

# 不同氮素形态对凤仙花叶绿素含量及光合荧光参数的影响

何会流<sup>1,2</sup>

(1. 重庆城市管理职业学院, 重庆 401331; 2. 三峡库区生态环境与生物资源省部共建国家重点实验室, 重庆 400715)

**摘要:**以凤仙花苗为试材, 研究不同氮素形态处理对其光合色素含量及光合荧光参数的影响。结果表明: 氮素处理均能有效促进叶绿素积累, 且 T5 处理(全铵态氮, 100%  $\text{NH}_4^+$ )时光合色素含量显著高于其它处理组。和 CK 相比,  $F_v/F_m$ 、Yield、ETR、 $qP$  值有所提高, 且 T3 处理(硝铵比 50 : 50)时最显著。因此, 适量增加硝态氮比例, 有利于促进凤仙花生长、且硝铵比为 50 : 50 较好。

**关键词:**凤仙花; 硝铵比; 叶绿素; 光合荧光参数

**中图分类号:**S 681.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)16-0079-04

凤仙花(*Impatiens balsamina* L.) 属 1 a 生草本植物, 别名急性子、指甲花、凤仙透骨草; 茎粗壮, 肉质, 叶互生, 花单生或 2~3 朵簇生于叶腋, 无总花梗, 白色、粉红色或紫色, 单瓣或重瓣; 我国各地庭园广泛栽培, 为常见的观赏花卉<sup>[1]</sup>。植物吸收利用的氮素形态主要是硝态氮和铵态氮<sup>[2]</sup>。不同氮素形态对植物生长代谢的影响不同<sup>[3]</sup>。目前, 国内外对凤仙花药用成分、水分胁迫等研究较多<sup>[4-5]</sup>。而不同氮素形态对凤仙花的光合色素以及荧光特性影响的研究尚鲜见报道。该研究测定了不同氮素形态比处理下凤仙花光合色素及光合荧光参数的变化, 以为凤仙花设施栽培中氮肥施用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为洋凤仙(*Impatiens holstii* Engler et Warb.), 取自于重庆市九龙坡区白市驿草花基地的绿点花卉公司。将带土的长势一致的风仙花苗移栽于盛有充分混匀的介质(珍珠岩 : 土壤 1 : 3) 的黑色营养袋(12 cm×13 cm)中, 置于西南大学生命科学学院苗圃内培养, Hoagland 完全营养液每隔 4 d 浇 1 次, 恢复生长后, 将长势一致的风仙花幼苗设置 6 个处理组, 分别是 CK(100%  $\text{H}_2\text{O}$ )、T1(全硝态氮, 100%  $\text{NO}_3^-$ )、T2(硝铵比 75 : 25)、T3(硝铵比 50 : 50)、T4(硝铵比 25 : 75)、T5

(全铵态氮, 100%  $\text{NH}_4^+$ ) 分组配施, 每个处理重复 3 次。由  $\text{KNO}_3$  提供  $\text{NO}_3^-$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  提供  $\text{NH}_4^+$ , 均为分析纯。总氮浓度均为 5 mmol/L。

### 1.2 试验方法

1.2.1 光合色素含量的测定 在 16 d 时每个处理组随机取 3 株凤仙花相同位置的功能叶片。每次准确称取 0.1 g 凤仙花叶片。剪碎混匀后浸泡在 10 mL 提取液(80% 丙酮 : 无水乙醇 : 水 = 4.5 : 4.5 : 1) 中, 待叶片发白后参照叶济宇<sup>[6]</sup>的方法测定凤仙花光合色素含量。

1.2.2 光合荧光参数的测定 取凤仙花苗相同位置长势一致的叶片做好标记, 在 0、4、8、12、16 d 时将植株充分暗适应 2 h 后(光合中心处于开放状态), 用 PAM-2100 (Walz, 德国) 便携式脉冲调制式叶绿素荧光仪测定各标记叶片的  $F_o$ (初始荧光)、 $F_v/F_m$ (PSII 原初光能转化效率)、ETR(电子传递速率)、Yield(实际光合效率)、 $qP$ (PSII 光化学猝灭系数)、 $qN$ (PSII 非光化学猝灭系数)。

### 1.3 数据分析

试验指标均重复测定 3 次, 采用 SPSS 11.5 进行数据统计分析和方差检验, 以 Duncan's 新复级差法对 6 个处理组间的差异性进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同氮素形态对凤仙花光合色素含量的影响

从表 1 可看出, 不同硝铵比导致凤仙花叶片叶绿素含量差异显著。叶绿素 a(Chl a)、叶绿素 b(Chl b) 以及类胡萝卜素(Car) 含量在 T5(全铵态氮, 100%  $\text{NH}_4^+$ ) 处理时显著高于其它处理组; 位列第 2 的依次是 T2、T4、T3。CK 处理时叶绿素 a/b(Chl a/b) 显著高于其它处理组, 说明氮素均有效促进 Chl a 的积累。T3 处理时

**作者简介:**何会流(1968-), 男, 重庆合川人, 硕士, 副教授, 现主要从事园林植物逆境生理研究工作。

**基金项目:**三峡库区生态环境与生物资源省部共建国家重点实验室基金资助项目(SK12012-01)。

**收稿日期:**2013-04-09

表 1 不同氮素形态对凤仙花苗期光合色素含量的影响

Table 1 Effects of different nitrogen forms on *Impatiens balsamina* photosynthetic pigment

| 处理 | Chl a/mg · g <sup>-1</sup> | Chl b/mg · g <sup>-1</sup> | Car/mg · g <sup>-1</sup> | Chl a/b       | Car/Chl      |
|----|----------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------|--------------|
| CK | 1.280±0.010c               | 0.300±0.015d               | 0.287±0.005e             | 4.279±0.177a  | 0.181±0.001f |
| T1 | 1.017±0.017e               | 0.271±0.025d               | 0.289±0.004e             | 3.801±0.261b  | 0.225±0.004c |
| T2 | 1.380±0.008b               | 0.358±0.014c               | 0.335±0.003d             | 3.870±0.137ab | 0.193±0.001e |
| T3 | 1.224±0.006d               | 0.417±0.011b               | 0.439±0.003b             | 2.940±0.061c  | 0.268±0.001a |
| T4 | 1.227±0.001d               | 0.405±0.008b               | 0.391±0.002c             | 3.034±0.056c  | 0.240±0.007b |
| T5 | 1.701±0.011a               | 0.743±0.009a               | 0.522±0.003a             | 2.291±0.020d  | 0.214±0.001d |

注:表中同一列数据中字母不同者表示差异达5%显著水平。下同。

Note:Discrepancies of different alphabets in the same list are about five percent. The same below.

Car/Chl 最高,且含硝态氮处理的 Chl a/b 值均显著高于全铵处理。

## 2.2 不同氮素形态对凤仙花光合荧光参数影响

### 2.2.1 不同氮素形态对 $F_o$ 、 $F_v/F_m$ 、ETR、Yield 的影响

$F_o$  代表初始荧光,是 PSII 反应中心处于完全开放时的荧光产量<sup>[7]</sup>。从表 2 可以看出,0 d 时,各处理间的初始荧光没有显著差异,随着不同氮素处理时间的增加,各处理间  $F_o$  总体表现出一个下降然后再升高的过程。在 16 d 时除 T1 显著低于 CK 外,其它和 CK 比均无显著性差异。 $F_v/F_m$  代表了 PSII 的原初光能转化效率<sup>[7]</sup>。随着不同氮素处理时间的增加,各处理  $F_v/F_m$  呈现逐渐

降低的趋势,在 16 d 时,各组  $F_v/F_m$  明显下降,降幅分别为 4.33%、2.93%、4.10%、2.46%、3.16%、3.75%。但 T3 下降最少,且显著高于 CK、T2、T5,说明 T3 (硝铵比 50:50) 原初光能转化效率较高。且氮素处理各组值均高于 CK。ETR 表示电子传递速率,随着不同氮素处理时间的增加,表现为先增高后急剧下降然后再升高的过程。T3 (硝铵比 50:50) 处理中在各次测定时值均较高,说明其电子传递速率大。Yield 表示实际光合效率,反映叶片用于光合电子传递的能量占所吸收光能的比例<sup>[8]</sup>,呈现先上升后下降的趋势。T3 (硝铵比 50:50) 处理显著高于其它处理组。

表 2 不同氮素形态对凤仙花光合荧光参数  $F_o$ 、 $F_v/F_m$ 、ETR、Yield 的影响Table 2 Effect of different nitrogen forms on  $F_o$ 、 $F_v/F_m$ 、ETR、Yield of photosynthetic fluorescence

| 光合荧光参数    | 处理 | 0 d           | 4 d           | 8 d            | 12 d          | 16 d           |
|-----------|----|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| $F_o$     | CK | 0.159±0.007a  | 0.155±0.003ab | 0.147±0.001ab  | 0.171±0.005a  | 0.189±0.004a   |
|           | T1 | 0.159±0.007a  | 0.163±0.001a  | 0.146±0.004ab  | 0.170±0.004a  | 0.170±0.002b   |
|           | T2 | 0.162±0.002a  | 0.160±0.006a  | 0.144±0.009b   | 0.170±0.005a  | 0.181±0.004ab  |
|           | T3 | 0.164±0.002a  | 0.150±0.006ab | 0.143±0.001b   | 0.164±0.005a  | 0.177±0.004ab  |
|           | T4 | 0.163±0.002a  | 0.141±0.006b  | 0.167±0.005a   | 0.165±0.009a  | 0.178±0.002ab  |
|           | T5 | 0.162±0.002a  | 0.157±0.002a  | 0.160±0.015ab  | 0.161±0.008a  | 0.181±0.007ab  |
| $F_v/F_m$ | CK | 0.854±0.001a  | 0.840±0.005b  | 0.825±0.017c   | 0.824±0.004b  | 0.817±0.001c   |
|           | T1 | 0.852±0.001a  | 0.848±0.005ab | 0.835±0.005abc | 0.830±0.003ab | 0.827±0.001ab  |
|           | T2 | 0.853±0.002a  | 0.853±0.002a  | 0.844±0.005ab  | 0.826±0.006ab | 0.818±0.004bc  |
|           | T3 | 0.853±0.003a  | 0.854±0.002a  | 0.849±0.002a   | 0.837±0.000a  | 0.832±0.003a   |
|           | T4 | 0.854±0.003a  | 0.856±0.002a  | 0.830±0.002bc  | 0.829±0.005ab | 0.827±0.002ab  |
|           | T5 | 0.854±0.002a  | 0.856±0.003ab | 0.833±0.005abc | 0.829±0.001ab | 0.822±0.005bc  |
| ETR       | CK | 39.322±0.637a | 41.733±0.500c | 19.611±0.206c  | 37.956±0.390a | 38.489±0.182d  |
|           | T1 | 37.367±1.411a | 47.389±0.284a | 20.211±0.090ab | 31.433±0.067b | 40.244±0.144b  |
|           | T2 | 37.822±1.618a | 44.789±0.940b | 21.044±0.309ab | 26.200±6.172b | 39.278±0.270c  |
|           | T3 | 39.622±0.423a | 44.756±0.446b | 21.611±0.144a  | 39.744±0.982a | 41.556±0.251a  |
|           | T4 | 39.778±0.653a | 44.011±0.588b | 20.133±0.342bc | 39.856±1.161a | 39.567±0.369bc |
|           | T5 | 37.822±1.618a | 40.800±0.667c | 19.589±0.712c  | 40.867±0.543a | 39.500±0.145bc |
| Yield     | CK | 0.628±0.009a  | 0.687±0.009c  | 0.727±0.008b   | 0.685±0.007b  | 0.712±0.004d   |
|           | T1 | 0.598±0.021a  | 0.761±0.001a  | 0.789±0.003a   | 0.778±0.002a  | 0.742±0.004b   |
|           | T2 | 0.605±0.024a  | 0.729±0.015b  | 0.774±0.007a   | 0.722±0.025b  | 0.725±0.005cd  |
|           | T3 | 0.629±0.008a  | 0.730±0.007b  | 0.778±0.004a   | 0.765±0.016a  | 0.757±0.005a   |
|           | T4 | 0.634±0.006a  | 0.722±0.010b  | 0.755±0.019ab  | 0.712±0.019b  | 0.736±0.006bc  |
|           | T5 | 0.605±0.024a  | 0.671±0.012c  | 0.733±0.012b   | 0.735±0.008ab | 0.731±0.003bc  |

2.2.2 不同氮素形态对  $qP$ 、 $qN$  的影响  $qP$  表示光化学猝灭系数,代表 PSII 反应中心开放部分的比例,是对 PSII 原初电子受体 QA 氧化态的一种量度<sup>[9]</sup>。从表 3 可以看出,随着时间的推移, $qP$  表现为先逐渐增加再降低的趋势,在 4 d 时各处理组有显著性差异,即 T1、T2、T3

显著高于 CK 和 T5,以后均没有显著性差异。 $qN$  表示非光化学猝灭系数,反映 PSII 天线色素吸收的光能以热的形式耗散掉的光能部分<sup>[10]</sup>,随时间表现出先下降再增高的趋势,在 4 d 和 8 d 时有差异外,其它处理时间测定均无显著性差异。

表 3 不同氮素形态对凤仙花光合荧光参数  $qP$ 、 $qN$  的影响

Table 3 Effect of different nitrogen forms on  $qP$ ,  $qN$  of photosynthetic fluorescence

| 光合荧光参数 | 处理 | 0 d          | 4 d           | 8 d           | 12 d         | 16 d         |
|--------|----|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| $qP$   | CK | 0.780±0.011a | 0.857±0.013cd | 0.900±0.005a  | 0.847±0.026a | 0.892±0.020a |
|        | T1 | 0.758±0.011a | 0.947±0.001a  | 0.951±0.024a  | 0.920±0.021a | 0.898±0.023a |
|        | T2 | 0.770±0.018a | 0.902±0.019b  | 0.915±0.027a  | 0.898±0.035a | 0.909±0.004a |
|        | T3 | 0.782±0.010a | 0.901±0.009b  | 0.947±0.015a  | 0.864±0.026a | 0.895±0.003a |
|        | T4 | 0.792±0.006a | 0.890±0.013bc | 0.926±0.023a  | 0.885±0.019a | 0.894±0.026a |
|        | T5 | 0.770±0.018a | 0.826±0.013d  | 0.895±0.028a  | 0.912±0.009a | 0.894±0.019a |
| $qN$   | CK | 0.228±0.013a | 0.175±0.017b  | 0.156±0.005ab | 0.198±0.015a | 0.207±0.017a |
|        | T1 | 0.292±0.062a | 0.200±0.021ab | 0.170±0.021ab | 0.178±0.017a | 0.228±0.007a |
|        | T2 | 0.312±0.050a | 0.230±0.001a  | 0.189±0.003ab | 0.192±0.046a | 0.218±0.018a |
|        | T3 | 0.231±0.016a | 0.200±0.011ab | 0.198±0.009a  | 0.243±0.033a | 0.206±0.012a |
|        | T4 | 0.248±0.014a | 0.204±0.001ab | 0.148±0.001ab | 0.182±0.025a | 0.204±0.006a |
|        | T5 | 0.312±0.050a | 0.232±0.017a  | 0.108±0.053b  | 0.213±0.010a | 0.213±0.016a |

### 3 讨论

叶绿素是植物进行光合作用的重要物质基础,其含量高低是反映植物光合能力的重要指标之一<sup>[11]</sup>。该试验中全硝态氮处理和 2 种形态氮素配施均比单施铵态氮有利于凤仙花生物量的增加。随着铵态氮增加,全株鲜重和株高总体呈下降趋势;但在 T3 处理(硝铵比 50:50)出现了 1 个最大峰值,全铵条件下则显著低于其它氮素处理。T5 处理(全铵态氮,100%  $\text{NH}_4^+$ )叶绿素和类胡萝卜素含量均最高,这可能是全铵处理时过量  $\text{NH}_4^+$  阻碍植物叶片扩展所致,叶片的变小可能是叶绿素、类胡萝卜素浓度增大的主要原因<sup>[12]</sup>。因此出现 T5 叶绿素含量高,而生物量却不高的情况。T3 处理组通过降低叶绿素而提高类胡萝卜素相对含量是一种防御氮素影响的保护性策略<sup>[8]</sup>。

不同氮素形态处理凤仙花,  $F_v/F_m$ 、Yield 呈现先升高后降低的趋势,此外其降低的幅度均要低于 CK;ETR 呈现升降升的趋势。和 CK 相比,各处理组均有提高,T3 处理(硝铵比 50:50)处理时提高最显著。 $qP$  反映了 PSII 反应中心开放部分的比例,其值随不同氮素形态处理时间延长先升高后降低,说明凤仙花叶片对氮素处理产生了胁迫应激反应, $qN$  先降后升,表明凤仙花叶片通过耗散过剩光能以抵御氮素离子胁迫。在短时间内,先通过增加电子库容量及增加跨膜  $\Delta pH$ ,使得  $qP$  上升, $qN$  下降。氮素对凤仙花叶绿素荧光具有一定的调控作用,提高了光合荧光参数中的  $F_v/F_m$ 、Yield、ETR、 $qP$ ,这和张雷明等<sup>[13]</sup>对小麦的研究相似,也和试验中生物量

变化情况呈正相关。综上所述,氮素处理凤仙花可以提高光合色素含量,对叶绿素荧光也有一定的调节作用。

### 参考文献

- [1] 陈艺林. 中国植物志[M]. 47 卷, 2 分册. 北京: 科学出版社, 2001: 29-31.
- [2] 陆景陵. 植物营养学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003: 25, 28.
- [3] 于曼曼, 刘丽, 郭巧生, 等. 氮素不同形态配比对夏枯草苗期生长及光合特性的影响[J]. 中国中药杂志, 2011, 36(5): 530-534.
- [4] 鞠培俊, 孔德云, 李晓波. 凤仙花化学成分及药理作用研究进展[J]. 沈阳药科大学学报, 2007, 24(5): 320-324.
- [5] 罗英, 杨仁强, 肖莲, 等. 水杨酸预处理对水分胁迫下凤仙花幼苗抗氧化能力的影响[J]. 江苏农业科学, 2010(6): 243-245.
- [6] 叶济宇. 关于叶绿素含量测定中的 Arnon 计算公式[J]. 植物生理学通讯, 1985(6): 69.
- [7] 张守仁. 叶绿素荧光动力学参数的意义及讨论[J]. 植物学通报, 1999, 16(4): 444-448.
- [8] 温泉, 张楠, 曹瑞霞, 等. 增强 UV-B 对黄连代谢及小檗碱含量的影响[J]. 中国中药杂志, 2011, 36(22): 3063-3069.
- [9] Maxwell K, Johnson G N. Chlorophyll fluorescence a practical guide[J]. J Exp Bot, 2000, 51(345): 659.
- [10] 张扬欢, 孙金春, 温泉, 等. 乙酰水杨酸对增强 UV-B 辐射下长春花光合作用及抗氧化酶活性的影响[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2011, 33(2): 17-22.
- [11] 高会军, 周勋波, 齐林, 等. 种植方式与施氮量对冬小麦光合生理特性及光能利用率的影响[J]. 山东农业科学, 2010(11): 16-18, 23.
- [12] 荣秀连, 王梅农, 宋采博, 等. 不同铵态氮/硝态氮配比对白菜叶绿素含量的影响[J]. 江苏农业科学, 2010(1): 298-300.
- [13] 张雷明, 上官周平, 毛明策, 等. 长期施氮对旱地小麦灌浆期叶绿素荧光参数的影响[J]. 应用生态学报, 2003, 14(5): 695-698.

# 冀北山地不同坡位华北落叶松人工林与油松天然次生林群落环境分析

刘春利<sup>1</sup>, 黄小军<sup>1,2</sup>, 刘晓博<sup>2</sup>, 赵娜<sup>2</sup>, 徐学华<sup>2</sup>, 李玉灵<sup>2</sup>

(1. 木兰林管局, 河北 承德 068450; 2. 河北农业大学, 河北 保定 071000)

**摘要:**以冀北山地华北落叶松人工林与油松天然次生林为研究对象, 对不同坡位气象因子、立地因子等方面的差异进行研究。结果表明: 华北落叶松人工林内测定点温湿度均高于油松林, 同一林分内温度差异不显著。落叶松林内照度随着海拔增加逐渐增大, 油松群落内坡底照度最高。油松、落叶松群落随着海拔的增加, 各样地相同土层间土壤质量含水量、饱和含水量、相对含水量逐渐减小, 相同海拔落叶松林样地各土层水分指标均高于油松林。油松各样地内土壤容重随着土层深度的增加而增加, 且随着海拔的增高, 各样地相同土壤层次容重值增大。落叶松林变化均不显著。油松各样地土壤孔隙随着土层深度和海拔的增加均变小。落叶松林变化均不显著, 但在相同土层上落叶松林土壤孔隙多于油松林。油松林地土壤颗粒随着土层深度的增加而减小, 落叶松林则增大。油松及落叶松群落坡中样地土壤颗粒均较大。2个林分土壤 pH 随着土壤层次的增加而增加, 土壤养分含量随土层深度增加而递减; 随着海拔增高, 相同海拔落叶松林内有机质、全氮、全磷、碱解氮、有效钾含量均高于油松林, 而速效磷则相反。

**关键词:**冀北山地; 华北落叶松人工林; 油松天然次生林; 群落环境

**中图分类号:**S 791.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)16-0082-07

林下群落环境的研究对该地区植被恢复和重建有着十分重要的指导意义。人工林和天然林由于起源不

同, 经历演替过程不同, 林下环境势必出现不同变化趋势, 相同林分不同坡位的环境因子也不尽相同。

**第一作者简介:**刘春利(1973-), 男, 高级工程师, 现主要从事林场经营管理工作。

**责任作者:**李玉灵(1962-), 女, 内蒙古集宁人, 教授, 博士生导师, 现主要从事植物生理生态学与恢复生态学的研究工作。E-mail: liyuling0425@yahoo.com.cn.

**基金项目:**河北省科技计划资助项目(12237510; 11236713D-12-1)。

**收稿日期:**2013-04-15

以保护滦河上游自然生态环境、自然资源、森林生态系统和拯救珍稀濒危野生动植物物种及其生物多样性为宗旨, 维持生态平衡, 集资源保护、植被恢复、科学研究为一体的河北木兰围场自然保护区地理位置独特, 具有丰富的野生动植物资源, 同时又是滦河上游的生态主体, 是京津风沙源治理工程的主体之一, 对京津生态

## Effect of Different Nitrogen Forms on Chlorophyll Content and Photosynthetic Fluorescence Parameters of *Impatiens balsamina*

HE Hui-liu<sup>1,2</sup>

(1. Chongqing City Management College, Chongqing 401331; 2. State Key Laboratory Breeding Base of Eco-Environments and Bio-Resources of the Three Gorges Reservoir Region, Chongqing 400715)

**Abstract:** Using *Impatiens balsamina* seedlings as the materials, the impact of different nitrogen forms on chlorophyll content and photosynthetic fluorescence parameters of *Impatiens balsamina* were studied. The results showed that dealing with nitrogen forms could effectively promote the accumulation of *Impatiens balsamina* chlorophyll, besides, in T5(100%  $\text{NH}_4^+$ ), the contents of photosynthetic pigment obviously rise much higher. In T3( $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = 50 : 50$ ), level of  $F_v/F_m$ , Yield, ETR,  $qP$  was much higher comparing with CK. Thus, appropriately increasing proportion of tritic nitrogen was good for *Impatiens balsamina*'s growing,  $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$  ratio of 50 : 50 was better.

**Key words:** *Impatiens balsamina*;  $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$  ratio; chlorophyll; photosynthetic fluorescence parameters