

蚓粪复合基质对康乃馨育苗及其生长的影响

陈 玲 玲, 吴 晶, 钱 晓 晴

(扬州大学 环境科学与工程学院, 江苏 扬州 225127)

摘 要:以蚓粪、椰糠、泥炭、珍珠岩、蛭石为原料,按不同比例混合,研究其对康乃馨出苗率、株高、茎粗、叶长、叶片数、分支数、地上部干重、地下部干重、根冠比、壮苗指数等生长指标的影响,筛选出最佳基质配方。结果表明:椰糠和蚯蚓粪明显地促进康乃馨的生长发育,以 60% 蚓粪+10% 椰糠+30% 混合矿物(珍珠岩:蛭石=1:1)处理综合效果最理想,最有利于康乃馨形成壮苗。所得到的复合基质的容重、总孔隙度、毛管持水量、通气孔隙度和 pH 均符合育苗基质的要求。

关键词:蚓粪;基质;康乃馨;育苗

中图分类号:S 681.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)16-0095-05

香石竹为石竹科石竹属多年生宿根草本植物,又名康乃馨、麝香石竹,是世界著名的五大鲜切花品种之一,具有较高的观赏价值和经济价值。泥炭是较常用的园艺基质,但其属于不可再生资源,虽然我国泥炭资源较丰富,但用途众多、用量极大,前人已开始寻找可替代泥炭的园艺用基质,蚯蚓粪以其优良的理化性质及生物活性得到了众多研究者的青睐。

在有机废弃物在蚯蚓与微生物的协同作用下,转化为颗粒状的蚯蚓粪是种具有很强生物活性的多功能有机肥料。它具有通气性、排水性好,持水量、表面积大的特点,含有丰富的有机质、腐殖酸、植物激素以及氮、磷、钾等元素,另外还含有各种有益微生物、酶、氨基酸、维生素,是一种功能性有机肥^[1-3]。前人已经通过各种试验证明施用蚯蚓粪能提高果蔬类食用器官的品质^[4-6],以及花卉的质量和产量^[7-11]。但只施蚯蚓粪对植物生长的促进作用并不理想,需要配合其它基质一起施用。我国土地广袤,工农业有机废弃物资源也丰富,如果这些有机废弃物得不到充分利用,既造成资源的浪费,又污染了环境^[12-13],若将这部分被废弃的有机资源生产成有机复合基质,不仅变废为宝,还能减轻工农业生产对环境产生的压力。

该试验以蚯蚓粪为主要基料,研究添加不同量椰糠、泥炭、珍珠岩、蛭石对康乃馨育苗、幼苗生长情况的影响,筛选出对幼苗生长促进作用最大的育苗基质配方,为进一步拓展蚓粪复合基质作为作物育苗基质,并进行工厂化穴盘育苗提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用蚯蚓粪来自江苏省农业环境安全技术服务中心有机固废生物消解基地,由“大平二号”蚯蚓消解牛粪得到;泥炭来自镇江培蕾有机肥有限公司,产自东北高寒山区;椰糠来自宁波江北阳光园艺有限公司;蛭石、珍珠岩来自镇江培蕾有机肥有限公司,康乃馨种子来自云南绿信花卉种苗基地,品种为“粉佳人”,净度 $\geq 90\%$,发芽率 $\geq 80\%$ 。

1.2 试验设计

试验在扬州大学环境科学与工程学院实验室中进行。试验设 18 个处理,3 次重复,基质配方见表 1。试验分为 2 组,添加椰糠的为 Y 组,添加泥炭的为 N 组,同时设置 2 组对照试验。对照基质来自淮安淮农农业科技开发有限公司的淮农基质(CK1)和镇江培蕾有机肥有限公司的培蕾基质(CK2)。

2010 年 10 月 8 日播种育苗,将各配比基质等体积放入 72 孔标准穴盘(方格高 8 cm、底面长 5 cm、宽 5 cm),抹平表面将基质浇透水,平衡 1 d 后选取饱满完整的康乃馨种子,每穴点播 1 粒,每处理 90 穴,3 次重复,覆土 2 mm,淋水,放入人工气候室出苗。待种子开始萌芽,每天记录各处理的出苗数,待再无新苗发出时记录最终出苗数,计算出苗率、成苗率。出苗后第 30 天随机抽取 10 株幼苗测定株高、茎粗、叶长、分支数、叶片数、植株干重、壮苗指数。

第一作者简介:陈玲玲(1986-),女,在读硕士,现主要从事养分资源管理利用研究工作。E-mail:linglingc860217@163.com。

责任作者:钱晓晴(1962-),男,博士,教授,现主要从事资源利用与环境保护等方面的教学与研究工作。E-mail: xiaoqingqian@163.com。

基金项目:国家农业综合开发土地治理科技推广资助项目(2010KJ-31);江苏省苏北科技发展计划资助项目(BN2010055, BN2010009)。

收稿日期:2011-05-16

表 1 处理设置 %

处理号	蚯蚓粪	椰糠/泥炭	混合矿物
T1	70	10	20
T2	60	10	30
T3	50	10	40
T4	70	20	10
T5	60	20	20
T6	50	20	30
T7	60	30	10
T8	50	30	20

注:混合矿物为珍珠岩+蛭石,二者体积比为 1:1。

1.3 分析测定方法

参考土壤农化分析方法,用环刀法测定样品基质容重、毛管持水量;比重瓶法测定比重;根据公式计算出毛管孔隙度、总孔隙度和通气孔隙度;用雷磁 PHS-3C 型 pH 酸度计测定 pH;用电导率仪测定 EC。

测定幼苗叶长采用直尺测量,以叶片横向最大垂直宽度为准;叶片数采用计量法测定,以完全展开为 1 片叶;株高用直尺测量,以生长基质到生长点的高度为准;茎粗用游标卡尺测量,以根上部第 2 节中部为准;分支数采用计量法测定,以形成侧芽为准。壮苗指数=(茎粗/株高+根干重/地上部干重)×全株干重^[14]。样品小心去除根部基质用清水洗净,经吸水纸吸干后直接称量鲜重;先在鼓风干燥箱 105℃ 下杀青 30 min,再在 80℃ 下烘至恒重,称量干重。

表 2 不同基质处理的基本理化性质

处理	容重 /g·cm ⁻³	比重	总孔隙度 /%	毛管持水量 /%	毛管孔隙度 /%	通气孔隙度 /%	气水比	pH
Y1	0.202ef	1.668cd	87.89e	210.30hi	43.16de	45.14cde	1.07	6.64c
Y2	0.186h	1.576h	88.17de	232.54cd	43.40de	44.97cdef	1.03	6.67b
Y3	0.185hi	1.480l	87.52f	233.01cd	44.85de	44.42defg	1.03	6.75a
Y4	0.201efg	1.786a	88.76c	222.93ef	44.26bc	43.83efghi	0.98	6.55e
Y5	0.186h	1.674c	88.91c	227.87de	42.21ef	46.63bc	1.1	6.57d
Y6	0.166j	1.601f	89.63b	248.96b	41.54fg	48.39a	1.17	6.64c
Y7	0.187h	1.783a	89.49b	234.20cd	43.75cde	45.91cd	1.04	6.44g
Y8	0.166j	1.665d	90.05a	266.36a	44.62bcd	45.96cd	1.04	6.48f
N1	0.219c	1.595g	86.25ij	195.36j	42.55de	43.31fghij	1.01	6.43h
N2	0.196g	1.484k	86.77gh	221.99ef	44.47bcde	42.87ghijk	0.99	6.42h
N3	0.180i	1.376o	86.89g	236.86c	42.86de	44.08defgh	1.03	6.63c
N4	0.218c	1.623e	86.24hi	207.30i	44.96b	41.20j	0.91	6.29i
N5	0.211d	1.504j	85.95jk	208.98i	44.66bcd	41.63ij	0.95	6.30i
N6	0.198fg	1.393n	85.76k	220.18fg	43.50cde	42.28ijk	0.98	6.18j
N7	0.228b	1.536i	85.15l	191.80j	43.45cde	41.62ij	0.95	6.02l
N8	0.201efg	1.414l	85.78k	215.42gh	44.04de	42.62hijk	0.98	6.05k
CK1	0.204e	1.735b	88.24d	197.54j	40.53g	47.71ab	1.18	6.66b
CK2	0.263a	1.435m	81.72m	208.13i	54.36a	27.45l	0.51	5.37m

注:表中数据为 3 次重复的平均值。不同字母表示 $P<0.05$ 差异显著水平,数据含有相同字母者差异不显著。

康乃馨适宜生长的基质 pH 为 6.0~7.5,除了 CK2 的 pH 过低,其余处理的 pH 均在最适范围内。EC 值反映基质中可溶性盐分的多少,直接影响基质中

试验数据用 Excel 2003、Spss 17.0 软件处理分析。

2 结果与分析

2.1 配方基质的基本理化性质

基质容重大小反映基质结构、透气性、透水性能以及保水能力的高低,育苗基质适宜的容重范围是 0.1~0.8 g/cm³,容重越小说明基质结构、透气透水性能越好。从表 2 可看出,所有处理的容重均在适宜范围内,CK2 容重最高,Y6、Y8 最低,均达到了显著水平。基质的比重与基质内矿物质组成、有机质含量成正比,Y4、Y7 的比重显著高于其它处理。适宜植物生长的基质总孔隙度范围在 60%~90%即可,孔隙度大的基质疏松,透气性能好,有利于植物根系生长,但固定效果较差,而孔隙度小的则不利于植物根系发育。通气孔隙度是指基质内空气能占的比例,植物生长适宜范围在 10%~50%之间,毛管持水量应大于 150%^[15-16],Y8 处理的总孔隙度、毛管持水量均处于较高水平,其它处理的总孔隙度、通气孔隙度也均在适宜范围内。气水比能反映出基质中气、水之间的状况,是衡量基质优劣的重要指标,最适宜的基质气水比为 1:1,过大或过小均不利于植物的生长。CK1、Y6 的气水比略高,表明具有更好的通气效果,但保肥能力差;CK2 的气水比显著低于其它处理,仅为 0.51,会造成基质缺氧,不利于植物根系生长;其它处理的气水比都为最佳气水比。

电解质平衡和养分平衡,进而影响植物对各种元素的吸收,育苗基质适宜的 EC 应在 0.5~0.65 mS/cm 之间^[17],而该试验所用配方基质的 EC 值较高,在 2.19~

4.18 之间,应在播种前进行淋洗,避免出现烧苗现象。

2.2 不同基质对出苗率、成苗率、出苗时间的影响

图 1 为康乃馨的出苗率情况,经统计软件分析,Y8 出苗率最高为 87.8%,显著高于其它处理。出苗率最低的是 CK2,仅为 64.4%,显著低于其它处理。其余处理康乃馨出苗率从高到低:Y7 为 84.4%,Y4 为

83.3%,这 2 组间无显著差异;Y3、Y2、Y5、N1,这 4 组间无显著差异;Y1、N3、Y6、N5、N2、N9、N4、N7,这 8 组间无显著差异;除了 CK2,出苗率最低的 N6 与 CK1 均为 74.4%,与 N4、N7、N6 间差异不显著,与其它处理间差异显著。

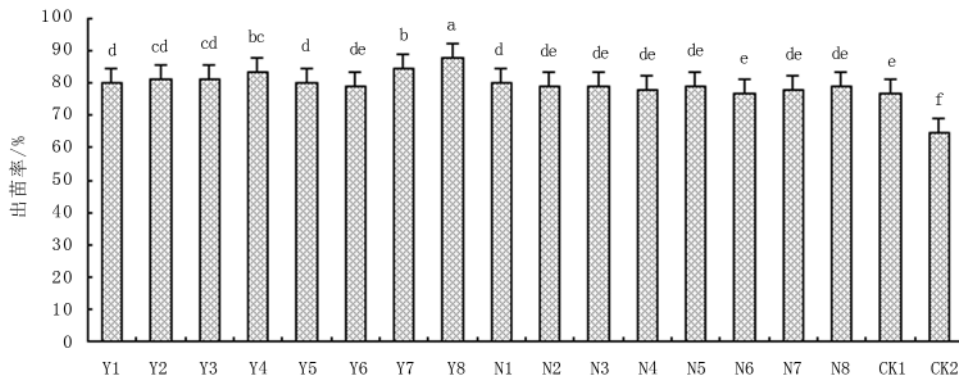


图 1 不同处理对康乃馨出苗率的影响

在出苗时间方面,CK2 第 2 天开始出苗,CK1 第 3 天开始,N2、N4 出苗较晚为第 5 天,其它处理都是第 4 天开始出苗。虽然 CK2 出苗最快,但幼苗生长过程出现倒苗、死苗现象,成苗率仅为 87.93%,这可能是由于 CK2 基质颗粒过细,造成幼苗根系透气效果差,根部浮在基质上部未扎入基质导致的;康乃馨生长适宜的 pH 为 6.0~7.5,而 CK2 的 pH 为 5.37,这也可能是导致幼苗死亡的原因之一,且出苗过程较长,影响了幼苗的整齐度,这组对照的幼苗成活情况显著劣于其它处理,故可以在下一步试验中将这组对照去除。CK1 的成苗率虽然较高为 97.10%,但由于其基质颗粒较大,幼苗根系得不到有效的固定,出现倒苗现象,幼苗的生长情况也不如 2 组处理,故也可将其去掉。Y1、Y2、Y6、Y7、N4、N7 均在 7 d 内出完苗,Y3、Y8 出苗时间最长为 9 d,其余为 8 d,在出苗时间方面,各处理相差不大,幼苗形态表现也无显著差异。

成苗率最高的 Y7 为 97.37%,其次是 Y2 为 97.26%,其余处理在 94.37%~97.22%之间,2 组处理间无显著差异。

2.3 不同基质处理对康乃馨幼苗生长发育的影响

从表 3 可看出,幼苗株高最高的处理 Y7 为 10.60 cm,其次为 Y1、N1,三者之间无显著差异,最矮的 Y6 为 7.59 cm,显著低于 Y 组其它处理。Y 组处理幼苗株高在 8.63~10.60 cm 之间,N 组幼苗株高在 7.53~10.55 cm 之间。Y 组大部分处理在幼苗茎粗、叶长指标上均显著高于 N 组,其中,Y2 处理的茎粗最大,达到 1.50 mm,其次分别为 Y4、N12、Y7、Y6、Y8、Y5,这 6 组处理与 Y4 之间差异不显著,茎粗最小的处

理 N1 仅为 1.14 mm,与 Y2、Y4~Y8、N8 存在显著差异,与其它处理差异不显著。Y 组叶长在 5.62~6.79 cm 之间,N 组在 4.70~5.83 cm 之间,叶片最长的处理 Y3 为 6.79 cm,显著高于所有处理,最短的处理 N7 为 4.70 cm,与 N3、N6 差异不显著,与其余处理差异显著。N1 的分支数最多,显著高于 Y4、Y6、N4、N7,与其余处理无显著差异,其次是 Y1,可见添加 90% 蚓粪可以显著促进康乃馨分支的形成,椰糠比泥炭更有利于分支的促生。

表 3 不同基质处理对康乃馨幼苗形态的影响

处理	株高/cm	茎粗/mm	叶长/cm	分支数/个	叶片数/片
Y1	10.59±0.25a	1.31±0.06bcd	6.39±0.25b	4.4±2.08ab	10.4±0.88
Y2	8.93±0.25cd	1.50±0.14a	5.72±0.09ef	3.6±0.88abc	11±0.88
Y3	9.69±0.12b	1.25±0.04bcd	6.79±0.06a	3.2±1.26abc	10.8±0.64
Y4	8.91±0.23cd	1.38±0.06ab	6.19±0.01bcd	3±0.88abc	10.8±0.64
Y5	8.63±0.07de	1.32±0.06abc	6.04±0.22bcde	3.8±1.44abc	10.4±0.88
Y6	7.59±0.07f	1.36±0.07abc	6.00±0.08cde	2.2±0.88bc	10.6±0.72
Y7	10.60±0.23a	1.37±0.07ab	6.32±0.08bc	3.2±0.64abc	11±0.8
Y8	8.65±0.11de	1.36±0.07abc	5.62±0.24fg	3.2±1.04abc	10.4±0.64
N1	10.55±0.16a	1.14±0.11d	5.13±0.17h	4.6±1.92a	10.4±0.88
N2	8.46±0.19e	1.26±0.05bcd	5.51±0.05fg	2.8±0.96abc	10.4±0.64
N3	9.03±0.17cd	1.17±0.11cd	4.96±0.15hi	2.4±0.48abc	10.6±0.72
N4	9.05±0.16cd	1.21±0.10bcd	5.3±0.16gh	2.2±1.04bc	11.8±0.64
N5	9.62±0.13b	1.29±0.02bcd	5.59±0.16fg	3.6±1.52abc	11.6±0.72
N6	7.84±0.12f	1.20±0.07bcd	4.76±0.16i	2±0.48c	10.6±0.48
N7	9.09±0.12c	1.22±0.05bcd	4.70±0.06i	2.6±0.96abc	11.8±0.64
N8	7.53±0.15f	1.38±0.02ab	5.83±0.11def	2.4±0.88abc	10.6±0.48

注:表中数据为 10 次重复的平均值和标准误差。不同字母表示 $P<0.05$ 差异显著水平,数据含有相同字母者差异不显著,下同。

叶片是植物进行光合作用个呼吸作用的主要器官,为植物的生命活动提供原动力,叶片的数量和质量密切关系着植物的生长状况,在叶片数指标方面,2 组处理均不存在显著差异,以 N4、N7 处理的幼苗叶片数

最多,其次为 N5、Y2、Y7,可见添加 60%~70% 蚓粪,20%~30% 泥炭可以促进康乃馨叶片的发生。

由表 4 可知,Y2 处理幼苗的地上、地下部干重、总干重均最大,其中地上部干重显著高于其它处理,地下部干重与 Y5~Y8 差异不显著,与其余处理差异显著。Y2 的总干重也显著高于其它处理。地上部干重最小的处理是 N6~N8,与 N3 之间差异不显著,但显著小于其它处理。地下部干重最小的是 N3、N4、N7、N8,与 Y1、Y3 及 N 组处理差异不显著。总干重最小的 N3、N6~N8,显著小于其它处理。

表 4

不同基质处理对康乃馨幼苗生物量的影响

处理	地上部干重/g·株 ⁻¹	地下部干重/g·株 ⁻¹	总干重/g·株 ⁻¹	根冠比	壮苗指数
Y1	0.090±0.017cde	0.014±0.006de	0.104±0.024c	0.154	0.0174de
Y2	0.117±0.009a	0.022±0.006a	0.139±0.008a	0.194	0.0293a
Y3	0.098±0.014bc	0.015±0.006cde	0.113±0.018b	0.154	0.0190cde
Y4	0.099±0.008b	0.017±0.004bcd	0.116±0.007b	0.168	0.0215bcd
Y5	0.095±0.005bcd	0.020±0.003ab	0.115±0.014b	0.205	0.0254ab
Y6	0.093±0.014bcde	0.021±0.008a	0.114±0.021b	0.226	0.0280a
Y7	0.097±0.009bc	0.018±0.006abc	0.112±0.009b	0.189	0.0235abc
Y8	0.088±0.003de	0.020±0.006ab	0.108±0.005bc	0.228	0.0263ab
N1	0.067±0.006gh	0.013±0.003de	0.081±0.003d	0.197	0.0168de
N2	0.073±0.012fg	0.012±0.005de	0.085±0.004d	0.172	0.0161de
N3	0.060±0.012hi	0.011±0.003e	0.072±0.032e	0.187	0.0143e
N4	0.076±0.009f	0.013±0.005de	0.088±0.023d	0.168	0.0161de
N5	0.085±0.011e	0.014±0.003cde	0.100±0.024c	0.168	0.0182cde
N6	0.054±0.012i	0.012±0.005de	0.067±0.028e	0.228	0.0163de
N7	0.058±0.014i	0.012±0.009e	0.069±0.014e	0.2	0.0148e
N8	0.054±0.020i	0.011±0.003e	0.066±0.023e	0.206	0.0149e

壮苗指数是评价幼苗质量的重要指标之一,通常以植物的株高、茎粗、地上地下部干重、全株干重的关系来表示。由表 4 可知,Y2 的壮苗指数最大为 0.0293,与 Y5~Y8 差异不显著,但显著高于其它处理,育苗质量最好;N 组处理的壮苗指数显著低于大部分 Y 组处理,以 N3 最低。

3 结论与讨论

蚓粪是蚯蚓消解有机废弃物的副产品,具有良好的物理性质,含有丰富的营养物质,能够为植物生长提供一定的养分,提高植物的抗逆能力,越来越多的学者将蚓粪应用于植物的无土栽培研究中,以期替代泥炭成为新型有机栽培基质。椰糠是椰子加工业的副产品,被认为是最好的泥炭替代品,具有纤维长、疏松多孔、保水和透气性能好的特点,其生物稳定性较好,可向植物提供大量 P、K 元素,但 N 素含量较少。有研究表明,椰糠在番茄、月季、万年青的栽培中的应用效果不亚于泥炭,可完全替代泥炭使用^[19]。该研究着力于蚓粪添加椰糠、泥炭与珍珠岩、蛭石的不同配比对康乃馨育苗及幼苗生长影响的研究,来确定对康乃馨生长发育最佳的基质配方,以期减少园艺生产对泥炭的使用量并为以后的生产实践提供一定的理论依据。

综合试验结果,蚓粪复合基质的主要理化指标均

根冠比是植物的生长状况以及环境条件对作物地上、地下部不同影响的反映,一般来说,温度较高,水分、氮肥供应充足,磷肥较少,光照较弱时会促进植物地上部生长,降低根冠比,相反情况下则促进地下部生长,增加根冠比^[18]。由表 4 可知,根冠比最大的处理是 Y8 与 N6,均为 0.228。Y8 处理幼苗的地上部干重为 0.088 g,显著低于大部分 Y 组其它处理,而地下部干重水平较高,导致了根冠比较高;而 N6 的地上、地下部干重均处于低水平,植株生长缓慢,致使根冠比较高。

符合育苗基质的要求,与市场上供应的基质相比,蚓粪复合基质的理化性质更佳,对康乃馨种子萌芽,幼苗生长的影响均较为突出。

第一,在出苗率、出苗时间、成苗率方面,蚓粪复合基质显著高于 CK2,添加椰糠比添加泥炭对康乃馨种子萌发更为有利,以 Y8(50% 蚓粪+30% 椰糠+20% 混合矿物)处理对出苗率影响最好,但出苗时间最长,成苗率为 94.94%,略低于其余处理。相对而言 Y7(60% 蚓粪+30% 椰糠+10% 混合矿物)处理在出苗率、出苗时间和出苗率方面综合表现最好。第二,对幼苗形态指标的影响较为突出的为 Y7、Y2(60% 蚓粪+10% 椰糠+30% 混合矿物)、Y3(50% 蚓粪+10% 椰糠+40% 混合矿物)。可见添加 50%~60% 蚓粪、椰糠基质可以更显著地促进康乃馨幼苗茎粗、叶长的增加,但对株高、分支数、叶片数影响不大。添加泥炭较有利于康乃馨幼苗叶片的发生。第三,对幼苗生物量的影响 Y 组明显优于 N 组。同蚓粪添加量,随着添加椰糠量增加,各项指标大致均呈现下降趋势。其中最为突出的为 Y2,该处理幼苗的茎粗、地上、地下部干重、壮苗指数均最高,与其余处理相比达到显著水平,其次为 Y6(50% 蚓粪+20% 椰糠+30% 混合矿物)。Y 组壮苗指数最高的处理 Y2 是 N 组最高 N5 的 1.62 倍,Y 组最低的 Y1 是 N 组最低 N3 的 1.22 倍。由此可见,

50%~60% 蚓粪添加量可以显著促进康乃馨生物量的积累,使其形成壮苗。

综上,该研究推荐的对康乃馨育苗及生长最佳的复合基质配方为 60% 蚓粪+10% 椰糠+30% 混合矿物,但在实际应用中,应根据不同批次的蚓粪、椰糠、珍珠岩、蛭石的理化性质和具体的营养水平进行灵活调节,以促进植物的生长发育。

参考文献

- [1] 杨应祥. 多功能生物有机肥—蚯蚓粪[J]. 西北园艺, 2006(2): 41.
- [2] 许永利, 张俊英, 李富平. 蚯蚓粪的综合利用研究现状[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(23): 7179-7180.
- [3] Tomati U, Grappelli A, Galli E. Fertility factors in earthworm[M]// TOMAI U. Prospects in earthworm farming. Rome: Publication Ministro della Ricerca Scientifica Tecnologia, 1983: 49-56.
- [4] Gutiérrez-Miceli F A, Santiago-Borraz J, Molina J A M, et al. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum*) [J]. Bioresource Technology, 2007, 98: 2781-2786.
- [5] Singh R, Sharma R R, Kumar S, et al. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) [J]. Bioresource Technology, 2008, 99: 8507-8511.
- [6] Arancon N Q, Edwards C A, Atiyeh R, et al. Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers [J]. Bioresource Technology, 2004, 93: 139-144.
- [7] 王东红, 史庆华, 王秀峰, 等. 蚯蚓粪对樱桃萝卜生长和品质的影响[J]. 山东农业科学, 2010(9): 26-30.
- [8] 孔凡真. 蚯蚓的养殖及开发利用[J]. 特种经济动植物, 2001(12): 6-7.
- [9] 卢芹, 刘晓东, 李俊良. 蚯蚓粪作为花卉栽培基质的应用研究[J]. 山东林业科技, 2006(1): 12-13.
- [10] 马莉, 殷秀琴. 污泥蚯蚓粪对万寿菊生长发育的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(5): 1346-1350.
- [11] 刘磊. 不同配比蚯蚓粪栽培基质对盆栽观赏向日葵形态与生理指标的影响研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2010.
- [12] 徐桂磊, 肖华山, 李凤玉. 我国无土栽培中有机型复合基质的应用研究[J]. 福建农业科技, 2004, 31(6): 37-38.
- [13] 顾卫兵, 余德琴, 徐秀银, 等. 有机生态型无土栽培技术(二)[J]. 上海蔬菜, 2003(1): 20-21.
- [14] 杨梅. 几种瓜类蔬菜育苗基质及其施肥配方的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2007.
- [15] 崔秀敏, 王秀峰. 蔬菜育苗基质及其研究进展[J]. 天津农业科学, 2001, 1(7): 37-42.
- [16] 崔敏. 湿润剂对斥水性栽培基质基本理化性质和作物生长状况的影响[D]. 泰安: 山东农业大学, 2008.
- [17] Klock K A, Fitzpatrick G E. Growth of impatient 'Accent Red' in three compost products[J]. Compost Science and Utilization, 1997, 5(4): 26-30.
- [18] 孟凡枝, 杨鹏鸣. 不同施肥水平对三色堇根冠比和壮苗指数的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(6): 216-218.
- [19] 钱笑天. 醋糟椰糠基质复配改良及其在蔬菜育苗中的应用效果[D]. 南京: 南京农业大学, 2009.

Effects of Vermicompost-formulated Substrate on Seedling Growth of Carnation

CHEN Ling-ling, WU Jing, QIAN Xiao-qing

(College of Environmental Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225127)

Abstract: To investigate the effects of the mixture of vermicompost, coir, peat, perlite, vermiculite on the carnations emergence rate, plant height, stem diameter, leaf length, leaf number, branch number, aboveground dry weight, underground dry weight, ratio of root to shoot and strong seedling index, to find the best substrate formula. The results showed that coir could significantly promote the growth of carnation, and the treatment of 80% vermicompost+10% coir+30% additions (perlite: vermiculite=1:1) showed the best combined effect, most beneficial the formation of seedling carnation. The volumeweight, specific gravity, total porosity, capillary capacity, aeratin porosity and pH of vermicompost-formulated substrate consistent with the requirements of nursery substrate.

Key words: vermicompost; substrate; carnation; seedling