

不同营养组合和施肥量对切花百合 光合特性及干物质含量的影响

王丽媛, 周厚高

(仲恺农业工程学院 园艺园林学院, 广东 广州 510225)

摘 要:以 OT 系百合品种‘Manissa’为试材,研究了进口花多多肥的不同营养组合 A、B 组及自配的分析纯复合肥 C 组配方与施用量对其切花植株叶绿素含量、光合特性、干物质积累等品质的影响,以期对切花百合进行科学精准施肥提供参考。结果表明:百合肥料的施用量 ≥ 7.5 g/株时的光合能力及干物质积累量均优于不施肥的对照和施用量较少的 2.5 g/株的处理组,且花多多组合 A 组在 7.5 g/株时,干物质累积达到最大值。而在施肥量 12.5 g/株的情况下,自配的分析纯 C 组和花多多 B 组明显优于 A 组,且 C 组对百合‘Manissa’品质的改善效果最佳,B 组次之。

关键词:百合;营养施肥;干物质;光合特性;叶绿素;相关性

中图分类号:Q 949.71⁺8 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)04-0058-06

百合(*Lilium* spp.)是百合科(Liliaceae)百合属(*Lilium*)多年生草本球根类植物的总称^[1],近年来百合已成为鲜切花生产的主流品种之一,在国际花卉市场占有一席之地^[2]。因此有很多科研工作者对其进行了多方面的研究,尤其是营养的需求等。杨利平等^[3]指出了细叶百合对氮磷含量的各个生长时期的趋势走向及最需补给期;孙红梅等^[4]的研究表明,现蕾期对百合营养分配的关键性及氮磷钾的需求性;李煜等^[5]研究了施肥方式及追施微量元素对百合生长和切花品质的影响,这些研究都为以后的生产栽培起到了一定的指导作用。但是随着人们对百合切花需求的不断增加,针对规模化科学生产管理的提高尤为重要。而市场上的进口肥料成本相对较高,所以需要参考相对较好的进口肥料配方,在降低成本的基础上找到更好的营养配方及配比,以提高切花的品质,适应科学生产管理。

切花百合‘Manissa’是市场上比较常见的一个品种。该试验主要运用市售反响较好的花多多肥组合配方和分析纯药品配比 NPK 复合肥对百合‘Manissa’进行阶段施用,研究百合切花叶绿素含量、光合特性、干物质累积量的变化,以期找到肥料的最佳营养组合,用自配营养组合肥来代替进口肥料,减少成本及肥料浪费,提

高切花品质。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为市售的进口 OT 系百合品种‘Manissa’的一代种球,周径为 18~20 cm。基质采用进口泥炭土(Base Substrate,其中不添加任何营养元素)和珍珠岩,泥炭土:珍珠岩=3:1,使用 28 cm×28 cm 的塑料花盆为栽培容器,每盆种 3 个种球,共 100 盆,随机排列。Li-6400 光合测定仪,LI-COR 公司生产。

1.2 试验方法

试验于 2012 年 10 月 15 日在广东省广州市仲恺农业工程学院进行。根据百合植株的生长发育情况,将其分为 3 期进行施肥处理:第 I 期为生根发芽期,从种球定植到茎生根长成,且叶片初散开;第 II 期为营养体生长和花芽发育阶段,顶端叶片张开可见花蕾为止;第 III 期为花蕾膨大期。试验分 9 个处理组(表 1),以不施肥为对照(CK),每个处理 10 盆,其中 A、B 营养组合采用进口花多多复合肥,自配组合 C 采用分析纯药品。3 个时期的施用量分别按百合总施肥量的 1:2:3 比例实施。

1.3 项目测定

1.3.1 蕾数及花蕾、叶片干重的测定 记录 10 组百合每株的花蕾个数($n=30$),结果取平均值。在百合 3 次施肥完成 1 周后于上午 9:00 随机选取每个处理组和对照植株各 6 株,取下花蕾,并摘下整株植株的所有叶片,清洗干净,擦干水珠,将花蕾及叶片放在烘箱中烘至恒重,用电子天平称量并记录干重,结果取平均值。

1.3.2 光响应曲线的测定 在百合 3 次施肥完成后 1 周选择晴天上午 9:30 开始,以 Li-6400 光合测定仪在流

第一作者简介:王丽媛(1987-),女,硕士研究生,研究方向为鲜切花栽培技术管理。E-mail:yuanyuan20080802@126.com

责任作者:周厚高(1962-),男,博士,教授,研究方向为花卉产业化技术和花卉遗传育种。E-mail:zhouhougao@163.com

基金项目:广东省现代农业产业技术体系专项资助项目(粤农[2009]67号)。

收稿日期:2013-10-25

表 1 各营养组合设置

Table 1 Design of every nutritional combination

处理 Treatment	配方设置 Formulation setting			单株总施肥量 Total fertilizer amount per plant/g
	I期 Stage I	II期 Stage II	III期 Stage III	
CK	——	——	——	0
A ₁	花多多 15 号	花多多 1 号	花多多 12 号	2.5
A ₂	花多多 15 号	花多多 1 号	花多多 12 号	7.5
A ₃	花多多 15 号	花多多 1 号	花多多 12 号	12.5
B ₁	花多多 15 号	花多多 8 号	花多多 12 号	2.5
B ₂	花多多 15 号	花多多 8 号	花多多 12 号	7.5
B ₃	花多多 15 号	花多多 8 号	花多多 12 号	12.5
C ₁	尿素	硫酸钾	硫酸钾	2.5
	硫酸钾	磷酸二氢钾	磷酸二氢钾	
	硫酸镁	硝酸铵	硝酸铵	
C ₂	尿素	硫酸钾	硫酸钾	7.5
	硫酸钾	磷酸二氢钾	磷酸二氢钾	
	硫酸镁	硝酸铵	硝酸铵	
C ₃	尿素	硫酸钾	硫酸钾	12.5
	硫酸钾	磷酸二氢钾	磷酸二氢钾	
	硫酸镁	硝酸铵	硝酸铵	

注:花多多 15 号 N:P:K=9:45:15,Mg 占 0.10%,微量元素占 0.0888%;花多多 1 号 N:P:K=20:20:20,Mg 占 0.05%,微量元素占 0.0888%;花多多 8 号 N:P:K=20:10:20,Mg 占 0.15%,微量元素占 0.2122%;花多多 12 号 N:P:K=15:10:30,Mg 占 0.05%,微量元素占 0.0888%;C₁ N:P:K=19:0:22,Ca:Mg:S=0:4.04:12.69,C₂ N:P:K=13:17:35,C₃ N:P:K=13:17:35。

Note:Hua Duoduo No.15 N:P:K=9:45:15,Mg 0.10%,trace element 0.0888%;Hua Duoduo No.1 N:P:K=20:20:20,Mg 0.05%,trace element 0.0888%;Hua Duoduo No.8 N:P:K=20:10:20,Mg 0.15%,trace element 0.2122%;Hua Duoduo No.12 N:P:K=15:10:30,Mg 0.05%,trace element 0.0888%;C₁ N:P:K=19:0:22,Ca:Mg:S=0:4.04:12.69,C₂ N:P:K=13:17:35,C₃ N:P:K=13:17:35。

速 500 $\mu\text{mol/s}$,设 10 个光照强度(0、20、50、100、200、500、1 000、1 500、1 800、2 000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$),测量各处理叶片的净光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)、胞间 CO₂ 浓度(Ci)等光合作用相关指标。各处理选取植株在同一部位生长基本一致的 3 片成熟叶测定,结果取平均值。

1.3.3 叶绿素含量的测定 在百合 3 次施肥完成 1 周后于上午 9:00 分别随机选取每个处理组和对照组的 6 株植株于同一部位生长一致的 6 片成熟叶片测定叶绿素含量,结果取平均值。叶绿素含量测定采用丙酮浸提法。

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel、SPSS、Photosyn Assistant 和 Sigma Plot 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对百合‘Manissa’蕾数及干物质含量的影响

从图 1 可以看出,不同水平不同营养组合对百合‘Manissa’花蕾个数没有显著性差异,花蕾个数由种球质量和规格决定^[6],表明施肥不能改变切花百合的花蕾数。

从图 2 可以看出,与 CK 相比,施肥对花蕾干重是有影响的。CK 值明显低于施肥的各处理。对于同一营养组合不同施肥水平, A 组花蕾干重呈先上升后下降的趋

势, $A_1 < A_3 < A_2$, A_3 与 A_1 、 A_2 间无显著差异,但 A_1 与 A_2 间有显著差异; B、C 组均呈现先小幅下降后再上升趋势,即 $B_2 < B_1 < B_3$, $C_2 < C_1 < C_3$,但 C 组在上升趋势中波动幅度较大,且 C_3 与 C_1 、 C_2 间有显著差异,处理组 B_1 、 B_2 、 B_3 间无显著差异。表明高施肥量第 3 水平下, C 组对百合‘Manissa’的作用最显著,而在第 2 水平的较低施肥量情况下, A 组花蕾干物质累积呈饱和状态,达到最大值。从同一水平的不同营养组合来看,在第 1、2 水平下,各组花蕾干重均无显著差异,排序分别为 $A_1 < B_1 < C_1$, $C_2 < B_2 < A_2$;但在高施肥量第 3 水平下, $A_3 < B_3 < C_3$, A_3 与 C_3 差异显著。表明 B、C 组在高施肥量的情况下对百合‘Manissa’的花蕾干物质累积作用相对较低水平的施用量差异显著,而 A 组在较低施肥量的第 2 水平差异显著。

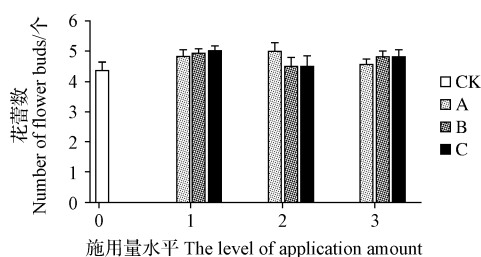


图 1 不同水平不同营养组合对百合‘Manissa’蕾数的影响

Fig. 1 Effects of different nutritional combination under different level of fertilization on the number of flower buds

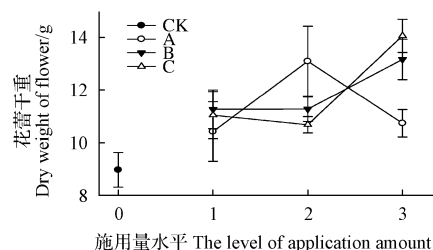


图 2 不同水平不同营养组合对百合‘Manissa’花蕾干重的影响

Fig. 2 Effects of different nutritional combination under different level of fertilization on the dry weight of flower buds

从叶片干重来看, CK 值也明显低于其它各个处理, 这点与花蕾干重的方差分析一致(图 2)。从图 3 可以看出,对于同一营养组合不同施肥水平, A、B 组 3 个水平间均无显著差异, A 组仍呈现先上升后下降趋势, B 组先小幅下降后又上升趋势,即 $A_1 < A_3 < A_2$ 、 $B_2 < B_1 < B_3$;而 C 组呈上升趋势,即 $C_1 < C_2 < C_3$,且 C_3 与 C_1 差异显著。从同一施肥水平来看,显然 A、B、C 组在第 1、3 水平下均无显著差异,只是叶片干重略有不同,即 $C_1 < A_1 < B_1$ 、 $A_3 < B_3 < C_3$,而在第 2 水平下, A 组相对其它 2 组差异显著,且 $B_2 < C_2 < A_2$ 。表明 A 组在第 2 水平时叶片干物质累积可达到峰值,而 B、C 组间在各个施肥水平叶片干重差异均不显著,但第 3 个水平相对 1、2 水平差异显著。

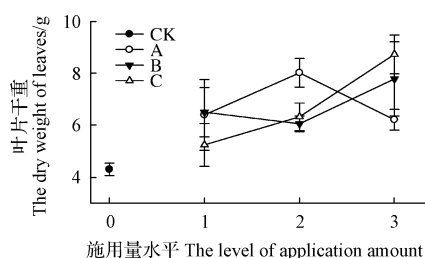


图3 不同水平不同营养组合对百合‘Manissa’叶片干重的影响

Fig. 3 Effects of different nutritional combination under different level of fertilization on the dry weight of leaves

2.2 不同处理对百合‘Manissa’光合特性的影响

光饱和点(LSP)反映了植物利用光强的能力,其值越高说明植物对强光的适应性越强;光补偿点(LCP)反映了植物叶片光合作用过程中光合同化作用与呼吸消耗相当时的光强,所以高 LSP 和低 LCP,对光环境的适应性较强;而低 LSP 和高 LCP,对光照的适应性较弱^[7-9]。由图 4、5 可知,对照组 CK 值明显为最低 LSP 和最高 LCP 值,对外界光环境的适应性最弱,所以施肥对百合‘Manissa’光适应性有显著影响,且高 LSP 和低 LCP 值主要表现在处理组 C₃、B₃,故而处理组 C₃、B₃ 对光的适应性较强,第 1、2 水平条件下的各处理对光的适应性相对较弱,但 A 组在第 2 水平时出现峰值,表明了 A 组的最佳光适应性的施肥量为 7.5 g/株。

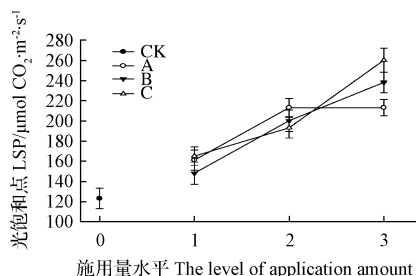


图4 不同水平不同营养组合对百合‘Manissa’光饱和点的影响

Fig. 4 Effects of different nutritional combination under different level of fertilization on the LSP

最大净光合速率(Amax)反映了植物光合能力的强弱,Amax 值越大,光合能力越强,显然 C₃、B₃ 明显高于其它处理,表现出了较强的光合作用能力,尤其高于 CK 和第 1 水平的各处理(图 6)。表观量子速率(AQY)作为弱光下光子利用效率,表现为较高的 AQY 值下植物利用弱光的能力较强,高 AQY 值集中在第 2、3 水平的各处理(图 7),表明施肥量≥7.5 g/株时,光合作用明显增强。一般来说,暗呼吸速率(Rday)的高低跟植物干物质的积累有关^[10],暗呼吸速率越高,越不利于干物质积累,光合产物的消耗就越多。该研究中不同营养组合和不同水平下暗呼吸速率的变化趋势与干物质变化趋势

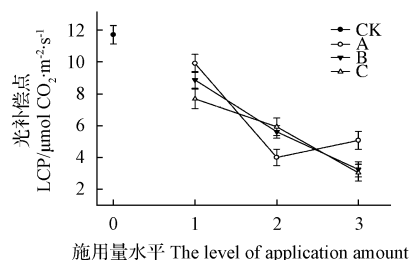


图5 不同水平不同营养组合对百合‘Manissa’光补偿点的影响

Fig. 5 Effects of different nutritional combination under different level of fertilization on the LCP

基本一致(图 2、3、8),对照的暗呼吸速率最强,第 1 水平的各组次之,C₃ 与 B₃ 的暗呼吸速率最弱,说明了 CK 的干物质累积量最少,C₃ 与 B₃ 的最多,而 A 组仍出现了第 2 水平的峰值现象,这与干物质的累积结果分析基本一致,进一步说明了施肥对植物光合作用的有利作用。

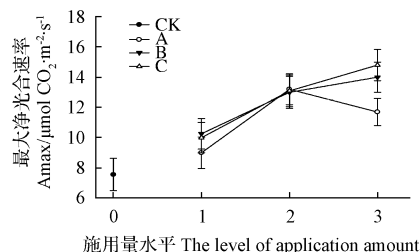


图6 不同水平不同营养组合对百合‘Manissa’最大净光合速率的影响

Fig. 6 Effects of different nutritional combination under different level of fertilization on the Amax

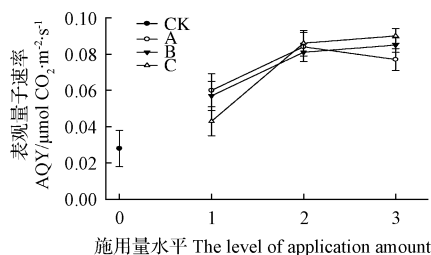


图7 不同水平不同营养组合对百合‘Manissa’表观量子速率的影响

Fig. 7 Effects of different nutritional combination under different level of fertilization on the AQY

2.3 不同处理对百合‘Manissa’叶绿素含量的影响

叶绿素作为叶绿体内的光合色素,直接参与光合作用中光能的吸收、传递、转化等过程。从表 2 可以看出,不同营养组合、不同施肥量对百合‘Manissa’的叶绿素总量的提高有显著影响,CK 值小于其它处理。对于同一营养组合的不同施肥水平,叶绿素总量 A₁<A₃<A₂,表现为先上升后小幅下降,A₁ 与 A₂ 间有显著差异;处理

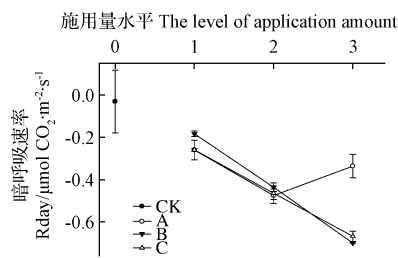


图8 不同水平不同营养组合对百合‘Manissa’暗呼吸速率的影响

Fig. 8 Effects of different nutritional combination under different level of fertilization on the Rday

组B、C的变化趋势相同,即 $B_1 < B_2 < B_3$ 、 $C_1 < C_2 < C_3$,第1水平与第2、3水平间均有显著差异。表明在B、C组,第2、3水平相比第1水平,即低施肥量2.5 g/株对百合叶片的叶绿素总量有显著影响,而第3水平12.5 g/株的高施肥量使叶绿素总量为最大值;而A组在第2水平7.5 g/株的施肥量时其叶绿素总量达到峰值,所以在低施肥量和高施肥量的情况下其值反而减少。从同一施肥水平来看,低施肥量第1水平下,叶绿素总量 $B_1 < C_1 < A_1$, C_1 与 A_1 、 B_1 间均无显著差异,但 A_1 、 B_1 间有显著差异;第2、3水平下,叶绿素总量 $B_2 < C_2 < A_2$ 、 $A_3 < C_3 < B_3$,三者之间均无显著差异。

对于叶绿素a含量,显然除处理组 B_1 外,对照与其它各处理组均有显著差异,但叶绿素a含量 $CK < B_1$,可见施肥对叶绿素a含量是有作用的。对于同一营养组合的不同水平含量大小为: $A_1 < A_3 < A_2$ 、 $B_1 < B_3 < B_2$ 、 $C_1 < C_3 < C_2$,叶绿素a含量的变化均为先增加后小幅减少的趋势,在第2水平时均呈现最大值,但相互之间都没有显著差异,表明各组均在第2水平7.5 g/株施肥量条件下更有利于叶绿素a的生成;在同一施用水平下, $B_1 < C_1 < A_1$ 、 $B_2 < C_2 < A_2$ 、 $B_3 < C_3 < A_3$,各组之间亦没有显著差异,但变化趋势完全相同,营养组合A对叶绿素a含量的生成作用最突出,在各个施量水平中均为最大值,C组次之,B组最少。所以营养组合A更有利于叶绿素a的生成。

对于叶绿素b含量,对照值最小,处理组 B_1 除外,与其它处理组均有显著性差异。在同一营养组合不同处理水平中,叶绿素b含量为 $A_1 < A_3 < A_2$, A_1 与 A_2 、 A_3 有显著差异, A_2 与 A_3 间无显著差异;处理组B、C变化趋势相同,亦与叶绿素总量的变化一致,即 $B_1 < B_2 < B_3$ 、 $C_1 < C_2 < C_3$,第1水平与第2、3水平有显著差异。从同一水平的不同处理来看,低施肥量1水平下,叶绿素b含量 $B_1 < C_1 < A_1$, C_1 与 A_1 、 B_1 间均无显著差异,但 A_1 、 B_1 间有显著差异;2、3水平下, $B_2 < C_2 < A_2$ 、 $A_3 < C_3 < B_3$,3组之间均无显著差异。此指标的变化趋势及处理组间的关系与叶绿素总量的完全一致,而这也符合(表3)叶绿素b与叶绿素总量的相关性分析,二者的相关系

数为0.993,表现出了极显著性相关。

叶绿素a/b的比值也直接影响着植物的光合速率^[11]。从表2、3可以看出,叶绿素a/b的比值与叶绿素b含量和叶绿素总量均呈极显著的负相关,相关系数为-0.997;通过各个处理组的多重比较,其与叶绿素b含量及叶绿素总量的变化趋势完全相反,显著性差异完全一致,处理的施肥效果对百合‘Manissa’的影响也完全一致,故而可得到同样的结论。

表2 不同处理对百合‘Manissa’叶绿素含量的影响

Table 2 Effects of different treatment on the chlorophyll content

处理 Treatment	叶绿素a含量 Chlorophyll a content/mg·g ⁻¹	叶绿素b含量 Chlorophyll b content/mg·g ⁻¹	叶绿素总量 Total chlorophyll content/mg·g ⁻¹	叶绿素a/b Chlorophyll a/b
CK	0.8881±0.0697 c	0.4418±0.0786 d	1.3299±0.1483 e	2.0475±0.2055 a
A ₁	1.0076±0.0102 ab	0.6154±0.0357 b	1.6230±0.0459 bc	1.6425±0.0795 b
A ₂	1.0212±0.0015 a	0.7954±0.0170 a	1.8166±0.0185 a	1.2855±0.0255 c
A ₃	1.0185±0.0026 ab	0.7744±0.0524 a	1.7929±0.0550 ab	1.3215±0.0855 c
B ₁	0.9404±0.0072 bc	0.4683±0.0061 cd	1.4087±0.0133 de	2.0085±0.0105 a
B ₂	1.0180±0.0009 ab	0.7753±0.0062 a	1.7933±0.0072 ab	1.3140±0.0090 c
B ₃	1.0151±0.0020 ab	0.8923±0.0018 a	1.9074±0.0002 a	1.1385±0.0045 c
C ₁	0.9962±0.0067 ab	0.5852±0.0005 bc	1.5815±0.0071 cd	1.7025±0.0105 b
C ₂	1.0211±0.0024 a	0.7823±0.0513 a	1.8033±0.0489 ab	1.3110±0.0900 c
C ₃	1.0180±0.0011 ab	0.8269±0.0256 a	1.8449±0.0245 a	1.2330±0.0552 c

注:A、B、C表示不同营养组合;下标1、2、3表示施用量的不同水平。

Note: A, B, C, different nutritional combination; subscript 1, 2, 3, different level of fertilization.

从表3可以看出,叶绿素a含量和叶绿素b含量及叶绿素总量呈极显著的正相关,与叶绿素a/b呈极显著的负相关。因而总体的分析结果是一致的,低施肥量2.5 g/株表现了显著差异,而提高施肥量可提高叶绿素各色素的值,但营养组合A在2水平7.5 g/株时,叶绿素a达到了一个饱和值,更利于叶绿素a生成。

表3 叶绿素各组间的相关性分析

Table 3 Correlation analysis of different factors of chlorophyll

项目 Item	叶绿素a含量 Chlorophyll a content	叶绿素b含量 Chlorophyll b content	叶绿素总量 Total chlorophyll content
叶绿素b含量 Chlorophyll b content	0.857 **	1	
叶绿素总量 Total chlorophyll content	0.912 **	0.993 **	1
叶绿素a/b Chlorophyll a/b	-0.884 **	-0.997 **	-0.997 **

注:**表示极显著性相关($P < 0.01$)。下同。

Note: ** difference was extremely significant ($P < 0.01$). The same below.

2.4 各指标间的相互关系分析

从表4可以看出,植物干物质含量的积累与叶绿素及暗呼吸速率(Rday)有极显著的相关性,可通过调节植物叶片中叶绿素的含量,提高其光合代谢能力和光合产物的积累。从表5可以看出,叶绿素a/b与植物的最大净光合速率、光饱和点、表观量子速率有极显著相关性,直接影响着植物的光合特性,可通过调节叶绿素a/b的比值,进一步改善植物对外界的适应性。

表 4 干物质相关指标的分析

Table 4 Correlation analysis of different index on dry matter

项目 Item	叶绿素总量 Total chlorophyll content	叶片干重 The dry weight of leaves	花蕾干重 The dry weight of flower buds
叶片干重 The dry weight of leaves	0.712 *	1	
花蕾干重 The dry weight of flower buds	0.692 *	0.938 * *	1
暗呼吸速率 Rday	-0.916 * *	-0.845 * *	-0.863 * *

表 5 光合特性相关指标的分析

Table 5 Correlation analysis of different index on photosynthetic characteristics

项目 Item	叶绿素 a/b Chlorophyll a/b	最大净光合速率 Amax	光补偿点 LCP	光饱和点 LSP
最大净光合速率 Amax	-0.891 * *	1		
光补偿点 LCP	0.915 * *	-0.962 * *	1	
光饱和点 LSP	-0.919 * *	0.934 * *	-0.963 * *	1
表观量子速率 AQY	-0.908 * *	0.936 * *	-0.892 * *	0.885 * *

3 讨论与结论

作为光合色素,叶绿素的成分和含量都影响着植物的生长状况,是衡量光合产物多少的重要指标^[12],该试验的相关性分析得知叶绿素的各个指标间都存在着极显著相关性;孟军等^[11]的研究报告也指出叶绿素 b 的含量是降低叶绿素 a/b 比值的重要因素,直接影响着植物的光合速率及对外界环境的适应能力。而叶绿素的生成需要通过栽培条件来改善,如氮素作用和环境温度等^[11]。试验结果表明,施肥处理可调控叶绿素的含量,进而提高植物的光合能力。但在 ≤ 2.5 g/株施用量时,对百合‘Manissa’叶绿素 b 的含量是没有显著差异的,而 7.5 g/株时各叶绿素成分含量显著提高,且最有利于叶绿素 a 的生成,且营养组合 A 组表现出了优势。而在 12.5 g/株时表现出了更好的光合特性,提高了百合‘Manissa’对光环境的适应能力,尤其在营养组合 B、C 组表现明显。当然孟军也指出在不同光强下,植物不是叶绿素含量越高,a/b 比值越低,就对其净光合速率贡献越大,需要找到最适值来提高光合特性。

而光合作用作为植物体内重要的代谢过程,其强弱直接影响着植物的生长发育,是植物生长发育的基础和生产力高低的决定性因素^[13]。从相关性分析得知,通过调节叶绿素含量,可提高植物干物质的累积量。试验表明,施肥对其是有显著性影响的,因相比对照组,花蕾干重 A 组增加率为 16.25%~46.15%,B 组为 25.66%~46.93%,C 组为 19.15%~56.94%;叶片干重 A 组增加率为 44.35%~86.22%,B 组为 40.71%~80.80%,C 组为 21.83%~102.71%。在该试验中基本表现为高施肥、高累积,且自配组合 C 组贡献最大。但是 A 组在相对施用较少的 7.5 g/株的情况下,却达到了一个干物质

高峰值,表明植株在施用 7.5 g/株时已达到同化作用的最大值。当然干物质累积量 $A_2 < C_3$,所以在高施肥量 12.5 g/株的情况下,自配的营养组合 C 组对百合‘Manissa’干物质的提高效果最佳,而在相对施用量较低的 7.5 g/株时,营养组合 A 组干物质累积量最多。

通过影响叶绿素、Rubisco 及光合器官可以直接影响 CO_2 同化,而且可通过影响植物生长发育而间接影响 CO_2 同化、光合产物积累和光合作用的反馈调节^[14-15]。该试验结果最终表明,施肥对百合‘Manissa’花蕾个数没有影响,这与郭友红等^[12]关于切花百合生物量动态及其与施肥关系的研究结果一致。但可以通过施肥来调节叶绿素的含量,进而影响其光合特性,并增加干物质量。且施用量在一定范围内(≥ 2.5 g/株)提高,可以加强百合‘Manissa’的光合能力,提高干物质的累积量,当然不是施越多越好,具体的上限最适值还有待进一步研究。营养组合 A 表明在某一特定范围内如 7.5 g/株百合的施用量时也可达到低投入的最大收益。

而通过多重比较得知,自配的营养组合 C_3 可以得到进口花多多的肥效,甚至更好,基本可以达到取代进口花多多肥的效果。

参考文献

- [1] 顿昊阳,王继华,郑思乡,等.百合的营养特性与施肥[J].中国农学通报,2010,26(21):231-234.
- [2] 陈香秀.OT 百合的研究进展[J].福建热作科技,2010,35(2):45-48.
- [3] 杨利平,周晓峰.细叶百合的生物量和营养分配[J].植物生态学报,2004,28(1):138-142.
- [4] 孙红梅,李天来,李云飞.兰州百合发育过程中植株及鳞茎内氮磷钾的吸收与分配规律[J].中国农学通报,2004,20(5):206-213.
- [5] 李煜,何春梅,王飞,等.硫酸钾镁肥在百合上的应用效果及其施肥方法研究[J].西南园艺,2006,34(6):4-6.
- [6] 赵祥云,王树栋,陈新露,等.百合[M].北京:中国农业出版社,2000:1-84.
- [7] 闫小红,尹建华,段世华,等.四种水稻品种的光合光响应曲线及其模型拟合[J].生态学报,2013,32(3):604-610.
- [8] 孙旭生,林琪,赵长星,等.施氮量对超高产冬小麦灌浆期旗叶光响应曲线的影响[J].生态学报,2009,29(3):1428-1437.
- [9] 方保停,邵运辉,岳俊芹.冬小麦灌浆后期光响应曲线特征参数及其对施氮量响应[J].西北农业学报,2011,20(3):52-56.
- [10] 王艳杰,薛达元,彭羽.盐碱胁迫对两个葡萄品种光合作用-光响应特性的影响[J].北方园艺,2011(16):30-36.
- [11] 孟军,陈温福,徐正进,等.水稻剑叶净光合速率与叶绿素含量的研究报告[J].沈阳农业大学学报,2001,32(4):247-249.
- [12] 郭友红,马文奇.切花百合生物量动态及其与施肥关系研究[J].华北农学报,2007,22(增刊):180-183.
- [13] 郭春芳,孙云,张木清.土壤水分胁迫对茶树光合作用-光响应特性的影响[J].中国生态农业学报,2008,16(6):1413-1418.
- [14] 张绪成,上官周平.抗寒性不同品种的小麦叶片中光合电子传递和分配对氮素水平的影响[J].植物生理学通讯,2009,45(1):13-18.
- [15] 马东辉,赵长星,王月福,等.施氮量和花后土壤含水量对小麦旗叶光合特性和产量的影响[J].生态学报,2008,28(10):4896-4901.

滇杨一年生扦插苗侧芽内源激素含量的变化分析

周 安 佩¹, 刘 东 玉¹, 江 涛^{1,2}, 吴 海¹, 郑 元^{1,2}, 何 承 忠^{1,2}

(1. 西南山地森林资源保育与利用省部共建教育部重点实验室, 西南林业大学 林学院, 云南 昆明 650224;

2. 西南地区生物多样性保育国家林业局重点实验室, 西南林业大学 林学院, 云南 昆明 650224)

摘 要:以滇杨优树无性系 1 a 生扦插苗为试材, 采用酶联免疫吸附法(ELISA), 研究测定了滇杨侧芽在落叶期(10 月)、休眠期(1 月)、萌动期(3 月)脱落酸(ABA)、生长素(IAA)、玉米素(ZR)含量的动态变化规律。结果表明:滇杨 1 a 生扦插苗 ABA 和 IAA 含量在 3 个时期的变化趋势相同, 均呈逐步上升趋势, 而 ZR 含量呈先上升后下降趋势, 在休眠期达到最高水平, 3 种激素的含量在不同时期之间均具有极显著差异; ZR/ABA、ZR/IAA 和 ZR/(ABA+IAA)比值变化规律一致, 呈近似抛物线趋势, 在休眠期呈现最高峰, 且极显著高于落叶期和萌动期。

关键词:滇杨; 侧芽; 脱落酸; 生长素; 玉米素; 动态变化

中图分类号:S 792.118 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)04-0063-05

滇杨(*Populus yunnanensis* Dode)属杨柳科杨属青杨派树种, 主要分布在我国西南地区, 是低纬度高海拔

区域的特有杨树资源, 具有适应性较强, 生长快速, 成材周期较短, 耐寒且易于无性繁殖等优良特性。然而相对于其它青杨派树种, 目前对滇杨的种质资源保护、开发与利用等研究工作仍很薄弱, 有关滇杨的研究报道也并不多见, 已有研究主要针对滇杨的组织培养与外植体分化^[1-2]、叶芽 RNA 提取与 cDNA 的 AFLP 分析^[3-4]、基因资源概况及遗传改良策略探讨^[5-6]等方面。

许多研究表明, 植物体内源激素含量的动态变化显著影响植物花芽分化的过程^[7-11], 也与侧芽的生长发育密切相关。吴海等^[12]分析了滇杨落叶期侧芽内源激

第一作者简介:周安佩(1988-), 男, 硕士研究生, 研究方向为林木遗传育种与分子生物学。E-mail:zhouanpei85@sina.cn.

责任作者:何承忠(1970-), 男, 博士, 教授, 现主要从事林木遗传育种与分子生物学等研究工作。E-mail:hcz70@163.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30960320); 国家林业公益性行业科研专项资助项目(201104076); 云南省中青年学术与技术带头人后备人才培养基金资助项目(2012HB021)。

收稿日期:2013-11-11

Effect of Nutrient Combinations and Fertilizing Amount on the Photosynthetic Characteristics and Dry Matter of Cut-flower Lily

WANG Li-yuan, ZHOU Hou-gao

(College of Landscape Architecture and Horticulture, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou, Guangdong 510225)

Abstract: Taking the cut-flower of OT type Lily 'Manissa' as test material, under different level of fertilization, the effects of quality at different nutrient combinations A, B that were from imported fertilizer Hua Duoduo and C from AR (analytical reagent) chemicals on the plant of chlorophyll content, photosynthetic characteristics and amount of dry matter in the experiment were studied, so as to fertilize the Lily more scientifically and accurately. The results showed that the photosynthetic ability and the amount of dry matter accumulation of 7.5 g/plant and 12.5 g/plant treatments were obviously superior to the control group CK and 2.5 g/plant treatment groups. Under 7.5 g/plant treatments, the dry matter accumulation of group A was higher than the other two groups and got the maximum benefit with low input as well. Under 12.5 g/plant treatments, the group C and B were better than the group A in the photosynthetic ability and accumulated quantity of dry matter, and group C had the best effect on the improvement of lily cut flower followed by group B.

Key words: lily; nutritional combination; dry matter; photosynthetic characteristics; chlorophyll; correlation