

通气对几种水培观赏植物生长的影响

邢书慧, 罗 健, 陈泳慧, 王 梅, 林东教, 刘士哲

(华南农业大学无土栽培技术研究室, 广州 510642)

摘 要: 采用通气泵对营养液通气以提高营养液中溶解氧量, 研究通气对水培小天使、芦荟、金琥、山海带4种植物生长的影响。结果表明: 通气会改变植物不同范围直径根在根系中所占的比例, 进而增大根总长、根表面积, 促进植物对养分和水分的吸收。

关键词: 水培; 通气; 小天使; 芦荟; 金琥; 山海带

中图分类号: S682.33; S317

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2005)S-0036-05

邢书慧, 罗 健, 陈泳慧, 等 通气对几种水培观赏植物生长的影响[J]. 农业工程学报, 2005, 21(S): 36-40

Xing Shuhui, Luo Jian, Chen Yonghui, et al Effect of insufflating air in the nutrient solution on the growth of *Philodendron P luto*, *Aloe barbadensis*, *Echinocactus link et otto* and *D. m arginata* [J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21 (Supp): 36-40 (in Chinese with English abstract)

0 引言

水培花卉具有高雅清洁, 管理简易等优点^[1], 它作为室内装饰越来越受到人们的喜爱。水培和土培的基本不同点是: 水培采用营养液作为介质, 为植物提供营养和水分^[2]; 而土培则是采用土壤作为生长介质, 通过施肥浇水为植物提供营养和水分。但是由于氧气在水中的溶解度较低, 而在土壤中通过气体扩散能满足根系生长和代谢对氧的需要^[3], 所以相对于土培来说, 水培给根系提供的氧气量比较少, 比较容易出现氧气不足的问题。氧气不足对植物生长的影响首先表现在植物根系容易出现腐烂等症^[4], 进而影响植物地上部的生长。

虽然目前采用的静止水培技术栽培室内观赏植物技术比较成熟, 但仍然存在氧气不足的问题, 目前研究水培中溶氧量不同对植物生长的影响, 主要集中在蔬菜上, 而对观赏植物研究的很少。本试验主要是通过通气水培和静止水培两个处理, 研究通气对植物生长的影响, 并且初步探讨观赏植物对水培的适应机理。

1 材料与方法

1.1 供试植物

小天使 (*Philodendron p luto*) 又名羽裂蔓绿绒, 天南星科喜林芋属。原产南美洲巴西热带雨林, 附生在大树上, 其褐色的气生根从空中垂至地面或着生在树干上。喜温暖、潮湿的环境, 耐阴而怕强阳光直射, 为优良室内观叶植物。

芦荟 (*Aloe barbadensis* Miller) 是芦荟属百合科多年生常绿肉质草本植物, 原产非洲热带沙漠干旱地区, 喜高温湿润气候, 喜光, 耐旱, 忌积水, 怕寒冷。芦荟不仅可以清除室内空气中的甲醛, 而且它的植株和叶形与龙舌兰酷似, 具有极高的观赏价值。

金琥 (*Echinocactus* Link et Otto.), 又名象牙球金琥, 它为多年生有刺肉质植物。茎深绿色, 呈球形。球径可达50~80 cm, 有棱20~30条, 并密生金黄色扁平的强刺及黄色冠毛。花黄色, 自茎顶开出, 花径约6 cm。金琥是仙人掌属的著名大型种, 具有很高观赏价值。由于受原产地环境影响, 金琥形成了喜温、耐旱的特征。栽培中水分不宜过多。它要求排水透气良好的土壤或基质, 目前金琥的静止水培比较成功。

山海带 (*Dracaena Cambodiana* Pierr ex Gagnep) 是国家三级保护植物, 原名海南龙血树, 因其叶像中海带而得其美名, 属龙舌兰科龙血树属常绿乔木。分布于中国海南、广东、广西、云南等地, 尤以海南较多。

本试验在种植时选取生长较一致的植株, 其中金琥、小天使、芦荟在种植前经过剪根处理。

1.2 试验设计

选用4种植物: 山海带、小天使、金琥、芦荟, 设通气水培(通气10 min 停50 min)、静止水培、基质培等3个处理, 重复4次。

营养液均采用华南农业大学叶B配方, 试验期间小天使在4月27日补充营养液, 通气水培补充2 L, 静止水培补充1.5 L, 其它3种植物没有换液。

本试验在华南农业大学无土栽培研究室试验基地进行; 试验时间为2005年3月8日至5月8日, 共60 d。

1.3 测定项目与方法

营养液的pH采用便携式pH计(MP120)测定; 硝态氮含量采用紫外分光光度法, $\lambda=210$ nm; 铵态氮含量采用钠氏试剂比色法, $\lambda=410$ nm; 全磷含量采用钒钼黄比色法, $\lambda=450$ nm; 全钾含量采用火焰光度计法测定^[5]; 根活力采用-萘胺法测定^[6]。

收稿日期: 2005-09-25

基金项目: 广东省教育厅资助项目(z02006)

作者简介: 邢书慧(1982-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 花卉无土栽培技术, 广东广州天河区五山 华南农业大学无土栽培技术研究室, 510642, Email: auhxsh@126.com

通讯作者: 刘士哲(1964-), 男, 教授, 研究方向: 植物营养, 设施栽培, 广东广州天河区五山 华南农业大学无土栽培技术研究室, 510642, Email: szliu@scau.edu.cn

根系扫描采用计算分析软件Winrhizo 进行扫描分析, 直接得出总根长、根表面积、根的平均直径和根的直径分级等各种参数。

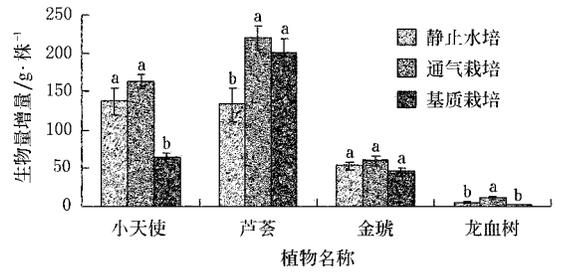
2 结果分析

2.1 不同栽培方式对4种植物生长状况的影响

1) 不同栽培方式对4种植物生物量的影响

从图1中, 可以看出芦荟和山海带(龙血树)在通气水培的生物量增量显著大于静止水培的, 但是通气水培的芦荟生物量增量和基质培的没有差异; 小天使在静止水培和通气水培没有显著差异, 但是都显著高于基质培的, 这可能与小天使的根部结构有关, 在静止水培下, 它的根部会产生一些气腔向根部疏导氧气, 使它能够正常生长; 金琥在3种栽培条件下生物量增量没有显著差异, 可能与金琥本身生长速度较慢有关。

植物对水培营养液中溶氧量的要求因植物而异^[7], 通气会促进山海带和芦荟的生长, 表明它们对营养液中溶氧量的要求较高; 而通气对金琥和小天使的生长不会产生太大的影响, 表明它们对溶氧量的要求较低, 但通气对4种供试植物地上部的观赏性没有太大的影响。



注: 图中数据为4次重复的平均值, 同一品种具有相同字母的表示差异不显著(DMRT法, $p=0.05$)

图1 4种植物在不同处理下的生物量增量

Fig. 1 Biomass of four kinds of plants under different treatments

2) 不同栽培方式对4种植物根系生长的影响

根形态(如根长、根毛以及根表面积等)与养分的吸收效率密切相关, 根系的长短、粗细对作物吸收养分和水分至关重要^[8]。有研究表明, 作物对养分的吸收不完全取决于根系重量, 而主要取决于根长和根表面积^[9]。从表1可看出, 除小天使外, 芦荟、金琥、山海带在通气水培下根长、根表面积均显著大于静止水培和基质培的, 这有利于植物对养分和水分的吸收, 因此通气水培可以促进植物的生长。

表1 4种植物在不同处理下根系形态指标

Table 1 Growth status of root system of four kinds of plants

植物名称	处理	根鲜重/g·株 ⁻¹	总根长/cm·株 ⁻¹	根表面积/cm ² ·株 ⁻¹	根平均直径/mm·株 ⁻¹
小天使	静止水培	61.73 ± 3.81a	9195.68 ± 1287.30a	2376.98 ± 400.67a	0.83 ± 0.03b
	通气水培	70.25 ± 4.96a	8514.13 ± 1368.38a	2396.31 ± 195.17a	0.99 ± 0.09b
	基质培	45.77 ± 2.14b	3702.76 ± 144.08b	1404.83 ± 36.84b	1.21 ± 0.03a
芦荟	静止水培	6.40 ± 0.87b	1406.4 ± 101.50b	219.34 ± 42.81b	0.61 ± 0.02b
	通气水培	10.23 ± 1.31b	2438.67 ± 177.71a	456.36 ± 26.93a	0.60 ± 0.01b
	基质培	15.63 ± 1.79a	1762.34 ± 195.79b	504.29 ± 78.39a	0.90 ± 0.05a
金琥	静止水培	2.10 ± 0.37a	244.02 ± 20.30b	37.58 ± 5.96b	0.49 ± 0.05a
	通气水培	2.72 ± 0.29a	359.11 ± 0.36a	60.54 ± 6.85a	0.60 ± 0.02a
	基质培	2.88 ± 0.47a	252.60 ± 10.62b	52.20 ± 2.56ab	0.60 ± 0.04a
山海带	静止水培	1.08 ± 0.28b	51.97 ± 29.09b	16.00 ± 10.10b	0.89 ± 0.12ab
	通气水培	3.01 ± 0.42a	221.86 ± 54.94a	84.90 ± 19.41a	1.25 ± 0.14a
	基质培	0.87 ± 0.24b	73.30 ± 20.63b	18.53 ± 5.51b	0.79 ± 0.03b

注: 表中数据为4次重复的平均值 ± 标准误, 同一品种植物具有相同字母的表示差异不显著(DMRT法, $p=0.05$)。

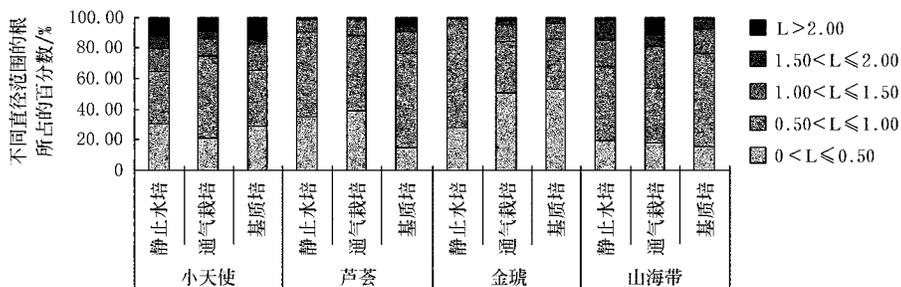


图2 不同处理4种植物各级根系直径的分布情况

Fig. 2 Proportion of different radius roots of four kinds of plants

从图2可以看出4种植物在静止水培、通气水培、基质培3种处理下不同直径范围的根在总根中所占的比例。小天使在通气水培下0.50~1.00 mm的根所占比

重大于静止水培和基质培的; 芦荟在基质培中0.50~1.00 mm的根所占比重大于静止水培和通气水培的, 约占60%; 金琥在静止水培下0.50~1.00 mm的根约占

总根量的 70%，通气水培和基质培的根系结构比较相似，0.00~0.50 mm 的根约占 50%，0.50~1.00 mm 的只有 25% 左右；山海带在 3 种处理下，通气水培下直径大于 2.00 mm 的根约占 10%，其它两者只有 2% 左右，但是通气水培下 0.50~1.00 mm 的根量减少，1.00~1.50 mm 的根量略有增加。通气可以改变植物根系中不同直径根所占的比例，这就是通气条件下，植物总根长和根表面积增加的原因。

2.2 营养元素的吸收情况

从表 2 中可以看出，在通气水培下，4 种植物的吸 P 量显著高于或极显著静止水培下的，说明通气促进了植物对磷的吸收；芦荟、金琥、山海带在通气条件下吸 K 量

显著或极显著高于静止水培的，而小天使则没有表现出差异；对铵态氮和硝态氮的吸收是影响营养液 pH 值变化的一个主要因素，在通气条件下，小天使和山海带吸收的铵态氮量极显著高于静止水培的，芦荟和山海带吸收的硝态氮量极显著高于静止水培的，金琥则没有明显差异；而且金琥吸收的总氮量接近于 0，其生长所消耗的氮素可能来自于自身的储藏。

4 种植物在通气水培下吸收的营养元素总量普遍高于静止水培，但在养分利用效率方面，除静止水培的金琥大于通气水培的以外，其余 3 种植物在两种处理下均没有显著差异。

表 2 4 种植物在不同处理下 N、P、K 营养元素的吸收量

Table 2 Absorption amounts of N, P, K nutrients for four plants under different treatments

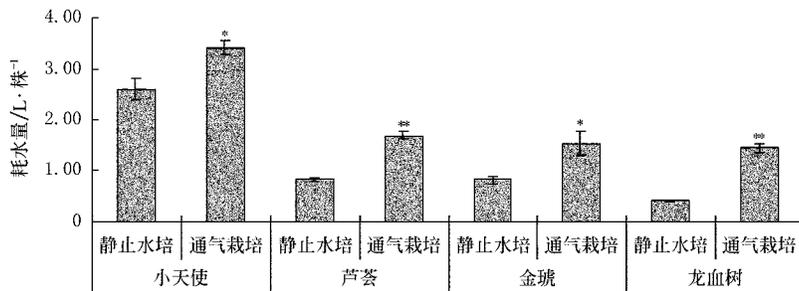
植物名称	处理	N		K /mg·株 ⁻¹	P /mg·株 ⁻¹	NPK 吸收总量 /mg·株 ⁻¹	养分效率 /g·mg ⁻¹
		NH ₄ ⁺ -N/mg·株 ⁻¹	NO ₃ ⁻ -N/mg·株 ⁻¹				
小天使	静止水培	9.55 ± 0.06	1.97 ± 0.27	62.72 ± 6.89	17.10 ± 1.37	91.33	1.50
	通气水培	10.36 ± 0.15**	2.22 ± 0.12	74.36 ± 2.45	22.54 ± 1.11*	109.48	1.49
芦荟	静止水培	2.88 ± 0.82	0.71 ± 0.19	25.65 ± 5.58	3.63 ± 0.55	32.86	4.04
	通气水培	2.71 ± 0.70	1.36 ± 0.22**	40.49 ± 4.16**	8.18 ± 0.54**	52.74	4.18
金琥	静止水培	0.00 ± 0.00	0.05 ± 0.04	5.54 ± 1.26	2.69 ± 0.33	8.29	6.41
	通气水培	0.76 ± 0.35	0.24 ± 0.07	12.63 ± 1.16*	6.81 ± 0.39**	20.44	2.91
山海带	静止水培	1.68 ± 0.62	0.24 ± 0.08	4.74 ± 1.35	1.42 ± 0.59	8.08	0.57
	通气水培	4.69 ± 0.35**	0.91 ± 0.17**	20.13 ± 1.05**	9.48 ± 0.42**	35.21	0.31

注：表中数据均为四次重复的平均值 ± 标准误，采用 *t* 检验，同一品种植物中具有“*”表示差异显著 (*t* = 0.05)，“**”表示差异极显著 (*t* = 0.01)。

2.3 耗水量的变化

从图 3 可以看出，4 种植物在通气水培下的耗水量显著高于静止水培下的，山海带和芦荟还达到了极显著差异。这可能有两个原因：一是植物的生长量在通气条

件下比较大，需要消耗较多的营养液；二是通气打破了液相和气相的界面，促进了蒸发，但是也提高了植物根系环境的湿度，可能会对一些水培的湿生植物具有促进生长的作用。



注：图中数据为 4 次重复的平均值，同一品种中具有“*”表示差异显著 (*t* = 0.05)，“**”表示差异极显著 (*t* = 0.01)，采用 *t* 检验

图 3 不同植物在两种处理下的耗水量比较

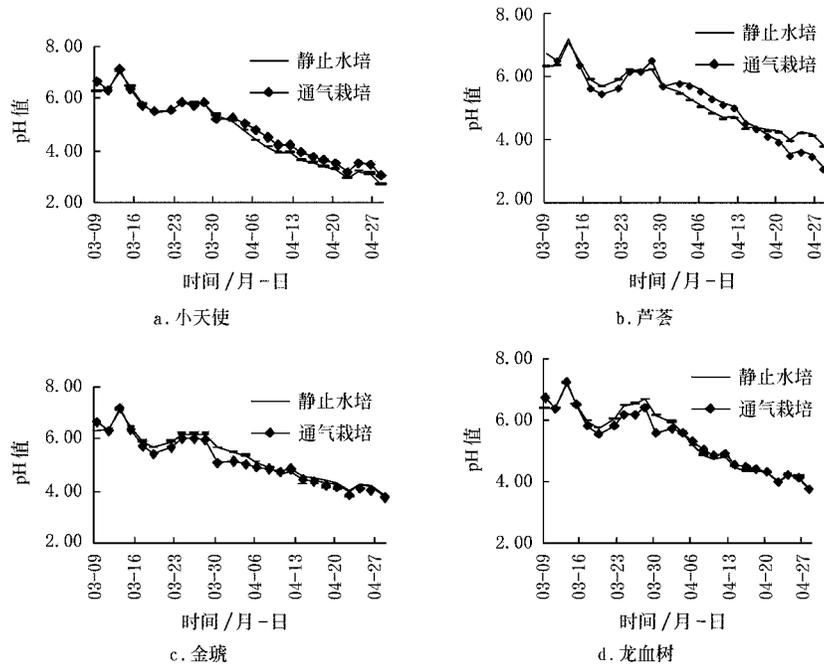
Fig 3 Water consumption of four kinds of plants under two different treatment

2.4 营养液 pH 值的变化

从图 4a~d 可以看出，小天使、芦荟、金琥、山海带不论在静止水培还是在通气水培下，营养液的 pH 值都呈下降的趋势，小天使在静止水培下还降到了 2.88。这可能是由于试验所选用的营养液配方中含有较多的铵态氮，而植物吸收铵态氮的速率较大，根系分泌一些有机酸和 H⁺ 所造成的。芦荟在通气后期，通气水培的 pH

值低于静止水培的；而小天使则静止水培的稍低于通气水培的；金琥和山海带的 pH 值变化不受通气的影响。

但是低 pH 值并没有对植物的生长带来不利的影响，说明在水培中，植物根际适应的 pH 值范围较宽，在水培室内观赏植物可以不考虑 pH 值的变化情况，减少工作量。



注: 上面四个图中数据均为4次重复的平均值

图4 4种植物在不同处理下营养液的pH变化

Fig. 4 Changes of pH values of the nutrient solutions during the plantation of four plants under different treatments

3 结果与讨论

在水培中给植物通气对有些植物具有促进生长的作用,像芦荟、山海带,但是对一些植物的生长没有显著的促进作用,像小天使、金琥,这可能与植物本身的生长习性有关:小天使生活在潮湿地带,比较适应低氧环境;而金琥的生长速度缓慢,短时期内没有显著的效果。

通气改变植物不同直径根系所占的比例,显著增加了根系的总根长和根表面积,能够促进植物对养分和水的吸收,促进植物的生长。

小天使、芦荟、金琥、山海带都是优良的观赏植物,具有很大的市场潜力。本试验中水培的4种植物由于其管理简单,并可观赏根系等优点,在市场上具有较强的竞争力。在生产上给植物通气会促进植物的生长,缩短生长周期,提高经济效益。

本试验初步探讨了通气对几种水培观赏植物生长的影响,以及造成这些影响原因,为以后更多的观赏植物,尤其是对栽培基质的通气性要求较高的植物的水培提供了理论和实践上的依据。但各种植物需要的通气量及通气频率仍需要进一步试验。

[参 考 文 献]

- [1] 何生根, 乔爱民, 麦英豪, 等. 土栽和水栽条件下黑美人的生理特性比较[J]. 农业与技术, 2003, 5: 73- 77.
- [2] 刘士哲. 现代实用无土栽培技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 131.
- [3] 刘文良. 植物水分逆境生理[M]. 北京: 农业出版社, 1992: 92- 95.
- [4] Tesi R, Lenzi A, Lombardi P. Effect of different O₂ levels on spinach (*Spinacia oleracea* L.) grown in a floating system [J]. Acta Horticulturae, 2003, 614: 631- 637.
- [5] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 50- 53, 53- 56, 101- 103, 269- 270.
- [6] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1992: 140- 142.
- [7] Kempton H R G, Oxygen R J. Content of flowing nutrient solution used cucumber and tomato culture [J]. Scientia Horticulture, 1983, 20: 23- 33.
- [8] Silberbush M, Ben-Asher J. Simulation study of nutrient uptake by plants from soilless cultures as affected by salinity buildup and transpiration [J]. Plant and Soil, 2001, 223: 59- 69.
- [9] 马丽荣, 王鹤龄, 李兴涛, 等. 小麦根系的生长和活力研究 [J]. 甘肃农业科技, 2001, 8: 18- 19.

**Effect of insufflating air in the nutrient solution
on the growth of *Philodendron Pluto*, *Aloe barbadensis*,
Echinocactus link et otto and *D. marginata***

Xing Shuhui, Luo Jian, Chen Yonghui, Wang Mei, Lin Dongjiao, Liu Shizhe

(Laboratory of Soilless Culture, South China Agricultural University, Guangzhou 510640, China)

Abstract: This study was conducted to ascertain the effect of insufflating air in the nutrient solution on the growth of *Philodendron Pluto*, *Aloe barbadensis* Mill., *Echinocactus Link et Otto* and *D. racaena Cambodiana* Pierr ex Gagnep in hydroponic cultivation. The results showed that insufflating air changed the proportion of different radius roots, and this change increased the total length and area of root. The plant could absorb more nutrient and more water, and grew well in hydroponics with insufflating air.

Key words: hydroponics; insufflating air; *Philodendron Pluto*; *Aloe barbadensis* Mill.; *Echinocactus Link et Otto*; *D. racaena Cambodiana* Pierr ex Gagnep