

# 硅藻土基质配方对盆栽观赏辣椒生长的影响

李 邵<sup>1,2</sup>, 薛绪掌<sup>1</sup>, 郭文善<sup>2</sup>, 李 霞<sup>1</sup>, 赵宝平<sup>1</sup>, 陈 菲<sup>1</sup>

(1. 国家农业信息化工程技术研究中心 北京 100097; 2. 扬州大学 江苏省作物遗传生理重点实验室, 江苏 扬州 225009)

**摘 要:** 研究了五彩椒在硅藻土、草炭、蛭石、珍珠岩 4 种组分按不同比例配成的 5 种混合基质下的生长差异, 试验采用了一种自制的自动连续精确控水盆栽装置, 并为所有处理设置了相同的供水吸力, 用于分析 5 种不同基质的吸水能力。结果表明: 硅藻土是一种优良的基质添加成分, 其吸水、保水性能均优于蛭石和珍珠岩; 试验同时得出: 50%草炭+25%蛭石+25%硅藻土、40%草炭+20%蛭石+20%珍珠岩+20%硅藻土 2 种基质配方比其它基质配方更理想, 相对于其它 3 种基质配方, 这 2 种配方基质理化性质更好, 吸水、保水、保肥能力都强于其它基质量配方, 栽培下的五彩椒生理指标和形态指标更优, 值得进一步研究与推广。

**关键词:** 硅藻土; 基质; 观赏辣椒; 负水头; 精确控水盆栽

**中图分类号:** S 607. 1; S 681. 9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2008)11—0001—04

近年来, 我国设施农业发展迅猛, 设施园艺面积已突破 250 万  $\text{hm}^2$  (2007 年)<sup>[1]</sup>, 约占世界设施园艺总面积的 85%, 总面积居世界第一; 在设施园艺研究领域中国也取得了很大的进展, 不仅试验研究出比较适合我国气候条件与国情的园艺设施, 而且在保护地栽培、节水灌溉、机械化育苗以及蔬菜花卉无土栽培等方面也取得了很大成就, 但设施栽培中的无土栽培介质与水分管理还缺乏科学的量化指标, 作为无土栽培的基础, 栽培基质是决定植物根系生长环境的最主要因素, 因此寻找一种理化性质更优良的栽培基质是发展设施栽培的关键所在<sup>[2-3]</sup>。硅藻土能作为蔬菜及园艺无土栽培基质的用途已引起人们的重视, 目前在澳大利亚和美国已经有园艺工作者将硅藻土粉与硅藻土颗粒作为栽培基质种植花卉和蔬菜<sup>[4]</sup>, 并已取得很好的效果。硅藻土是一种硅藻和其它微生物生物化学沉积成的硅质沉积岩化石, 其细腻、松散、质轻、多孔、吸水渗透性强和 pH 近中性的特点, 使它具备为植物生长提供一个完美的生长环境的能力<sup>[5-6]</sup>。试验使用不同比例的硅藻土、草炭、蛭石与珍珠岩混合成不同的基质配方, 采用一种自制的负水头精确控水盆栽装置<sup>[7-8]</sup>, 种植观赏彩椒<sup>[9]</sup>, 比较含硅藻土配方基质与常规配方基质的理化性质及其对观赏辣椒生长的影响, 以期提出一种更优于常规基质的新配方基质。

**第一作者简介:** 李邵(1983-), 男, 湖南邵东人, 博士, 主要研究方向为作物水分生理。E-mail: lishao1983@126.com。  
**通讯作者:** 薛绪掌。E-mail: xuexz@ncrcita.org.cn。  
**基金项目:** 国家“863”资助项目(2006AA100202-2); “十一五”国家科技支撑计划资助项目(2007BAD33B01)。  
**收稿日期:** 2008—07—29

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

吉林产工业纯硅藻土( $\text{SiO}_2$  含量 $\geq 85\%$ , 容重  $0.401 \text{ g/cm}^3$ , 总孔隙度  $80.2\%$ , 粒径  $0 \sim 0.1 \text{ mm}$ ), 草炭(容重  $0.253 \text{ g/cm}^3$ , 总孔隙度  $87.7\%$ , 粒径  $0 \sim 5 \text{ mm}$ ), 蛭石(容重  $0.168 \text{ g/cm}^3$ , 总孔隙度  $86.11\%$ , 粒径  $0 \sim 2 \text{ mm}$ ), 珍珠岩(容重  $0.122 \text{ g/cm}^3$ , 总孔隙度  $92.3\%$ , 粒径  $2 \sim 4 \text{ mm}$ ), 观赏辣椒品种为“五彩椒”。

### 1.2 试验处理

试验于 2006 年 12 月 5 日至 2007 年 4 月 20 日在北京市农林科学院日光温室内进行, 试验设 5 个不同基质配方处理, 分别为  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ 、 $S_4$ 、 $S_5$ , 每处理 3 个重复, 基质配比见表 1。

表 1 基质材料组合比例		
处理	基质原料	比例(V : V)
$S_1$	草炭 : 蛭石	2 : 1
$S_2$	草炭 : 硅藻土	2 : 1
$S_3$	草炭 : 蛭石 : 珍珠岩	2 : 1 : 1
$S_4$	草炭 : 蛭石 : 硅藻土	2 : 1 : 1
$S_5$	草炭 + 硅藻土 + 蛭石 + 珍珠岩	2 : 1 : 1 : 1

### 1.3 试验方法

试验采用一种自制的负水头精确供水盆栽装置种植五彩椒, 将栽培基质按表 1 比例混匀后填入高为 30 cm、直径为 32 cm 的圆柱体盆栽装置中, 填入基质高度为 25 cm, 每盆种植一株五彩椒, 将供水吸力设置为 60 hpa。营养液采用霍格兰配方(Hoagland 和 Arnon, 1938)<sup>[10]</sup>, 每株每 10 d 浇 100 mL。

### 1.4 测定项目

基质含水率采用烘干法; 容重、孔隙度、pH、EC 采用栽培基质常用理化性质一条龙测定法, 其中 pH 值使用

上海大谱仪器厂生产的 PHB-5 式 pH 计测定; 电导率 (EC) 用上海电磁仪器厂生产的 DDS-11 电导仪测定<sup>[1]</sup>; 选择不同日期用直尺测定五彩椒株高与开展度; 茎粗、叶片数、花果数均为收获时测定, 其中茎粗用游标卡尺测定; 单果重为最大值、总产量为 4 月 20 日之前累计产量。

## 2 负水头精确控水盆栽装置工作原理

图 1 所示为自制精确控水盆栽装置原理图, 盆栽装置由储水容器、吸水管、控压管、集气管和陶瓷盘构成, 可以将供水吸力控制在 0~400 hPa 的范围内 (hPa 为百帕斯卡, 即  $10^2$  Pa)。关闭集气管下的阀门, 打开上阀门, 向集气管中注满水; 关闭上阀门, 打开集气管下的阀门, 集气管中的水开始流入陶瓷盘 (特殊材料制成, 透水不透气), 土壤开始向陶瓷盘吸水, 陶瓷盘内的压力变小, 进而集气管的压力减小导致控压管水位下降压强减小, 大气压就会把储水容器中的水压入。此时的负压即相当于控压管进水口与储水容器水面的高度差  $h$  厘米水柱的压力, 1 cm 水柱产生的压力为 1 hPa, 为了控制不同的供水量, 可以将控压管提升或者降低一个高度  $\Delta h$ , 负压值就变为  $h + \Delta h$ , 而土壤 (基质) 含水量随着供水负压值的变化而变化<sup>[12]</sup>。

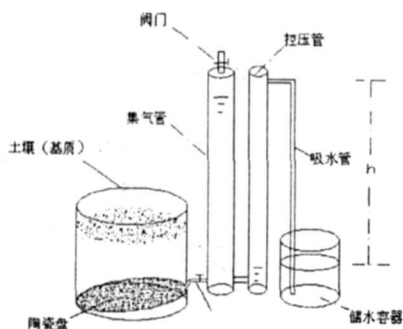


图 1 精确控水盆栽装置原理图

## 3 结果与分析

### 3.1 不同基质配方的理化性质分析

基质容重小, 疏松、透气性好, 但不易固定根系; 容量过大, 则基质过于紧实, 透气透水性差, 不利于作物生长<sup>[13]</sup>, 由表 2 可知, 试验中 5 种基质容重均在 0.2~0.8 g/cm<sup>3</sup> 之间, 添加硅藻土成分的 S<sub>2</sub>、S<sub>4</sub>、S<sub>5</sub> 配方基质容重均大于未添加硅藻土成分的基质配方 S<sub>1</sub>、S<sub>3</sub>, 其更接近基质的最佳容重值 0.5 g/cm<sup>3</sup><sup>[14]</sup>。基质的孔隙度是衡量基质的吸水和透气能力的重要指标, 总孔隙度大的基质较轻, 基质疏松, 有利于作物根系生长, 但对于作物根系的固定作用的效果较差, 易倒伏。最理想的孔隙度范围在 60%~90% 之间<sup>[15]</sup>, 试验中全部配方基质的孔隙度都在理想范围之内, 之间差异并不显著; 大小孔隙比能够反映出基质中气、水之间的状况, 是衡量基质优劣

的重要指标, 与总孔隙度合在一起可全面地表明基质中气和水的状态, 一般而言, 大小孔隙比在 0.25~0.5 范围内为宜, 这时基质持水量大, 通气性又良好, 作物都能良好地生长, 处理 S<sub>2</sub>、S<sub>4</sub>、S<sub>5</sub> 都处于适宜范围之类, 其中以 S<sub>4</sub> 的大小孔隙比最小; EC 值是基质水溶液的离子总浓度的指标。不同作物所适应的 EC 值不同, 理想基质 EC 值应小于 2.5 ms/cm<sup>[16]</sup>。EC 值过低, 作物吸收矿质不足, 难以正常生长, 而 EC 值过高则会因矿质离子浓度过高, 造成盐害, 根系失水出现烧根, 作物无法正常生长。试验的 5 种基质 EC 均低于 2.5 ms/cm。其中 S<sub>4</sub>、S<sub>5</sub> 处理均大于其它处理, 矿质浓度高, 更适合作物的生长。基质的 pH 值是一个很重要的参数, 它不仅影响到盐类的溶解度, 同时影响植物原生质膜对矿质盐类的透过性, 即影响到根系对矿质盐类的吸收<sup>[14]</sup>。表 2 中各基质 pH 值均略呈酸性, 其中 S<sub>3</sub>、S<sub>4</sub>、S<sub>5</sub> 处理 pH 接近于中性, 适合种植大部分作物。

表 2 不同基质的理化性质

基质类型	容重 g·cm <sup>-3</sup>	总孔隙度 %	大小孔隙比	pH	EC/ms·cm <sup>-1</sup>
S <sub>1</sub>	0.243	78.21	0.605	6.45	0.98
S <sub>2</sub>	0.322	71.32	0.486	6.04	1.15
S <sub>3</sub>	0.235	82.28	0.512	6.88	1.04
S <sub>4</sub>	0.293	80.65	0.417	6.84	1.26
S <sub>5</sub>	0.287	81.66	0.492	6.99	1.31

### 3.2 负压 60 hPa 供水下各配方基质含水率的变化

试验采用一种自制的负水头精确控水盆栽装置, 设置了相同的供水吸力值, 根据相同供水吸力的基质含水率就可以得出不同基质的吸水与保水能力, 从图 2 可以看出, 在相同的供水吸力 60 hPa 下, S<sub>2</sub>、S<sub>4</sub>、S<sub>5</sub> 处理最大含水率分别为 152.22%、178.22%、173.38%, 与 S<sub>1</sub>、S<sub>3</sub> 的 124.53%、135.85% 差异极显著。说明添加硅藻土成分的基质配方吸水与保水能力明显大于其它基质配方, 其中 S<sub>4</sub> 基质配方保水能力最强, 其次是 S<sub>5</sub> 配方, 说明这 2 种基质配方比其它 3 种基质配方具有更强的吸水与保水能力。

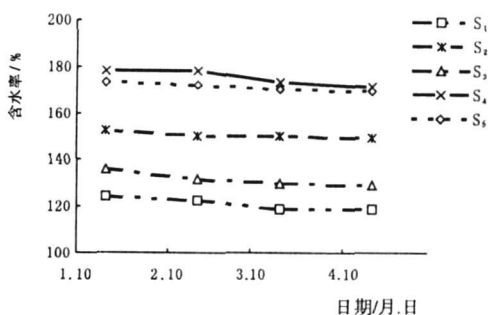


图 2 负压 60 hPa 供水下各配方基质含水率的变化

### 3.3 不同基质配方对五彩椒株高和开展度增长的影响

从图 3 可以看出, 五彩椒在不同的基质配比的株高

有一定的差异,尤其在五彩椒进入旺盛生长阶段(2007年1月28日后,株高达到28 cm左右)表现更为明显,其中植株在S<sub>5</sub>和S<sub>4</sub>基质配方上的生长潜力最大,最大高度分别达到62.78 cm和58.90 cm,均高于S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>、S<sub>3</sub>的46.66、51.90、49.05 cm。其中S<sub>4</sub>、S<sub>5</sub>基质中的植株平均日增长量分别为0.50、0.46 cm,均高于其它3个基质配方,说明S<sub>5</sub>基质配方栽培植株株高增长潜力最大,其次是S<sub>4</sub>基质配方。

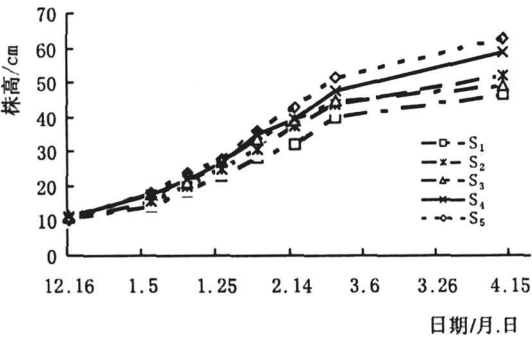


图3 不同基质配方对五彩椒株高增长的影响

3.4 不同基质配方对五彩椒叶片数、总花果数、茎粗及单果重的影响

表3中五彩椒的各生理指标均为4月20日的测量值,单果重为最大单果重。通过表3可以看出S<sub>4</sub>、S<sub>5</sub>处理的叶片数和总花果数较多,与S<sub>3</sub>处理差异显著,与S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>处理极显著,S<sub>4</sub>、S<sub>5</sub>基质配方种植的五彩椒更具有观赏价值,产量潜力更高。在茎粗和最大单果重方面,S<sub>4</sub>、S<sub>5</sub>处理之间差异不显著,但两者与S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>、S<sub>3</sub>处理之间差异极显著,其中用硅藻土代替的蛭石成分的S<sub>2</sub>处理各指标值都要优于含蛭石成分的S<sub>1</sub>处理,用硅藻土代替珍珠岩成分的S<sub>4</sub>处理各指标值要优于含珍珠岩成分的S<sub>3</sub>处理。说明硅藻土成分的添加会明显优化栽培基质的理化性质。

表3 不同基质配方对五彩椒叶数、总花果数、茎粗、单果重的影响

处理	叶片数	总花果数	茎粗/mm	单果重/g
S <sub>1</sub>	866c	384c	9.03b	3.012b
S <sub>2</sub>	943c	412c	9.16b	3.018b
S <sub>3</sub>	1 085b	498b	10.15b	3.165b
S <sub>4</sub>	1 211a	558a	11.49a	3.522a
S <sub>5</sub>	1 163ab	525ab	11.32a	3.513a

注:不同小写字母表示在0.05水平上差异显著。

3.5 不同基质配方对五彩椒干物质积累的影响

通过表4可以看出S<sub>4</sub>、S<sub>5</sub>处理基质配方在地上干物质积累和地下干物质积累量都明显大于其它3种处理,合适的根冠比代表植物生长比较匀称,对于花卉来说,合适的根冠比代表植株既能满足地上部生长观赏的需要,又能保持比较发达的根系满足吸水吸肥的需

从图4可以看出,5种基质配方中,S<sub>4</sub>、S<sub>5</sub>基质配方种植的彩椒开展度都明显大于S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>、S<sub>3</sub>基质配方,其中S<sub>4</sub>基质配方在收获期的开展度达到86.78 cm,与S<sub>5</sub>的78.35 cm差异显著,与S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>、S<sub>3</sub>基质配方下的彩椒开展度差异极显著。观赏花卉一般要求合适的株高和较大的开展度<sup>[7]</sup>,结合各基质配方的株高和开展度值,可以得出S<sub>4</sub>处理栽培的五彩椒比其他基质配方具有更好的形态结构,其次是S<sub>5</sub>基质配方。

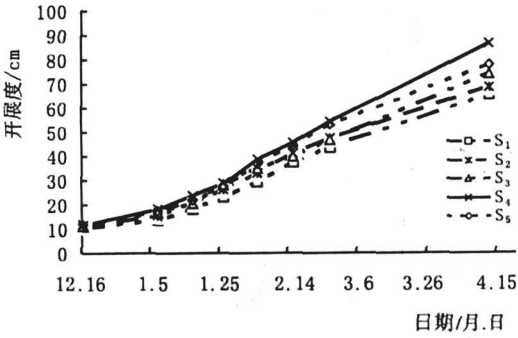


图4 不同基质配方对五彩椒开展度增长的影响

要<sup>[18]</sup>,从表4可以看出S<sub>5</sub>处理鲜根冠比要大于S<sub>4</sub>处理,两者之间差异显著,但两者根冠比都大于其它3种处理。结合表3中的五彩椒各生理指标可以得出,S<sub>4</sub>、S<sub>5</sub>两处理基质的物理结构具有更好的保水保肥能力和较好的通气性,更有利于植株养分的积累,同时也说明添加硅藻土成分更有利于基质的保水、保肥。

表4 不同基质配方对五彩椒干物质积累的影响

处理	地上鲜重/g	地下鲜重/g	地上干重/g	地下干重/g	鲜根冠比	干根冠比
S <sub>1</sub>	247.818c	13.632c	43.961c	3.656c	0.055c	0.083b
S <sub>2</sub>	282.376b	15.704b	54.208b	3.942b	0.056c	0.073c
S <sub>3</sub>	285.226b	15.731b	54.541b	4.269b	0.055c	0.078c
S <sub>4</sub>	331.900a	25.518a	71.270a	6.243a	0.077b	0.088a
S <sub>5</sub>	328.767a	26.172a	70.005a	5.265a	0.080a	0.075c

3.6 不同基质配方对五彩椒产量的影响

图5为2006年12月5日至2007年4月20日之间五彩椒果实的累积产量,可以看出,5种基质配方处理中S<sub>4</sub>处理的产量最高为143.547 g,其次为S<sub>5</sub>处理138.253 g,2处理的产量都大于其它3种处理的产量值,差异极显著。结合表4可知S<sub>3</sub>处理植株的物质积累量和产量值要大于含硅藻土成分的S<sub>2</sub>处理,这可能是由于硅藻土颗粒太细,泥炭与硅藻土混合后基质孔隙度要低于加入蛭石和珍珠岩成分的基质配方,虽然吸水保水能力强,但基质不易透气,抑制了植株根系的呼吸,植株某些生理指标值也就变小<sup>[19]</sup>,这在与S<sub>4</sub>、S<sub>5</sub>处理比较中可以体现,S<sub>4</sub>、S<sub>5</sub>处理吸水、保水能力都很好,孔隙度也很合适,植株在各生理指标上就明显优于其它处理。

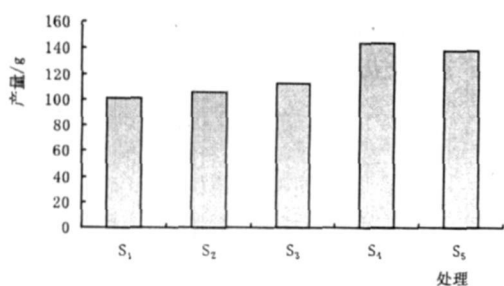


图5 不同基质配方对五彩椒产量的影响

#### 4 结论与讨论

试验用硅藻土基质和常用基质蛭石、珍珠岩与泥炭配成不同比例的基质做栽培比较试验,采用负水头精确控水盆栽装置,试验结果证明,在相同的供水吸力和其它环境因子相同的条件下,处理 S<sub>2</sub> (草炭+硅藻土)、处理 S<sub>4</sub> (草炭+蛭石+硅藻土) 基质吸水与保水性能、五彩椒各生理、形态指标均分别优于 S<sub>1</sub> (草炭+蛭石)、S<sub>3</sub> (草炭+蛭石+珍珠岩), S<sub>4</sub> 处理与 S<sub>5</sub> (草炭+蛭石+珍珠岩+硅藻土) 两者理化性质与种植的五彩椒各生理指标差异都不显著。综合不同基质配方的理化性质和栽培五彩椒的各生理指标值可以得出,硅藻土可能是一种很好的栽培花卉、蔬菜的基质,其高吸水的性能为植株生长提供了横向流动的水分和养分,促进毛细作用,加上其稳定的化学性质和无毒、无污染的物理特性<sup>[21]</sup>,能作为一种新型的基质配方成分,其能否单独作为一种栽培基质和提高硅藻土颗粒的大小,能否更好地为植株提供生长环境,有待于进一步的试验。

试验另一个结论就是得出 2 种更好的栽培配方基质 S<sub>4</sub> (草炭:蛭石:硅藻土=2:1:1) 和 S<sub>5</sub> (草炭:蛭石:硅藻土:珍珠岩=2:1:1:1), 比较前人的基质配方研究<sup>[13 19 21]</sup>, 这 2 种基质配方栽培五彩椒的观赏效果好、经济效益高。

#### 参考文献

[1] 宗锦耀. 深入贯彻落实科学发展观 大力促进设施农业又好又快发

展[J]. 农机市场, 2007, 12: 4-6.

[2] 张红萍, 张法瑞. 中国设施园艺的历史回顾与思考[J]. 农业工程学报, 2004, 20(6): 291-295.

[3] Jiang W J, Liu W, Yu H J, et al. Development of Soilless Culture in Mainland China [J]. 农业工程学报, 2001, 17(1): 10-15.

[4] Wang Y T, Blanchard M, Lopez R, et al. Greenhouse Grower [J]. Willoughby, 2005, 23(9): 70.

[5] Croosley P. Industrial Mineral [J]. 2000, 390(3): 119.

[6] 杨宇翔. 国产硅藻土结构的研究[J]. 化学学报, 1996, 54: 57-64.

[7] 薛绪掌, 赵春江. 串联式负水头供水盆栽试验装置[P]. 中国专利, 200510123976.9, 2006-07-12.

[8] 薛绪掌, 张仁铎. 用盘式负压入渗仪数据计算土壤导水参数[J]. 水利学报, 2001(10): 13-19.

[9] 陈灵芝, 王兰兰, 程鸿. 观赏辣椒的类型及栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2003(9): 25-26.

[10] 安娜, 须晖木. 雾培番茄不同营养液配方的生产效果比较[J]. 沈阳农业大学学报, 2006, 37(3): 495-497.

[11] 荆延德, 张志国. 栽培基质常用理化性质“一条龙”测定法[J]. 北方园艺, 2002(3): 18-19.

[12] 万克江, 薛绪掌, 王志敏, 等. 供水吸力对黄瓜若干生理指标的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(6): 98-102.

[13] 郁书君, 李贞植, 俞奉植, 杜鹃. 无土栽培基质配方的研究[J]. 园艺学报, 2004, 31(2): 210-211.

[14] 程智慧, 周艳丽, 孟焕文. 番茄有机基质理化特性和栽培效益分析[J]. 中国农学通报, 2005, 21(7): 266-269.

[15] 俞继英, 周芳勇, 林建军. 仙客来栽培基质配方的研究[J]. 林业科技开发, 2005, 4(19): 53-55.

[16] 李谦盛, 郭世荣, 李式军. 基质 EC 值与作物生长的关系及其测定方法比较[J]. 中国蔬菜, 2004(1): 70-71.

[17] 何家骅, 雷海清. 几种盆栽观赏蔬菜试种初报[J]. 浙江农业科学, 2006(5): 506-508.

[18] 杨贵羽, 罗运培, 李保国. 苗期土壤含水率变化对冬小麦根、冠生物量累积动态的影响[J]. 农业工程学报, 2004, 20(2): 83-87.

[19] 王国良, 宗良纲, 李晓征. 不同无土基质对微型盆栽月季生长发育的影响[J]. 园艺学报, 2003, 30(5): 618-620.

[20] 姜洪义, 王一萍, 万维新. 沸石、硅藻土孔结构及调湿性能的研究[J]. 硅酸盐通报, 2006, 25(6): 30-33.

[21] 杨莉, 孙保平, 赵方莹, 等. 不同轻基质配方对边坡绿化植物—藤本月季生长指标的影响研究[J]. 水土保持研究, 2006, 13(6): 165-167.

### Influences of Diatomite Medium Proportion on Vegetative Growth of Pot *Capsicum annuum*

LI Shao<sup>1,2</sup>, XUE Xu-zhang<sup>1</sup>, GUO Wen-shan<sup>2</sup>, LI Xia<sup>1</sup>, ZHAO Bao-ping<sup>1</sup>, CHEN Fei<sup>1</sup>

(1. National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100097, China; 2. Jiangsu Province Key Lab of Crop Genetics and Physiology, Yangzhou, Jiangsu 225009, China)

**Abstract:** The effects of diatomite medium proportion on vegetative growth of pot *Capsicum annuum* was studied in this paper; In order to testing the suck water capability of the five difference medium, a new sort of precise water control potted plant device was taken for this experiment with the same water supply tension. The results were indicated as follows: the diatomite was a good medium accession, the capability of sucking and holding water was better than vermiculite and perlite medium; the two kinds of medium proportion (50% turf+25% vermiculite+25% diatomite and 40% turf+20% vermiculite+20% perlite+20% diatomite) could significantly promote the shape and physiology growth of *Capsicum annuum*; the physicochemical characteristics of them were better than the other three medium proportion, the two kinds of medium proportion had an excellent holding water and nutrition and could be used in the gardening.

**Key words:** Diatomite; Medium; *Capsicum annuum*; Negative pressure; Precise water control potted plant