

施氮浓度对红掌佛焰苞季节性“绿耳”的影响

杨光穗, 李崇晖, 王兰兰, 黄素荣, 王 存, 王荣香

(中国热带农业科学院 热带作物品种资源研究所, 农业部华南作物基因资源与种质创制重点实验室, 海南 儋州 571737)

摘 要:针对海南地区遮阳大棚下栽培的红掌季节性佛焰苞耳部变绿(俗称“绿耳”)的现象, 以盆花品种‘大哥大’红掌(‘Dakota’)为试材, 采用盆栽的方式, 研究了灌施不同浓度的氮肥对佛焰苞颜色、色素含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白质含量以及矿质元素含量的影响。结果表明:较低氮浓度(0~0.20 g/L)处理可以使“绿耳”发生率降低, 佛焰苞耳部和中间部位的红色程度(a^* 值)和鲜艳程度(C^* 值)都较大, 佛焰苞中总花青素苷含量较高, 叶绿素含量较低, 可溶性糖含量和可溶性蛋白质含量变化不显著。随着氮处理浓度的增加, 佛焰苞中的氮元素含量呈上升趋势, 钾元素和磷元素的含量逐渐降低。结合植株的生长状态综合考虑, 氮浓度在 0.10~0.20 g/L 范围内, 对季节性“绿耳”的抑制效果较好。

关键词:红掌; 佛焰苞颜色; 氮浓度; 色素

中图分类号:S 682.1⁺4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)24-0053-04

红掌(*Anthurium andraeanum* Linden)属天南星科花烛属植物, 别名安祖花, 是国际流行的高档热带花卉。我国于 20 世纪 70 年代引种, 近 20 年来发展迅速。海南的气候条件十分适合红掌产业的发展, 只需要搭建简易荫棚, 成本低。目前海南红掌种植面积约 20 hm², 产品供不应求, 市场前景远阔。然而海南地区红掌在 9 月至翌年 2 月之间普遍存在佛焰苞耳部变绿(俗称“绿耳”)的现象, 导致 40%~50% 的红掌由于观赏价值严重降低而不能成为商品花, 造成了非常严重的经济损失^[1]。课题组前期研究初步阐明了红掌“绿耳”发生的生理原因^[2], 并提出从 8 月至 12 月底, 加施蔗糖可以通过增加花青素苷的积累来改善降低佛焰苞“绿耳”程度, 提高品质^[1]。大量研究表明, 过量施用氮肥对于植物类黄酮和其它酚类物质的合成具有抑制作用^[3], 使植物组织中花青素和其它酚类物质含量降低^[4]。可见, 适量减少氮肥施用可以使植物花青素积累量增加。因此, 现在红掌生产施氮肥浓度的基础上, 设置不同氮肥浓度, 以期筛选适合的氮肥浓度以降低佛焰苞季节性“绿耳”的发生率, 提高红掌品质, 为海南地区红掌生产提供理论和技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试红掌材料取自中国热带农业科学院热带作物

品种资源研究所热带花卉基地(以下简称花卉基地)遮阳大棚, 挑选长势一致的‘大哥大’(‘Dakota’)2 年生正常开花的红掌盆栽苗(栽培容器直径 14 cm)120 株(盆), 剪去所有已抽出的花芽, 正常浇水管理, 恢复生长 10 d 后参加试验。试验采取 NH₄NO₃ 为氮素来源。

1.2 试验方法

试验于 2013 年 7 月 1 日至 12 月 30 日在花卉基地遮阳大棚中进行。共设 N₁、N₂、N₃、N₄、N₅ 5 个处理施用 NH₄NO₃ 为氮肥, N 元素浓度分别为 0.05、0.10、0.15、0.20、0.25 g/L, 以 N 元素浓度为 0 g/L 为对照(CK), 每个处理 20 株(盆)。其它元素按照 P₂O₅:K₂O:CaO:MgO=2.5:2.5:0.4:0.6 的配方(质量浓度为 2 g/L), 每周施肥 1 次。

施肥 70 d 后, 分别于 9、10、11、12 月进行采样, 随机剪取成熟佛焰苞(佛焰苞展开并且肉穗花序 2/3 变白), 选取 5 个佛焰苞用于颜色测定, 随后, 均从中间纵向剖分为两半, 一半用于测定花青素苷含量和总黄酮含量, 另一半用于测定叶绿素含量; 另取 4~5 个佛焰苞, 同一佛焰苞对应左右两边各称取 0.5 g, 对应编号, 用于可溶性糖含量和可溶性蛋白质含量的测定。剩余的佛焰苞于 65℃ 烘干, 用于矿质营养元素的测定。每处理材料分 3 个重复样品。对每个月采集的佛焰苞进行统计并计算“绿耳”发生率^[1]。

1.3 项目测定

采用 NF333 型分光色差计测定佛焰苞正面耳部和中间部位的颜色(L^* 、 a^* 和 b^* 值)并计算彩度 C^* 值, 5 次重复^[2]。利用高效液相色谱法, 对花青素苷进行半定量分析, 计算花青素苷 2 个主要成分矢车菊素 3-芸香糖苷(Cy3R)和天竺葵素 3-芸香糖苷(Pg3R)的比值以及总花青

第一作者简介:杨光穗(1972-), 女, 硕士, 副研究员, 现主要从事热带作物营养生理等研究工作。E-mail: suiguangyang@aliyun.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31101578); 海南省重大科技专项资助项目(ZDZX2013012); 国家星火计划资助项目(2012GA800004)。

收稿日期:2014-09-09

素苷含量^[1]。测定总黄酮^[5]、叶绿素^[1]、可溶性蛋白质^[6]、可溶性糖含量^[7]，以及 N、P、K、Ca、Mg 矿质营养元素含量^[8]。

1.4 数据分析

试验数据采用 SPSS 17.0 进行单因素方差分析，并进行 Duncan 多重比较分析。利用 Origin Pro 7.5 软件作图。

2 结果与分析

2.1 不同 N 浓度对“绿耳”发生率的影响

由表 1 可知，9—12 月，N₅ 处理的佛焰苞“绿耳”发生率明显高于 CK 和其它处理，N₄ 处理的“绿耳”发生率在 4 个月份均为最低。4 个月总体分析，平均“绿耳”发生率大小排列顺序为：N₅>N₃>CK>N₁>N₂>N₄。

表 1 不同 N 浓度处理后佛焰苞“绿耳”发生率

Table 1 The incidence rate of ‘Green Ear’ spathes by different concentration of nitrogen treatments %

月份 Month	CK	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅
9 月 September	46.67	61.11	50.00	65.00	36.84	73.68
10 月 October	53.85	50.00	33.33	50.00	22.22	75.00
11 月 November	85.71	77.78	60.00	69.23	41.67	92.31
12 月 December	66.67	62.50	66.67	70.00	54.55	80.00
平均 Average	63.22	62.85	52.50	63.56	38.82	80.25

2.2 不同 N 浓度对佛焰苞耳部和中间部位颜色参数 a* 和 C* 的影响

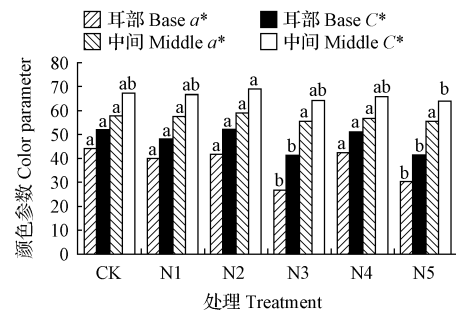
对 4 个月份耳部颜色参数 a* 的数据进行差异显著性分析，结果表明 N₃ 和 N₅ 处理的 a* 值显著低于 CK 和其它处理；CK、N₁、N₂、N₄ 的 a* 值差异不显著。4 个月份的佛焰苞耳部 C* 值与 a* 值表现相似，N₃ 和 N₅ 处理的 C* 值显著低于 CK 和其它处理(图 1)。

不同 N 浓度处理以及 CK 的佛焰苞中间部位 a* 值差异不显著。N₅ 处理中间部位 C* 值显著低于 N₂ 处理。CK 与 N₁~N₄ 处理的佛焰苞中间部位 C* 值没有显著差异，其中 N₂ 处理的 C* 值最高(图 1)。

2.3 不同 N 浓度对佛焰苞色素含量的影响

4 个月份不同 N 浓度处理的佛焰苞中总花青素苷含量存在显著性差异。N₄ 处理的总花青素苷含量(2.14 mg/g FW)显著高于 CK 和其它处理。CK、N₁~N₃ 以及 N₅ 之间差异不显著。叶绿素含量在 N₅ 处理的佛焰苞中最高(0.104 mg/g FW)，显著高于 N₁(0.060)和

N₂(0.056)处理。CK(0.079)与 N₃(0.089)和 N₄(0.080)处理的叶绿素含量差异不显著。9—12 月份总黄酮含量在各处理和 CK 间差异均不显著(图 2)。



注：图中不同的字母表示处理间差异达到 5% 显著水平，下同。

Note: Different letters show significant difference at 5% level, the same below.

图 1 不同 N 浓度处理的佛焰苞耳部和中间部位颜色参数 a* 和 C* 值的平均值

Fig. 1 The average value of color parameter a* and C* at the base and middle of spathes by different concentration of nitrogen treatments

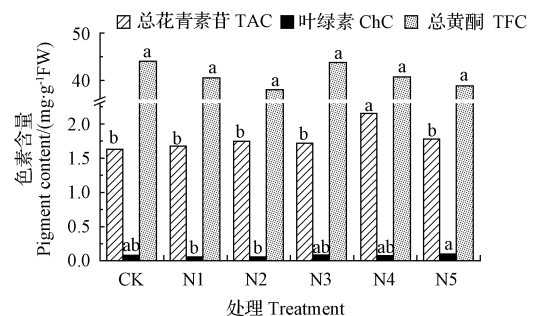


图 2 不同 N 浓度处理后佛焰苞中总花青素苷(TAC)、总黄酮(TFC)和叶绿素(ChC)含量的平均值

Fig. 2 The average value of total anthocyanin content(TAC), total flavonoid content(TFC) and chlorophyll content(ChC) in spathes by different concentration of nitrogen treatments

9 月份 Cy3R 与 Pg3R 的比值各处理和 CK 间差异不显著；10 月份 N₁、N₃ 和 N₅ 处理显著高于 N₂ 处理；11 月份 CK 显著高于 N₅，与其它处理差异不显著；12 月份，N₁ 处理显著高于 N₂ 处理。4 个月份 Cy3R 与 Pg3R 比值变化规律不明显。总体上 4 个月份的比值以 N₁ 和 N₃ 处理较高，N₂ 处理较低(表 2)。

表 2 不同 N 浓度处理后佛焰苞中矢车菊素 3-芸香糖苷(Cy3R)与天竺葵素 3-芸香糖苷(Pg3R)含量的比值

Table 2 The ratio of cyanidin 3-rutinoside (Cy3R) content and pelargonin 3-rutinoside (Pg3R) content in spathes by different concentration of nitrogen treatments

月份 Month	CK	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅
9 月 September	2.37±0.33a	2.53±0.16a	2.18±0.35a	2.53±0.14a	2.42±0.17a	2.31±0.24a
10 月 October	2.85±0.36ab	2.98±0.45a	2.51±0.30b	3.06±0.38a	2.61±0.13ab	3.05±0.17a
11 月 November	3.27±0.15a	2.96±0.41ab	2.96±0.47ab	3.15±0.22ab	2.92±0.44ab	2.62±0.19b
12 月 December	3.06±0.09ab	3.24±0.06a	2.85±0.23b	3.19±0.11ab	2.93±0.46ab	3.12±0.21ab
平均 Average	2.92ab	2.96a	2.65b	3.01a	2.73ab	2.82ab

注：不同字母表示处理间差异达到 5% 显著水平。

Note: Different letters show significant difference at 5% level.

2.4 不同 N 浓度对佛焰苞代谢物含量的影响

不同 N 浓度处理后,4 个月内佛焰苞中可溶性糖和可溶性蛋白质含量差异均不显著(图 3)。可见,不同 N 浓度处理对佛焰苞代谢物的积累影响不大。

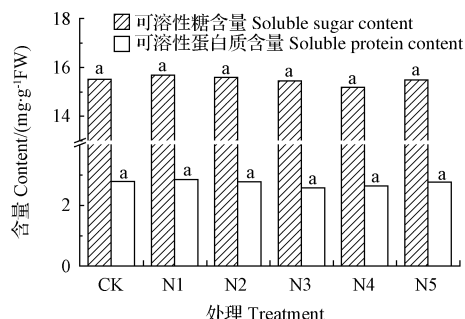


图 3 不同 N 浓度处理后佛焰苞中平均可溶性糖含量和可溶性蛋白质含量

Fig. 3 The average content of soluble sugar and soluble protein in spathe by different concentration of nitrogen treatments

2.5 不同 N 浓度对佛焰苞矿质元素含量的影响

综合 4 个月份佛焰苞中氮、磷、钾、钙、镁元素的含量,得出整体的平均含量(图 4)。不同浓度氮处理对佛焰苞中磷元素和钙元素的含量影响不显著。随着施氮浓度的增加,佛焰苞中氮素含量逐渐增加,N₄ 和 N₅ 处理的氮素含量显著高于 CK 和 N₁ 处理;钾元素和磷元素的含量随着氮处理浓度增加而逐渐降低,N₅ 处理的钾元素和镁元素含量显著低于 CK。

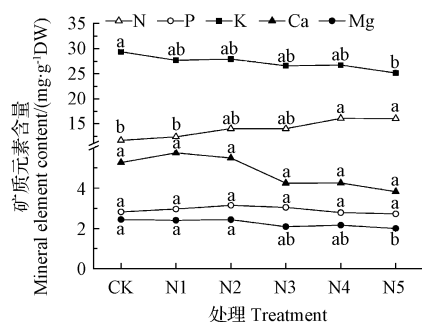


图 4 不同 N 浓度处理后佛焰苞矿质元素平均含量

Fig. 4 The average content of mineral element in spathe by different concentration of nitrogen treatments

3 讨论与结论

氮和 NO₃⁻ 调控植物多种代谢、生长和发育过程,包括淀粉和有机酸代谢、次生代谢(如花青素合成)^[9]。现采用调控外施 N 浓度的方式,通过研究不同浓度的 N 处理对佛焰苞颜色和相关生理指标的影响,筛选适合改善佛焰苞季节性“绿耳”现象的最佳 N 浓度。从佛焰苞颜色表型分析结果看,不同浓度的 N 处理主要影响佛焰

苞耳部颜色,对中间部位的颜色影响不大。CK 以及较低浓度的 N 处理:N₁、N₂ 和 N₄ 均有较高的耳部 a* 值(红色程度,数值增大,红色程度增强^[10])和 C* 值(颜色的鲜艳程度,数值越大,颜色越饱满^[10]),有利于佛焰苞红色的呈现。较高浓度(0.25 g/L)的 N 处理的佛焰苞耳部的 a* 值、C* 值以及中间部位的 C* 值均显著降低。并且,以肉眼观测的“绿耳”发生率也是高浓度 N 处理的最高,CK 和较低浓度 N 处理的“绿耳”发生率较低,其中 0.20 g/L 的 N 处理的“绿耳”发生率最低。可见,从外观上看,较高浓度的 N(0.25 g/L)不利于红掌“绿耳”的控制。

从色素含量的分析结果看,CK 和较低浓度的 N 处理对佛焰苞中总花青素苷含量(TAC)变化影响不大,但是 0.05、0.10 g/L 的 N 处理的叶绿素含量明显偏低。4 个月份中 0.20 g/L 的 N 处理的 TAC 均为最高,氮浓度升高到 0.25 g/L 时,TAC 明显降低,叶绿素含量增高。这表明 0.25 g/L 的 N 处理的 N 元素浓度不利于红掌佛焰苞中的花青素苷合成。前人对苹果的研究也发现了类似的现象,即随着氮肥施用量的增大,苹果皮中的类黄酮等酚类物质含量随之降低^[11];且在药用植物卡琪花蒂玛(*Labisia pumila*)叶子中也存在随着施氮浓度的增加,花青素苷含量降低的现象^[3]。大量研究表明拟南芥植株在缺氮胁迫下合成大量的花青素^[9,12],但该研究中并未发现 CK 的佛焰苞中总花青素苷含量最高,可能是由于该研究所用的红掌栽培基质(椰糠、花生壳和谷壳)中含有 N 元素,并未对红掌植株造成氮胁迫。此外,从 4 个月的平均数据看,整体上,外施氮浓度的增加,不利于佛焰苞中可溶性糖含量和可溶性蛋白质含量的积累。该课题组前期研究表明红掌“绿耳”佛焰苞中可溶性蛋白质和可溶性糖含量明显低于正常佛焰苞^[2],因此,防控红掌“绿耳”注意控制氮肥浓度不要过高。

从矿质元素含量角度,随着 N 处理浓度的增大,佛焰苞中氮元素的含量上升。氮素是合成叶绿素的必需元素,其含量升高,势必导致叶绿素含量升高^[13]。由于佛焰苞中氮代谢增强,碳代谢会随之增强不利于佛焰苞中花青素苷的积累^[14]。此外,随着 N 处理浓度的增加,佛焰苞中的钾含量下降,也不利于花青素的积累^[2,15]。这些因素最终导致 0.25 g/L 的 N 处理的佛焰苞中总花青素苷含量最低。

综上,0~0.20 g/L 的氮浓度处理,可以使佛焰苞呈现较好的颜色表型,较高的花青素苷含量和较低的叶绿素含量,但是在试验过程中发现,N 浓度为 0、0.05 g/L 处理的植株出现叶片偏黄的缺氮症状,虽然对佛焰苞着色有益,却影响盆花的整体品质。综合考虑,N 元素浓度在 0.10~0.20 g/L 范围内,对海南红掌佛焰苞季节性“绿耳”的抑制效果较好。

参考文献

- [1] 王兰兰,李崇晖,杨光穗,等. 秋冬季节加施蔗糖对红掌佛焰苞颜色的影响[J]. 热带作物学报,2012,33(6):1050-1056.
- [2] 王兰兰,杨光穗,李崇晖,等. 海南地区红掌佛焰苞“绿耳”发生的生理原因[J]. 园艺学报,2012,39(5):939-948.
- [3] Ibrahim M H, Jaafar H Z E, Rahmat A, et al. Involvement of nitrogen on flavonoids, glutathione, anthocyanin, ascorbic acid and antioxidant activities of Malaysian medicinal plant *Labisia pumila* Blume (Kacip Fatimah)[J]. Int J Mol Sci, 2012, 13(1):393-408.
- [4] Stefanelli D, Goodwin I, Jones R. Minimal nitrogen and water use in horticulture; effects of quality and content of selected nutrients[J]. Food Res Int, 2010, 43:1833-1843.
- [5] Qiu J, Xue X, Chen F, et al. Quality evaluation of snow lotus (*Saussurea*); quantitative chemical analysis and antioxidant activity assessment[J]. Plant Cell Rep, 2010, 29:1325-1337.
- [6] Bradford M M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding[J]. Anal Biochem, 1976, 72:248-254.
- [7] 张志良, 瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003:127-128.
- [8] 鲁如坤. 土壤农化分析方法[M]. 北京: 中国农业科学出版社, 1999: 306-312.
- [9] Rubin G, Tohge T, Matsuda F, et al. Members of the LBD family of transcription factors repress anthocyanin synthesis and affect additional nitrogen responses in *Arabidopsis*[J]. The Plant Cell, 2009, 21:3567-3584.
- [10] Wang L S, Hashimoto F, Shiraishi A, et al. Chemical taxonomy of the Xibei tree peony from China by floral pigmentation[J]. J Plant Res, 2004, 117(1):47-55.
- [11] Awad M A, de Jager A. Relationship between fruit nutrients and concentrations of flavonoids and chlorogenic acid in ‘Elstar’ apple skin[J]. Sci Hort, 2002, 92(3-4):265-276.
- [12] Han Y, Vimolmangkang S, Soria-Guerra R E, et al. Ectopic expression of apple F3' H genes contributes to anthocyanin accumulation in the *Arabidopsis tt7* mutant grown under nitrogen stress[J]. Plant Physiol, 2010, 153(2):806-820.
- [13] 李崇晖, 黄素荣, 王兰兰, 等. 温度和矿质元素积累与红掌佛焰苞“绿耳”的关系[J]. 热带农业科学, 2013, 33(5):3-7.
- [14] 刘振平, 张吉立, 张金安. 营养元素对紫叶矮樱叶片色素性质及光合特性的影响[J]. 北方园艺, 2010(2):104-106.
- [15] 郭衍银, 徐坤, 王秀峰, 等. 矿质营养与植物病害机理研究进展[J]. 甘肃农业大学学报, 2003, 38(4):385-393.

Effect of Different Concentration of Nitrogen on the Seasonal “Green Ear” of Spathes of *Anthurium andraeanum*

YANG Guang-sui, LI Chong-hui, WANG Lan-lan, HUANG Su-rong, WANG Cun, WANG Rong-xiang

(Tropical Crops Genetic Resources Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Key Laboratory of Crop Gene Resources and Germplasm Enhancement in Southern China, Ministry of Agriculture, Danzhou, Hainan 571737)

Abstract: As the base of the spathes usually turns green seasonally when the anthurium is cultivated under the shade in Hainan. For inhibiting the appearance the “Green Ear”, the effects of different concentration of nitrogen on the spathe coloration, the contents of pigments, soluble sugar and protein, as well as the mineral element were investigated in the spathes of potted cultivar ‘Dakota’. The results showed that the lower concentration of nitrogen (0—0.20 g/L) was helpful to reduce the incidence rate of “Green Ear”, and increase of a^* and C^* value of the base and middle part of the spathes. The total anthocyanin content was higher while the chlorophyll content was lower in the spathe when treated with lower concentration of nitrogen. Besides, the nitrogen content elevated while the potassium and phosphorus contents dropped with the increasing of nitrogen concentration treatment. With the growing states into the consideration, it showed that the irrigation concentration of nitrogen could be controlled within 0.10—0.20 g/L, which was benefit for the inhibition of the appearance of “Green Ear” of anthurium spathe in Hainan.

Keywords: *Anthurium andraeanum*; spathe color; nitrogen concentration; pigment