

三种营养元素对疏叶蹄盖蕨水培效应的影响

李国树^{1,2}, 冯建孟³, 李文君¹, 徐成东^{1,2}

(1. 楚雄师范学院 化学与生命科学系, 云南 楚雄 675000; 2. 滇中高原生物资源开发与利用研究所, 云南 楚雄 675000)

3. 大理学院 生命科学与化学学院, 云南 大理 671300)

摘要:探讨了 NO_3^- -N、 NH_4^+ -N 和钙素对水培疏叶蹄盖蕨 *Athyrium dissitifolium* 植株营养生长指标、根系活力等生长情况的影响。结果表明:在 NO_3^- -N 和 NH_4^+ -N 同时存在的条件下,疏叶蹄盖蕨生长情况明显优于单一的 NO_3^- -N 或 NH_4^+ -N 处理;在单独处理的条件下, NO_3^- -N 相对 NH_4^+ -N 而言,更利于疏叶蹄盖蕨植株的生长;钙素营养充足的环境相对缺钙环境,更利于疏叶蹄盖蕨生根数量的增加和根系生长。

关键词:疏叶蹄盖蕨;铵态氮;硝态氮;根系活力;钙素利用

中图分类号:S 682.35 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)05-0090-03

19 世纪 60 年代,德国 Sachs 和 Knop 用营养液栽培植物并获成功,称其为“水培”(Water culture)。20 世纪 60 年代,世界范围内兴起的无土栽培技术,使植物或作物成为既能在陆地上生长又能在水中生长的“两栖植物”^[1]。我国水培起步较晚,与发达国家相比存在一定的差距。但随着人们环保意识和可持续农业意识的增强,水培生产的优势逐渐受到广泛重视^[2]。

疏叶蹄盖蕨 (*Athyrium dissitifolium* (Bak.) C. Chr.) 为蹄盖蕨科 (Athyriaceae) 植物,分布于湖南、广西、四川、贵州和云南等地,越南、泰国和缅甸也有分布。该植物具有观赏、绿化和作为插花搭配等用途,因此,有关疏叶蹄盖蕨水培、利用的研究具有重要的实际意义。

目前,对蕨类植物的研究主要集中在分类、系统发生、化学成分、繁殖等方面,但对蕨类植物水培及蕨类植物与土壤养分之间关系的研究少有报道^[3,6-7]。现采用疏叶蹄盖蕨为水培材料,就 NO_3^- -N、 NH_4^+ -N、 Ca^{2+} 对其生长发育的影响进行了探讨,为进一步理解蕨类植物的生长发育规律及其与环境条件的关系积累基础理论信息,也为进一步开发利用疏叶蹄盖蕨资源提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 材料及处理 疏叶蹄盖蕨采自云南哀牢山,取回实验室后剪除残叶残根,并用电子天平称重,使每组植株重量相同,根据植株茎叶及根系大小分为 5 组后按试验设计方案,在覆盖 70% 遮阳网的小拱棚内和实验室中完成试验研究。

1.1.2 试剂 试验选用的试剂有:硝酸钾 (KNO_3)、硫酸钙 (CaSO_4)、硫酸镁 (MgSO_4)、磷酸二氢氨 ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$)、硫酸亚铁 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)、硫酸锰 (MnSO_4)、硼酸 (H_3BO_3)、硫酸锌 (ZnSO_4)、硫酸铜 (CuSO_4)、硫酸、高锰酸钾、 α -萘胺、对氨基苯磺酸、亚硝酸钠、磷酸缓冲液等,以上试剂均为分析纯。供试营养液每周配制 1 次后用洁净塑料瓶保存,每 2 d 添加 1 次各种营养液。

1.2 试验方法

1.2.1 NO_3^- -N 对疏叶蹄盖蕨生长研究(A 组) 为研究 NO_3^- -N 对疏叶蹄盖蕨的影响,在水培液添加硝酸钾供给 NO_3^- -N 和其它必需营养元素,以探究 NO_3^- -N 对疏叶蹄盖蕨生长的影响。

1.2.2 NH_4^+ -N 对疏叶蹄盖蕨的生长研究(B 组) 在水培液中添加磷酸二氢氨供给 NH_4^+ -N 和其它必需营养元素,以探究 NH_4^+ -N 对疏叶蹄盖蕨生长的影响。

1.2.3 NO_3^- -N 和 NH_4^+ -N 对疏叶蹄盖蕨的生长研究(C 组) 在水培溶液中同时添加硝酸钾、磷酸二氢氨和其它必需营养元素,探究疏叶蹄盖蕨在 2 种氮源均存在下的生长影响。

1.2.4 Ca^{2+} 对疏叶蹄盖蕨的生长研究(D 组) 把疏叶蹄盖蕨水培液分为 2 组,其中一组为添加 Ca^{2+} (D 组)和

第一作者简介:李国树(1969),男,高级实验师,云南永仁人,主要从事植物资源开发与利用研究。E-mail:hsxlgs@cxte.edu.cn。

通讯作者:徐成东(1964),男,博士,教授,现主要从事植物区系与生态研究。E-mail:chtown@cxte.edu.cn。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30760040);云南省应用基础研究计划资助项目(2008CD218)。

收稿日期:2009-11-20

其它必需营养元素的培养液, 另一组添加全部必需营养元素, 来研究钙元素对其形态生长的影响。

1.2.5 蒸馏水对疏叶蹄盖蕨的生长影响(CK 组) 用蒸馏水培养疏叶蹄盖蕨, 作为试验的对照组。

2 结果与分析

2.1 疏叶蹄盖蕨在不同营养液中生长形态差异的定性分析

按照试验设计方案, 2 月 28 日完成植株的采集、修剪、称重和水培栽植, 每 2 d 进行观察、管理, 间隔 15 d 记录、统计相关数据。由表 1 可知, 用 5 种不同的 N 源、Ca 源营养液水培疏叶蹄盖蕨后: A 组生长健康, 叶片生长正常, 生根良好, 无病害; B 组植株生长情况一般, 生根数少; C 组生长较旺盛, 叶色正常, 叶片长势好、生根量大; D 组生长速度较慢, 生根数少, 叶片发育不完整; CK 对照组植株生长缓慢, 并逐渐停止生长。

表 1 疏叶蹄盖蕨在不同营养液中生长的形态差异

日期	营养液	生长情况
3 月 15 日	A	叶片伸展, 长出新根, 新芽
	B	植株叶片部分枯死
	C	生长良好, 长出大量新根和新芽
	D	部分植株长出新根
3 月 30 日	CK	叶片生长部分萎蔫干枯
	A	植株正常生长
	B	恢复生长, 同时长出新根, 新芽少许
	C	长势良好, 老枝生长健壮, 新枝长势快
4 月 15 日	D	新根, 新叶长势缓慢, 枝柔弱, 易倒伏
	CK	植株生长势弱, 叶片出现枯黄
	A	正常生长; 新枝、新芽长势良好
	B	新枝长出纤细, 长势一般
4 月 30 日	C	新枝长势快, 茎较粗
	D	叶片有枯黄现象, 长势弱
	CK	部分叶片脱落
	A	生长健康, 叶片生长
4 月 30 日	B	新枝长势慢, 部分叶片枯死
	C	生长健壮, 植株长高, 根明显增长
	D	生长缓慢, 有畸形叶片
	CK	部分植株死亡, 其余生长势弱

2.2 不同营养液中疏叶蹄盖蕨生长指标的统计

2.2.1 不同营养液中疏叶蹄盖蕨的生根数量 从表 2 可以看出, 5 组营养液所培养的疏叶蹄盖蕨在不同营养液不同时期的生根数量不同。根据 Spss 统计显示, 总 $P<0.01$, 差异极显著。其中, Level 空白对照组与 A 组

表 2 不同营养液对疏叶蹄盖蕨生根数量的影响

营养液	疏叶蹄盖蕨在不同营养液中不同时期生根数/条			
	3 月 15 日	3 月 30 日	4 月 15 日	4 月 30 日
A	48	55	45	20
B	11	13	16	20
C	58	61	53	45
D	13	11	6	13
CK	2	1	1	0

$P<0.01$, 差异极显著; Level 空白对照组与 B 组 $P<0.05$, 差异显著; Level 空白对照组与 C 组 $P<0.01$, 差异极显著。A 组与 B 组 $P<0.05$, 差异显著; A 组与 C 组 $P<0.01$, 差异极显著; B 组与 C 组 $P<0.01$, 差异极显著; C 组含 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 和 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 的营养液生根数量优于 A 组, A 组优于 B 组, D 组较少, CK 对照组最少。在 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 和 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 共存的营养液中发根数量最多, 在蒸馏水对照

组中生根数量最少。

2.2.2 不同营养液中疏叶蹄盖蕨的株高增长 由表 3 可以看出, 5 组营养液所培养的疏叶蹄盖蕨根在 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 和 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 共存的 C 组营养液中植株株高增长最大, 达 19.8 cm, 在蒸馏水对照组中植株株高增长最少。

表 3 不同营养液中植株株高增长统计

营养液	疏叶蹄盖蕨在不同营养液不同时期植株株高增长统计/ cm			
	3 月 15 日	3 月 30 日	4 月 15 日	4 月 30 日
A	15.6	13.5	16.0	14.3
B	3.60	5.2	4.1	2.3
C	19.8	14.5	14.5	18.9
D	11.7	11.6	3.0	1.0
CK	1.5	0	0	0

2.2.3 不同营养液中疏叶蹄盖蕨植株鲜重重量变化 由图 1 可以看出, 疏叶蹄盖蕨在 5 组营养液中的生长情况, 以 C 组含 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 和 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 的营养液植株鲜重增量优于 A 组, B 组与 D 组都较少, CK 对照组最少。因为总 $P<0.05$, 差异显著。其中, Level 空白对照组与 A 组 $P<0.01$, 差异极为显著; Level 空白对照组与 B 组 $P>0.05$, 差异不显著; Level 空白对照组与 C 组 $P<0.05$, 差异显著。

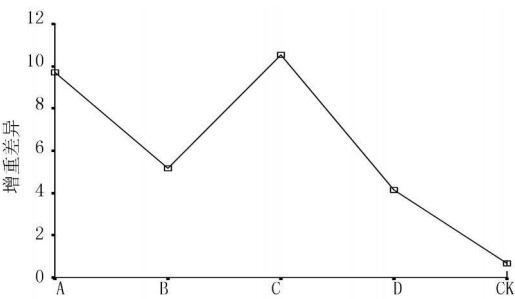


图 1 不同营养液中培养前后植株鲜重增量情况的比较

2.3 疏叶蹄盖蕨根系活力的比较

不同营养液对疏叶蹄盖蕨水培 60 d 后, 用 α -萘胺法^[8]对 5 组植株的根系测定其根系活力, 结果如图 2。

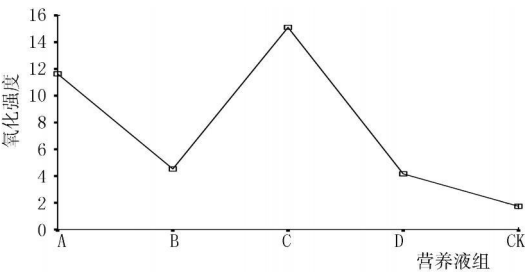


图 2 根系活力测定的比较

Spss 统计显示, 疏叶蹄盖蕨根在 5 组营养液中, 以 C 组含 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 和 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 的营养液根系活力优于 A 组, A 组优于 B 组, D 组优于 B 组, CK 对照组最差。因为总 $P<0.01$, 差异极显著。其中, Level 空白对照组与 A 组 $P<0.01$, 差异极显著; Level 空白对照组与 B 组 $P<0.05$, 差异显著; Level 空白对照组与 C 组 $P<0.01$, 差异

极显著。A 组与 B 组 $P < 0.01$, 差异极显著; B 组与 C 组 $P < 0.01$, 差异极显著。

3 讨论

研究结果表明, 疏叶蹄盖蕨植株对 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 和 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的吸收不同, 具体表现在植株形态生长、发根数量、植株鲜重、株高增长差异和根系的活力等方面均有较大差异。首先, 不同形态的氮源对疏叶蹄盖蕨植株生理生化影响不同。植物在生长发育过程中主要吸收的氮素是硝态氮和铵态氮。硝态氮和铵态氮吸收到作物体后, 除硝态氮需先还原成铵态氮以外, 其余同化过程完全相同^[8]。植物对硝态氮和铵态氮的吸收量因植物特性、种类和环境条件而变化。铵态氮呈还原态, 易被土壤胶体吸附和固定; 硝态氮呈氧化态, 存在于土壤溶液中, 易到达根系表面或被淋失。营养液中, 这 2 种氮素形态与不同离子相偶联, 后者对植物生长也有直接或间接的影响^[8]。因此, 2 种形态氮源同时存在的情况下, 对营养液酸碱度起到一定的调节作用, 从而更有利于植株生长。其次, 植物根系与营养液的作用对疏叶蹄盖蕨的生长有直接影响, 发达的根系是植物旺盛生长发育的有力保证^[9]。试验结果表明, 硝态氮及铵态氮同时存在时, 有利于植株根系的生长, 同时, 其根系活力也更强。而当疏叶蹄盖蕨单独吸收硝态氮会使根际 pH 值逐渐升高, 而单独吸收铵态氮却使根际 pH 值降低。酸性至中性条件下氢离子浓度较高, 从而降低水溶性 NH_3 的产生, 提高 NH_4^+ 的浓度。 NH_4^+ 本身对植株生长有毒害作用, 尤其在酸度高的介质中^[10-11]。

有研究表明, 钙能促进根和叶子发育, 形成细胞壁的化合物, 加固植物结构。钙有助于减少植物中的硝酸盐。钙不仅能影响代谢作用, 而且能中和代谢过程中所产生的有机酸, 起到调节体内 pH 值的功能。它能消除某些离子过多所产生的毒害。对酸性土壤它能减少土

壤中氢离子、铝离子的毒害; 在碱性土壤中, 它能减少钠离子过多的毒害^[3]。结果表明, 缺钙的 D 组在疏叶蹄盖蕨植株的生长形态上表现为根系生长差, 即根系少而短, 新根长出后, 根尖容易坏死变褐。茎生长纤细柔弱, 叶片发育不完全。从 α -萘胺法测其根系活力的试验结果来看, 也证实其根系活力比不缺钙的其它组弱。钙元素作为中量元素, 在疏叶蹄盖蕨生长过程中必不可少。从试验结果来看, 疏叶蹄盖蕨是适合水培栽植的耐涝植物。只要营养液的选取适当, 就可以保证培育出良好的观赏植株。

参考文献

- [1] 张鲁归. 室内水培花卉[M]. 上海: 同济大学出版社, 1998: 1-15.
- [2] 王浩生. 花卉蔬菜无土栽培技术[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1997: 11-12.
- [3] 刘少斌. 肾蕨水培的钙离子效应[J]. 生物学教学, 2005: 62-63.
- [4] Sweat M, Tyson R, Hochmuth R. Building a floating hydroponic garden[J]. University of Florida IFAS Extension, 2003: 1-4.
- [5] 刘士哲. 现代实用无土栽培技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 1-6.
- [6] 袁梅, 林萍, 何银生, 等. 中国水培花卉研究现状及发展趋势[J]. 西南园艺, 2006(3): 35-37.
- [7] 孙羲. 农业化学[M]. 上海: 上海科技出版社, 1980: 55.
- [8] 樊明寿, 孙亚卿. 同形态氮素对燕麦营养生长和磷素利用的影响[J]. 作物学报, 2005: 14-18.
- [9] 何念祖, 孟赐福. 植物营养原理[M]. 上海: 上海科技出版社, 1987: 24-59.
- [10] 李生秀, 付会芳, 袁虎林, 等. 几种反映旱地土壤供氮能力的方法的比较[J]. 土壤学报, 1990, 22(4): 94-97.
- [11] Mengel K, Robin P, Salsac L. Nitrate reductase activity in shoots and roots of maize seedlings as affected by the form of nitrogen nutrition and pH of the nutrition solution[J]. Plant Physiol, 1983, 71: 18-22.
- [12] 阿衣木姑·阿布拉, 苏力坦·阿巴白克力. 蕨类植物及其综合利用价值[J]. 生物技术通讯, 2006, 17(3): 480-483.

The Influence of Three Nutritive Elements on the *Athyrium dissitifolium* Hydroponics Cultivation Effects

LI Guo-shu^{1,2}, FENG Jian-meng³, LI Wen-jun¹, XU Cheng-dong^{1,2}

(1. Department of Chemistry and Life Science, Chuxiong Normal University, Chuxiong, Yunnan 675000; 2. Institute of Bio-resources Research and Development of Central Yunnan Plateau, Chuxiong, Yunnan 675000; 3. College of Life Science, Dali University, Dali, Yunnan 671000)

Abstract: In this study, the effects of $\text{NO}_3^- - \text{N}$, $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ and calcium on the growth of *Athyrium* was investigated through hydroponics technology. The results showed that the plants growth evidently excelled $\text{NO}_3^- - \text{N}$ or $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ nitrogen respectively exist when the both $\text{NO}_3^- - \text{N}$ and $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ nitrogen exists. Moreover, the plants growth conditions were better in NO_3^- nutrients than growth in NH_4^+ nutrients. And the deficiency of calcium negatively affected the growth of *Athyrium* in the root environment, while high calcium environment played positive roles.

Key words: *Athyrium dissitifolium*; ammonium nitrogen; nitrate nitrogen; root vitality; calcium utilization