

# 水培小白菜育苗基质的筛选研究

陈艳丽<sup>1</sup>, 高新生<sup>2</sup>, 李绍鹏<sup>1</sup>

(1. 海南大学 热带作物种质资源保护与开发利用教育部重点实验室, 海南大学 园艺园林学院 海南 儋州 571737;

2. 中国热带农业科学院 橡胶研究所, 海南 儋州 571737)

**摘 要:** 对水培小白菜的 5 种育苗基质, 即岩棉、花泥、蛭石、珍珠岩、复合基质(蛭石 : 珍珠岩=2 : 1)的育苗效果进行了研究。结果表明, 5 个处理的出苗率都较高, 但是花泥和岩棉出苗速度较慢; 从小白菜苗期不同阶段的形态指标和壮苗指数来看, 选用蛭石进行育苗效果最佳, 复合基质(蛭石 : 珍珠岩=2 : 1)次之, 花泥的育苗效果与珍珠岩接近, 岩棉的育苗效果最差; 从小白菜苗期不同阶段的生理指标来看, 在子叶展平 14 d 时, 花泥基质苗的叶绿素、类胡萝卜素和可溶性糖含量最高, 子叶展平后 28 d 时, 蛭石基质苗的生理指标最高, 与复合基质和花泥基质差异不显著, 岩棉基质苗的各项生理指标均最低。综合来看, 在该试验中, 花泥为水培小白菜的最适育苗基质。

**关键词:** 水培; 小白菜; 育苗基质

**中图分类号:** S 634.304<sup>+</sup>.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)13-0005-04

**第一作者简介:** 陈艳丽(1979-), 女, 河南邓州人, 博士, 讲师, 现主要从事设施农业和无土栽培方面的研究工作。

**通讯作者:** 李绍鹏(1957-), 男, 广东潮阳人, 教授, 博士生导师, 现从事热带果树栽培生理研究工作。

**基金项目:** 华南热带农业大学科技基金资助项目(Rnd0415); 海南省自然科学基金资助项目(808118)。

**收稿日期:** 2010-04-13

基质在水培中主要起支撑、固定作用, 有时需要与定植杯配合使用<sup>[1]</sup>。目前, 国内应用于生产的主要水培基质有: 蛭石、岩棉、海绵<sup>[2]</sup>、花泥、珍珠岩、沙、石砾、陶粒等<sup>[3]</sup>。在国外, 农用岩棉作为无土栽培育苗基质的技术已成功应用于生产, 国内则应用较少; 蛭石和珍珠岩基质在农业、植物、园艺方面应用很广<sup>[4]</sup>; 花泥是近年开发

## Effects of Vermicompost-Formulated Substrate on Seedling Growth of Eggplant

ZHAO Hai-tao<sup>1</sup>, LIU Ping<sup>1</sup>, SHAN Yu-hua<sup>1</sup>, XUE Lin-bao<sup>2</sup>, WANG Bo<sup>2,3</sup>, FENG Ke<sup>1</sup>

(1. Yangzhou Technical Service Center for Agro Environment Safety of Jiangsu Province, College of Environmental Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou Technical Service Center for Efficient and Healthy Breeding in Scaled Pig Farms of Jiangsu Province, Yangzhou, Jiangsu 225009; 2. College of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225009; 3. Yangzhou Municipal Bureau of Agriculture, Yangzhou, Jiangsu 225001)

**Abstract:** Vermicompost produced in the process of using earthworm to biologically treat organic wastes was now highly recommended for horticulture and organic farming. The effect of vermicompost-formulated substrate on seedling development of eggplant in plastic greenhouse was systematically investigated. The results showed that all tested items including the planting percent, leaf expandedness, plant height, stem diameter, fresh and dry weight, leaf number and leaf chlorophyll content of eggplant seedlings raised in vermicompost-formulated substrate were superior to those raised in a commercial substrate(CK). Addition of low and moderate amount of urea(0.5~1.0 kg/m<sup>3</sup>) to the vermicompost showed better promotive effect on growth of aerial part and dry matter accumulation, compared with the treatment with high rate of urea(2.0 kg/m<sup>3</sup>) added. The benefiting effect of low and moderate urea addition on strong seedling index, root/shoot ratio and growth function could be detected in earlier stage of seedling development while such effect appeared later when high amount of urea was added to vermicompost. Therefore, vermicompost mixed with vermiculite(4 : 1, v/v) could be used as a better substrate, compared with commonly used commercial substrate, for seedling development of eggplant and optimum rate of urea added was 1.0 kg/m<sup>3</sup> considering cost and comprehensive status of eggplant seedling growth.

**Key words:** vermicompost; substrate; nitrogen; eggplant; raising seedling

的一种优良水培基质,且在红掌上已经取得优异的栽培效果;其它生产上使用的人工基质还有:泡沫塑料、颗粒凝胶、橡皮、水晶泥等。目前国内,对水培叶菜育苗基质筛选方面的研究还鲜见报道<sup>[5]</sup>。

该试验以岩棉、花泥、蛭石、珍珠岩、混合基质(蛭石:珍珠岩=2:1)5种基质对水培小白菜进行育苗,通过对形态、生理指标的测定来筛选水培小白菜的最适育苗基质,为其在生产中的广泛应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于2007年11月至2008年2月在海南大学儋州校区教学基地简易温室中进行。以香港矮脚大头清江白菜(*Brassica chinensis*)为试材。将工业岩棉、花泥切割为2.5 cm×2.5 cm×2.5 cm的小块放入育苗用72孔穴盘内,蛭石、珍珠岩、复合基质(蛭石:珍珠岩=2:1)按常规方法装盘,2007年11月27日种子经浸种催芽后播于72孔育苗穴盘,出苗前浇清水,出苗后开始浇1/2营养液至子叶基本展开,子叶展开后浇标准浓度的营养液<sup>[6]</sup>。

表 1 基质基本物理性质

Table 1 Basic physical characters of substrates

基质 Substance	容重 Volume-weight / g · cm <sup>-3</sup>	总孔隙度 Total porosity / %	通气孔隙 Aeration porosity / %	持水孔隙 Retention porosity / %	气水比 GWR
A-岩棉 Rockwool	0.11	96.00	2.00	94.00	1:47.0
B-花泥 Flower foam	0.02	103.00	10.00	93.00	1:9.30
C-蛭石 Vermiculite	0.13	95.00	30.00	65.00	1:1.36
D-珍珠岩 Perlite	0.16	93.20	40.00	53.00	1:1.33
E-复合基质 Compound substrate	0.23	83.00	35.00	47.00	1:1.34

1.2 试验方法

设岩棉、花泥、蛭石、珍珠岩、复合基质(蛭石:珍珠岩=2:1)5个处理,每72孔穴盘为一个处理,3次重复,随机排列。各处理的基本物理性质见表1。苗期营养液配方采用北京蔬菜中心的叶菜营养液配方<sup>[7]</sup>。子叶展开时开始测定出苗率。子叶展开后的第7天开始测定形态指标和生理指标,以后每7d测定1次。茎粗以根茎上部1 cm处为准;株高以根茎部到生长点处为准;根长以根茎部到根尖为准;开展度垂直向测定2次,求平均值<sup>[6]</sup>;叶面积根据纸重法计算<sup>[8]</sup>。植株干鲜重的测定:按地上部和地下部分开取样,鲜重直接用1/1000电子天平称量;然后将鲜样在105℃杀青10 min后,在70℃烘至恒重,用1/1000电子天平称量<sup>[8]</sup>。壮苗指数=(茎粗/株高)×全株干重<sup>[6]</sup>。叶绿素和类胡萝卜素含量采用酒

精萃取法<sup>[9]</sup>;根系活力用TTC法进行<sup>[9]</sup>;可溶性糖含量采用蒽酮比色法<sup>[9]</sup>。所测数据用DPS统计软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同基质对小白菜幼苗出土的影响

2007年11月27日播种,播后第2天,以复合基质(蛭石:珍珠岩=2:1)出苗率最高(67.4%),其次是蛭

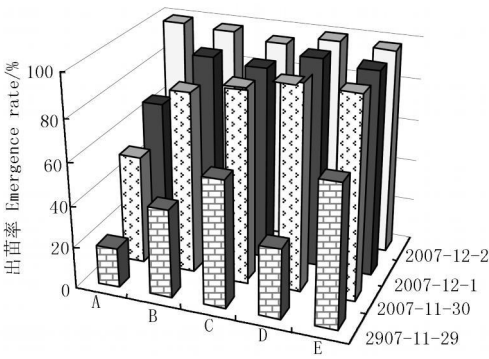


图 1 不同基质对小白菜幼苗出苗率的影响  
Fig. 1 Effects of different substrates on the rate of emergence of *Brassica chinensis*

石,岩棉苗最低(19.1%),各处理差异显著。播后第3天珍珠岩和复合基质的出苗率最高,蛭石其次,岩棉仍为最低,各处理的出苗明显增多。播后第4天岩棉出苗率仍最低,其它处理都达到了90%以上。播后第5天所有处理都达到95%以上的出苗率,岩棉的出苗由前1d的68%增长到99.3%。

2.2 不同基质对小白菜幼苗生长的影响

从表2可知,子叶展开后7d,复合基质的茎粗、根长、叶面积、地上部干鲜重均最大;蛭石基质处理的株高最高;珍珠岩处理的开展度和地下部的干鲜重最大;从壮苗指数看,复合基质>蛭石>岩棉>花泥>珍珠岩。子叶展开后14d,蛭石基质苗的茎粗、开展度、地上部干鲜重、地下干重最大;复合基质苗的株高、根长、叶面积、地下部鲜重最大;从壮苗指数看,蛭石>复合基质>珍珠岩>花泥>岩棉。子叶展开后21d,蛭石基质的茎粗、株高、开展度和干、鲜重最大;珍珠岩基质的小白菜根长最长;花泥基质的叶面积最大;从壮苗指数来看,蛭石>花泥>复合基质>珍珠岩>岩棉。子叶展开后28d,花泥、蛭石、珍珠岩、复合基质的小白菜茎粗无显著差异;蛭石基质苗的株高、开展度、叶面积和干、鲜重都最大;珍珠岩基质的小白菜根长最长;从壮苗指数来看,蛭石>复合基质>珍珠岩>花泥>岩棉。

综合小白菜苗期不同阶段的形态指标数据和差异显著性分析的结果看,对于小白菜来说,选用蛭石进行育苗效果最佳,复合基质(蛭石:珍珠岩=2:1)的次之,岩棉的育苗效果最差,子叶展开后21d时,花泥的育苗

表 2 不同基质对小白菜幼苗生长的影响											
Table 2 Effects of different substrates on the seedling development of the pakchoi cabbage											
基质 Substrate	天数 Days	茎粗 Stem diameter/ cm	株高 Plant height/ cm	根长 Root length/ cm	开展度 Canopy/ cm	最大叶面积 Leaf area/ cm <sup>2</sup>	地上鲜重 Top FW / g · 株 <sup>-1</sup>	地下鲜重 Root FW / g · 株 <sup>-1</sup>	地上干重 Top DW / mg · 株 <sup>-1</sup>	地下干重 Root DW / mg · 株 <sup>-1</sup>	壮苗指数 Seedling index
岩棉 Rock wool	7	0.13bcBC	2.32cC	1.92cC	3.47aA	0.54cC	0.08cC	0.01abA	4.44cB	0.67aA	0.28
	14	0.15dB	1.80bB	3.48bBC	3.75dB	2.69bB	0.21bB	0.01bA	18.33cB	1.22aA	1.67
	21	0.22dB	1.86bB	9.98bB	7.51cC	10.76cC	1.14dC	0.10cC	80.11dB	26.00cC	10.99
	28	0.31bB	1.97dB	11.21bB	8.52bB	14.25cC	1.35dD	0.07cC	74.00dC	6.56cC	12.85
花泥 Flower foam	7	0.13bcBC	3.27bB	2.38cBC	1.68dB	1.21bB	0.12bB	0.01bA	6.56bB	0.33aA	0.27
	14	0.17bB	1.88bAB	2.56bC	5.36bcAB	4.43bAB	0.36bB	0.01bA	35.67bB	1.56aA	3.44
	21	0.26bAB	2.58aAB	9.91bB	10.06aAB	20.40aA	2.61aB	0.23bBC	188.78bA	48.00bBC	20.41
	28	0.37aA	2.28bcB	19.39aAB	11.29aAB	22.86aAB	3.19bBC	0.20bBC	162.78dB	15.67bBC	29.24
蛭石 Vermiculite	7	0.14abAB	4.11aA	4.04bABC	1.92bCB	1.96aA	0.21aA	0.01abA	11.56aA	0.56aA	0.41
	14	0.21aA	2.50aA	8.72aAB	6.92aA	6.75aA	0.79aA	0.02abA	60.56aA	12.11aA	6.18
	21	0.30aA	2.82aA	13.9abAB	11.03aA	18.36aAB	2.98aA	0.51aA	220.44aA	89.00aA	27.81
	28	0.39aA	2.97aA	18.03aAB	13.23aA	24.11aA	4.67aA	0.69aA	255.44aA	37.78aA	38.85
珍珠岩 Perlite	7	0.12cC	2.51cC	4.52abAB	3.68aA	0.74dBC	0.09cBC	0.01aA	4.78cB	0.89aA	0.26
	14	0.16cbB	1.56bB	8.64aAB	4.77cdAB	3.79bB	0.34bB	0.02abA	30.22bCB	3.22aA	3.57
	21	0.25cbB	2.04bAB	20.90aA	8.97bBC	14.85bBC	1.66cB	0.27bBC	111.89dB	53.33bABC	15.84
	28	0.39aA	2.30bcAB	23.54aA	12.58aA	19.41bB	2.82cC	0.35bBC	149.78dB	23.56bAB	29.25
复合基质 Compound substrate	7	0.15aA	3.86aAB	5.66aA	2.40bB	2.00aA	0.22aA	0.01aA	13.22aA	0.56aA	0.55
	14	0.20aA	2.52aA	9.19aA	3.75dB	7.09aA	0.73aA	0.03aA	58.33aA	4.22aA	4.99
	21	0.27bAB	2.73aA	20.2aAB	10.42aAB	17.15abAB	2.52bA	0.34bAB	176.89bA	68.67abAB	19.47
	28	0.40aA	2.61abAB	18.57aAB	12.21aAB	21.87abAB	3.49bB	0.43bAB	191.56bB	25.33bAB	32.61

注 大写字母表示  $P<0.01$  水平;小写字母表示  $P<0.05$  水平;同一列中不同字母代表差异显著 以下同。  
Notes: Capital letter expresses  $P<0.01$  level; Small letter expresses  $P<0.05$  level; Significant differences among treatments in the same column are indicated by different letters, the following table the same.

表 3 不同基质对小白菜幼苗生理指标的影响							
Table 3 Effects of different substrates on the seedling development of the pakchoi cabbage							
基质 Substrate	天数 Days	叶绿素 a Chlorophyll a / mg · g <sup>-1</sup>	叶绿素 b Chlorophyll b / mg · g <sup>-1</sup>	叶绿素 a+b Chlorophyll a+b / mg · g <sup>-1</sup>	类胡萝卜素 Carotenoid / mg · g <sup>-1</sup>	可溶性糖 Soluble sugar/ %	根系活力 Root vigor / mg · g <sup>-1</sup> · h <sup>-1</sup>
岩棉 Rock wool	7	0.35cC	0.14bA	0.49cB	0.09bB		
	14	0.46bB	0.11bA	0.57cB	0.15aA	0.24cB	192.03aA
	21	0.67cB	0.20bA	0.87cB	0.18bB	0.22bB	80.55dB
	28	0.60bB	0.17bB	0.78bB	0.13bB	0.64cB	122.51cB
花泥 Flower foam	7	0.85aA	0.19abA	0.78aA	0.13aA		
	14	0.79aA	0.20aA	1.00aA	0.18aA	0.63aA	193.25aA
	21	0.76bcAB	0.23abA	0.99bcAB	0.14bAB	0.25bB	128.80abcAB
	28	0.830aA	0.24aA	1.07aA	0.17aA	0.90abAB	170.17bB
蛭石 Vermiculite	7	0.52bAB	0.18abA	0.70abA	0.10abAB		
	14	0.64aAB	0.15abA	0.80bAB	0.15aA	0.36cbB	193.57aA
	21	0.93aA	0.28aA	1.20aA	0.18aA	0.44aAB	174.05aA
	28	0.86aA	0.25aA	1.12aA	0.18aA	0.96aA	200.94bAB
珍珠岩 Perlite	7	0.48bB	0.18abA	0.65bA	0.10bAB		
	14	0.66aAB	0.20abA	0.84abA	0.15aA	0.39bB	191.89aA
	21	0.78abcAB	0.25abA	1.04abcAB	0.15bAB	0.35abAB	97.38cbB
	28	0.78aA	0.23aA	1.01aA	0.15abAB	0.75bcAB	206.89bAB
复合基质 Compound substrate	7	0.51bAB	0.21aA	0.72abA	0.09bB		
	14	0.69aAB	0.19abA	0.87abA	0.16aA	0.35cbB	192.89aA
	21	0.83abAB	0.28aA	1.10abAB	0.15abAB	0.49aA	142.12abAB
	28	0.85aA	0.23aA	1.09aA	0.17aA	0.81abcAB	300.11aA

效果仅次于蛭石,在子叶展平后 28 d 时,花泥的育苗效果与珍珠岩接近。  
2.3 不同基质对小白菜幼苗生理指标的影响  
子叶展平后 7 d,花泥基质苗的叶绿素 a、叶绿素 a+

b、类胡萝卜素的含量最高,幼苗真叶太小,样品过少致部分无数据;复合基质苗叶绿素 b 的含量最高。子叶展平后 14 d 花泥基质苗的叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a+b、类胡萝卜素的含量均达最高;蛭石苗的根

系活力最高,与其它基质无显著差异。子叶展平后21 d,蛭石基质苗的叶绿素a、b、a+b、类胡萝卜素和的根系活力最高;复合基质苗的可溶性糖含量最高。子叶展平后的28 d,蛭石基质苗的叶绿素a、b、a+b、类胡萝卜素、可溶性糖的含量最高;复合基质苗的根系活力表现最高。综合小白菜苗期不同阶段的生理指标数据和差异显著性分析,对于小白菜来说,在子叶展平14 d内,花泥基质苗的叶绿素类胡萝卜素含量最高,子叶展平21 d时,蛭石基质苗的生理指标最高,与复合基质差异不显著。子叶展平28 d时,仍是蛭石基质苗的生理指标最高,与复合基质和花泥基质差异不显著。岩棉基质苗的各项生理指标均最低。

### 3 结论与讨论

查丁石<sup>[10]</sup>曾以蛭石为基质浇施营养液培养茄子,结果表明,幼苗的茎粗、叶面积、全株干重和壮苗指数均等于或接近各测量值的最大值,幼苗综合素质最高。在该试验中,综合小白菜的出苗情况和苗期不同阶段的形态、生理指标,选用蛭石进行育苗效果最佳,复合基质(蛭石:珍珠岩=2:1)的次之,花泥的育苗效果与珍珠岩和复合基质的接近,岩棉的育苗效果最差。但是蛭石和珍珠岩在水培中需要使用定植杯,因杯体透气性差,而导致根系生长变慢,根系发育缓慢<sup>[9]</sup>;岩棉作为一种育苗基质在无土栽培中已应用成熟,其保水能力强,应

用简便,但在该试验中,岩棉基质苗的各项指标表现较差,可能与购买的是工业岩棉,其结构与农业岩棉有一定差异,这一方面需要进一步研究考证。近年来花泥开始推广应用于水培,花泥块可以直接定植,发根快,对水培植物非常有利,在该试验中花泥的综合指标稍次于蛭石和混合基质,因此认为花泥用做水培蔬菜的基质具有广阔的发展前景。

### 参考文献

- [1] 刑禹贤.新编无土栽培原理与技术[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [2] 李国景,徐志豪,Benoit F.环保型可重复利用的海绵无土栽培基质的应用研究(英文)[J].浙江农业学报,2004,13(2):61-66.
- [3] 潘杰.水培生菜技术研究[D].郑州:河南农业大学,2003:47-48.
- [4] 田吉林,奚振邦,陈春宏等.设施蔬菜无土栽培复合基质的理化性质及其应用效果[J].上海农业学报,2003,19(3):73-75.
- [5] 潘杰,李胜利,孙治强.水培生菜育苗基质的研究[J].河南农业科学,2003(7):50-52.
- [6] 葛晓光.蔬菜育苗大全[M].北京:中国农业出版社,1995:17-20.
- [7] 刘增鑫.特种蔬菜无土栽培[M].北京:中国农业出版社,1999:52-53.
- [8] 陈艳丽.水培生菜有机态氮的营养效应及营养液深氧管理技术研究[D].郑州:河南农业大学,2004.
- [9] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [10] 查丁石.不同基质和营养液对茄子育苗的育苗效果[J].上海农业学报,1998,14(1):63-66.

## Study on the Seedling Substrates for the Hydroponic Pakchoi Cabbage

CHEN Yan-li<sup>1</sup>, GAO Xin-sheng<sup>2</sup>, LI Shao-peng<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Protection and Development Utilization of Tropical Crop Germplasm Resources Hainan University, Ministry of Education, College of Horticulture and Landscape, Hainan University, Danzhou, Hainan 571737; 2. Rubber Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agriculture Science, Danzhou, Hainan 571737)

**Abstract:** In order to study the appropriate seedlings substrates for the hydroponics pakchoi cabbage, the effects of five substrates(rockwool, flower foam, vermiculite, perlite, mixed medium(vermiculite:perlite=2:1)on the seedling development of the pakchoi cabbage were studied. The results showed that the emerged rate of the seeds in five treatments were all high, the seeds in flower foam and rockwool were relatively slow. From the morphologic indexes and seedling indexes of the pakchoi cabbage in different seedling stage, we can conclude that effect of cultivating seedling for the pakchoi cabbage in vermiculite was the best, which in mixed substrate was the second place, that in flower foam and perlite were similar, that in rockwool was the lowest. From the physiological indexes of the pakchoi cabbage in different seedling stage, we knew that the chlorophyll content, carotenoid content and soluble sugar of the seedling in flower foam were the highest 14 days after the cotyledon flatting. The physiological indexes of the pakchoi cabbage in vermiculite were the highest 28 days after the cotyledon flatting, and the differences in the treatments of vermiculite, mixed medium and flower foam were not significant, the physiological indexes of the pakchoi cabbage in rockwool were the lowest. Synthesizes various aspects the factor, the flower foam was the suitable substrate in this experiment.

**Key words:** hydroponics; pakchoi cabbage; seedling substrates