

木薯茎秆基质育苗效果研究

李光义, 侯宪文, 邹雨坤, 李勤奋*

(中国热带农业科学院环境与植物保护研究所/农业部儋州农业环境科学观测实验站, 海南 海口 571101)

摘要:以草炭、椰糠为对照,研究腐熟木薯茎秆对番茄、黄瓜、丝瓜、茄子、大吊瓜及西瓜的育苗效果,为木薯茎秆作为育苗基质提供依据。育苗结果表明:(1)原木薯茎秆用于番茄育苗时,其发芽率、株高、茎粗及真叶数与草炭育的番茄效果相当;过2 mm筛木薯茎秆对番茄育苗效果不如草炭,但优于椰糠;原木薯茎秆用于黄瓜育苗时,其发芽率、株高、茎粗及真叶数与草炭、椰糠育的黄瓜效果相当;原木薯茎秆对番茄、黄瓜的育苗效果优于过2 mm筛木薯茎秆。(2)原木薯茎秆、过2 mm筛木薯茎秆对丝瓜、大吊瓜和西瓜的育苗效果不如草炭、椰糠,但对茄子的育苗效果优于椰糠。总的看来,腐熟木薯茎秆可用于番茄、黄瓜、茄子育苗,而不宜单独用于丝瓜、大吊瓜和西瓜育苗。

关键词:木薯茎秆;育苗基质;草炭;椰糠

中图分类号:X712

文献标志码:A

文章编号:2095-6819(2014)02-0146-05

doi: 10.13254/j.jare.2013.0236

Effects of Cassava Stalk Substrate on Seedlings

LI Guang-yi, HOU Xian-wen, ZOU Yu-kun, LI Qin-fen*

(Environment and Plant Protection Institute, CATAS/Danzhou Scientific Observing and Experimental Station of Agro-Environment, Ministry of Agriculture, Haikou 571101, China)

Abstract: This paper used peat and coconut chaff as control to study the seedling effects of cassava stalk substrate on tomato, cucumber, luffa, eggplant, wax gourd and watermelon seedling in order to provide basis of cassava stalk substrate on seedling. The seedling results showed that: (1) Cassava stalk substrate on tomato seedling, its germination percentage, plant height, stem diameter and true leaves number were as well as the seedling effects of peat, and the seedling effects of cassava stalk substrate ($\Phi < 2$ mm) were not so well as the effects of peat but were better than the seedling effects of coconut chaff. Cassava stalk substrate on cucumber seedling, its germination percentage, plant height, stem diameter and true leaves number were as well as the seedling effects of peat and coconut chaff. The tomato and cucumber seedling effects of cassava stalk substrate ($\Phi < 2$ mm) were not so well as the effects of primary cassava stalk substrate. (2) The seedling effects of cassava stalk substrate and cassava stalk substrate sieved by 2 mm sieve on luffa, wax gourd and watermelon were not so well as the effects of peat and coconut chaff, but the effects on eggplant were better than the effects of coconut chaff. On the whole, maturity cassava stalk could be used on tomato, cucumber and eggplant seedling, but not suitable for luffa, wax gourd and watermelon seedling.

Keywords: cassava stalk; seedling substrate; peat; coconut chaff

育苗基质是穴盘种苗生产的基础物质,除了支撑、固定植株外,还充当植物根系营养库的作用^[1]。植物根系直接与基质接触,基质质量的好坏决定着植株是否能健康、茁壮生长。现有的通用育苗基质中,

草炭是育苗行业用得较多、也被证明是育苗效果最好的育苗基质,但由于草炭是不可再生资源,产量有限,且国内分布不均,长途运输必然导致成本增加^[2];另外,草炭是湿地重点保护资源,已经严禁开采^[3],草炭作为育苗基质主体的地位将逐步淡化。椰糠是被证实为育苗效果仅次于草炭的通用育苗基质,在果蔬菜等育苗中被广泛利用。虽然椰糠为可再生资源,但总产量非常有限,且国内仅产于南方地区,因此椰糠育苗也遇到了原料紧缺的挑战。现有育苗原料有限,但育苗行业对育苗基质的需求量日益增加,有鉴于此,寻找新的育

收稿日期:2013-12-05

基金项目:公益性行业科研专项(201203072);国家木薯产业技术体系项目(nycytx-17);国家科技支撑计划子课题项目(2012BAC18B04-5)

作者简介:李光义(1983—),男,广西南丹人,硕士,助理研究员,从事农业废弃物资源化利用研究。E-mail:aliguangyi@21cn.com

*通信作者:李勤奋 E-mail:qinfenli2005@163.com

苗基质材料就成为育苗行业亟须解决的问题。

木薯是三大薯类作物之一,我国种植面积现已超过 47 万 hm²^[4],鲜薯年产量约 600 万 t。随着木薯作为能源作物重要性的日益增强,木薯种植面积也迅速增加。木薯地面茎秆产量与地下块根的产量基本相当,由此可见,我国每年的木薯茎秆产量是相当可观的。木薯茎秆产量大,但利用率却相当低,除了小部分用作种茎^[5]、栽培食用菌^[6-9]、直接还田^[10]及在化工原料领域^[11-13]初步尝试外,大部分只作为低能质燃料加以利用,有的甚至直接焚烧或扔弃于田间地头,这不但造成了资源的极大浪费,影响农业生产,同时还引发了一系列环境问题。木薯茎秆质轻,粉碎后疏松、孔隙度大,且营养元素丰富^[4](含 C 约 48.33%、N 约 1.28%、S 为 0.296%),具备作为育苗基质的潜力。如果能将木薯茎秆开发为育苗基质,将给木薯茎秆的资源化利用指明新方向。本研究以经发酵腐熟的木薯茎秆为基质,研究其对常见果蔬的育苗效果,期望能为育苗基质提供新材料。

1 材料与方法

1.1 实验材料

椰糠、草炭,均购于海南源源园艺有限公司;木薯茎秆基质(经腐熟^[14]原木薯秆基质、原木薯秆基质过 2 mm 筛)取自本研究室堆肥基地,各物料基本理化性质见表 1;番茄(亨丰 3 号)种子、黄瓜(特选唐山秋瓜)种子、丝瓜(广西大肉丝瓜)种子、茄子(精选天子

岭紫长茄)、大吊瓜(桂柳早熟)种子、西瓜(特大八里香)种子,均购于种子公司。

1.2 实验方法

本研究于 2011 年 3 月至 2011 年 5 月在中国热带农业科学院环境与植物保护研究所儋州实验创新基地大棚进行。具体方法为:将各基质分别置入育苗盘中,用自来水(洒水壶)浇透后将经 0.5%次氯酸钠消毒、催芽 2 d 的种子放入育苗盘穴中,每穴 1 粒,然后再用一薄层基质覆盖种子。每种种子 3 次重复,每个重复 100 粒种子。分别以椰糠、草炭作对照。在育苗过程中,适时浇水,保持基质湿润。15 d 后统计出苗情况,并测量苗高、茎粗、真叶数等生长指标。

1.3 数据分析

实验数据以实测值计,实验结果用 SAS 软件进行 Duncan 新复全距测验分析。

2 结果与分析

2.1 木薯茎秆基质对番茄、黄瓜的育苗效果

木薯茎秆对番茄育苗有较好的效果。由表 2 可见,原木薯茎秆基质育的番茄发芽率、幼苗株高、茎粗、真叶数与草炭育的番茄苗相当,各生长指标无显著差异;过 2 mm 筛木薯茎秆育苗效果虽然不及草炭,但优于椰糠。由此可见,木薯茎秆可以替代草炭、椰糠用于番茄育苗。木薯茎秆基质对黄瓜育苗也有很好的效果。由表 2 可见,原木薯茎秆、木薯茎秆(过 2 mm 筛)育的黄瓜苗株高、茎粗、真叶数与草炭、椰糠

表 1 物料的基本性质
Table 1 Basic properties of materials

基质种类	pH(5:1)	有机质/g·kg ⁻¹	速效磷/mg·kg ⁻¹	速效钾/mg·kg ⁻¹	含水率/%
椰糠	6.36	41.62	180.21	6 647.97	66.93
草炭	6.59	58.87	34.04	746.91	55.64
2 mm 木薯茎秆	7.75	40.56	169.15	22 937.63	57.29
原木薯茎秆	7.98	40.56	187.02	21 295.21	65.47

表 2 木薯茎秆基质对番茄、黄瓜的育苗效果
Table 2 Effects of cassava stalk substrate on tomato and cucumber seedlings

基质种类	番茄生长指标				黄瓜生长指标			
	发芽率/%	株高/cm	茎粗/mm	真叶数	发芽率/%	株高/cm	茎粗/mm	真叶数
椰糠	44.0±3.17a	3.62±0.37b	1.2±0.06b	0.60±0.09c	16.0±0.66ab	4.13±0.91a	0.73±0.07a	1±0.00a
草炭	47.4±3.41a	5.01±0.34a	1.6±0.09a	2.10±0.32a	12.0±0.504b	2.80±0.57a	0.63±0.04a	1±0.00a
2 mm 木薯茎秆	47.4±3.26a	3.70±0.50b	1.3±0.09b	1.40±0.97b	28.0±1.16ab	3.50±1.00a	0.70±0.09a	1±0.00a
原木薯茎秆	51.6±3.71a	4.93±0.67a	1.6±0.02a	2.10±0.35a	48.0±1.99a	4.13±0.51a	0.76±0.08a	1±0.00a

注:表中同列数字(平均值±标准差)后面字母相同者,经 Duncan 新复全距测验法(LSR)检验(P=0.05)差异不显著。以下各表同。

育的黄瓜苗无显著差异,且优于草炭;对于黄瓜发芽率,以原木薯茎秆、木薯茎秆(过 2 mm 筛)为基质,发芽率要远高于以草炭、椰糠为基质的发芽率;原木薯茎秆与木薯茎秆(过 2 mm 筛)相比,原木薯茎秆对番茄、黄瓜的育苗效果要优于木薯茎秆(过 2 mm 筛)。可见,应用木薯茎秆育番茄、黄瓜苗时,不必过筛,直接应用腐熟的木薯茎秆育苗即可。

2.2 木薯茎秆基质对丝瓜、茄子的育苗效果

木薯茎秆对丝瓜的育苗效果不如草炭、椰糠。由表 3 可见,虽然原木薯茎秆、木薯茎秆(过 2 mm 筛)育的丝瓜发芽率、幼苗茎粗、真叶片数与草炭、椰糠育的丝瓜苗无显著差异,但幼苗株高(分别为 2.77、2.45 cm)显著低于草炭(4.13 cm)、椰糠(4.27 cm)育的丝瓜苗。与草炭相比,木薯茎秆对茄子的育苗效果不如草炭。由表 3 可见,虽然几种基质所育的茄子苗发芽率无显著差异,但原木薯茎秆、木薯茎秆(过 2 mm 筛)育的茄子幼苗株高、茎粗显著低于草炭育的茄子苗;与椰糠相比,木薯茎秆育的茄子苗株高、茎粗及真叶数均显著高于椰糠育的茄子苗,木薯茎秆对茄子的育苗效果优于椰糠(表 3)。

2.3 木薯茎秆基质对大吊瓜、西瓜的育苗效果

木薯茎秆对大吊瓜、西瓜的育苗效果不如草炭、椰糠。由表 4 可见,虽然原木薯茎秆、木薯茎秆(过 2 mm 筛)育的大吊瓜发芽率、幼苗茎粗及真叶数与草炭、椰糠育的大吊瓜差别不大,但原木薯茎秆育的大吊瓜苗株高仅为 6.53 cm、木薯茎秆(过 2 mm 筛)育的大吊瓜苗株高仅为 6.43 cm,显著小于草炭、椰糠所育的大吊瓜苗株高(分别为 10.50、10.70 cm)。木薯茎秆

表 4 木薯茎秆基质对大吊瓜的育苗效果

Table 4 Effects of cassava stalk substrate on wax gourd seedlings

基质种类	株高/cm	茎粗/mm	发芽率/%	真叶片数
椰糠	10.70±0.79a	0.27±0.01a	100.0±0.00a	1±0.00a
草炭	10.50±1.00a	0.23±0.01b	96.0±5.43a	1±0.00a
2 mm 木薯茎秆	6.43±0.86b	0.25±0.03b	96.0±5.89a	1±0.00a
原木薯茎秆	6.53±1.40b	0.27±0.01a	76.0±9.97b	1±0.00a

育的西瓜苗株高、茎粗、真叶数及植株重显著小于草炭育的西瓜苗;与椰糠相比,木薯茎秆育的西瓜苗植株重显著小于椰糠育的西瓜苗,其他指标虽然无显著差异,但均小于椰糠育的西瓜苗(表 5)。

3 讨论

育苗基质的主要作用是固定植物幼苗和提供养分,具备这 2 种功能的材料可充当育苗基质。腐熟木薯茎秆密度适中、养分丰富^[14],具备作为育苗基质的潜力。本研究结果表明,原木薯茎秆对番茄、黄瓜的育苗效果与草炭相当,优于椰糠,该结果证明腐熟木薯茎秆可以作为番茄、黄瓜育苗基质;本研究中,木薯茎秆对丝瓜、茄子、大吊瓜和西瓜的育苗效果不如草炭,有的指标甚至显著不如椰糠,这除了与这几种大种子植物所需养分量大有关外,还可能与不同植物对基质的要求不尽相同有关。刘云等^[15]对秋季瓜果类蔬菜育苗基质的研究表明,对黄瓜育苗效果最好的基质配方对番茄育苗效果却不是最好的。本研究中,原木薯茎秆对番茄、黄瓜及茄子的育苗效果略优于过 2 mm 筛的木薯茎秆,这与基质的不同粒径组分比例有关。一般认为,理想基质的不同粒径组分中,直径 0.6~10

表 3 木薯茎秆基质对丝瓜、茄子的育苗效果

Table 3 Effects of cassava stalk substrate on luffa and eggplant seedlings

基质种类	丝瓜生长指标				茄子生长指标			
	发芽率/%	株高/cm	茎粗/mm	真叶数	发芽率/%	株高/cm	茎粗/mm	真叶数
椰糠	49.5±1.62a	4.27±0.87a	0.66±0.05a	1±0.00a	82.7±10.06a	3.70±0.51c	0.9±0.07c	2.8±0.45b
草炭	47.3±1.90a	4.13±0.75a	0.64±0.04a	1±0.00a	77.3±2.31a	6.14±0.50a	1.2±0.02a	4.6±0.55a
2 mm 木薯茎秆	50.0±4.25a	2.45±0.05b	0.61±0.01a	1±0.00a	80.6±2.06a	4.20±0.39bc	1.1±0.04b	4.4±0.55a
原木薯茎秆	46.2±1.46a	2.77±0.64b	0.61±0.01a	1±0.00a	72.2±3.52a	4.60±0.44b	1.1±0.03b	4.0±0.00a

表 5 木薯茎秆基质对西瓜的育苗效果

Table 5 Effects of cassava stalk substrate on watermelon seedlings

基质种类	株高/cm	茎粗/mm	发芽率/%	真叶片数	株重/g
椰糠	5.06±0.67b	2.27±0.10b	68.0±9.52a	1±0.00b	0.76±0.12b
草炭	8.94±0.94a	3.00±0.10a	80.0±4.53a	2±0.00a	1.40±0.24a
2 mm 木薯茎秆	4.70±0.45b	2.07±0.09b	76.0±9.97a	1±0.00b	0.42±0.01c
原木薯茎秆	4.62±0.55b	2.12±0.09b	68.0±9.47a	1±0.00b	0.47±0.07c

mm的颗粒应占70%~80%,其余的颗粒均应该小于0.6 mm^[16]。原木薯茎秆包括大、中、小颗粒组分,而过2 mm筛的木薯茎秆基本无大颗粒组分,导致基质过于紧实,通透性较差,从而影响幼苗生长质量。

近年来,由于草炭、椰糠资源日益缺乏,人们已开始寻找新的基质材料,例如菇渣^[17]、炉渣^[18]、农林废弃物^[19]、农家肥^[2]等都被用于育苗。本研究以腐熟木薯茎秆作为育苗基质,既为木薯茎秆资源化利用找到了新途径,也为育苗基质材料的紧缺提供了新原料。与草炭、椰糠相比,其他单一基质多数存在密度过大、密度过小或养分不足等缺陷,为克服单一基质的不足,育苗基质也逐步从单一基质向复合基质发展^[2,17,20]。薛书浩等^[21]研究复合基质对番茄的育苗效果,结果表明复合基质(50%玉米秸秆+10%玉米芯+20%河沙+20%牛粪)对番茄的育苗效果与草炭相当,可以替代草炭用于大棚蔬菜育苗。另外,腐熟木薯茎秆虽然对番茄、黄瓜有很好的育苗效果,但也存在不足:腐熟木薯茎秆育苗后,将幼苗从穴苗盘移栽时,木薯茎秆基质对幼苗根系附着不足而易脱落,这与木薯茎秆基质粒径过大有一定的关系。为克服木薯茎秆作为育苗基质的不足,使木薯茎秆成为优良的育苗基质,今后的研究至少可以从2个方面进行改进:第一,实际应用时,对腐熟木薯茎秆进行二次粉碎或添加辅料,使木薯茎秆基质中各粒径组分达到一个理想的比例;第二,育苗前,在木薯茎秆基质中添加适量养分,或在育苗过程中适量浇淋营养液。

4 结论

腐熟木薯茎秆对番茄、黄瓜、茄子有较好的育苗效果,可以作为番茄、黄瓜、茄子育苗基质;腐熟木薯茎秆对丝瓜、大吊瓜和西瓜的育苗效果不理想,不宜单独作为丝瓜、大吊瓜和西瓜育苗基质。腐熟木薯茎秆虽然不能作为通用基质直接用于常见瓜菜育苗,但本研究仍然具有重要的现实意义,不但为育苗基质的紧缺找到了新材料,也为木薯茎秆的资源化利用探明了新方向,值得进一步开展深入研究。

参考文献:

- [1] 周建,郝峰鸽,李保印.工厂化育苗基质的研究进展[J].广东农业科学,2012(4):224-225.
- [2] ZHOU Jian, HAO Feng-ge, LI Bao-yin. Researching advance of industrial-breeding substrate[J]. *Guangdong Agricultural Science*, 2012(4): 224-225. (in Chinese)
- [3] 韦阳连,欧阳勤森,钟卫东,等.农林有机废弃物生产轻型育苗基质研究进展[J].安徽农业科学,2012,40(32):15628-15630.
- [4] WEI Yang-lian, OUYANG Qin-sen, ZHONG Wei-dong, et al. Research advance on agro-forestry organic compost to produce light breeding medium[J]. *Journal of Anhui Agricultural Science*, 2012, 40(32):15628-15630. (in Chinese)
- [5] 骆伟峰,王红林,陈 砾.下吸式固定床气化木薯茎秆试验研究[J].广东化工,2008,35(6):13-16,18.
- [6] LUO Wei-feng, WANG Hong-lin, CHEN Li. Experiment research on gasification of cassava stalk in downdraft gasifier[J]. *Guangdong Chemical Industry*, 2008, 35(6):13-16, 18. (in Chinese)
- [7] 黄 洁,闫庆祥,李开绵,等.木薯嫩茎枝快繁种茎技术[J].广西农业科学,2005,36(6):506-508.
- [8] HUANG Jie, YAN Qing-xiang, LI Kai-mian, et al. Techniques for rapid propagation of seed stock ba cassava shoot[J]. *Guangxi Agricultural Science*, 2005, 36(6):506-508. (in Chinese)
- [9] 苏启苞,刘传森.利用木薯秆、木薯渣栽培真姬菇试验[J].中国食用菌,2008,27(4):59,61.
- [10] SU Qi-bao, LIU Chuan-sen. Grow *hypsizygus marmoreus* (pk) sing with cassava stalk and dregs[J]. *Edible Fungi of China*, 2008, 27(4):59, 61. (in Chinese)
- [11] 苏启苞.木薯秆屑木薯渣营养成分及栽培杏鲍菇试验[J].食用菌,2008(2):30-31.
- [12] SU Qi-bao. Analysis of mineral element contents of cassava stalk and dregs and grow *pleurotus eryngii* (DC.ex.Fr.) quel with cassava stalk and dregs[J]. *Edible Fung*, 2008(2):30-31. (in Chinese)
- [13] 苏启苞.木薯秆(渣)栽培黑木耳关键技术[J].食用菌,2008(3):36-38.
- [14] SU Qi-bao. The key technologies of growing *auricularia* with cassava stalk and dregs[J]. *Edible Fungi*, 2008(3):36-38. (in Chinese)
- [15] 苏启苞.木薯秆屑、木薯渣栽培杏鲍菇的研究[J].中国食用菌,2007,26(3):22-23.
- [16] SU Qi-bao. Studying on growing *pleurotus eryngii* (DC.ex.Fr.) quel with cassava stalk and dregs[J]. *Edible Fungi of China*, 2007, 26(3):22-23. (in Chinese)
- [17] 李红雨,罗星录,刘玉生,等.木薯茎秆粉碎还田对土壤肥力的影响[J].广西农业科学,2009,40(6):705-709.
- [18] LI Hong-yu, LUO Xing-lu, LIU Yu-sheng, et al. The effects of soil fertility resulting from cassava stalk that was cut into pieces returned back to field[J]. *Guangxi Agricultural Science*, 2009, 40(6):705-709. (in Chinese)
- [19] 郭 薇,张 曾,王 萍.酸预处理-酶水解法从木薯秆中提取糖的研究[J].造纸科学与技术,2009,28(3):24-26,57.
- [20] GUO Wei, ZHANG Zeng, WANG Ping. An investigation into sugar extracting from cassava stalk with acid pretreatment and enzyme hydrolysis[J]. *Paper Science and Technology*, 2009, 28(3): 24-26, 57. (in Chinese)
- [21] 李嘉薇,张庭婷,王双飞.纤维素酶水解糖化木薯秆的影响因素分析[J].造纸科学与技术,2009,28(5):17-19,45.

- LI Jia-wei, ZHANG Ting-ting, WANG Shuang-fei. Analysis of influencing factors on hydrolysis of cassava stalk to sugar with cellulase[J]. *Paper Science and Technology*, 2009, 28(5):17-19, 45.(in Chinese)
- [13] 罗菊香, 林香权, 苏志忠, 等. 木薯茎秆作为型煤粘结剂的研究[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(1):45-48.
LUO Ju-xiang, LIN Xiang-quan, SU Zhi-zhong, et al. Study on cassava stalk as briquette binder[J]. *Clean Coal Technology*, 2012, 18(1):45-48. (in Chinese)
- [14] 李光义, 李勤奋, 张晶元. 木薯茎秆基质化的堆肥工艺及评价[J]. 农业工程学报, 2011, 27(1):320-325.
LI Guang-yi, LI Qin-fen, ZHANG Jing-yuan. Process and assessment of organic substrate production by cassava stalk compost[J]. *Transactions of the CSAE*, 2011, 27(1):320-325. (in Chinese)
- [15] 刘云, 梁玉芹, 宋秀兰, 等. 秋季瓜果类蔬菜育苗基质的筛选[J]. 农技服务, 2012, 29(5):576-577.
LIU Yun, LIANG Yu-qin, SONG Xiu-lan, et al. Screening of autumn fruits-vegetable seedling substrate[J]. *Agricultural Technology Service*, 2012, 29(5):576-577. (in Chinese)
- [16] 刘艳辉, 郗久臣. 国内外植物固体栽培基质述评[J]. 内蒙古农业科技, 2009(1):73-74.
LIU Yan-hui, QIE Jiu-chen. Review of solid cultivation substrate abroad and domestic[J]. *Inner Mongolia Agricultural Science and Technology*, 2009(1):73-74. (in Chinese)
- [17] 洪春来, 朱凤香, 陈晓阳, 等. 不同菇渣复合基质对番茄育苗效果的影响[J]. 现代农业科技, 2011(1):123-124, 126.
HONG Chun-lai, ZHU Feng-xiang, CHEN Xiao-yang, et al. Effects of the compound substrate with mushroom compost dregs on the development of tomato seedling[J]. *Modern Agricultural Sciences and Technology*, 2011(1):123-124, 126. (in Chinese)
- [18] 安杰, 孟义春, 张松, 等. 高炉渣用于无土育苗基质的实验研究[J]. 矿产综合利用, 2010(5):40-42.
AN Jie, MENG Yi-chun, ZHANG Song, et al. Experimental research on BF slag used as substrates of soilless seedling[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2010(5):40-42. (in Chinese)
- [19] 王再兴, 官德义, 刘志钦, 等. 蔬菜木屑育苗基质的配制及应用效果[J]. 福建农业学报, 2010, 25(5):614-617.
WANG Zai-xing, GUAN De-yi, LIU Zhi-qin, et al. Development of sawdust-based nursery medium for vegetable seedling[J]. *Fujian Journal of Agricultural Science*, 2010, 25(5):614-617. (in Chinese)
- [20] 王锦霞, 陈雯. 复合基质的理化特性对瓜叶菊育苗的影响[J]. 北方园艺, 2007(9):132-135.
WANG Jin-xia, CHEN Wen. Effects of physical and chemical properties of compound substrate on the development of *C. cruenta* Mass. seedling[J]. *Northern Horticulture*, 2007(9):132-135. (in Chinese)
- [21] 薛书浩, 孟焕文, 程智慧, 等. 复合基质在大棚番茄无土栽培上的应用研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2009, 37(11):107-112, 119.
XUE Shu-hao, MENG Huan-wen, CHENG Zhi-hui, et al. Application research on compound substrate in soilless culture of greenhouse tomato[J]. *Journal of Northwest A & F University: Nat Sci Ed*, 2009, 37(11):107-112, 119. (in Chinese)