

静止水培下扎米莲的生长及养分吸收动态

罗 健, 林东教, 廖敏虹, 陈 敏, 闫怀强, 刘士哲

(华南农业大学 无土栽培技术研究室, 广东 广州 510642)

摘要:以基质栽培为对照, 选用4个营养液配方进行扎米莲静止水培试验. 结果表明: 扎米莲静止水培的各项生长指标相当于或优于基质栽培. 试验期间营养液的pH值均下降, EC值均上升, 而扎米莲的生长不受影响; 配方4的总耗水量和N、P、K的吸收总量及养分效率最高. 表明扎米莲适宜静止水培, 其中配方4的效果最好. 此外, 不同时期扎米莲的生长速率及对水分、养分的吸收速率不同.

关键词:扎米莲; 静止水培; 养分吸收

中图分类号: S682.29

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2004)03-0018-04

The growth and nutrients uptake of *Zamioculcas zamiifolia* in still hydroponics

LUO Jian, LIN Dong-jiao, LIAO Min-hong, CHEN Min, YAN Huai-qiang, LIU Shi-zhe

(Lab of Soilless Culture, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: Four formulae of nutrient solution were used to plant *Zamioculcas zamiifolia* in still hydroponics. The results showed that all growth indices of *Zamioculcas zamiifolia* in still hydroponics were near to or better than those in medium culture. The pH value of nutrient solution dropped and the EC value increased, while the growth of *Zamioculcas zamiifolia* was not affected. Water consumption, total uptake of N, P and K and nutrient efficiency were the highest in formula 4. Therefore, *Zamioculcas zamiifolia* is adaptable to still hydroponics and formula 4 is the best among the formulae tested. In addition, the growth rate and absorption rate of water and nutrients by *Zamioculcas zamiifolia* were different during different periods.

Key words: *Zamioculcas zamiifolia*; still hydroponics; nutrients uptake

扎米莲 *Zamioculcas zamiifolia*, 又名扎米叶、美铁芋、金钱树, 属天南星科扎米莲属观叶植物. 原产热带非洲, 茎基上部膨大, 具地下块茎, 从块茎萌发形成大型复叶, 小叶肉质具短小叶柄, 坚挺浓绿, 明亮光泽, 排列富有特色, 是近年引进的具较高观赏价值且适宜室内摆设的花卉新品种. 扎米莲以往主要是用土壤栽培和基质栽培, 这种传统的栽培方式因植株生长速度慢、管理麻烦、不卫生, 而影响了花卉的观赏价值, 此外还因植株易带病而影响出口^[1,2]. 随着生活水平的提高, 人们迫切需要一种既高效优质又简便卫生的种植方式来代替传统栽培方式. 而水培花卉由于营养和水分供应充足、均衡, 管理方便, 植株生长速度快、品质优, 不易带病而深受消费者欢

迎^[3-5], 其应用前景非常广阔. 本研究以基质栽培为对照, 用4个营养液配方静止水培扎米莲, 通过比较扎米莲地上部和根系生物学指标及其对N、P、K吸收的变化, 探讨扎米莲对静止水培的适应性以及营养液的pH、EC变化和养分吸收的动态, 从而为扎米莲的静止水培提供理论依据, 并促进该技术的普及应用.

1 材料与方法

1.1 材料

扎米莲 *Zamioculcas zamiifolia* 植株来自基质培苗, 洗根后用多菌灵 500 倍液浸泡根及块茎 15 min, 试验前进行营养液适应性培养 14 d; 水培试验装置

收稿日期: 2003-12-05

作者简介: 罗 健(1966-), 女, 讲师, 硕士. 通讯作者: 刘士哲(1964-), 男, 教授, 硕士.

基金项目: 广东省教育厅资助项目(Z02006)

为上口径 165 mm,下口径 105 mm,高 155 mm 的不透明塑料盆,上盖匹配的定植筛,植株定植于定植筛中,根系从筛孔伸出,每盆定植 1 株小苗。

1.2 方法

试验在华南农业大学无土栽培技术研究基地的连栋大棚中进行。设基质栽培和 4 个不同营养液配方(表 1)5 个处理,4 次重复。试验于 2002 年 9 月 12 日定植,至 2003 年 2 月 22 日结束。试验期间每隔 7 d

测 1 次营养液的 pH 值及 EC 值;每隔 1 个月换 1 次营养液;差减法测定植株质量的增加及剩余营养液量,同时取剩余营养液 100 mL,分析其中的 NO₃⁻-N、NH₄⁺-N、P、K 含量^[6];测定植株的高度、分枝数、全株质量、根系鲜质量和干质量等指标;用叶绿素仪 (SPAD-502)测定叶绿素相对含量,扫描仪和计算机图像分析软件 WINRHIZO[®] 分析测定根总长、根表面积。

表 1 供试营养液配方的大量元素组成

Tab. 1 The composition of the tested nutrient solution formulae

mmol·L⁻¹

配方 formula	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	H ₂ PO ₄ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻
1	5.50	1.00	0.74	3.24	2.00	1.00	2.00
2	8.09	0.25	1.50	6.92	1.21	2.40	2.40
3	8.62	0.80	1.50	5.24	2.54	0.61	0.61
4	8.00	0.00	0.74	4.74	2.00	1.00	1.00

2 结果与分析

2.1 不同处理和时期对扎米莲生长的影响

图 1 表明,水培各处理扎米莲质量增加的主要时期是在 9 ~ 12 月,12 月以后,扎米莲的生长速

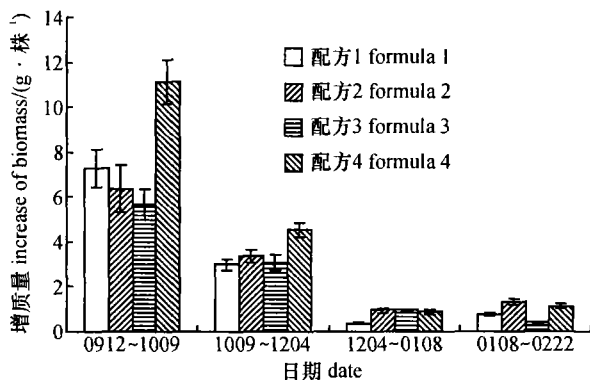


图 1 不同时期各水培处理扎米莲的周平均质量变化

Fig. 1 Weekly changes of mean biomass of *Zamioculcas zamiifolia* at different growth stages in hydroponics

率相对较慢;不同配方处理间以配方 4 的质量增加较大。

从总增质量来看(表 2),水培各处理均显著大于基质栽培,其中配方 4 增质量最多,与基质培及其他水培处理差异显著。配方 1、配方 2、配方 3 之间差异不显著。从扎米莲地上部外观指标看,叶片数和分枝数虽以基质培的较多,但其叶片较小,分枝较细,故总增质量不如水培,且其叶色也较浅。水培各处理的叶色均较浓绿,叶绿素相对含量均显著大于基质培,但不同水培处理间叶片数、叶绿素相对含量、分枝数和株高均无显著差异。

2.2 扎米莲根系生物学指标的变化

表 3 表明,扎米莲根系的鲜质量和干质量均以配方 4 和基质培的显著大于配方 1、配方 2 和配方 3,配方 1 最小;总根长和根表面积均是配方 4 最大,且显著大于其他处理,基质培的总根长则显著最小。以上结果表明,水培可能使根的某些形态发生改变,如根变细长、细长的侧根增多等。

表 2 不同处理扎米莲的生长状况¹⁾

Tab. 2 The growth indices of *Zamioculcas zamiifolia* in different treatments

配方 formula	总增质量 increase of biomass / (g·株 ⁻¹)	叶片数 no. of leaves / (片·株 ⁻¹)	叶绿素相对含量 relative cont. of chlorophyll	分枝数 no. of branches / (条·株 ⁻¹)	株高 height / mm
1	56.45 ± 6.76b	32 ± 6.34a	66.18 ± 0.38a	3.0 ± 0.47b	382 ± 10.67a
2	53.52 ± 6.09b	33 ± 4.93a	67.92 ± 1.80a	2.5 ± 0.33b	358 ± 20.02a
3	59.84 ± 3.15b	32 ± 5.03a	64.78 ± 1.92a	3.0 ± 0.47b	411 ± 37.68a
4	96.80 ± 6.75a	40 ± 6.71a	62.25 ± 0.93ab	3.5 ± 0.33ab	398 ± 37.10a
基质培 medium culture	32.34 ± 1.87c	44 ± 3.31a	57.80 ± 4.21b	4.5 ± 0.33a	400 ± 16.80a

1) 表中数据为 4 次重复的平均值 ± 标准误,同列数据后具相同字母的表示差异不显著(DMRT 法, P > 0.05)

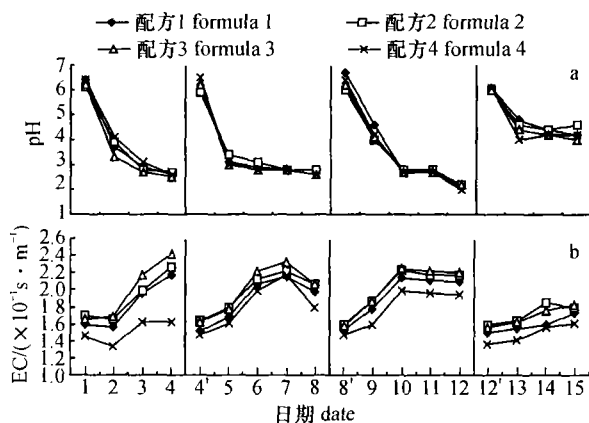
表3 不同处理扎米莲根系生物学指标变化¹⁾Tab. 3 Some root biological characteristics of *Zamioculcas zamiifolia* in different treatments

配方 formula	$m_{\text{鲜fresh}}$ /(g·株 ⁻¹)	$m_{\text{干dry}}$ /(g·株 ⁻¹)	总根长 total length of root /mm	根表面积 total surface area of root /mm ²
1	20.72 ± 2.77c	0.84 ± 0.10b	6 716.0 ± 788.6c	35 920 ± 2 878c
2	25.36 ± 2.55bc	0.88 ± 0.09b	7 816.3 ± 527.8bc	50 648 ± 5 294b
3	31.44 ± 3.06ab	1.13 ± 0.15b	8 598.0 ± 472.8b	46 748 ± 4 815b
4	38.41 ± 2.40a	1.46 ± 0.16a	11 746.3 ± 1254.0a	64 030 ± 7 697a
基质培 medium culture	35.76 ± 3.26ab	1.63 ± 0.13a	4 676.5 ± 674.2d	47 963 ± 5 727b

1) 表中数据为4次重复的平均值±标准误,同列数据后具相同字母的表示差异不显著(DMRT法, $P > 0.05$)

2.3 扎米莲种植过程中营养液 pH 值、EC 值和耗水量的变化

图 2a 表明,在整个生长期中,水培各处理的营养液 pH 值都下降,尤其以 12 月以前降幅较大,变幅在 pH2.0~6.7 的范围之间.每次更换新营养液后的第 7 d pH 值就降到 4.0 以下,并继续下降,最终维持在 2.6 左右.营养液的 pH 变化趋势一致且降幅较大,这不仅与配制营养液的生理酸性盐影响有关,可能还与植株根系分泌有机酸类物质有关.扎米莲在 pH 值较低的营养液中生长正常,表明扎米莲可能喜欢酸性环境条件.



1-0912 (配液), 2-0918, 3-0925, 4-1009, 4'-1009 (换液), 5-1016, 6-1023, 7-1030, 8-1106, 8'-1106 (换液), 9-1113, 10-1120, 11-1127, 12-1204, 12'-1204 (换液), 13-1211, 14-1225, 15-0108

图2 种植期间扎米莲各水培处理营养液 pH 值和 EC 值的变化
Fig. 2 Changes in pH and EC values of nutrient solutions during the growth period in hydroponics

图 2b 表明,在种植扎米莲的过程中 4 种营养液配方的 EC 值均呈上升趋势,且以 12 月份以前的变动较大,变幅在 $0.134 \sim 0.250 \text{ s} \cdot \text{m}^{-1}$ 范围内;12 月份以后,营养液 EC 值的变动相对较小,变幅在 $0.136 \sim 0.185 \text{ s} \cdot \text{m}^{-1}$ 之间.这表明扎米莲在不同时期水肥吸收不完全同步,12 月以前吸收水分多于养分,12 月以后水分和养分吸收较同步.其中配方 4 的 EC 值总体上低于其他 4 个配方,而且变化相对较小.

从图 3 来看,扎米莲在 9~11 月间的耗水量较多,12 月至翌年 2 月间耗水量相对较少,这是由于 9~11 月份天气较热,植株蒸腾作用强烈,消耗的水分较多.这与植株质量的变化一致,也是营养液 EC 值上升的主要原因.在 4 种配方中,配方 4 的耗水量比其他 3 个配方要多,说明扎米莲在配方 4 中吸收的水分较多,这可能是配方 4 的植株质量增加较多的原因之一.

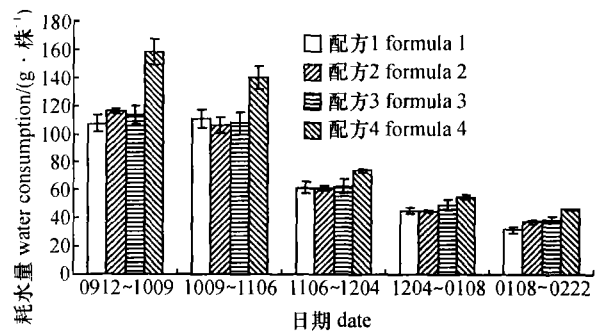


图3 不同时期扎米莲各水培处理营养液的周平均耗水量
Fig. 3 The weekly water consumption at different growth stages in hydroponics

2.4 水培中扎米莲对植物营养三要素的吸收

图 4a、4c 和 4d 表明,试验期间扎米莲对 NO_3^- -N、P 和 K 的周平均吸收量均呈下降趋势,表明随着气温逐渐变冷,扎米莲对养分的吸收速率也逐渐变慢.这与上述的植株质量增加及耗水量的变化情况相一致.其中扎米莲在配方 1 中吸收的 NO_3^- -N 量和 K 量较低,在配方 1 和配方 4 中吸收的 P 量较低,这均与供试配方中各养分的供应量相一致.

图 4b 则表明,试验期间扎米莲对 NH_4^+ -N 的周平均吸收量呈上升趋势,且在配方 1 和配方 3 中吸收量较多,这也与供试配方中 NH_4^+ -N 的供应量相一致.

从整个试验期扎米莲对植物营养三要素的吸收量(表 4)来看,扎米莲对 K 的吸收量最大,其次是 N,最少是 P,这与营养液配方提供的各种元素的数量是

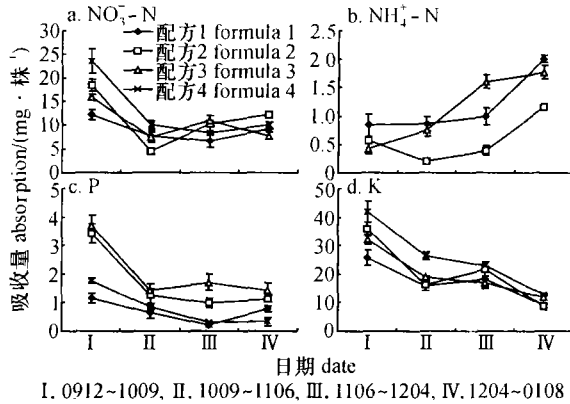


图4 不同时期各水培处理扎米莲对氮磷钾的周平均吸收量
Fig. 4 The weekly uptake of N, P and K at different growth stages in hydroponics

一致的. 对于 N、P、K 三要素中的每一种元素, 扎米莲在 4 个配方中的总吸收量均存在显著差异, 其中 NO_3^- -N 和 K 的总吸收量最多的均是配方 4, 最少的均是配方 1, 且都与配方 2、配方 3 存在显著差异; NH_4^+ -N 的总吸收量是配方 1 和配方 3 显著高于配方 2; P 的总吸收量以配方 3 最多, 配方 1、配方 4 最少, 且均与配方 2 差异显著. 总的来看, 扎米莲在配方 4 中吸收的 N、K 以及 N、P、K 三者总量均是最多的, 而在配方 1 中相对较少. 从养分效率来看, 配方 4 的养分效率最高, 而配方 4 的总增质量也是最高的, 且显著高于其他处理(表 2), 上述数据表明扎米莲的养分吸收量与生长量之间呈正相关关系.

表 4 扎米莲在各水培处理中对氮磷钾的吸收量及养分效率¹⁾
Tab. 4 The amount of N, P and K absorbed and nutrient efficiency

配方 formula	NO_3^- -N $\text{/(mg}\cdot\text{株}^{-1}\text{)}$	NH_4^+ -N $\text{/(mg}\cdot\text{株}^{-1}\text{)}$	P $\text{/(mg}\cdot\text{株}^{-1}\text{)}$	K $\text{/(mg}\cdot\text{株}^{-1}\text{)}$	总量 total $\text{/(mg}\cdot\text{株}^{-1}\text{)}$	养分效率 ²⁾ nutrient efficiency $\text{/(g}\cdot\text{mg}^{-1}\text{)}$
1	150.90 ± 2.94c	20.68 ± 0.90a	11.67 ± 1.92c	281.22 ± 14.91c	464.47	0.122
2	190.77 ± 5.77b	10.38 ± 0.26b	27.63 ± 0.54b	333.22 ± 20.21b	562.00	0.095
3	174.83 ± 3.12b	19.91 ± 1.51a	33.85 ± 2.32a	326.21 ± 8.79b	554.80	0.108
4	215.30 ± 9.44a		13.05 ± 1.09c	422.88 ± 15.72a	650.93	0.149

1) n=4, 同列数据后具相同字母的表示差异不显著(DMRT法, P>0.05); 2) 养分效率 = 总增质量/氮磷钾总量

3 结论

3.1 扎米莲对静止水培的适应性及营养液配方的选择

扎米莲静止水培的各项生长指标相当于或优于基质栽培, 表明扎米莲适宜静止水培; 而所选用的配方均适宜扎米莲的生长, 表明扎米莲对养分种类和浓度的要求较宽, 其中以配方 4 效果最好. 水培期间各处理营养液的 pH 值均降低, 这不仅与配方中的生理酸性盐有关, 还可能与扎米莲根系分泌有机酸类物质有关, 这有待进一步的研究证实. 扎米莲可以较长时间处于较强的酸度(pH2.6)下仍然生长良好, 表明扎米莲是一种耐酸或喜酸植物. 扎米莲的这种特性, 可以免除因营养液 pH 值降低而需要经常调节的麻烦, 更便于营养液的管理.

3.2 不同时期扎米莲的生长速率及养分吸收速率的变化

扎米莲在不同时期的水培过程中, 其生长速率、水分及养分吸收速率均有变化, 这与气候变化有关. 9 月至 11 月初, 温度较高, 扎米莲对水分、N、P 和 K 的吸收量均较多, 12 月至翌年 2 月份则相对较低.

营养液 EC 值的变化也表明扎米莲对水肥吸收的不一致性, 因此, 可考虑在温度较高的月份调低营养液的浓度, 反之调高, 但调节的幅度有待进一步探讨.

可以肯定, 应用静止水培技术种植扎米莲是一种既高效优质又简便卫生的新型方法.

参考文献:

- [1] 施和平, 梁 朋. 扎米莲叶片的植株再生[J]. 园艺学报, 2003, 30(5): 621 - 622.
- [2] 吕复兵, 朱根发, 廖飞雄, 等. 金钱树的组织培养与快速繁殖[J]. 植物生理学通讯, 2003, 39(1): 35.
- [3] 刘士哲. 现代实用无土栽培技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001. 18 - 21.
- [4] 刘士哲, 林东教, 罗 健. 巨鸞玉和金盛球两种仙人球静置水培适应性及营养液配方的研究[J]. 园艺学报, 2003, 30(5): 559 - 562.
- [5] 林东教, 罗 健, 刘士哲, 等. 不同无土栽培方式和营养液配方对玛丽安生长的影响[J]. 农业工程学报, 2002, 18(增刊): 181 - 184.
- [6] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000. 50 - 51, 55 - 56, 76 - 78, 192 - 193.

【责任编辑 周志红】