

· 资源与鉴定 ·

磷对滇龙胆漂浮育苗幼苗生长和生理特性的影响

李海峰, 袁朗白*, 张德全, 段宝忠

(云南省大理学院药学与化学学院, 云南 大理 671000)

[摘要] **目的:**以滇龙胆成熟种子为试验材料,探讨磷对滇龙胆种子漂浮育苗幼苗生长和生理特性的影响。**方法:**以珍珠岩、蛭石、草炭等混合成育苗基质,采用漂浮育苗法及植物生理学实验方法研究磷对滇龙胆种子漂浮育苗幼苗生长和生理特性的影响。**结果:**对滇龙胆漂浮育苗幼苗进行适宜浓度的施磷处理,不仅滇龙胆幼苗株高、根长、茎叶干质量、根干质量($P < 0.01$)极显著高于未施磷处理,而且叶片中叶绿素含量、硝酸还原酶(NR)活性和根系活力极显著高于未施磷处理($P < 0.01$)。**结论:**探明磷对滇龙胆漂浮育苗幼苗植物学性状和生理特性的影响,滇龙胆漂浮育苗营养液中磷质量浓度以 50 ~ 100 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为佳。

[关键词] 滇龙胆; 漂浮育苗; 磷; 生长发育; 生理特性

[中图分类号] R282 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2013)19-0167-04

[doi] 10.11653/syjf2013190167

Effects of Phosphorus on Growth and Physiological Characteristics of *Gentiana rigescens* Seedlings in Floating System

LI Hai-feng, YUAN Lang-bai*, ZHANG De-quan, DUAN Bao-zhong

(College of Pharmacy and Chemistry Yunnan Dali University, Dali 671000, China)

[Abstract] **Objective:** Experiments were carried out to study the mature seeds of *Gentiana rigescens*, and the effects of phosphorus on growth and physiological characteristics of *G. rigescens* seedlings in the floating system were explored. **Method:** Perlite was mixed with vermiculite, peat, et al, to form the seedling substrate, and the effects of phosphorus on growth and physiological characteristics of *G. rigescens* seedlings in the floating system were studied by floating nursery law and plant physiology experimental method. **Result:** The suitable concentration phosphorus was used to treat the seedlings of *G. rigescens* in the floating system, not only make the seedling plant height, root length, stem and leaf dry weight, root dry weight significantly higher than those not treated with phosphorus ($P < 0.01$), but also make the leaves chlorophyll content, nitrate reductase (NR) activity and root activity were significantly higher than those not treated with phosphorus ($P < 0.01$). **Conclusion:** This study ascertained the effects of phosphorus on the botanical characters and physiological characteristics of *G. rigescens* seedlings in the floating system, and the optimal phosphorus concentration in the floating system nutrient solution of *G. rigescens* is within the range between 50 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ and 100 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

[Key words] *Gentiana rigescens*; floating system; phosphorus; growth and development; physiological characteristics

[收稿日期] 20130114(009)

[基金项目] 大理州科技局 2012 年资助项目;大理学院 2012 应用开发基金项目;大理学院 2011 年中青年学术带头人培养项目

[第一作者] 李海峰, 硕士, 副教授, 从事药用植物资源及生物技术研究, Tel:0872-2251475, E-mail:lihfh888@sina.com

[通讯作者] *袁朗白, 高级实验师, 从事药用植物资源研究, Tel:0872-2251475, E-mail:zzlzh666@sina.com

滇龙胆是龙胆科龙胆属多年生草本植物,别名坚龙胆、兰花根、青鱼胆、龙胆草等^[1]。滇龙胆是传统中药材龙胆的重要来源^[2],是云南道地药材,以根及根茎入药,具有清热保肝、杀菌、泻火、健脾等作用,龙胆苦苷等裂环烯醚萜类成分是其活性成分^[3]。滇龙胆是龙胆泻肝汤、龙胆注射液、龙胆泻肝片等 180 多种中成药的原料,据报道^[4]滇龙胆药材仅在云南年需求量近 1 000 t,药厂原料主要依靠野生资源,随着药厂对滇龙胆野生资源需求量的不断增加,野生资源急剧下降,野生种质资源濒临灭绝,已经被列为野生药材物种国家三级重点保护的濒危物种,开展滇龙胆 GAP 规范化种植是解决药材资源紧缺的有效途径。

种子育苗是滇龙胆 GAP 规范化种植的基础,是药材高产、优质、安全栽培的重要保证。磷是组成植物细胞核酸、核蛋白、磷脂、磷酸腺苷(AMP)、二磷酸腺苷(ADP)、三磷酸腺苷(ATP)等的主要成分,与蛋白质合成、细胞分裂、细胞生长密切相关;磷还是 NAD^+ 、 NADP^+ 等多种辅酶的成分,在植物体内光合作用、呼吸作用及氮代谢中发挥重要作用^[5],适量施磷对幼苗及根系生长具有重要影响。漂浮育苗技术在我国烤烟育苗应用上取得重大进展^[6],但目前尚未见有关磷对滇龙胆漂浮育苗幼苗生长和生理特性影响的研究报道。因此,本试验拟以珍珠岩、蛭石、草炭等混合成基质,在其他营养素不变的条件下,研究不同质量浓度磷对滇龙胆幼苗生长和生理特性的影响,以期筛选出漂浮育苗最佳磷浓度,为漂浮育苗合理使用磷肥提供理论依据和参考。

1 材料

1.1 仪器 HR20M 型高速冷冻离心机(湖南赫西仪器装备有限公司),UV759 型紫外-可见分光光度计(上海奥析科学仪器有限公司),BCD-276AK4KELON 型冰箱(广东科龙电器股份有限公司),AB104 型电子天平(瑞士 Mettletoledo 公司),GH-30 型恒温水浴(北京新辰生物科技有限公司)等。

1.3 种子 滇龙胆种子于 2011 年采自云南省云龙县关坪镇药材种植基地,并经云南省大理学院药学与化学学院李海峰副教授鉴定为龙胆科龙胆属滇龙胆 *Gentiana rigescens* Franch 的果实,果实搓去种皮自然晒干,备用。育苗基质和漂浮盘由大理州烟草公司烤烟漂浮育苗材料厂提供,育苗基质由珍珠岩、蛭石、草炭等混合而成。试验用无机试剂均为国药

集团化学试剂有限公司生产的分析纯。

2 方法

2.1 试验设计 磷质量浓度(P_2O_5)设为:0(对照,CK),25,50,100,200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 5 个水平。N 肥由尿素提供,K 肥由 K_2SO_4 提供,N-K₂O 为 20-20,其他营养元素由 MS 培养基配方提供。

2.2 方法 试验于 2012 年在大理学院药物研究所温室进行,漂浮池规格为 140 cm × 380 cm,池高度为 14 cm,池底铺双层聚苯乙烯塑料薄膜,水深 8 cm,漂浮盘规格为 33 cm × 52 cm,160 穴。每穴播种 3~5 粒种子,每个处理 3 次重复,每次重复 3 个漂浮盘,随机排列。播种前和播种后 45,60,75 d 时用蒸馏水将一定比例的肥料完全溶解后与育苗池水混合施肥。

2.3 结果统计与分析 播种后每天记录种子萌发情况,播种 30 d 后间苗 1 次,每穴只留 1 株健壮的幼苗。在滇龙胆幼苗成苗期测定株高、根长、根数、茎叶干质量和根干质量,株高和根长用直尺测定,茎叶干质量和根干质量用电子分析天平测定。同时,参照文献[7]的方法,在滇龙胆幼苗大十字期(6~7 叶)、成苗期(8~9 叶)测定生理特性指标,叶绿素含量采用丙酮提取法测定,硝酸还原酶(nitrate reductase, NR)活性采用磺胺-萘胺比色法测定,根系活力采用红四氮唑法测定。各处理随机抽取 12 株幼苗,每个处理重复 3 次。

所得数据用 SPSS 13.0 统计软件进行差异显著性比较(LSD 法)。

3 结果与分析

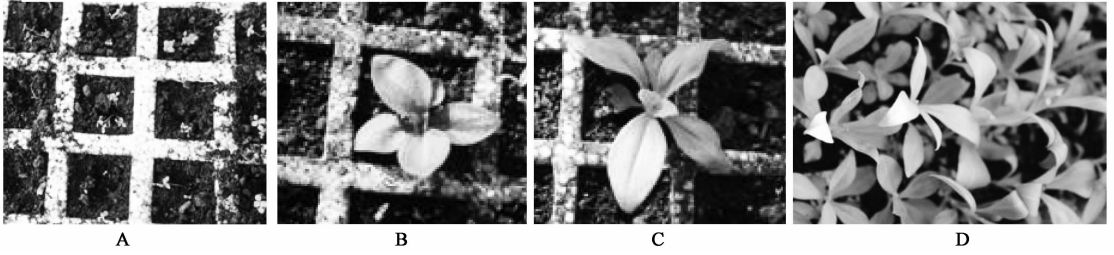
3.1 磷对滇龙胆漂浮育苗幼苗植物学性状的影响

滇龙胆种子播种 20~30 d 后胚芽突破种皮萌形成子叶(图 1A),子叶出土后胚根才开始生长,从子叶到小十字期(4~5 叶,图 1B)需要 20~30 d,这段时期茎叶生长缓慢,根生长较快;从小十字期到大十字期(图 1C)根、茎叶生长较快;大十字期后根、茎叶生长较慢,植株逐渐变强壮,再经过 15~20 d 生长得到可供移栽的漂浮苗(图 1D)。

由表 1 可知,不同质量浓度磷对滇龙胆漂浮育苗幼苗植物学性状影响较大,施磷处理对幼苗性状影响较大,磷质量浓度在 50~100 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,幼苗株高、茎叶干质量之间无显著差异,但是,株高、茎叶干质量($P < 0.01$)极显著高于对照和其他处理;磷质量浓度为 50 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,幼苗根长、根干质量($P < 0.01$)极显著高于对照和其他处理;磷质量浓度为 200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,幼苗株高、根长、茎叶干质量、根干质

量反而低于未施磷的对照。从试验结果说明,适宜质量浓度的磷不仅能促进滇龙胆幼苗茎叶生长,还能促进根的生长。因为滇龙胆药材以根及根茎入

药,幼苗根系对药材产量及品质有重要影响,从本试验结果可知,磷质量浓度在 $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 比较适合滇龙胆幼苗生长和根系生长。



A. 种子萌发;B. 小十字期(4~5叶);C. 大十字期(6~7叶);D. 成苗期(8~9叶)

图1 滇龙胆漂浮育苗种子萌发及植株形态发生

表1 磷对滇龙胆漂浮育苗幼苗植物学性状的影响($\bar{x} \pm s, n=12$)

磷质量浓度/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	株高/cm	根长/cm	茎叶干质量/g	根干质量/g
0(CK)	$3.7 \pm 0.20 \text{ Cc}$	$4.9 \pm 0.30 \text{ Cd}$	$0.3369 \pm 0.0008 \text{ Cc}$	$0.2482 \pm 0.0014 \text{ Dd}$
25	$4.6 \pm 0.25 \text{ Bb}$	$5.5 \pm 0.26 \text{ Bc}$	$0.3662 \pm 0.002 \text{ Bb}$	$0.2514 \pm 0.0010 \text{ Cc}$
50	$5.6 \pm 0.21 \text{ Aa}$	$6.7 \pm 0.17 \text{ Aa}$	$0.4215 \pm 0.0010 \text{ Aa}$	$0.3314 \pm 0.0012 \text{ Aa}$
100	$5.6 \pm 0.15 \text{ Aa}$	$5.9 \pm 0.15 \text{ Bb}$	$0.4219 \pm 0.0013 \text{ Aa}$	$0.3111 \pm 0.0014 \text{ Bb}$
200	$3.5 \pm 0.36 \text{ Cc}$	$3.1 \pm 0.25 \text{ De}$	$0.1540 \pm 0.0020 \text{ Dd}$	$0.1666 \pm 0.0011 \text{ Ee}$

注:不同大小写字母分别表示 $P < 0.01$ 极显著差异和 $P < 0.05$ 显著差异。

3.2 磷对滇龙胆漂浮育苗幼苗叶片中叶绿素含量的影响 由图2可知,不同质量浓度磷对滇龙胆漂浮育苗幼苗叶片中叶绿素含量影响较大,在大十字期和成苗期施磷处理滇龙胆幼苗叶片中叶绿素含量均高于未施磷的对照;大十字期磷质量浓度在 $50 \sim 100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,幼苗叶片中叶绿素含量极显著高于对照和其他处理($P < 0.01$);成苗期磷质量浓度为 $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,幼苗叶片中叶绿素含量极显著高于对照和其他处理($P < 0.01$)。磷质量浓度过高和过低都不利于幼苗叶片中叶绿素含量的合成,漂浮育苗营养液中适宜质量浓度的磷是幼苗叶片中叶绿素合成的关键,幼苗只有较高的叶绿素含量,才能具有较强的光合作用,促进幼苗茎叶和根系的生长。从试验结果表明,磷质量浓度在 $50 \sim 100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 能极显著提高幼苗叶片中叶绿素含量,大十字期幼苗叶片中叶绿素含量明显高于成苗期。

3.3 磷对滇龙胆漂浮育苗幼苗叶片中硝酸还原酶(NR)活性的影响 由图3可知,不同质量浓度磷对滇龙胆漂浮育苗幼苗叶片中NR活性影响较大,在滇龙胆幼苗大十字期和成苗期,施磷处理叶片中NR活性均高于未施磷的对照,磷质量浓度为 $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,幼苗叶片中NR活性($P < 0.01$)极显著高于对照和其他处理,其中大十字期幼苗叶片中NR活性高于成苗期。因此,在滇龙胆漂浮育苗营

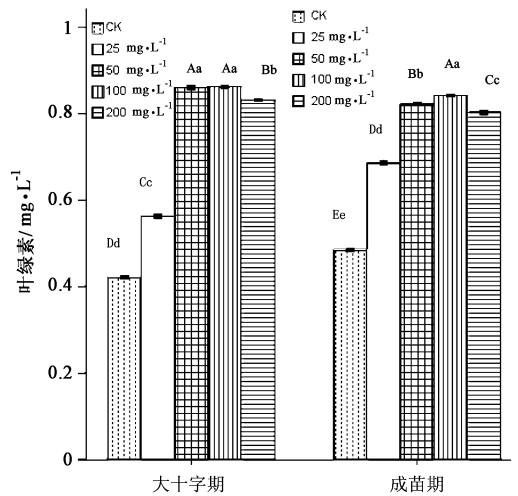


图2 不同质量浓度磷对滇龙胆漂浮育苗不同生育期幼苗叶片中叶绿素含量的影响($\bar{x} \pm s$)

养液中保持一定浓度的磷能够促使幼苗叶片中NR活性增加,从而增强幼苗对硝态氮的吸收和利用,促进幼苗茎叶和根系的生长。试验结果表明,滇龙胆漂浮育苗营养液中磷浓度为 $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 较为适宜NR活性的提高。

3.4 磷对滇龙胆漂浮育苗幼苗根系活力的影响 由图4可知,不同浓度磷素对滇龙胆漂浮育苗幼苗根系活力影响较大,滇龙胆幼苗在大十字期和成苗期,施磷处理幼苗根系活力均高于未施磷的对照,大

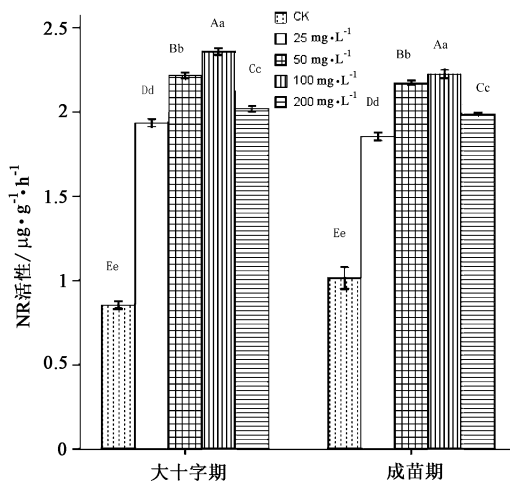


图 3 不同质量浓度磷对滇龙胆漂浮育苗不同生育期幼苗叶片中 NR 活性的影响 ($\bar{x} \pm s$)

十字期磷质量浓度在 50 ~ 200 mg·L⁻¹ 时, 幼苗根系活力 ($P < 0.01$) 极显著高于对照和 25 mg·L⁻¹ 处理, 磷质量浓度为 100 mg·L⁻¹ 时, 幼苗根系活力 ($P < 0.05$) 又显著高于其他处理; 成苗期磷质量浓度在 50 ~ 100 mg·L⁻¹ 时, 幼苗根系活力 ($P < 0.01$) 极显著高于对照和其他处理, 磷质量浓度为 100 mg·L⁻¹ 时, 幼苗根系活力 ($P < 0.05$) 又显著高于 50 mg·L⁻¹; 成苗期根系活力略高于大十字期。较强的根系活力是生产优质种苗的根本保证, 从试验结果表明, 磷质量浓度在 50 ~ 100 mg·L⁻¹ 能极显著提高幼苗根系活力, 促进幼苗茎叶生长。

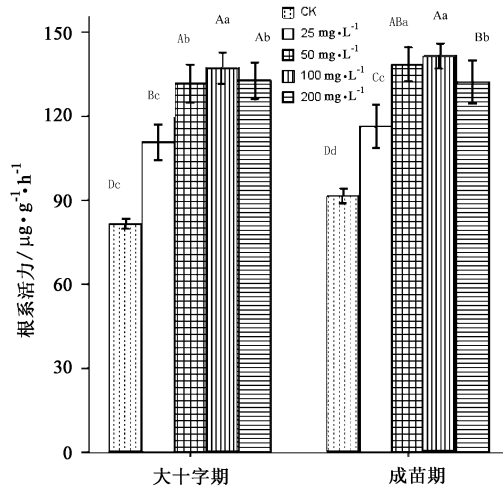


图 4 不同浓度磷对滇龙胆漂浮育苗不同生育期幼苗根系活力的影响 ($\bar{x} \pm s$)

4 讨论

从本试验结果表明, 施磷处理对滇龙胆幼苗的株高、茎叶干质量、根长、根干质量均极显著高于未施磷处理, 滇龙胆漂浮育苗营养液中保持适宜浓度

的磷素, 不仅能促进幼苗茎叶生长, 还能促进根的生长。这与梁银丽等^[8-9] 研究结果相似, 磷能促进小麦幼苗根系生长发育, 增强幼苗对土壤水分的利用, 提高幼苗的抗旱性。同时, 施磷处理滇龙胆幼苗叶片中叶绿素含量、NR 活性及根系活力均极显著高于未施磷, 与习向银等^[10] 研究磷对烤烟漂浮育苗生物特性的结果相似, 不同浓度处理之间呈现出相似规律, 并且在幼苗生长的大十字期的效应明显高于成苗期。

因为滇龙胆药材以根及根茎入药, 活性成分主要在根及根茎中合成与积累, 所以幼苗根系的质量直接影响移栽后药材的产量。滇龙胆漂浮育苗营养液中磷质量浓度在 50 ~ 100 mg·L⁻¹ 对滇龙胆幼苗的株高、茎叶干质量、根长、根干质量影响极显著, 同时对幼苗的生理效应也有显著影响。本实验仅考虑磷浓度单因素对滇龙胆漂浮育苗幼苗植物学性状和生理特性的影响, 有关磷通过苗的作用对药材质量的影响有待于进一步探讨。

[参考文献]

- [1] 中国科学院《中国植物志》编委会. 中国植物志. 62 卷[M]. 北京: 科学出版社, 1988: 100.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[S]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 89.
- [3] 沈涛, 金航, 杨涛, 等. 不同产地野生滇龙胆中主要裂环烯醚萜类成分的含量比较[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(13): 70.
- [4] 李智敏, 刘莉, 李晚谊, 等. 滇龙胆的药用资源研究与开发进展[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2009, 31(S1): 485.
- [5] 王忠. 植物生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 84.
- [6] 彭细桥, 吴建志, 陆中山, 等. 我国烟草漂浮育苗技术应用现状、研究进展与发展方向[J]. 中国烟草学报, 2010, 16(3): 90.
- [7] 邹琦. 植物生理生化实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 124.
- [8] 梁银丽, 陈培元. 土壤水分和磷对小麦根系生长生理特性的影响[J]. 西北植物学报, 1994, 14(5): 55.
- [9] 梁银丽, 陈培元. 土壤水分和磷营养对小麦根系生长生理特性的调节[J]. 植物生态学报, 1996, 20(3): 255.
- [10] 向习银, 陈益银. 土壤烤烟漂浮育苗生长和生理特性的影响[J]. 河南农业科学, 2008(1): 33.

[责任编辑 邹晓翠]