

不同氮素形态对比对百合生长发育的影响

苏 頔, 方正, 李英丽, 赵 斌

(河北农业大学 资源与环境科学学院, 河北省生物无机化学实验室, 河北 保定 071001)

摘 要:采用 0:100、10:90、25:75、75:25、100:0 共 5 个不同铵态氮/硝态氮配比的营养液, 对百合进行砂培盆栽试验, 研究不同形态氮素对比对百合生长发育影响。结果表明:以硝态氮为主的营养液有利于百合的生长发育, 可显著提高各器官的干物质积累以及植株地上部、根部的含 N 量。其中 $\text{NH}_4^+-\text{N}:\text{NO}_3^--\text{N}=25:75(\text{N}_3)$ 处理百合株高、花直径、叶片叶绿素含量、地上部干物质积累、根部 N 含量积累均达最大值, 3 个以上花蕾所占比例高, 花期最长, 说明 N_3 处理

的营养液有利于植株生长发育和花器官形成。

关键词:百合; 氮素形态; 生理特性; 生长发育

中图分类号:S 682.2⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)02-0067-03

百合为百合科(Liliaceae)百合属(*Lilium* L.)多年生鳞茎草本植物。百合花以其色彩斑斓, 花姿绰约, 花型丰富, 寓意美好而成为世界著名的切花和盆花花卉, 拥有“球根花卉之王”的美誉^[1]。

氮素既是植物最重要的结构物质, 又是植物生理代谢中最活跃部分—酶的主要成分, 所以氮素对植物生理代谢和生长发育有重要作用^[2]。氮素形态对植物生长的影响, 至今仍有不同的看法^[3], 但普遍认为, 在水培条件下, 单纯使用 NO_3^--N 或 NH_4^+-N 都会影响离子吸收, 从而导致平衡破坏而影响植物生长。营养液中 NO_3^--N 和 NH_4^+-N 保持一定的比例效果要优于单独施用, 其最佳配比随作物生育期不同而不同^[4-5]。目前, 对切花百合的研究主要偏重于百合病害, 百合的繁殖, 种球规格及光照、温度、冷冻等气候条件对切花生长发育的影响等方面^[6-8]。对于不同氮素形态对百合生长发育影响的研究报道较少。现研究不同氮素形态对比对百合生长发育的影响, 旨在寻求百合生长的最适铵态氮、硝态氮比例, 为百合生产中合理施用氮肥提供科学理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试花卉为东方百合“索邦”, 由辽宁陵园花卉公司提供。

试验于 2010 年 8~12 月在河北省生物无机化学实验室光照培养室进行。培养室保持通风良好, 光照强度

15 000~18 000 lx, 光照时间为 10 h/d, 温度为 25~27℃, 相对湿度 50%~70%。

1.2 试验方法

试验采用单因素完全随机设计, $\text{NH}_4^+-\text{N}:\text{NO}_3^--\text{N}$ 为 0:100、10:90、25:75、75:25、100:0 共 5 个处理, 分别用 N_1 、 N_2 、 N_3 、 N_4 、 N_5 表示, 不同处理间各营养元素的用量相同。其中 NH_4^+-N 用 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 配制, NO_3^--N 用 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、 KNO_3 配制。每个处理 12 次重复, 随机排列。以石英砂作为生长介质, 采用不完全霍格兰营养液配方, 另外补充铁及其它微量元素营养。试验所用 5 种营养液组成见表 1。微量元素的组成为: $\text{Na}_2\text{Fe-EDTA}$ 399.68 mg/L, H_3BO_3 2 863 mg/L, $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2 119 mg/L, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.123 mg/L, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.10749 mg/L, $[(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ 0.10247 mg/L。

表 1 营养液的大量养分组成

处理	The nutrient constitute of solution culture						mg/L
Treatment	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	KNO_3	KH_2PO_4	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	K_2SO_4	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
N_1	118.0	50.5	13.6	49.2	—	—	—
N_2	100.3	50.5	13.6	49.2	12.9	—	9.9
N_3	88.5	37.9	13.6	49.2	—	10.9	24.8
N_4	29.5	12.6	13.6	49.2	64.5	32.6	74.3
N_5	—	—	13.6	49.2	86.0	435.0	99.0

在展叶之前只用蒸馏水, 然后在不同生育期(展叶期、现蕾期、切花期)依次用 1/4、1/2、1/1 的营养液浇灌处理, 每次 200 mL, 每 3 d 浇灌 1 次, 营养液 pH 为 6.0。以去离子水代替营养液作为空白对照(CK)。百合花成熟期每处理随机取 6 株植株, 分别取茎、叶、鳞茎和根系样品。采集洗涤后立即置于 110℃ 烘箱中杀青 15 min, 于 75℃ 下烘至恒重。干样经微型植物样品粉碎机粉碎过筛后, 用浓硫酸双氧水依次消化法处理样品, 消煮定容后用于测定不同部位 N、P、K 含量。N、P 含量用连续流动分析仪测定, K 含量用火焰光度计测定。

第一作者简介:苏頔(1986-), 女, 天津人, 在读硕士, 研究方向为植物营养与品质。E-mail: sudi9273@163.com。

责任作者:方正(1963-), 男, 河北万全人, 博士, 研究员, 现主要从事植物营养研究方面的工作。E-mail: Fangzheng555@hebau.edu.cn。

基金项目:河北省科技厅博士基金资助项目(00547001 D-3)。

收稿日期:2011-11-03

2 结果与分析

2.1 不同形态氮素配比对百合外部形态的影响

由表 2 可知,不同形态氮素配比处理对百合外部形态有一定影响。 N_3 处理的株高值、花直径值最大,分别高于 CK 处理 16.39%、8.43%。不同处理间比较, N_3 处理的 3 个以上花蕾所占比例高于其它处理, N_4 处理未开花植株所占比例高于其它处理。开花周期比较, N_3 处理花期最长, N_4 处理花期最短。

表 2 不同形态氮素配比对百合外部形态的影响

Table 2 Effects of different $NH_4^+-N : NO_3^--N$ ratios on the ornamental quality of *Lilium*

处理 Treatment	株高	花直径	单株花蕾数				开花周期 Anthesis/d
	Plant height /cm	Flower diameter /cm	Flower number per plant/% >3 2 1 0				
N ₁	70.45	20.25	8.33	50.00	25.00	16.67	11.50
N ₂	69.93	19.84	25.00	25.00	41.67	8.33	10.00
N ₃	71.58	20.46	33.33	33.33	16.67	16.67	12.75
N ₄	60.2	19.25	8.33	16.67	33.33	41.67	9.25
N ₅	61.82	19.34	8.33	0.00	66.67	25.00	11.25
CK	61.5	18.87	0.00	58.33	16.67	25.00	11.00

2.2 不同形态氮素配比对百合叶片叶绿素含量的影响

叶绿素是光合作用的主要色素,在光合作用中起着很重要的作用。对于观赏植物来说,叶色浓绿有利于提高其观赏价值,因而叶绿素含量也是植株分析的重要生理指标^[9-10]。由图 1 可知,施加外源氮素对百合叶片叶绿素含量均有增加,以硝态氮为主的营养液处理叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量、叶绿素 a+b 含量高于以铵态氮为主的营养液,当 $NH_4^+-N : NO_3^--N=25 : 75$ 时, N_3 处理中叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量、叶绿素 a+b 含量达到最高值,随后随着营养液中铵态氮的增加,叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量、叶绿素 a+b 含量呈递减趋势。

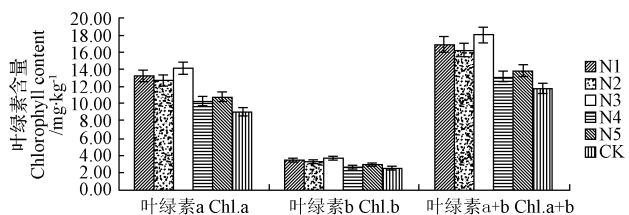


图 1 不同氮素形态对比对百合叶片叶绿素含量的影响

Fig. 1 Effects of different ammonium to nitrate ratios on the chlorophyll content of *Lilium*

2.3 不同形态氮素配比对百合各器官干物重影响

由表 3 可知, N_2 、 N_3 处理的整株植株干物重显著高于 N_4 、 N_5 和 CK 处理, N_2 和 N_3 处理之间没有明显差异。 N_1 、 N_4 、 N_5 处理同 CK 比较差异不显著。地上部干物质 N_1 、 N_2 、 N_3 处理显著高于 N_4 、 N_5 和 CK 处理,其中, N_2 处理显著高于 N_1 、 N_3 处理。由此可以看出,硝铵比高有利于百合地上部干物质的积累。鳞茎干物质重比较, N_2 、 N_3 处理显著低于 CK 处理, N_4 处理显著高于其它各处理,表明高比例铵态氮可能促进了百合鳞茎的干物质积累。根部比较, N_3 处理显著高于其它各处理, N_1 、 N_2 、

N_4 、 N_5 处理和 CK 没有明显差异,说明 $NH_4^+-N : NO_3^--N=25 : 75$ 的营养液可促进根系发育。

表 3 不同氮素形态对比对百合各器官干物重影响

Table 3 Effects of different $NH_4^+-N : NO_3^--N$ ratios

处理 Treatment	on the dry weight of <i>Lilium</i> g/株			
	地上部 Shoot	鳞茎 Bulbs	根 Root	整株植株 Whole plant
N_1	5.33 b	3.18 bc	2.32 bc	10.83 bc
N_2	5.98 a	2.98 cd	3.02 b	11.98 ab
N_3	5.27 b	2.32 d	5.32 a	12.91 a
N_4	3.28 c	3.67 b	2.36 bc	9.31 d
N_5	3.25 c	4.82 a	1.51 c	9.58 cd
CK	3.65 c	3.68 b	2.24 bc	9.57 cd

注:不同小写字母代表 5% 显著水平,下同。

Note: The different little letters show difference significance at the 0.05 probability level. The same as below.

2.4 不同形态氮素配比对百合各器官含氮量影响

由表 4 可知, N_1 、 N_2 、 N_3 处理的整株植株和地上部的氮含量显著高于 N_4 、 N_5 和 CK 处理,说明营养液在以硝态氮为主的前提下,适量调整硝铵比有利于植株和地上部氮含量的积累。 N_1 、 N_2 、 N_3 、 N_4 和 N_5 处理的鳞茎的氮含量显著高于 CK 处理。当 $NH_4^+-N : NO_3^--N=100 : 0$ (N_5 处理)时,鳞茎氮含量与 CK 没有明显差异,即当营养液中的 NO_3^--N 全部被 NH_4^+-N 替代时,不利于氮素在百合鳞茎中积累。 N_3 处理的根部氮含量显著高于其它各处理。

表 4 不同氮素形态及对比对百合各器官 N 含量影响

Table 4 N content in each organ of *Lilium* at different

处理 Treatment	$NH_4^+-N : NO_3^--N$ ratios mg/株			
	地上部 Shoot	鳞茎 Bulbs	根 Root	整株植株 Whole plant
N_1	16.23 a	8.92 a	1.59 b	26.73 a
N_2	17.71 a	8.89 a	1.76 b	28.37 a
N_3	16.41 a	8.00 a	3.12 a	27.53 a
N_4	10.49 b	8.61 a	2.09 b	21.19 b
N_5	10.60 b	6.48 ab	0.72 c	17.80 b
CK	4.92 c	4.56 b	0.66 c	10.13 c

3 讨论

叶绿素含量常作为评价花卉观赏价值的重要生理指标。叶绿素主要包括叶绿素 a (chl. a) 和叶绿素 b (chl. b),是光合作用中最重要和有效的色素,其含量在一定程度上能反映植物同化物质的能力,从而影响植物生长,其中以叶绿素 a 最为重要^[11]。以往的研究表明,作物叶片的氮素营养与光合作用有着密切的关系,作物叶片的净光合速率不仅受到氮素总量的影响,而且与不同形态的氮素营养供应有着密切的关系^[12-14]。氮形态几乎影响了光合作用的各个环节,包括影响叶片生长、叶绿素含量、光合速率、暗反应主要是酶活性及光呼吸等,直接或间接影响着光合作用^[15-17]。吴良欢等^[18]的研究表明,氮素营养通过影响叶片中叶绿素的含量进而影响叶绿体的光合能力。肖凯^[12]、郭培国等^[14]分别对小

麦、烤烟的研究表明,混合态氮素营养最有利于叶片中叶绿素含量的增加,单硝营养次之,单铵营养下叶片中叶绿素含量最低。该研究百合收获期叶片叶绿素含量表现为 $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$ 比例 $25 : 75 > 0 : 100 > 10 : 90 > 75 : 25 > 100 : 0$,与上述结果不尽一致,这可能是不同作物对 NH_4^+ 和 NO_3^- 的敏感性和嗜好性不同而导致的。

高等植物吸收的氮素主要是无机态氮,即铵态氮和硝态氮。植物对 2 种形态氮素的吸收、运输、同化等许多代谢过程都存在着较大差异,从而影响到植物的生长发育、生物量累积和次生代谢作用。试验结果表明,在营养液中铵硝比为 $25 : 75$ 时,百合整株植株干物质累积达到最高值,但是铵硝比为 $10 : 90$ 和 $25 : 75$ 处理之间百合整株植株的干物重没有显著差异。说明在以硝态氮为主的前提下,增加适量的铵态氮,不会显著降低百合的干物质积累。不同氮素形态配比的营养液对百合干物质重积累具有促进作用,但只有硝态氮比例较高的,植株干重较大,所以硝态氮有利于干物质的积累。其原因,一方面硝态氮有利于植物对钾、钙等阳离子的吸收、积累^[18],另一方面硝态氮也是一种信号物质,能够促进细胞分裂素的产生^[19],有利于细胞的膨大,也有利于果实干物质的积累。

卢颖林^[20]等的研究表明,在全根培养下, $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$ 为 $25 : 75$ 时番茄地上部和根系的生物量最大。营养液中 NH_4^+ 比例的增加,根系总长和表面积均降低,根系体积呈先增加后减小的趋势,在 $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$ 为 $25 : 75$ 时根系平均直径最大。该研究营养液中铵硝比为 $25 : 75$ 时,百合根干重、根部氮含量均高于其它处理,铵态氮为主的处理相对较低。这可能是硝态氮有利于植物对钾、钙等阳离子的吸收、积累。由于百合采用鳞茎繁殖,在现蕾之前,鳞茎是根及地上部光合器官建成的营养供应源^[21],干物质重与其它部位趋势不同,其中 N_5 处理最高, N_2 、 N_3 处理含量较低, $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 是否有利于鳞茎养分的储备还需要进一步研究。

参考文献

[1] 郭志刚,张张伟. 球根类[M]. 北京:中国林业出版社,2000:1-105.

- [2] Marschner H. Mineral nutrition of higher plants[M]. San Diego, CA, USA: Academic Press, 1986: 197-218, 229-312.
- [3] 李翎,曹翠玲,赵见. 氮素形态对小麦幼苗叶绿体色素蛋白复合含量及希尔反应活性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(4): 163-167.
- [4] 艾绍英,姚建武,罗晓红,等. 蔬菜硝酸盐的还原转化特性研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(1): 40-43.
- [5] 陈巍,罗金葵,姜慧梅,等. 不同形态氮素比例对不同小白菜品种生物量和硝酸盐含量的影响[J]. 土壤学报, 2004, 41(3): 420-425.
- [6] 买自珍,黄玉库,徐立华. 食用百合干物质生产与产量形成[J]. 中国蔬菜, 1993(3): 7-10.
- [7] 张翔,朱洪勋,孙春河. 大蒜磷钾营养吸收规律与平衡施肥研究[J]. 土壤肥料, 1998(2): 10-13.
- [8] 张淑霞,吴旭银. 心里美萝卜生长动态及养分吸收规律[J]. 中国蔬菜, 1998(4): 13-16.
- [9] 文汉,吴奇. 两季贡菊花生理生化指标及活性成分测定[J]. 作物研究, 2006(3): 249-252.
- [10] 廖祥儒,朱新产. 活性氧代谢和植物抗盐性[J]. 生命的化学, 1996, 16(6): 19-22.
- [11] 姜卫兵,高光林,俞开锦,等. 水分胁迫对果树光合作用及同化代谢的影响研究进展[J]. 果树学报, 2002, 19(6): 416-420.
- [12] 肖凯. 不同形态氮素营养对小麦光合特性的影响[J]. 作物学报, 2000, 26(1): 53-58.
- [13] 吴良欢,陈峰,方萍,等. 水稻叶片氮素营养对光合作用的影响[J]. 中国农业科学, 1995, 28(增刊): 104-107.
- [14] 郭培国,陈建军,郑燕玲. 氮素形态对烤烟光合特性影响的研究[J]. 植物学报, 1999, 16(3): 262-267.
- [15] 曹翠玲,李生秀. 氮素形态对作物生理特性及生长的影响[J]. 华中农业大学学报, 2004, 23(5): 581-586.
- [16] 武小钢,杨秀云,赵姣. 叶面喷施铁制剂对高羊茅养分子的影响[J]. 草地学报, 2007, 15(1): 97-99.
- [17] Engels C, Marschner H. Influence of the form nitrogen supply on root uptake and translocation of cations in the xylem exudates of maize (*Zeamays L*) [J]. Exp Bot, 1993(44): 1695-1701.
- [18] Austin M E. Rabbiteye blueberries: development, production, and marketing[J]. Agscience, Inc, Auburndale, FL, 1994.
- [19] 周鹏,彭福田,魏绍冲,等. 氮素形态对平邑甜茶细胞分裂素水平和叶片生长的影响[J]. 园艺学报, 2007, 34(2): 269-274.
- [20] 卢颖林,李庆余,徐新娟,等. 不同形态氮素对番茄幼苗体内营养元素含量的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(21): 122-130.
- [21] 郭友红,马文奇. 东方百合养分吸收规律和分配特点的研究[J]. 土壤通报, 2004, 35(6): 12.

Effect of Different $\text{NH}_4^+ - \text{N} / \text{NO}_3^- - \text{N}$ Ratios on the Growth of *Lilium*

SU Di, FANG Zheng, LI Ying-li, ZHAO Bin

(College of Resources and Environment Science, Hebei Agricultural University, Lab of Bio-inorganic Chemistry of Hebei, Baoding, Hebei 071001)

Abstract: The effect of different nitrogen ratios $\text{NH}_4^+ - \text{N} : \text{NO}_3^- - \text{N}$ were $0 : 100, 10 : 90, 25 : 75, 75 : 25, 100 : 0$ on growth of *Lilium* in sand culture. The results showed that the nutrient solution treatment with higher $\text{NO}_3^- - \text{N}$ content was helpful to the growth and development of *Lilium*. Higher $\text{NO}_3^- - \text{N}$ content in the nutrient solution significantly increased the accumulation of dry weight and nitrogen content both in shoot and root of plant. The $25 : 75$ ($\text{NH}_4^+ - \text{N} : \text{NO}_3^- - \text{N}$) treatment (N_3) was the optimum treatment because of higher proportion of flower bud and longer flowing time than that of other treatments. This treatment (N_3) also had the highest values in plant height, flower diameter, chlorophyll content, dry weight of shoot and N content in root among all treatments. These results suggested that the N_3 treatment could promote the growth and development and flower formation of *Lilium*.

Key words: *Lilium*; nitrogen forms; physiological characteristics; growth