

不同基本培养基对南方高丛蓝浆果 丛生枝增殖及生长的影响

邓桂秀, 於虹, 宋鹏飞, 姜燕琴^①

[江苏省·中国科学院植物研究所(南京中山植物园), 江苏 南京 210014]

摘要: 比较了 MWPM 和 WPM 单一培养基以及 MS-WPM、MS-MWPM、MWPM-WPM 等体积混合培养基(均含 $2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ZT, $20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖和 $7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 琼脂, pH 5.0) 对南方高丛蓝浆果 (*Vaccinium corymbosum* hybrids) 品种‘南月’(‘Southmoon’) 优选系 A47 和 A167 丛生枝增殖及生长的影响。实验结果显示: 在 MS-WPM 和 MS-MWPM 混合培养基上, 优选系 A47 和 A167 丛生枝的增殖倍数、总长度及叶片叶绿素含量均高于或显著高于 MWPM 和 WPM 单一培养基, 丛生枝的鲜质量、干质量和含水量与 MWPM 和 WPM 单一培养基相当; 而在 MWPM-WPM 混合培养基上, 优选系 A47 和 A167 丛生枝的增殖倍数在 5 种培养基中虽然不是最低的, 但丛生枝的各项生长指标均较低或最低。综合分析结果表明: MS-WPM 和 MS-MWPM 混合培养基较目前常用的 WPM 和 MWPM 单一培养基更适宜于南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系 A47 和 A167 丛生枝的增殖培养。

关键词: 南方高丛蓝浆果; 基本培养基; 丛生枝; 增殖倍数; 生长状况

中图分类号: Q943.1; S663.9 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2011)01-0060-05

Effect of different basic media on proliferation and growth of clumpy shoot of southern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* hybrids) DENG Gui-xiu, YU Hong, SONG Peng-fei, JIANG Yan-qin^① (Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2011, 20(1): 60-64

Abstract: Effects of single media MWPM and WPM, and mixed media MS-WPM, MS-MWPM and MWPM-WPM with equal volume (all containing $2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ZT, $20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ sucrose and $7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ agar, pH 5.0) on proliferation and growth of clumpy shoot of superior strains A47 and A167 of southern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* hybrids) cultivar ‘Southmoon’ were compared. The results show that on mixed media MS-WPM and MS-MWPM, proliferation times, total length and leaf chlorophyll content of clumpy shoot of superior strains A47 and A167 all are higher or significantly higher than those on single media MWPM and WPM, fresh and dry weights and water content of clumpy shoot are equivalent to those on single media MWPM and WPM. While on MWPM-WPM mixed medium, although proliferation times of clumpy shoot of superior strains A47 and A167 are not the lowest among five media, but all growth indexes of clumpy shoot are lower or the lowest. Comprehensive analysis results indicate that mixed media MS-WPM and MS-MWPM are better than common single media WPM and MWPM for proliferation of clumpy shoot of superior strains A47 and A167 of southern highbush blueberry cultivar ‘Southmoon’.

Key words: southern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* hybrids); basic medium; clumpy shoot; proliferation times; growth status

收稿日期: 2010-05-24

基金项目: 国家农业部公益性行业(农业)科研专项(nyhyz07-028); 国家科学技术部成果推广项目(04efn215300275); 南京市科学技术局现代农业重大技术研究与应用项目(200901018)

作者简介: 邓桂秀(1983—), 女, 湖南永州人, 硕士研究生, 主要从事蓝浆果育种方面的研究。

^①通信作者 E-mail: snurp2008@yahoo.com.cn

蓝浆果为杜鹃花科 (Ericaceae) 越橘属 (*Vaccinium* L.) 果树,具有较高的经济价值和广阔的应用开发前景^[1]。南方高丛蓝浆果 (*V. corymbosum* hybrids) 是北美三大商业栽培蓝浆果类型之一,与其他类型相比具有生长势强、果实大、品质好等优点^[2]。作者所在的课题组自 2003 年开始利用南方高丛蓝浆果品种‘南月’(‘Southmoon’) 进行实生选育工作,并优选出一批实生单株^[3-4]。鉴于优选系均以单株形式存在,采用组织培养技术对其进行扩繁,既可保存种质资源,又可达到快速繁殖、为进一步实验提供大量苗木的目的。

蓝浆果对营养元素的需求量较少,营养过剩反而会对其造成伤害^[4-8]。大量的研究表明:含盐量低的 WPM 和改良 WPM (MWPM) 培养基较适宜于蓝浆果的离体培养^[9-15],而含盐量较高的 MS 培养基不适宜于兔眼蓝浆果 (*V. ashei* Reade) 的培养^[12,16-17]; Tetsumura 等^[17]则认为:由 MS 与 WPM 等量混合而成的 MS-WPM 混合培养基的盐分浓度介于 MS 和 WPM 之间,在蓝浆果的组织培养过程中可获得更好的增殖效果。

为了筛选适宜于南方高丛蓝浆果增殖的基本培养基,也为了给南方高丛蓝浆果快速繁殖技术研究奠定实验基础,作者对 MWPM、WPM、MS-WPM (MS 与 WPM 等体积混合而成)、MS-MWPM (MS 与 MWPM 等体积混合而成) 和 MWPM-WPM (MWPM 与 WPM 等体积混合而成) 5 种基本培养基对南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系 A47 和 A167 丛生枝增殖和生长的影响进行了比较研究。

1 材料和方法

1.1 材料

供试材料为扩繁若干代的南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系 A47 和 A167 的组培苗。

1.2 方法

参照文献^[18-20]分别配制 MWPM、WPM 和 MS 基本培养基,分别将 MS 与 WPM、MS 与 MWPM、MWPM 与 WPM 等体积混合配制成 MS-WPM、MS-MWPM 和 MWPM-WPM 混合培养基。以 MWPM、WPM、MS-WPM、MS-MWPM 和 MWPM-WPM 为基本培养基,各培养基中均含 $2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ZT、 $20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖和 $7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 琼脂, pH 5.0。每瓶接种 5 个无菌枝,每

种培养基接种 3 瓶,各重复 3 次,置于温度 $25 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、光照度 $1\ 800 \sim 2\ 000 \text{ lx}$ 、光照时间 $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 的培养室内培养。5 周后统计每个无菌枝的总增殖倍数 (每个无菌枝产生的总枝条数) 和有效增殖倍数 (每个无菌枝产生的长度大于或等于 1 cm 的枝条数),测量每瓶丛生枝的鲜质量、干质量 ($80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 干燥 48 h 后称量)、总长度和平均长度 (总长度除以该瓶的总枝条数),参照文献^[21]的方法测定叶片的叶绿素含量。根据鲜质量和干质量计算含水量,计算公式为:含水量 = $[(\text{鲜质量} - \text{干质量}) / \text{鲜质量}] \times 100\%$ 。各指标均取 3 次重复的平均值。

1.3 数据整理和统计分析

采用 Excel 2003 软件对实验数据进行基本整理,采用 SPSS 13.0 统计分析软件对实验数据进行相关性分析、方差分析和 Duncan's 新复极差检验。

2 结果和分析

2.1 基本培养基对南方高丛蓝浆果丛生枝增殖倍数的影响

在不同基本培养基中南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系 A47 和 A167 丛生枝的总增殖倍数和有效增殖倍数见表 1。

表 1 不同基本培养基对南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系 A47 和 A167 丛生枝增殖的影响¹⁾

Table 1 Effect of different basic media on clumpy shoot proliferation of superior strains A47 and A167 of southern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* hybrids) cultivar ‘Southmoon’¹⁾

基本培养基 Basic medium	总增殖倍数 Total proliferation times		有效增殖倍数 Effective proliferation times	
	A47	A167	A47	A167
MWPM	5.07cd	5.40bc	3.97b	2.80b
WPM	6.23b	5.27bc	3.33b	3.57b
MS-WPM ²⁾	8.27a	8.47a	5.63a	5.33a
MS-MWPM ²⁾	7.87a	5.30bc	3.37b	4.30ab
MWPM-WPM ²⁾	5.33c	5.67b	2.20c	3.60b

¹⁾ 同列中不同的小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$) Different small letters in the same column indicate the significant difference ($P < 0.05$).

²⁾ 分别为 MS 与 WPM、MS 与 MWPM、MWPM 与 WPM 的等体积混合培养基 Those are mixed media with equal volume of MS and WPM, MS and MWPM, MWPM and WPM, respectively.

由表 1 可以看见,同一优选系在不同基本培养基上培养 5 周后丛生枝的总增殖倍数和有效增殖倍数存在明显差异。对于优选系 A47 来说,在 MS-WPM

和 MS-MWPM 混合培养基上丛生枝的总增殖倍数显著高于其他培养基处理组;在 MS-WPM 混合培养基上丛生枝的有效增殖倍数显著高于其他培养基处理组;在 MWPM-WPM 混合培养基上丛生枝的有效增殖倍数最低,显著低于其他培养基处理组。对于优选系 A167 来说,在 MS-WPM 混合培养基上丛生枝的总增殖倍数显著高于其他混合培养基处理组;其有效增殖倍数显著高于 MWPM、WPM 和 MWPM-WPM 培养基处理组,但与 MS-MWPM 混合培养基处理组间无显著差异。

2.2 基本培养基对南方高丛蓝浆果丛生枝质量和含水量的影响

不同基本培养基对南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系 A47 和 A167 丛生枝的鲜质量和干质量有显著影响(表2)。在 MS-WPM 混合培养基上,优选系 A47 丛生枝的鲜质量和干质量显著高于其他培养基处理组;而在 WPM 单一培养基上优选系 A167 丛生枝的鲜质量最高,且显著高于其他培养基处理组;在 MS-WPM 混合培养基上优选系 A167 丛生枝的干质量也最高,显著高于 MWPM、MS-MWPM 和 MWPM-WPM 培养基处理组,但与 WPM 单一培养基处理组间无显

著差异。在 MWPM-WPM 混合培养基上,优选系 A47 和 A167 丛生枝的鲜质量均最低,优选系 A47 丛生枝的干质量最低,优选系 A167 丛生枝的干质量也接近最低水平。相关性分析结果表明,南方高丛蓝浆果丛生枝的鲜质量和干质量与总增殖倍数的相关性均达到极显著水平($P<0.01$),相关系数分别为 0.777 和 0.743,表明总增殖倍数较高,丛生枝的质量相应也大。

由表 2 还可见,不同基本培养基对南方高丛蓝浆果丛生枝的含水量也有较大影响。在 WPM 单一培养基上优选系 A47 的丛生枝含水量最高,显著高于 MWPM、MS-MWPM 和 MWPM-WPM 培养基处理组,但与 MS-WPM 混合培养基间无显著差异。在 WPM 单一培养基上优选系 A167 丛生枝的含水量也最高,显著高于 MWPM 和 MWPM-WPM 培养基处理组,但与 MS-WPM 和 MS-MWPM 混合培养基处理组间无显著差异。相关性分析结果表明,南方高丛蓝浆果丛生枝的含水量与总增殖倍数的相关性达极显著水平($P<0.01$),相关系数为 0.656,表明总增殖倍数高的丛生枝其含水量也高。

表 2 不同基本培养基对南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系 A47 和 A167 丛生枝鲜质量和干质量及含水量的影响¹⁾

Table 2 Effect of different basic media on fresh and dry weights and water content of clumpy shoot of superior strains A47 and A167 of southern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* hybrids) cultivar ‘Southmoon’¹⁾

基本培养基 Basic medium	鲜质量/g Fresh weight		干质量/g Dry weight		含水量/% Water content	
	A47	A167	A47	A167	A47	A167
MWPM	0.111c	0.113bc	0.020bc	0.019b	82.4bc	80.3b
WPM	0.142b	0.161a	0.020bc	0.022ab	85.8a	86.4a
MS-WPM ²⁾	0.187a	0.135b	0.030a	0.024a	84.1ab	81.8ab
MS-MWPM ²⁾	0.139b	0.115bc	0.023b	0.019b	83.5bc	82.7ab
MWPM-WPM ²⁾	0.090d	0.109c	0.016c	0.020b	81.7c	81.5b

¹⁾ 同列中不同的小写字母表示差异显著($P<0.05$) Different small letters in the same column indicate the significant difference ($P<0.05$).

²⁾ 分别为 MS 与 WPM、MS 与 MWPM、MWPM 与 WPM 的等体积混合培养基 Those are mixed media with equal volume of MS and WPM, MS and MWPM, MWPM and WPM, respectively.

2.3 基本培养基对南方高丛蓝浆果丛生枝长度的影响

不同基本培养基对南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系 A47 和 A167 丛生枝总长度和平均长度的影响见表 3。对于优选系 A47 而言,在 MWPM、MS-WPM 和 MS-MWPM 培养基上丛生枝的总长度均显著高于 WPM 和 MWPM-WPM 培养基;在 MWPM 单一培养基上,丛生枝的平均长度最大,为 1.72 cm,显著高于其他培养基处理组;而在 MWPM-WPM 混合培养基上,

丛生枝的总长度最小,平均长度也最小。对于优选系 A167 而言,在 MS-MWPM 混合培养基上丛生枝的总长度显著高于其他培养基处理组;在 MWPM 单一培养基上丛生枝的平均长度最高,显著高于 MS-MWPM 和 MWPM-WPM 混合培养基处理组,与 WPM 和 MS-WPM 培养基处理组无显著差异,但在 MWPM 单一培养基上丛生枝的总长度却最低。

相关性分析结果表明,南方高丛蓝浆果丛生枝的总长度与总增殖倍数、有效增殖倍数、鲜质量、干质量

和含水量均呈极显著的正相关关系($P < 0.01$); 而丛生枝的平均长度与总增殖倍数呈极显著的负相关关系($P < 0.01$), 相关系数为 -0.476 。这可能是由于总长度与其他指标一样, 反映了丛生枝的整体生长状况, 因此具有一致的变化趋势; 而平均长度显示的是丛生枝单株的平均长度, 在总长度相近的情况下, 当总增殖倍数升高时, 丛生枝的平均长度下降。

表 3 不同基本培养基对南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系 A47 和 A167 丛生枝总长度和平均长度的影响¹⁾

Table 3 Effect of different basic media on total and average lengths of clumpy shoot of superior strains A47 and A167 of southern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* hybrids) cultivar ‘Southmoon’¹⁾

基本培养基 Basic medium	总长度/cm Total length		平均长度/cm Average length	
	A47	A167	A47	A167
MWPM	44.74a	28.14c	1.72a	1.59a
WPM	33.38b	39.15b	1.31c	1.38ab
MS-WPM ²⁾	52.33a	40.38b	1.50b	1.53ab
MS-MWPM ²⁾	44.35a	56.38a	1.07d	1.33bc
MWPM-WPM ²⁾	27.17b	36.83bc	1.23cd	1.32c

¹⁾ 同列中不同的小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$) Different small letters in the same column indicate the significant difference ($P < 0.05$).

²⁾ 分别为 MS 与 WPM、MS 与 MWPM、MWPM 与 WPM 的等体积混合培养基 Those are mixed media with equal volume of MS and WPM, MS and MWPM, MWPM and WPM, respectively.

2.4 基本培养基对南方高丛蓝浆果丛生枝叶片叶绿素含量的影响

不同基本培养基对南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系 A47 和 A167 丛生枝叶片叶绿素含量的影响见表 4。在 MS-WPM 和 MS-MWPM 混合培养基上, 优

表 4 不同基本培养基对南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系 A47 和 A167 丛生枝叶片叶绿素含量的影响¹⁾

Table 4 Effect of different basic media on chlorophyll content in leaf of superior strains A47 and A167 of southern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* hybrids) cultivar ‘Southmoon’¹⁾

基本培养基 Basic medium	叶绿素 a 含量/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ Chla content		叶绿素 b 含量/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ Chlb content	
	A47	A167	A47	A167
MWPM	1.16b	1.07b	0.82b	0.79b
WPM	1.24b	1.14a	0.86b	0.81ab
MS-WPM ²⁾	1.38a	1.16a	0.93a	0.82ab
MS-MWPM ²⁾	1.34a	1.21a	0.91a	0.88a
MWPM-WPM ²⁾	0.82bc	0.76bc	0.58bc	0.56c

¹⁾ 同列中不同的小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$) Different small letters in the same column indicate the significant difference ($P < 0.05$).

²⁾ 分别为 MS 与 WPM、MS 与 MWPM、MWPM 与 WPM 的等体积混合培养基 Those are mixed media with equal volume of MS and WPM, MS and MWPM, MWPM and WPM, respectively.

选系 A47 丛生枝叶片的叶绿素 a 和 b 含量显著高于其他培养基处理组; 在 MWPM-WPM 混合培养基上, 其叶绿素 a 和 b 的含量均最低。对于优选系 A167 而言, 在 WPM、MS-WPM 和 MS-MWPM 培养基上丛生枝叶片的叶绿素 a 含量显著高于 MWPM 和 MWPM-WPM 培养基处理组, 而在 MS-MWPM 混合培养基上叶绿素 b 含量显著高于 MWPM 和 MWPM-WPM 培养基处理组, 但与 WPM 和 MS-WPM 培养基处理组无显著差异。

3 讨论和结论

本研究中, 在 MS-WPM 混合培养基上, 南方高丛蓝浆果优选系 A47 和 A167 丛生枝的总增殖倍数、有效增殖倍数、丛生枝总长度及叶绿素含量均高于 WPM 和 MWPM 单一培养基, 且大部分指标数据显著高于 WPM 和 MWPM 单一培养基; 在 MS-WPM 混合培养基上, 丛生枝鲜质量、干质量及含水量与 WPM 和 MWPM 单一培养基相当。总体而言, 在 MS-WPM 混合培养基上南方高丛蓝浆果丛生枝增殖快、长势旺、叶色绿, 其增殖效果明显优于 WPM 和 MWPM 单一培养基, 这一研究结果与 Tetsumura 等^[17]的研究结论一致。其原因可能是 MS-WPM 混合培养基综合了 MS 和 WPM 单一培养基的优势, 平衡了盐分浓度, 既避免了因 WPM 单一培养基中盐分浓度较低而出现的养分不足状况, 又避免了因 MS 单一培养基中盐分浓度较高而导致的养分过剩现象, 更加有效地调节了培养基中的氮素浓度, 对因氮素不足而出现的新枝发红的症状有一定的改善作用。

在 MS-MWPM 混合培养基上, 南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系 A47 和 A167 丛生枝各指标均优于或与 WPM 和 MWPM 单一培养基相近, 丛生枝增殖速度较快、长势较旺盛、叶色绿。总体而言, 在 MS-MWPM 混合培养基上南方高丛蓝浆果丛生枝的增殖效果优于 WPM 和 MWPM 单一培养基, 但不及 MS-WPM 混合培养基。可能是因为 MS-MWPM 混合培养基中的硝态氮含量高于 MS-WPM 混合培养基, 而蓝浆果具有喜氨态氮特性, 在吸收硝态氮时往往会释放出大量阴离子, 从而导致培养基 pH 值升高, 进而影响蓝浆果对养分的吸收和利用^[22-23]。

研究结果还表明, 在 MWPM-WPM 混合培养基上南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系 A47 和 A167

丛生枝的增殖倍数在5种培养基中虽然不是最低的,但从生枝的各项生长指标均较低或最低,这可能是因为WPM和MWPM单一培养基的成分及浓度较为相近,等体积混合后不能起到应有的互补作用。

综合丛生枝的各项测定指标,尤其是增殖倍数、鲜质量、干质量及叶绿素含量等指标,认为MS-WPM和MS-MWPM混合培养基较目前常用的WPM和MWPM单一培养基更适用于南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系A47和A167丛生枝的增殖培养。

参考文献:

- [1] 杨建民,黄万荣. 经济林栽培学[M]. 北京:中国林业出版社, 2004: 369.
- [2] 於虹,王传永,吴文龙. 蓝浆果栽培与采后处理技术[M]. 北京:金盾出版社, 2003: 10.
- [3] 张德巧,於虹,姜燕琴,等. 南方高丛蓝浆果‘南月’实生后代果实特性的变异分析[J]. 植物资源与环境学报, 2008, 17(3): 44-48.
- [4] Zhang D Q, Yu H, Jiang Y Q, et al. Seedling selection of ‘Southmoon’ blueberry[J]. Acta Horticulturae, 2008, 810: 65-70.
- [5] Tamada T. Growth response of ‘Woodard’ rabbiteye blueberry to high rates of macronutrients[J]. Acta Horticulturae, 2002, 574: 355-361.
- [6] Tamada T. Fertilizer responsiveness of ‘Woodard’ in rabbiteye blueberry[J]. HortScience, 1992, 27: 666.
- [7] Tamada T. Effect of manganese, copper, zinc and aluminum application rate on the growth and composition of ‘Woodard’ rabbiteye blueberry[J]. Acta Horticulturae, 1997, 446: 497-506.
- [8] Braswell J H, Matta F B, Spiers J M. Influence of N, P, K, Ca and Mg rates on leaf elemental concentration and plant growth of ‘Gulfcoast’ blueberry[J]. Acta Horticulturae, 1997, 446: 363-368.
- [9] Wolfe D E, Eck P, Chin C K. Evaluation of seven media for micropropagation of highbush blueberry[J]. HortScience, 1983, 18: 703-705.
- [10] 刘树英,安伟,孔令学,等. 兔眼越橘芽的诱导及再生[J]. 吉林农业大学学报, 2004, 26(6): 632-635.
- [11] 黄文江,刘庆忠,阚显照. 高灌蓝莓离体繁殖的研究[J]. 安徽师范大学学报:自然科学版, 2004, 27(3): 314-317.
- [12] 张长青,李广平,朱士农,等. 兔眼越橘茎段快繁高效技术研究[J]. 果树学报, 2007, 24(6): 837-840.
- [13] 段祖安,李建华,强薇,等. 越橘品种‘达柔’离体培养快繁技术体系的研究[J]. 山东农业大学学报:自然科学版, 2008, 39(4): 506-510.
- [14] Erig A C, Schuch M W. *In vitro* establishment of blueberry trees starting from nodal segments[J]. Scientia Agraria, 2005, 6: 91-96.
- [15] 姜燕琴,於虹,陈静波. 不同基本培养基对南高丛越橘优选系增殖的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2009, 31(5): 532-537.
- [16] 刘捷,吴小锋,刘学平,等. 蓝浆果的组织培养及离体微繁殖技术研究[J]. 江苏农业科学, 2007(5): 101-103.
- [17] Tetsumura T, Matsumoto Y, Sato M, et al. Evaluation of basal media for micropropagation of four highbush blueberry cultivars[J]. Scientia Horticulturae, 2008, 119: 72-74.
- [18] Rowland L J, Ogden E L. Use of a cytokinin conjugate for efficient shoot regeneration from leaf sections of highbush blueberry[J]. HortScience, 1992, 27: 1127-1129.
- [19] Lloyd G, McCown B. Commercially feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture[J]. Proceedings of International Plant Propagators’ Society, 1980, 30: 421-427.
- [20] Murashige T, Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures[J]. Physiologia Plantarum, 1962, 15: 473-497.
- [21] 张志良,瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 3版. 北京:高等教育出版社, 2004: 67-70.
- [22] Merhaut D J, Darnell R L. Ammonium and nitrate accumulation in containerized southern highbush blueberry plants[J]. HortScience, 1995, 30: 1378-1381.
- [23] Donald J M, Rebecca L D. Ammonium and nitrate uptake in containerized southern highbush blueberries[J]. HortScience, 1991, 26: 682.

(责任编辑:佟金凤)