

铵态氮与硝态氮比例对南方高丛蓝浆果丛生枝增殖及生长的影响

邓桂秀, 姜燕琴, 宋鹏飞, 於虹^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: 以 MWPM 为基本培养基, 在总氮浓度不变的前提下比较了铵态氮 (NH_4^+-N) 与硝态氮 (NO_3^--N) 比例对南方高丛蓝浆果 (*Vaccinium corymbosum* hybrids) 品种‘南月’(‘Southmoon’) 优选系 A47、A119 和 A167 丛生枝增殖和生长的影响。结果表明: 与对照 [$n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})=4:10$] 相比, 当培养基中的 $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})$ 调整为 5:10、6:10、7:10、8:10、9:10 和 10:10 时, 总体上对优选系 A47、A119 和 A167 丛生枝的总增殖倍数、有效增殖倍数、鲜质量、干质量、含水量、总长度以及叶片叶绿素含量有一定的提高作用, 具体表现则因优选系的基因型而异。调整培养基中 $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})$ 为 7:10, 优选系 A47 丛生枝的总增殖倍数、有效增殖倍数、鲜质量、干质量和总长度均显著提高, 叶片叶绿素含量也有所提高。调整培养基中 $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})$ 为 7:10 和 9:10, 对优选系 A119 和 A167 丛生枝的生长有一定的促进作用, 但总体增殖效果与对照无显著差异。研究结果显示: 培养基中的铵态氮与硝态氮比例对南方高丛蓝浆果丛生枝的增殖及生长有一定的影响; 在离体增殖时应针对不同品种或优选系采用适宜的 NH_4^+-N 与 NO_3^--N 比例。

关键词: 南方高丛蓝浆果; 丛生枝; 铵态氮; 硝态氮; 增殖; 生长

中图分类号: Q943.1; S663.9 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2011)03-0051-05

Effect of proportion of ammonium nitrogen to nitrate nitrogen in medium on proliferation and growth of clumpy shoot of southern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* hybrids)
DENG Gui-xiu, JIANG Yan-qin, SONG Peng-fei, YU Hong^① (Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2011, 20(3): 51-55

Abstract: On the premise of invariant total nitrogen concentration, effect of different proportions of ammonium nitrogen (NH_4^+-N) to nitrate nitrogen (NO_3^--N) on proliferation and growth of clumpy shoot of superior strains A47, A119 and A167 of southern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* hybrids) cultivar ‘Southmoon’ was compared taking MWPM as basic medium. The results show that when $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})$ is adjusted to 5:10, 6:10, 7:10, 8:10, 9:10 and 10:10 in medium, generally there are certain enhancing effects on total proliferation times, effective proliferation times, fresh weight, dry weight, water content, total length and chlorophyll content in leaf of clumpy shoots of superior strains A47, A119 and A167 compared with the control [$n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})=4:10$], but concrete manifestations are varied with genotypes of superior strains. When $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})$ is adjusted to 7:10 in medium, total proliferation times, effective proliferation times, fresh and dry weights and total length of clumpy shoot of superior strain A47 all increase significantly, and leaf chlorophyll content also increases. And the proportion is adjusted to 7:10 and 9:10, that can promote certainly growth of clumpy shoot of superior strains A119 and A167, but no significant differences in general proliferation effect compared with the control. It is concluded that the proportion of ammonium nitrogen to nitrate nitrogen in medium has a certain effect on proliferation and growth of clumpy shoot of southern highbush

收稿日期: 2010-06-21

基金项目: 国家农业部公益性行业(农业)科研专项(nyhyzx07-028); 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, 主要从事蓝浆果育种方面的研究。

^①通信作者 E-mail: njyuhong@vip.sina.com

blueberry, and in proliferation process *in vitro*, the suitable proportion of ammonium nitrogen to nitrate nitrogen should be used for different cultivars or superior strains.

Key words: southern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* hybrids); superior strain; clumpy shoot; ammonium nitrogen; nitrate nitrogen; proliferation; growth

目前普遍认为:喜酸性土壤的树种通常具喜铵态氮(NH_4^+-N)的特性,而喜中性或碱性土壤的树种则具喜硝态氮(NO_3^--N)的特性。由于 NH_4^+-N 和 NO_3^--N 分子形态的差异,二者对植物养分吸收和生长发育的影响不同,部分树种在 NH_4^+-N 供应条件下的生长情况要优于 NO_3^--N 供应条件,还有部分树种则在 NH_4^+-N 和 NO_3^--N 联合供应条件下生物量最高^[1-2]。南方高丛蓝浆果(*Vaccinium corymbosum* hybrids)对 NH_4^+-N 和 NO_3^--N 也存在选择性吸收现象,对 NH_4^+-N 的吸收和转化速率较快^[3-4]。在施用 NH_4^+-N 条件下蓝浆果的生长、结果及果实品质均优于施用 NO_3^--N 的条件^[5-7]。李亚东等^[8]认为:当 NH_4^+-N 与 NO_3^--N 的比值较高时,北方高丛蓝浆果品种‘蓝丰’(‘Bluecrop’)的延长枝净生长量、基生枝的长度和数量及叶面积均增加,且当 $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})$ 为4:2时产量最高。

在蓝浆果的离体培养中,氮素作为培养基的主要成分之一,其配比对增殖具有一定的影响。赵爽^[9]认为:将WPM培养基中 $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})$ 调整为5:5和7:3,丛生枝叶片的叶绿素含量、可溶性蛋白质含量和可溶性糖含量较高。因而,作者以适宜于蓝浆果培养的改良WPM(MWPM)为基本培养基^[9-14],在总氮浓度不变的前提下,比较了不同的 NH_4^+-N 和 NO_3^--N 比例对南方高丛蓝浆果品种‘南月’(‘Southmoon’)优选系A47、A119和A167丛生枝增殖和生长的影响,为其快繁提供技术依据。

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、A119和A167的无菌组培苗。

1.2 方法

实验共设置7个处理组:T1、T2、T3、T4、T5、T6和T7,以MWPM为基本培养基^[15],其中T1的 $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})=4:10$,以此为对照(CK),在总氮浓

度($494.18 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)不变的情况下,将MWPM培养基中 $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})$ 分别设置为5:10(T2)、6:10(T3)、7:10(T4)、8:10(T5)、9:10(T6)和10:10(T7);培养基中均含 $20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖、 $7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 琼脂和 $2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ZT, pH 5.0^[16]。每瓶接种无菌枝5个,每处理3瓶,重复3次。置于温度(25 ± 2) $^\circ\text{C}$ 、光照度 $1\ 800 \sim 2\ 000 \text{ lx}$ 、光照时间 $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 的培养室内进行培养。

接种5周后,参照文献[16]的方法统计每个无菌枝的总增殖倍数和有效增殖倍数,并测量和计算每瓶丛生枝的鲜质量、干质量、含水量、总长度和单株的平均长度;参照文献[17]的方法测定叶片的叶绿素含量。各指标的测定结果均为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方差分析和Duncan's多重比较。

2 结果和分析

2.1 铵态氮(NH_4^+-N)与硝态氮(NO_3^--N)比例对丛生枝增殖倍数的影响

培养基中铵态氮(NH_4^+-N)与硝态氮(NO_3^--N)比例对南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系A47、A119和A167丛生枝增殖的影响见表1。由表1可以看出:优选系A47丛生枝在T2[$n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})=5:10$]和T4[$n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})=7:10$]培养基上的总增殖倍数分别为6.00和7.83倍,显著高于对照($P < 0.05$);在T4培养基上的有效增殖倍数为5.50倍,也显著高于对照。优选系A119丛生枝在T2、T3[$n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})=6:10$]、T4、T5[$n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})=8:10$]和T7[$n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})=10:10$]培养基上的总增殖倍数和有效增殖倍数与对照均无显著差异,但在T6[$n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})=9:10$]培养基上的总增殖倍数和有效增殖倍数均显著低于对照。优选系A167丛生枝在各培养基上的总增殖倍数和有效增殖倍数均与对照无显著差异。

表1 铵态氮(NH₄⁺-N)与硝态氮(NO₃⁻-N)比例对南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系丛生枝增殖的影响¹⁾

Table 1 Effect of proportion of ammonium nitrogen (NH₄⁺-N) to nitrate nitrogen (NO₃⁻-N) on clumpy shoot proliferation of superior strains of southern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* hybrids) cultivar ‘Southmoon’¹⁾

处理 ²⁾ Treatment ²⁾	总增殖倍数 Total proliferation times			有效增殖倍数 Effective proliferation times		
	A47	A119	A167	A47	A119	A167
T1 (CK)	3.71c	4.31abc	3.33abc	2.80bc	3.66ab	1.83ab
T2	6.00ab	4.62ab	3.80a	4.77ab	3.82a	1.43b
T3	4.00bc	3.40cd	2.69c	3.42bc	3.09b	1.74b
T4	7.83a	4.83a	3.50ab	5.50a	3.30ab	1.73b
T5	2.63c	3.93bc	2.77bc	1.77c	3.27ab	1.80ab
T6	4.17bc	2.75d	3.38abc	3.10bc	2.45c	2.28a
T7	4.42bc	3.78bc	3.47ab	3.22bc	3.42ab	1.87ab

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⁾ T1 (CK): $n(\text{NH}_4^+ - \text{N}) : n(\text{NO}_3^- - \text{N}) = 4 : 10$; T2: $n(\text{NH}_4^+ - \text{N}) : n(\text{NO}_3^- - \text{N}) = 5 : 10$; T3: $n(\text{NH}_4^+ - \text{N}) : n(\text{NO}_3^- - \text{N}) = 6 : 10$; T4: $n(\text{NH}_4^+ - \text{N}) : n(\text{NO}_3^- - \text{N}) = 7 : 10$; T5: $n(\text{NH}_4^+ - \text{N}) : n(\text{NO}_3^- - \text{N}) = 8 : 10$; T6: $n(\text{NH}_4^+ - \text{N}) : n(\text{NO}_3^- - \text{N}) = 9 : 10$; T7: $n(\text{NH}_4^+ - \text{N}) : n(\text{NO}_3^- - \text{N}) = 10 : 10$.

表2 铵态氮(NH₄⁺-N)与硝态氮(NO₃⁻-N)比例对南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系丛生枝质量和含水量的影响¹⁾

Table 2 Effect of proportion of ammonium nitrogen (NH₄⁺-N) to nitrate nitrogen (NO₃⁻-N) on weight and water content of clumpy shoot of superior strains of southern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* hybrids) cultivar ‘Southmoon’¹⁾

处理 ²⁾ Treatment ²⁾	鲜质量/g Fresh weight			干质量/g Dry weight			含水量/% Water content		
	A47	A119	A167	A47	A119	A167	A47	A119	A167
T1 (CK)	0.081c	0.120a	0.085ab	0.019bc	0.023a	0.020a	75.38a	81.24a	76.02cd
T2	0.122ab	0.124a	0.080ab	0.023ab	0.023a	0.017b	80.61a	80.85a	78.95abc
T3	0.102bc	0.124a	0.082ab	0.021bc	0.025a	0.020a	77.99a	79.36a	75.81d
T4	0.140a	0.121a	0.075b	0.028a	0.025a	0.016c	79.86a	79.50a	77.96abcd
T5	0.078c	0.101b	0.066b	0.017c	0.021b	0.016c	78.73a	78.97a	76.42bcd
T6	0.089c	0.125a	0.088ab	0.019bc	0.025a	0.018ab	77.80a	79.74a	79.03ab
T7	0.090c	0.111b	0.090a	0.019bc	0.022b	0.018ab	78.71a	79.56a	79.64a

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⁾ T1 (CK): $n(\text{NH}_4^+ - \text{N}) : n(\text{NO}_3^- - \text{N}) = 4 : 10$; T2: $n(\text{NH}_4^+ - \text{N}) : n(\text{NO}_3^- - \text{N}) = 5 : 10$; T3: $n(\text{NH}_4^+ - \text{N}) : n(\text{NO}_3^- - \text{N}) = 6 : 10$; T4: $n(\text{NH}_4^+ - \text{N}) : n(\text{NO}_3^- - \text{N}) = 7 : 10$; T5: $n(\text{NH}_4^+ - \text{N}) : n(\text{NO}_3^- - \text{N}) = 8 : 10$; T6: $n(\text{NH}_4^+ - \text{N}) : n(\text{NO}_3^- - \text{N}) = 9 : 10$; T7: $n(\text{NH}_4^+ - \text{N}) : n(\text{NO}_3^- - \text{N}) = 10 : 10$.

与总增殖倍数、有效增殖倍数均呈极显著正相关 ($P < 0.01$), 相关系数分别为 0.653 和 0.558、0.454 和 0.432。表明丛生枝的质量大, 总增殖倍数及有效增殖倍数也相应较高。

培养基中 NH₄⁺-N 与 NO₃⁻-N 比例对优选系 A47 和 A119 丛生枝的含水量基本无影响, 各处理组丛生枝的含水量与对照均无显著差异。而优选系 A167 的丛生枝在 T6 和 T7 培养基上的含水量均显著高于对照, 分别为 79.03% 和 79.64%; 在其他处理组中则与对照无显著差异。

相关性分析结果表明: 丛生枝的含水量与总增殖

2.2 铵态氮(NH₄⁺-N)与硝态氮(NO₃⁻-N)比例对丛生枝质量和含水量的影响

培养基中铵态氮(NH₄⁺-N)与硝态氮(NO₃⁻-N)比例对南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系 A47、A119 和 A167 丛生枝质量和含水量的影响见表 2。由表 2 可以看出: 优选系 A47 丛生枝在 T2 和 T4 培养基上的鲜质量显著高于对照 ($P < 0.05$); 在 T4 培养基上丛生枝的干质量最高, 达 0.028 g, 显著高于对照; 而在其他处理组中均与对照间无显著差异。优选系 A119 丛生枝在 T2、T3、T4 和 T6 培养基上的鲜质量和干质量与对照间无显著差异, 在 T5 和 T7 培养基上的鲜质量和干质量显著低于对照。优选系 A167 在各处理组中的丛生枝鲜质量与对照均无显著差异; 在 T2、T4 和 T5 培养基上丛生枝的干质量显著低于对照, 但在 T3、T6 和 T7 培养基上丛生枝的干质量与对照无显著差异。

相关性分析结果表明: 丛生枝的鲜质量和干质量

倍数呈极显著正相关 ($P < 0.01$), 相关系数为 0.467; 丛生枝的含水量与有效增殖倍数呈显著正相关。表明丛生枝的含水量高, 总增殖倍数及有效增殖倍数也相对较高。

2.3 铵态氮(NH₄⁺-N)与硝态氮(NO₃⁻-N)比例对丛生枝长度的影响

培养基中铵态氮(NH₄⁺-N)与硝态氮(NO₃⁻-N)比例对南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系 A47、A119 和 A167 丛生枝总长度和平均长度的影响见表 3。由表 3 可以看出: NH₄⁺-N 与 NO₃⁻-N 比例对供试优选系的丛生枝总长度和平均长度均有不同程度的影响。

优选系 A47 在 T2 和 T4 培养基丛生枝的总长度显著高于对照 ($P < 0.05$), 在 T4 培养基上的总长度最长, 达 53.10 cm, 显著高于对照和其他处理; 在 T3 培养基上丛生枝的平均长度显著高于对照, 达 1.88 cm; 而在其他处理组中丛生枝的总长度和平均长度与对照间无显著差异。优选系 A119 在 T4 和 T5 培养基上丛生枝总长度达 42 cm 以上, 显著高于对照, 而在其他处理组中则与对照无显著差异; 在 T3、T4、T5 和 T6 培养基上优选系 A119 丛生枝的平均长度分别为 2.01、2.11、2.31 和 2.43 cm, 显著高于对照。各处理组优选系 A167 丛生枝的总长度与对照均无显著差异; 在 T3 培养基上丛生枝平均长度为 1.50 cm, 显著高于对照, 在其他处理组中则与对照无显著差异。

表3 铵态氮 (NH_4^+-N) 与硝态氮 (NO_3^--N) 比例对南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系丛生枝长度的影响¹⁾

Table 3 Effect of proportion of ammonium nitrogen (NH_4^+-N) to nitrate nitrogen (NO_3^--N) on clumpy shoot length of superior strains of southern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* hybrids) cultivar ‘Southmoon’¹⁾

处理 ²⁾ Treat- ment ²⁾	总长度/cm Total length			平均长度/cm Average length		
	A47	A119	A167	A47	A119	A167
T1 (CK)	28.14cd	35.69b	22.27ab	1.54b	1.66c	1.31bc
T2	42.11b	38.24ab	22.20ab	1.43b	1.72c	1.16c
T3	37.71bc	33.34b	20.06ab	1.88a	2.01ab	1.50a
T4	53.10a	42.62a	21.92ab	1.62ab	2.11ab	1.29bc
T5	20.36d	43.28a	19.50b	1.68ab	2.31a	1.41ab
T6	35.43bc	32.86b	23.31a	1.68ab	2.43a	1.39ab
T7	31.84c	33.81b	22.07ab	1.47b	1.79bc	1.28bc

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⁾ T1 (CK): $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N}) = 4:10$; T2: $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N}) = 5:10$; T3: $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N}) = 6:10$; T4: $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N}) = 7:10$; T5: $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N}) = 8:10$; T6: $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N}) = 9:10$; T7: $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N}) = 10:10$.

相关性分析结果表明: 南方高丛蓝浆果优选系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、含水量的相关性均达到极显著水平 ($P < 0.01$), 相关系数均在 0.7 以上; 丛生枝的平均长度与总增殖倍数和总长度的相关性也达到极显著水平, 相关系数分别为 -0.342 和 0.471。形成这一结果的原因为: 丛生枝的总长度与其他指标一样, 反映了丛生枝整体生长状况, 因此彼此间变化趋势相一致; 而平均长度显示的是单株丛生枝的平均长度, 在总长度相近的情况下, 当总增殖倍数高时, 丛生枝的平均长度

减小。

2.4 铵态氮 (NH_4^+-N) 与硝态氮 (NO_3^--N) 比例对丛生枝叶片叶绿素含量的影响

在铵态氮 (NH_4^+-N) 与硝态氮 (NO_3^--N) 比例不同的培养基上南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系 A47、A119 和 A167 丛生枝叶片叶绿素含量的变化见表 4。由表 4 可以看出: 在 T6 培养基上优选系 A47 丛生枝叶片的叶绿素 *a* 和叶绿素 *b* 含量均显著高于对照 ($P < 0.05$), 分别为 1.70 和 1.13 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; 在 T5 培养基上优选系 A47 丛生枝叶片的叶绿素 *a* 和叶绿素 *b* 含量均显著低于对照及其他处理组。在 T5 培养基上优选系 A119 丛生枝叶片的叶绿素 *a* 含量显著低于对照及其他处理组, 但在其余处理组中则与对照间无显著差异; 在 T3、T4 和 T6 培养基上优选系 A119 丛生枝叶片的叶绿素 *b* 含量均达 0.9 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 以上, 显著高于对照及其他处理组, 而在 T2 和 T5 培养基上优选系 A119 丛生枝叶片的叶绿素 *b* 含量均显著低于对照及其他处理组。在 T4 培养基上优选系 A167 丛生枝叶片的叶绿素 *a* 和叶绿素 *b* 含量均显著高于对照及其他处理组, 分别为 1.71 和 1.05 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; 而在 T5 和 T7 培养基上优选系 A167 丛生枝叶片的叶绿素 *a* 含量均显著低于对照及其他处理组, 在 T2、T3、T5 和 T7 培养基上优选系 A167 丛生枝叶片的叶绿素 *b* 含量也显著低于对照。

表4 铵态氮 (NH_4^+-N) 与硝态氮 (NO_3^--N) 比例对南方高丛蓝浆果品种‘南月’优选系丛生枝叶片叶绿素含量的影响¹⁾

Table 4 Effect of proportion of ammonium nitrogen (NH_4^+-N) to nitrate nitrogen (NO_3^--N) on chlorophyll content in clumpy shoot leaf of superior strains of southern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* hybrids) cultivar ‘Southmoon’¹⁾

处理 ²⁾ Treat- ment ²⁾	叶绿素 <i>a</i> 含量/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ Chla content			叶绿素 <i>b</i> 含量/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ Chlb content		
	A47	A119	A167	A47	A119	A167
T1 (CK)	1.38bc	1.31ab	1.16b	0.93bc	0.88b	0.82b
T2	1.55ab	1.28b	1.14b	1.03ab	0.76c	0.61d
T3	1.25cd	1.33a	1.32b	0.82c	0.93a	0.76c
T4	1.59ab	1.33a	1.71a	1.04ab	0.91a	1.05a
T5	1.07d	1.05c	0.81c	0.75d	0.70c	0.51d
T6	1.70a	1.35a	1.13b	1.13a	0.96a	0.92ab
T7	1.41abc	1.30ab	0.81c	0.91bc	0.84b	0.63d

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⁾ T1 (CK): $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N}) = 4:10$; T2: $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N}) = 5:10$; T3: $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N}) = 6:10$; T4: $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N}) = 7:10$; T5: $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N}) = 8:10$; T6: $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N}) = 9:10$; T7: $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N}) = 10:10$.

3 讨论和结论

张彦东等^[1]认为:在喜铵态氮(NH_4^+-N)的树种体内,能将硝态氮(NO_3^--N)还原转化为蛋白质的硝酸还原酶活性较低,而能将游离 NH_4^+-N 转化成谷氨酸的谷酰胺合成酶、谷氨酸合成酶及谷氨酸脱氢酶活性较高。相关研究结果表明^[18]:矮丛蓝浆果(*V. angustifolium* Aiton)体内硝酸还原酶活性较低,限制了植株对 NO_3^--N 的转化吸收,从而使其表现出对 NH_4^+-N 的偏好。对高丛蓝浆果的研究也得出了类似的结果^[8-9]:当 NH_4^+-N 与 NO_3^--N 的比值较高时,高丛蓝浆果品种‘蓝丰’的延长枝净生长量较大、植株长势较好;在组培过程中则表现为丛生枝的净生长量较大、叶绿素含量较高。

本研究结果表明:提高培养基中 NH_4^+-N 与 NO_3^--N 的比值总体上对提高南方高丛蓝浆果品种‘南月’3个优选系丛生枝的总增殖倍数、有效增殖倍数、鲜质量、干质量、含水量、总长度和叶片叶绿素含量有一定作用,但具体表现则因优选系的基因型而异。当 $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})$ 提高到7:10时能够较显著提高优选系A47丛生枝的总增殖倍数、有效增殖倍数、鲜质量、干质量及总长度,并能使其含水量和叶片叶绿素含量相对增加,丛生枝增殖快、长势好且叶色较绿,增殖效果优于对照。将优选系A119和A167分别培养在 $n(\text{NH}_4^+-\text{N}):n(\text{NO}_3^--\text{N})$ 为7:10和9:10的培养基中,丛生枝增殖较快、长势较好、叶色较绿,但总体增殖效果与对照无显著差异。这一现象说明:在离体增殖时针对不同品种应采用各自适宜的 NH_4^+-N 与 NO_3^--N 比例。

参考文献:

[1] 张彦东,白尚斌. 氮素形态对树木养分吸收和生长的影响[J]. 应用生态学报, 2003, 14(11): 2044-2048.
 [2] 张彦东,范志强,王庆成,等. 不同形态N素对水曲柳幼苗生长的影响[J]. 应用生态学报, 2000, 11(5): 665-667.

[3] Merhaut D J, Darnell R L. Ammonium and nitrate accumulation in containerized southern highbush blueberry plants[J]. HortScience, 1995, 30: 1378-1381.
 [4] Merhaut D J, Darnell R L. Ammonium and nitrate uptake in containerized southern highbush blueberries [J]. HortScience, 1991, 26: 682-686.
 [5] Merhaut D J, Darnell R L. Effects of nitrogen form on vegetative growth, photosynthesis, and effluent pH in ‘Climax’ and ‘Sharpblue’ blueberries[J]. HortScience, 1993, 28: 572-576.
 [6] 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: 70.
 [7] Rosen C J, Allan D L, Luby J J. Nitrogen form and solution pH influence growth and nutrition of two *Vaccinium* clones[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1990, 115: 83-89.
 [8] 李亚东,赵爽,张志东,等. 不同氮素形态配比对越橘生长、产量及叶片元素含量的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2008, 30(4): 477-480.
 [9] 赵爽. 氮素形态及氮素配比对越橘生长发育影响的研究[D]. 长春:吉林农业大学园艺学院, 2007: 32-34.
 [10] 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.
 [11] 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.
 [12] 段祖安,李建华,强薇,等. 越桔品种‘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.
 [13] 刘庆忠,赵红军,郑亚芹,等. 高灌蓝莓微体繁殖技术研究初报[J]. 落叶果树, 2001(5): 1-3.
 [14] 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.
 [15] 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.
 [16] 邓桂秀,於虹,宋鹏飞,等. 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[J]. 植物资源与环境学报, 2011, 20(1): 60-64.
 [17] 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.
 [18] Townsend L R, Blatt C R. Lowbush blueberry: evidence for the absence of a nitrate reducing system[J]. Plant and Soil, 1966, 25: 456-460.

(责任编辑:张明霞)