肥料增产效果研究[J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(1): 99-101
- [10] 郑传刚. 微量元素对水稻产量和稻米品质的影响[J]. 石河子大学学报: 自然科学版, 2005, 23(4): 461-463
- [11] 李德成, 花建明, 李忠佩, 等. 不同利用年限蔬菜大棚土壤中微量元素含量的演变[J]. 土壤, 2003, 35(6): 495-499
- [12] 袁志发, 周静宇. 实验设计与分析[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000
- [13] 许晓岩, 杨肖娥, 杨玉爱. 锌在植物中的形态及生理作用机理研究进展[J]. 广东微量元素科学, 1999, 6(11): 1-4
- [14] 范有君, 闫志山, 杨骥. 马铃薯应用外源激素及叶面微肥的增产效果[J]. 中国马铃薯, 2007, 21(2): 81-84
- [15] 于彩莲, 刘元英. 微量元素对龙胆药效成分、养分吸收和产量的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2003
- [16] 杨凤娟, 刘世琦, 王秀峰. 不同品种及微肥对鳞茎中大蒜素含量的影响[J]. 山东农业科学, 2004(4): 22-24
- [17] 屈红征, 王丽萍, 吴国良. 植物硼素营养研究进展[J]. 山西农业大学学报, 2001, 21(2): 173-176
- [18] 王建林, 房全孝, 李举华, 等. 施肥对小麦叶片光合特性的影响[J]. 华北农学报, 2007, 22(2): 115-118
- [19] 夏宜平, 黄春辉, 郑慧俊, 等. 百合鳞茎形成与发育生理研究进展[J]. 园艺学报, 2005, 32(5): 947-953