

Optimum Method for Hydroponic of *Miscanthus floridulus*

Liuqing He, Xiao Jiang, Zhiyang Liao, Jiehui Xie, Chuqin Ma, Guangbo Liu, Atao Zhao, Gang Song*

Guangdong Provincial Key Laboratory of Radionuclides Pollution Control and Resources, School of Environmental Science and Engineering, Guangzhou University, Guangzhou Guangdong
Email: 1584717864@qq.com, *songg2005@126.com

Received: May 1st, 2018; accepted: May 23rd, 2018; published: May 30th, 2018

Abstract

Miscanthus floridulus is a common wild population of *Miscanthus*, which has broad application prospects in soil contaminated phytoremediation. However, the study of phytoremediation mechanism is not thorough enough. Hydroponic experiment is an effective way to solve the single factor effect mechanism. By summarizing the hydroponics methods of other plants and setting up a series of water culture methods for *Miscanthus floridulus*, we obtained the best experimental conditions for the success of *Miscanthus floridulus* water culture. The results showed that: hydroponics method of *Miscanthus floridulus* can be successfully achieved by controlling the growth conditions of mangrove plants before hydroponics and the growth hormone pretreatment method in the roots, the correct nutrient solution formula (Hogland nutrient solution) in the hydroponics process, continuously irrigating the culture solution, and the roots lighting.

Keywords

Miscanthus floridulus, Hydroponic Cultivation, Growth Hormone Pretreatment, Nutrient Conditions, Roots Lighting

五节芒幼苗水培的优化方法

何柳青, 蒋 啸, 廖知珏, 谢杰辉, 马楚勤, 刘广波, 赵阿涛, 宋 刚*

广州大学环境科学与工程学院, 广东省放射性核素污染控制与资源化重点实验室, 广东 广州
Email: 1584717864@qq.com, *songg2005@126.com

收稿日期: 2018年5月1日; 录用日期: 2018年5月23日; 发布日期: 2018年5月30日

*通讯作者。

文章引用: 何柳青, 蒋啸, 廖知珏, 谢杰辉, 马楚勤, 刘广波, 赵阿涛, 宋刚. 五节芒幼苗水培的优化方法[J]. 植物学研究, 2018, 7(3): 318-322. DOI: 10.12677/br.2018.73040

摘要

五节芒(*Miscanthus floridulus*)是常见的野外群生禾本科芒属植物,在土壤污染植物修复方面具有广阔应用前景。但植物修复机理研究不够深入,水培实验是解决单因素影响机制的有效途径。通过总结其他植物水培方法和设置一系列五节芒水培方法试验,获得五节芒水培成功的最佳实验条件。结果表明:通过控制水培前五节芒植株的长势和根部的生长激素前处理方法、水培过程中使用正确的营养液配方(Hogland全营养液)、培养液不间断鼓气和根部光照等条件,成功完成水培五节芒实验。

关键词

五节芒, 水培实验, 生长激素前处理, 营养条件, 根部光照

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

五节芒是禾本科芒属的一类多年生高大草本植物,根系发达,耐旱性较好,能够截流雨水、涵养水源、防止表土流失和滑坡,具有很高的水土保持价值[1]。五节芒同样也具有光合效率高、生长快、适应性强、生物质产量高等优点,是一类具有开发价值的能源植物[2]。据秦建桥[3]和毛石花[4]等人的研究,五节芒对 Cd、Zn 和 Pb 等重金属有较大的耐受性,能够用作植物修复。而且矿山型和非矿山型五节芒的部分生理指标差异非常明显。

关于芒属植物的繁殖学方面的研究很早,朱邦长等人研究了新的五节芒茎芽繁殖技术[5];胡恒康等利用植物组织培养与快速繁殖技术为我们提供了一种五节芒繁殖新途径[6]。但是,目前缺少使用无土栽培技术(即水培技术)培育五节芒植株的方法。

研究发现,采自广东省粤北铀矿区与广州大学城两地五节芒的多个植物生理指标存在着明显的差异[7],由于两地土壤中重金属和铀浓度等多种因素影响,对造成土壤复杂体系中五节芒生理指标的差异性的原因,目前还无法给出准确解释。因此,需要设计一系列实验来验证引起五节芒生理指标差异的控制因素,由于土壤成分复杂、能引起植物生理指标变化的不确定因素太多,对于研究单一污染物胁迫引起植物生理指标响应,土壤栽培很难实现,但是水培技术能够实现这一目标。本文通过水培五节芒实验,找到五节芒水培的优化方法,为研究铀污染胁迫对五节芒生理响应以及其他污染物胁迫对植物生理生态响应提供方法参考。

2. 材料与方法

2.1. 实验植物

2.1.1. 实验五节芒

参考五节芒茎芽繁殖技术[5],刚萌发的地上茎,基部节上芽具有很强的萌发能力。因此,该水培实验五节芒于2017年3月初,采自韶关某铀矿区尾矿坝的刚萌发的3叶期的五节芒幼苗,有未完全发育的地下走茎和地上茎,但有丰富的根系,同时也要有适量的叶片。带土幼苗采集后带回实验室,用自来水

将植株根系洗净，剪去黄叶与老根，备用。

2.1.2. 实验营养液

在五节芒幼苗水培初期，使用适宜浓度和营养成分配比的营养液，有利于使植物根系扩大细胞表面积来吸收更多的营养元素，进而促进幼苗生根。植物只有在适宜浓度与合理配比的营养液中培养才能很好地生长出水生根[8]。供水培实验的营养液有两种：复合肥料混合液与 Hogland 全营养液。复合肥料混合液为 10 g 复合肥与 10 L 纯水混合配得，备用；Hogland 营养液[9]配方： KNO_3 607 mg/L， $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 945 mg/L， MgSO_4 493 mg/L， $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ 115 mg/L，铁盐溶液 2.5 mL/L (称取 2.78 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 溶解于 100 mL 蒸馏水，称取 3.73g EDTA- Na_2 溶解于 100 mL 蒸馏水，将溶解的 EDTA- Na_2 溶液加入 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 溶液中，并不断搅拌，冷却后定容至 500 mL 容量瓶)，微量元素液 5 mL/L (KI 0.83 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ， MnSO_4 22.3 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ， H_3BO_3 6.2 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.025 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 8.6 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.025 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.25 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)，使用纯水配得，备用。

2.1.3. 植物根部前处理

据研究[5]，使用吲哚乙酸处理五节芒茎芽，能够促进其生长。当吲哚乙酸处理浓度为 20、40、80 和 120 mg/L 时，五节芒茎芽生长均有较大促进，而 120 mg/L 对五节芒的生长促进作用最大，其生长速度最快，分蘖能力最强。因此，该试验选择 120 mg/L 的吲哚乙酸进行前处理。该试验供植物前处理的生长激素为吲哚乙酸固体粉末，使用少量无水乙醇溶解吲哚乙酸固体后，用纯水定容配得 120 mg/L 吲哚乙酸溶液，备用。

2.2. 方法

2.2.1. 实验设计

根据研究影响水培植物生长的主要环境要素为植物激素处理、光对水培根系诱导的影响、营养液对水生根的影响和氧气对水生根的影响[10]。本论文对五节芒水培实验分三个环境要素进行，分别探究生长激素对五节芒根部前处理、不同营养液种类培养、是否对根部进行遮光等三个环境要素对水培五节芒的影响，而水培过程中的通气条件作为水培的最基本条件不作详细探究。每个实验组中均选取长势一致的五节芒幼苗 8 棵，除三个环境要素不同外，其余条件均一致。培养液 pH 保持为 5.8，向营养液中持续鼓气，每 4 天换一次营养液。全部实验数据用 Excel2017 和 Spss25 软件处理。

2.2.2. 吲哚乙酸前处理实验

分两组进行，不用 120 mg/L 吲哚乙酸前处理的为 A 组，用 120 mg/L 吲哚乙酸溶液浸泡植株根部 2 小时的为 B 组。前处理完毕后，两组实验组用相同浓度的 Hogland 全营养液培养。经 2017 年 7 月 24 日到 7 月 30 日进行培养，记录两组植株的生根发芽情况，见表 1。

2.2.3. 不同种类营养液培养实验

每组幼苗都进行吲哚乙酸前处理，再按照使用纯水培养的为 A 组，使用 Hogland 全营养液培养的 B 组，使用复合肥料混合营养液为 C 组。经 2017 年 7 月 24 日到 8 月 17 日进行培养，每隔 7 天记录三组植株的生根发芽、株高变化和新叶片数情况，见表 2。

2.2.4. 水培植物根部遮光实验

每组幼苗都进行吲哚乙酸前处理后，使用 Hogland 全营养液培养植株，A 组在培养过程中，使用黑色纸片将透光的培养容器包围，对植株根部进行遮光；而 B 组不进行遮光操作。经 2017 年 8 月 1 日到 8 月 14 日进行培养试验，记录植物根部表面变化情况和植株生长状况。

Table 1. The growth records table of *Miscanthus floridulus* in different pre-treatment groups**表 1.** 不同前处理组五节芒生长记录表

试验	单株新根数(个)	单株新芽数(个)
不前处理	0.9	0.3
吡啶乙酸前处理	14.5	3.9

Table 2. The growth records table of *Miscanthus floridulus* in different nutrient solution groups**表 2.** 不同种类营养液培养五节芒生长记录表

试验	净增长高度(cm)	单株新芽数(个)	单株新叶数(个)
纯水	1.3	0.4	0
Hogland 全营养液	18.0	3.1	5.5

3. 结果与讨论

3.1. 植物根部前处理的影响

由表 1 可知, 经过 7 天培养后, 使用 120 mg/L 吡啶乙酸前处理过的五节芒幼苗的单株平均新根数和新芽数均高于未经前处理的幼苗。在水培的 1~2 天内, 经前处理的五节芒植株的叶子颜色从黄绿变成浅绿, 长出的水生根粗壮; 而未经前处理的五节芒植株生长缓慢, 长叶长根速度慢。实验结果表明, 单株新根和新芽数量在经吡啶乙酸前处理后呈现显著差异, 显然高于未经吡啶乙酸前处理组($P < 0.01$); 由此可分析得, 在五节芒水培前, 通过使用一定浓度的吡啶乙酸浸泡其根部两小时, 有助于五节芒在水中生根发芽, 能够使其尽快适应水培环境, 增大植株的存活率。

3.2. 营养液种类的影响

在不同营养液培养下, 五节芒的生长趋势有较大的变化。在水培的第一个 7 天内, 使用复合肥料混合液培养的五节芒植株叶子变黄, 皱缩, 无新叶长出; 根系变黄腐烂, 无新根长出; 而使用 Hogland 全营养液培养的五节芒植株, 生长状况良好, 生根长芽速度快。在水培的第二个 7 天内, 使用复合肥料混合液培养的五节芒植株几乎全部枯死, 而使用 Hogland 全营养液培养的五节芒植株仍然保持较好的长势。由表 2 可知, 单株新根、新芽和新叶数量在经 Hogland 全营养液培养后呈现显著差异, 显然高于纯水培养组($P < 0.01$); 结合植物的生长情况可知, 不同的培养方式所需的营养成分也有所不同。在土培时, 复合肥料可为植株提供营养, 并促进植株生长, 但是将其用作水培中, 不但不能维持植物的正常生长状态, 反而还抑制植株生长最终导致死亡。Hogland 全营养液在许多水培植物文献中都有记载, 并且其对水培植物生长的促进效果与该实验结果一致。由上述分析可得, 在水培五节芒过程中使用 Hogland 全营养液能够使其保持正常的生长发育状态。

3.3. 根部遮光的影响

在水培的 14 天内, 光照对五节芒根系影响较大, 而根系是植株获取营养的重要部分, 所以, 是否对根部进行光照能够间接影响五节芒植株的生长状态。在水培试验中, 对根部进行遮光的五节芒生长状态良好, 新长出的水生根粗壮, 无青苔生长, 有新叶、新根和新芽长出; 而未对根部进行遮光的五节芒在水培开始的 3~4 天内, 生长状态与遮光组相似, 根系生长少许青苔, 但随着培养时间的增长, 根系逐渐被青苔所覆盖, 出现烂根, 叶枯黄, 最后导致根系不能正常生长, 从而影响营养吸收。根部光照影响五节芒生长可能的原因: ① 大量青苔生长, 其与植物争夺水中的营养, 影响植株的正常发育; ② 某些已

经移植成功的水培植物其根系不能直接曝露在阳光的直射下, 否则其根系会因发生光氧化而变黑, 甚至烂根、死亡[9]。

4. 结论

本论文探索了五节芒水培的几点优化方法, 总结如下:

1) 选择幼苗: 幼苗应是当年刚萌发的3叶期以上的五节芒幼苗, 具有未完全发育的地下走茎、地上茎和丰富的根系;

2) 提供营养: 根据前人与本水培实验的经验, 选择 Hogland 全营养液不仅能够为五节芒提供正常植物生长的必需营养元素, 还能较好地促进植株生长;

3) 前处理: 在水培前, 五节芒幼苗除了需要清洗根系中泥沙和剪去黄叶与老根外, 还应对其根部进行 120 mg/L 吡啶乙酸浸泡 2 小时, 这不仅能促进五节芒植株生根发芽, 还能加快五节芒适应水培环境, 增大其存活率;

4) 水培过程: 持续通气、根部遮光和定期更换营养液都是水培过程中必须控制的五节芒水培环境条件, 根部可偶尔进行光照, 不必长期进行遮光, 但如果植物根系中出现青苔生长, 必须清洗根部来除去青苔, 以免青苔大量繁殖。

基金项目

国家自然科学基金资助项目(41373117), 广州市科技计划项目(201707010421), 广东省大学生创新训练项目(201611078037)。

参考文献

- [1] 易自力. 芒属能源植物资源的开发与利用[J]. 湖南农业大学学报, 2012, 38(5): 455-463.
- [2] 周婧, 李巧云, 肖亮, 蒋建雄, 易自力. 芒和五节芒在中国的潜在分布[J]. 植物生态学报, 2012, 36(6): 504-510.
- [3] 谢国辉, 秦建桥, 赵鹏. 不同生态型五节芒对 Cd 胁迫的生理响应[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(31): 17504 -17507.
- [4] 毛石花. 五节芒对污染土壤中重金属铅锌的耐受性及富集特征[D]: [硕士学位论文]. 湖南: 湖南农业大学, 2013: 37-39.
- [5] 朱邦长, 叶玛丽, 张川黔, 梁庭敏, 穆昌华. 五节芒茎芽繁殖技术的研究[J]. 四川草原, 1995(1): 30-34.
- [6] 胡恒康, 江香梅, 黄坚钦. 五节芒的组织培养与快速繁殖[J]. 植物生理学通讯, 2009, 45(11): 1109.
- [7] 祝秋萍. 植物对 γ 射线辐照和铀胁迫的生理响应研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广州大学, 2015.
- [8] Wiesler, F. and Horst, W.J. (1994) Root Growth and Nitrate Utilization of Maize Cultivars under Field Conditions. *Plant and Soil*, **163**, 267-277.
- [9] 赵聪. 香根草和菖蒲对铀胁迫的耐性与富集特性研究[D]: [硕士学位论文]. 湖南: 南华大学, 2014.
- [10] 何健峰. 草本与木本水培植物根系诱导技术研究[D]: [硕士学位论文]. 湖南: 中南林业科技大学林学院, 2016.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2168-5665，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：br@hanspub.org