

罗珍珍, 由翠荣, 张 慧, 等. 不同品种彩色马蹄莲不定芽增殖及再生体系的优化[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(11): 38–41.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.11.010

# 不同品种彩色马蹄莲不定芽增殖及再生体系的优化

罗珍珍<sup>1</sup>, 由翠荣<sup>2</sup>, 张 慧<sup>1</sup>, 刘 冬<sup>2</sup>, 孔艳辉<sup>1</sup>, 解晓旭<sup>1</sup>

(1. 烟台市园林管理处科研所, 山东烟台 264000; 2. 烟台大学生命科学学院, 山东烟台 264005)

**摘要:**以紫色、火焰、冻糕 3 个品种彩色马蹄莲的不定芽为试验材料, 对其进行不定芽增殖及植株再生优化条件筛选。结果表明, 增殖阶段, 不同品种间存在显著性差异, 3 个品种最适培养基均为 MS + 2.0 mg/L 6-BA + 0.2 mg/L NAA; 植株再生阶段, 不同品种间存在显著性差异, 紫色最适合培养基为 1/2MS + 0.2 mg/L NAA, 火焰和冻糕最适合培养基为 1/2MS + 0.2 mg/L 6-BA + 0.2 mg/L NAA; 生根阶段, 不同 NAA 浓度对 3 个品种的影响存在显著性差异, 紫色最适生根培养基为 1/2MS + 0.8 mg/L NAA + 0.2% 活性炭 (AC), 火焰为 1/2MS + 0.6 mg/L NAA + 0.2% 活性炭 (AC), 冻糕则为 1/2MS + 0.2 mg/L NAA + 0.2% 活性炭 (AC)。

**关键词:**彩色马蹄莲; 品种; 不定芽增殖; 植株再生; 生根

**中图分类号:** S682.2+64.04 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)11-0038-04

彩色马蹄莲 (*Zantedeschia hybrida*) 属天南星科马蹄莲属的多年生草本植物, 由于花、叶皆佳, 在国际花卉市场上占有越来越重要的地位, 被公认为 21 世纪的花卉之星。彩色马蹄莲进入中国市场时间不长, 但因其花形奇特, 色彩艳丽, 已成为我国重要的新兴切花、盆花栽培品种, 具有极大的市场发展潜力<sup>[1]</sup>。彩色马蹄莲多采用播种法和块茎分割繁殖, 周期长、繁殖系数低, 在生产繁殖过程中易受环境因子的制约<sup>[2]</sup>。尤其是分生繁殖易诱发病毒病, 导致种系退化、产量和品质下降, 很难保持彩色马蹄莲原有的优良性状。组培离体繁殖可以大大加快种苗繁育进程, 起到提纯复壮的作用, 进而加快种球的繁育, 是实现产业化生产的有效途径。

国内关于彩色马蹄莲离体快繁无性体系建立已有很多研究与报道。20 世纪 90 年代末, 李倩中等对彩色马蹄莲的组织培养方法进行了研究报道<sup>[3-4]</sup>。2000 年后关于彩色马蹄莲的离体培养的研究越来越多, 郑柱等进行了黄色马蹄莲离体快繁及丛生芽诱导优化的研究<sup>[5-6]</sup>, 王伟英等对高原品种彩色马蹄莲离体快繁各阶段的培养条件及激素进行了筛选<sup>[7]</sup>。已有报道中多以单一品种的研究居多, 不同品种离体快繁体系建立的关键技术环节的差异比较鲜有相关报道。目前, 仅有范加勤等对 17 个彩色马蹄莲品种初代诱导和 5 次继代不定芽的增殖倍数进行了比较<sup>[8]</sup>; 卫尊征等主要报道了多个品种彩色马蹄莲多倍体诱导及其核型分析<sup>[9]</sup>。

不同品种在离体培养的不同生长时期, 由于基因型差异, 对植物生长调节剂种类和浓度需求也存在显著差异。本研究以新西兰引进市场热销的 3 个优良品种紫色、火焰、冻糕的球

茎嫩芽为外植体, 初步诱导获得了不定芽增殖体系。彭峰等对冻糕的组培体系建立已有相关报道<sup>[10]</sup>, 而紫色、火焰品种目前还尚未有相关研究报道。本研究分别以 3 个品种诱导形成的不定芽为试验材料, 重点对其在不定芽增殖、植株再生及试管苗生根阶段进行培养条件优化筛选, 最终确立不同品种不同时期的最适培养条件, 为彩色马蹄莲产业化生产种苗提供关键技术参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试植物彩色马蹄莲 (*Zantedeschia hybrida*) 采用新西兰引进的 3 个优良品种, 分别为紫色、火焰、冻糕。以其球茎嫩芽外植体诱导获得的不定芽及再生植株作为试验材料, 对不定芽增殖、植株再生和试管苗生根培养进行优化筛选。

### 1.2 方法

不定芽增殖以 MS 为基本培养基, 而植株再生及生根培养则以 1/2MS 为基本培养基, 同时附加蔗糖 30 g/L, 肌醇、酪蛋白各 100 mg/L, 琼脂粉 5.8 g/L, pH 值为 5.8, 121 ℃/20 min 高压灭菌。培养室培养温度为 (25 ± 1) ℃, 相对湿度一般保持在 70% ~ 75%。如需光照培养, 采用的光照周期为 14 h/d, 光照强度 2 000 ~ 3 000 lx。各试验每个处理接种 10 瓶, 每瓶 6 块, 设 3 次重复。

**1.2.1 不同品种的不定芽增殖** 将各品种彩色马蹄莲继代增殖得到的丛芽块分割为约 0.5 cm × 0.5 cm 的小块, 同时进行以下试验: (1) 激素的筛选, 将丛芽块接种于不同 6-BA 浓度的 MS 培养基中, NAA 浓度为 0.2 mg/L, 6-BA 浓度分别设置为 1.0、2.0、3.0、4.0 mg/L。 (2) 品种的影响: 设置 6-BA 浓度为 2.0 mg/L, 分别将 3 个品种的丛芽块接种在 MS + 2.0 mg/L 6-BA + 0.2 mg/L NAA 培养基上。上述 2 个试验光照培养 30 d 后, 分别统计不定芽增殖面积、增殖倍数以及大于 1 cm 的植株数。

**1.2.2 不同品种的植株再生** 挑选 3 个品种生长良好、长势一致的丛芽, 分割为约 0.5 cm × 0.5 cm 的小块, 同时进行以

收稿日期: 2016-04-18

基金项目: 山东省科技发展计划 (编号: 2013GNC11037); 烟台市科技发展计划 (编号: 2015GNC113)。

作者简介: 罗珍珍 (1969—), 女, 河南人, 高级工程师, 主要从事组织培养及园林植物栽培管理。E-mail: ytluozen@163.com。

通信作者: 张 慧, 硕士, 主要从事组织培养及园林植物栽培管理。E-mail: 326012964@qq.com。

下试验:(1)激素的筛选:以 1/2MS 为基本培养基,附加 NAA 0.2 mg/L,分别设置 6-BA 浓度为 0 (CK)、0.2、0.4、0.6、0.8 mg/L。(2)品种的影响:设置 6-BA 浓度为 0.2 mg/L,分别将 3 个品种的丛芽块接种在 1/2MS + 0.2 mg/L 6-BA + 0.2 mg/L NAA 培养基上。上述 2 个试验光照培养 45 d 后,分别统计不定芽增殖面积、增殖倍数以及大于 1 cm 的植株数。

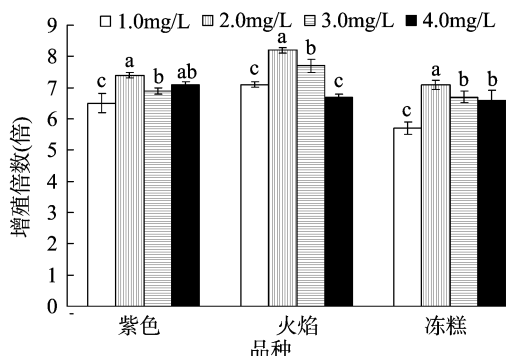
1.2.3 不同品种的再生植株生根 选取 3 个品种彩色马蹄莲生长良好、高度一致,约 3 cm 左右的再生植株,同时进行以下试验:(1)激素的筛选:以 1/2MS 为基本培养基,添加活性炭 2.0 g/L,设置不同 NAA 浓度为 0 (CK)、0.2、0.4、0.6、0.8 mg/L。(2)品种的影响:设置 NAA 浓度为 0.2 mg/L,分别将 3 个品种的丛芽块接种在 1/2MS + 0.8 mg/L NAA + 0.2% AC 培养基上。上述 2 个试验培养 25 d 后统计每个植株的生根条数、植株高度、叶片数等生长指标。

试验所得数据采用数据分析软件 SPSS 进行单因素或两因素方差分析,并采用 *LSD*、Duncan's 新复极差法等检测各处理组间试验结果的差异显著性。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同品种彩色马蹄莲的不定芽增殖

2.1.1 不同 6-BA 浓度对彩色马蹄莲不定芽增殖的影响 从图 1 可以看出,同一品种在不同的 6-BA 浓度下,不定芽增殖存在显著性差异。紫色品种,其增殖倍数在 6-BA 浓度为 2.0 mg/L 时达 7.4 倍,与其他浓度存在显著性差异,明显高于其他处理,且增殖产生的丛生不定芽健壮浓绿(图 2-A);火焰品种,在 6-BA 浓度为 2.0 mg/L 时,不定芽增殖倍数为 8.2 倍,与其他处理都具有显著性差异,且在此浓度下丛生不定芽块呈现出较好的生长状态(图 2-D);冻糕品种,在 6-BA 浓度为 2.0 mg/L 时增殖倍数为 7.1 倍,与其他处理具有显著性差异,此浓度下不定芽块生长状况最好(图 2-G)。综上所述,3 个品种的最佳增殖配方为 MS + 2.0 mg/L 6-BA + 0.2 mg/L NAA。



图中误差线为标准差;不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。图2~图5同

图1 不同 6-BA 浓度对不同品种不定芽增殖的影响

2.1.2 不同品种对彩色马蹄莲不定芽增殖的影响 从图 3 可以看出,6-BA 浓度为 2.0 mg/L 时,不同品种的增殖倍数,不同品种间存在显著差异。火焰增殖倍数最大,为 8.2 倍,与其他 2 个品种存在显著性差异,紫色和冻糕分别为 7.4、7.1 倍,2 个品种间差异不显著。可见在 6-BA 浓度为 2.0 mg/L



横向3张图片分别表示同一个品种不定芽增殖、植株再生、生根3个阶段。A、B、C为品种紫色,D、E、F为品种火焰,G、H、I为品种冻糕。A、D、G分别为紫色、火焰、冻糕在MS+2.0 mg/L 6-BA+0.2 mg/L NAA增殖培养基中生长30 d形成的丛生不定芽;B、E、H分别为丛生芽接入到1/2MS+0.2 mg/L 6-BA+0.2 mg/L NAA分化培养基中,经过45 d形成2~4 cm的再生植株;C、F、I分别为再生植株接入1/2MS+0.2 mg/L NAA生根培养基中25 d的生根状况

图2 3个品种彩色马蹄莲的不定芽增殖及植株再生

时,火焰的增殖状况最好,紫色和冻糕略低于火焰,但 3 个品种增殖倍数都达到 7 倍以上,呈现出较好的生长状态(图 2)。

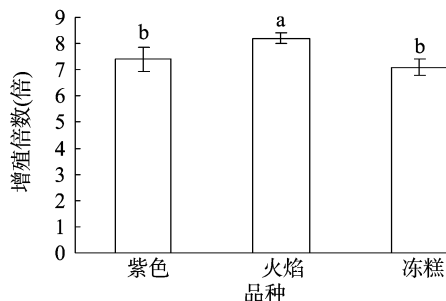


图3 不同品种对不定芽增殖的影响

### 2.2 不同品种彩色马蹄莲的植株再生

2.2.1 不同 6-BA 浓度对彩色马蹄莲植株再生的影响 光照培养 45 d 后,3 个品种的分化率均达到 100%。从图 4 可以看出,紫色品种在不添加 6-BA (CK) 的基本培养基中,平均再生植株数最多,为 6.2 株,且植株生长状况好(图 2-B);增殖倍数随 6-BA 浓度的增加而增加。但是不同处理间的差异不显著。火焰品种 6-BA 浓度为 0.2 mg/L 时,分化出的植株数为 6.3 株,与其他处理具有显著差异,且此处理的再生植株较高,生长较好(图 2-E);6-BA 浓度为 0.2 mg/L 和 0.8 mg/L 时不定芽块生长较好,增殖倍数都超过 5.5 倍。冻糕品种 6-BA 浓度为 0.2 mg/L 时,再生植株数为 5.6 株,再生植株数量最多,植株较高并有许多小根,在分化方面具有显著优势;增殖倍数也是在 6-BA 浓度为 0.2 mg/L 时最高,为 5.4 倍,此浓度下植株呈现出较好的成长态势(图 2-H)。综上所述,在 不定芽分化阶段,不同 NAA 浓度对 3 个品种的影响存在一定差异,紫色最适合的培养基为 1/2MS + 0.2 mg/L NAA,而火焰和冻糕最适合的培养基为 1/2MS + 0.2 mg/L 6-BA + 0.2 mg/L NAA。

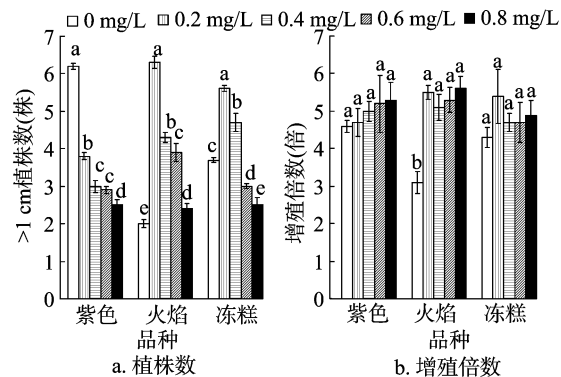


图4 不同 6-BA 浓度对不同品种植株再生的影响

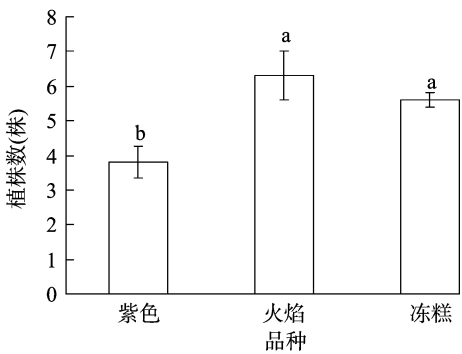


图5 不同品种彩色马蹄莲的植株再生

2.2.2 不同品种对彩色马蹄莲植株再生的影响 从图 5 可以看出,当 6-BA 浓度为 0.2 mg/L 时,3 个品种的再生植株数,品种间存在显著差异。紫色品种再生植株数为 3.8 株,与其他 2 个品种存在显著差异。火焰和冻糕分别为 6.3 株和 5.6 株,2 个品种间差异不显著,与紫色差异显著。表明相同 6-BA 浓度下,品种对植株再生的影响显著。

2.3 不同品种彩色马蹄莲的再生植株生根

2.3.1 不同 NAA 浓度对彩色马蹄莲再生植株生根的影响

表 1 不同 NAA 浓度对不同品种再生植株生根的影响

NAA 浓度 (mg/L)	品种紫色			品种火焰			品种冻糕		
	根数 (条)	株高 (cm)	叶片数 (片)	根数 (条)	株高 (cm)	叶片数 (片)	根数 (条)	株高 (cm)	叶片数 (片)
0 (CK)	2.5 ± 0.07b	6.3 ± 0.08b	3.2 ± 0.19b	2.0 ± 0.08b	6.0 ± 0.10b	2.3 ± 0.06c	2.5 ± 0.12c	5.9 ± 0.12c	2.6 ± 0.00b
0.2	1.9 ± 0.05d	4.8 ± 0.15e	2.6 ± 0.14d	2.2 ± 0.04b	5.5 ± 0.06c	2.4 ± 0.02c	3.3 ± 0.12a	7.1 ± 0.11a	2.2 ± 0.02d
0.4	2.0 ± 0.09c	5.7 ± 0.13c	2.9 ± 0.09c	2.3 ± 0.07ab	5.6 ± 0.05c	2.8 ± 0.05b	2.9 ± 0.12b	6.7 ± 0.23b	2.9 ± 0.09a
0.6	2.1 ± 0.05c	5.2 ± 0.05d	3.6 ± 0.04a	2.5 ± 0.33a	6.3 ± 0.10a	3.1 ± 0.05a	2.2 ± 0.08c	7.0 ± 0.07ab	2.2 ± 0.10d
0.8	3.0 ± 0.07a	7.8 ± 0.09a	3.2 ± 0.08b	2.2 ± 0.12b	5.3 ± 0.08d	3.1 ± 0.05a	2.4 ± 0.15c	6.1 ± 0.17c	2.4 ± 0.04c

注:表中数值为均值 ± 标准差,同列数据后不同小写字母表示差异显著 (P < 0.05)。

2.3.2 不同品种对彩色马蹄莲再生植株生根的影响 从图 6 可以看出,NAA 浓度为 0.2 mg/L 时,3 个品种的生根数状况,不同品种间存在差异。紫色品种平均生根数为 1.9 条,火焰为 2.2 条,冻糕为 3.3 条,紫色与火焰品种间差异不显著,冻糕生根数明显高于其他 2 个品种,差异显著,NAA 浓度为 0.2 mg/L 的冻糕生根状况最好,整个植株的生长状况也最好。试验结果表明,NAA 浓度及品种都对再生植株生根产生影响,3 个品种间存在差异。综合来看,紫色最适生根培养基为 1/2MS + 0.8 mg/L NAA + 0.2% AC;火焰为 1/2MS + 0.6 mg/L NAA + 0.2% AC;冻糕则为 1/2MS + 0.2 mg/L NAA + 0.2% AC。

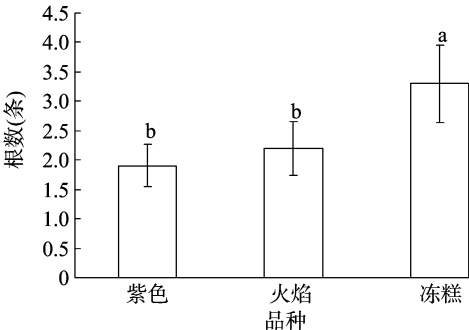


图6 不同品种彩色马蹄莲的再生植株生根状况

从表 1 可以看出,紫色品种在 NAA 浓度为 0.8 mg/L 时平均根数最多,达到 3.0 条,平均植株高度也最高,为 7.8 cm,平均叶片数为 3.2 张,此浓度下其生根状况及整个植株的生长状况都较好。火焰品种在 NAA 为 0.6 mg/L 时,平均生根数最多,为 2.5 条,平均植株高度和叶片数分别为 6.3 cm 和 3.1 张,此浓度下再生植株的生根及生长状态最好。冻糕品种则是在 NAA 浓度为 0.2 mg/L 时表现最好,生根数为 3.3 条,再生植株生长健壮,叶片和植株状态最好,与其他处理有差异显著。

3 讨论与结论

3.1 3 个品种彩色马蹄莲的不定芽增殖

彩色马蹄莲组培过程中,激素浓度和种类是影响其快繁增殖的主要因素之一<sup>[10-11]</sup>。郑柱等认为黄花马蹄莲在添加 1.5~2 mg/L 的 6-BA 和 0.1 mg/L 的 NAA 时,能显著促进其丛生芽大量增殖<sup>[5]</sup>。陈菲等在彩色马蹄莲离体快繁技术研究中指出,2.0 mg/L 6-BA 对不定芽的增殖效果最好,且 NAA 对 6-BA 调节芽的增殖具有协调作用<sup>[12]</sup>。本研究以紫色、火焰、冻糕 3 个品种在不同 6-BA 浓度 (1.0~4.0 mg/L) 下的不定芽增殖进行优化筛选,3 个品种不定芽增殖最适培养基均为 MS + 2.0 mg/L 6-BA + 0.2 mg/L NAA。尽管试验采用的品种不同,但与相关文献报道的结果基本一致。

同时比较 3 个品种在 2.0 mg/L 6-BA 下不定芽增殖的差异性,品种间差异显著。火焰不定芽增殖倍数最高,可达 8.2 倍;其次是紫色和冻糕,但增殖倍数也在 7 倍以上。目前,国内仅有范加勤等对 17 个品种 1~5 代不定芽增殖进行研究比较,认为品种间存在显著性差异<sup>[8]</sup>,奇妙、金叶等几个品种增殖系数明显高于其他品种,平均在 3~4 倍。其他相关文献多以单一品种无性繁殖体系建立居多<sup>[5,10]</sup>。

3.2 3 个品种彩色马蹄莲的植株再生

试验发现,对于同一品种,低浓度的 6-BA 处理出现较多的再生植株,且有须根长出,表明低浓度的 6-BA 对植株再生有积极影响,而不定芽增殖倍数则会随 6-BA 浓度的升高呈上升趋势。另外,选择生长素 0.2 mg/L 的 NAA 与细胞分裂素 6-BA 相互配合来促进植株再生,与张丽等研究观点<sup>[6-7]</sup>一致。本研究中紫色品种是在不添加 6-BA 时再生状态最好,火焰和冻糕则是在 6-BA 浓度为 0.2 mg/L 时结果最好,说明并非所有品种都适宜 2 种激素的配合,可能由于品种差异以及研究预期发生途径决定的。

另外,比较 3 个品种在 0.2 mg/L 6-BA 浓度下植株再生的差异性显示,火焰和冻糕的平均再生植株数分别为 6.3、5.6 株,此浓度是 2 个品种植株再生的最佳浓度,而紫色为 3.8 株,与其他 2 个品种差异显著。品种基因型对植株再生产生影响,关于彩色马蹄莲这方面的报道较少,其他品种有较多的报道,Gerszberg 等分析了 8 个不同品种甘蓝植株再生状况存在的差异,筛选了最佳的再生培养基<sup>[13]</sup>。周杰等将 10 个不同品种菜用甘薯的再生能力进行了比较,并按照再生能力的大小进行了排序<sup>[14]</sup>。

### 3.3 3 个品种彩色马蹄莲的再生植株生根

本试验选取 NAA 作为促进生根的外源激素,与大部分研究观点一致,也有很多研究采用 IBA 作为外源激素,邵果园等用 0.2 mg/L 的 IBA 促进黄色马蹄莲生根<sup>[11]</sup>,孙新政等用 6-BA 配合 0.2 mg/L 的 IBA 促进红色马蹄莲生根<sup>[15]</sup>。应用何种激素促进生根可能与品种不同有较大的关系。本研究中的 3 个品种,应用 IBA 也可以起到促生根的作用,但其用量明显高于前者且生根率低,本着高效节约的原则,选择 NAA 作为外源激素促根效果较好。

彭峰等在彩色马蹄莲冻糕品种的研究中提出,在 NAA 0.1 mg/L + IBA 0.5 mg/L 的 MS 培养基上,其平均生根数和最大平均根长在不同处理中最好<sup>[16]</sup>。本试验中冻糕品种的最佳配方为 1/2MS + 0.2 mg/L NAA + 0.2% AC,基本培养基及激素种类浓度都存在不同,除试验条件不同等客观因素外,多因为前者兼顾壮苗及生根,所以存在一定差异。

目前,未见关于彩色马蹄莲不同品种生根状况比较的报道。本试验认为,在 NAA 浓度为 0.2 mg/L 时,不同品种的再生植株生根存在显著性差异,即在同样的培养条件及同激素浓度下,品种对再生植株生根产生了一定的影响,丁世民等在对 20 个不同菊花品种<sup>[17]</sup>、吴红英等在对 3 个红掌品种的研究中也提出了一致的观点<sup>[18]</sup>。

分析不同彩色马蹄莲品种间的差异,有针对性地建立并优化不同品种的不定芽增殖及植株再生体系,有利于产业化生产及应用。

### 3.4 结论

本研究建立并优化了 3 个品种的不定芽增殖及植株再生体系,结果表明,不定芽增殖阶段,3 个品种的最佳培养基均为 MS + 0.2 mg/L NAA + 2.0 mg/L 6-BA,此浓度下火焰品种的增殖倍数最大,为 8.2 倍,紫色和冻糕分别为 7.4 倍和 7.1 倍,品种间差异显著。植株再生阶段,紫色最适合的配方

为 1/2MS + 0.2 mg/L NAA,此时的平均再生植株数达 6.2 株。火焰和冻糕的最适配方为 1/2MS + 0.2 mg/L 6-BA + 0.2 mg/L NAA,平均再生植株数分别为 6.3、5.6 株,而此浓度下紫色品种为 3.8 株,表明品种间存在显著性差异。再生植株生根阶段,紫色最适合的 NAA 浓度为 0.8 mg/L,此时根条数最多,达到 3.0 条,火焰在 NAA 浓度为 0.6 mg/L 生根数最多,为 2.5 条,冻糕在 0.2 mg/L 生根状况最好,平均为 2.9 条。在相同 NAA 浓度下(0.2 mg/L),紫色、火焰和冻糕 3 个品种的平均生根数分别为 1.9、2.2、3.3 条,品种间差异显著。

### 参考文献:

- [1] 吴丽芳,杨春梅,蒋亚莲. 中国彩色马蹄莲产业化发展分析[J]. 云南农业科技,2006(增刊1):96-99.
- [2] 林 茂,王华新,唐道冥,等. 彩色马蹄莲组织培养影响因素分析[J]. 广东农业科学,2012(11):52-54.
- [3] 李倩中,陈发棣,赵桂菊. NAA,BA 对彩色马蹄莲品种“风韵”组织培养的影响[J]. 江苏林业科技,1998,25(增刊1):167-169.
- [4] 吴丽芳,熊 丽,屈云慧,等. 彩色马蹄莲组培研究[J]. 西南农业大学学报,1999,21(5):423-426.
- [5] 郑 柱,商宏莉. 彩色马蹄莲组培过程中丛生芽诱导条件的优化[J]. 北方园艺,2009(6):99-101.
- [6] 张 丽,王玉坤,马 慧,等. 黄花马蹄莲离体快繁技术研究[J]. 北方园艺,2010(18):170-173.
- [7] 王伟英,邹 晖,林江波,等. 彩色马蹄莲‘高原’组培快繁技术的研究[J]. 农学学报,2012(2):42-45,78.
- [8] 范加勤,张雯雯,张 娜,等. 几个彩色马蹄莲品种的离体培养与快速繁殖[J]. 南京农业大学学报,2005,28(2):28-31.
- [9] 卫尊征,殷选红,熊 敏,等. 3 个彩色马蹄莲引进品种的核型分析[J]. 植物遗传资源学报,2012,13(4):650-654.
- [10] 彭 峰,陈嫣嫣,郝日明,等. 彩色马蹄莲‘Parfait’不定芽诱导增殖培养条件的优化和筛选[J]. 植物资源与环境学报,2006,15(2):47-49.
- [11] 邵果园,郭玉芬. 黄色马蹄莲组培快繁体系研究[J]. 安徽农业科学,2013(17):7448-7450,7462.
- [12] 陈 菲,李 黎,曲彦婷,等. 彩色马蹄莲快繁技术研究[J]. 北方园艺,2009(1):103-104.
- [13] Gerszberg A, Hnatisko - Konka K, Kowalczyk T. *In vitro* regeneration of eight cultivars of *Brassica oleracea* var. *capitata*[J]. In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant,2015,51(1):80-87.
- [14] 周 杰,曹清河,周志林,等. 菜用型甘薯不同品种组织培养差异研究[J]. 江苏农业科学,2012,40(1):60-62.
- [15] 孙新政,李庆伟. 红色马蹄莲组织培养技术研究[J]. 河南农业科学,2007(10):90-92.
- [16] 彭 峰,陈嫣嫣,郝日明,等. 彩色马蹄莲组培苗壮苗生根及移栽措施研究[J]. 江苏农业科学,2008(1):126-128.
- [17] 丁世民,王泽宇,宋健云,等. 不同品种菊花组织培养比较研究[J]. 北方园艺,2011(23):101-103.
- [18] 吴红英,蔡 林,何贵整,等. 不同红掌品种在组培生产上的差异表现[J]. 北方园艺,2012(16):86-87.