

粉煤灰-木薯渣-蚯蚓粪基质的栽培效果研究

高亚娟¹, 徐福蕾², 黄武建², 叶成华³, 刘传海³, 钱晓晴⁴

(1. 扬州红硕环境与生物工程研究有限公司, 江苏 扬州 225127; 2. 江苏沃绿宝有机农业开发有限公司, 江苏 宿迁 223800;

3. 徐州市紫丰育苗科技有限公司, 江苏 徐州 221000; 4. 扬州大学 环境科学与工程学院, 江苏 扬州 225127)

摘要:该研究将粉煤灰、木薯渣等材料按一定比例复配成新型基质, 探讨不同配比粉煤灰基质对大白菜的栽培效果, 并与市售普通基质进行比较。以市售普通基质为对照, 设 9 个处理, 粉煤灰、蚯蚓粪、木薯渣、蛭石的比例分别为 50:20:20:10、50:10:30:10、60:10:20:10、60:0:30:10、70:10:10:10、70:0:20:10、80:5:5:10、80:10:0:10、80:0:0:10, 移栽大白菜, 35 d 后取样测定大白菜株高、叶宽、叶长、伸展度、叶片数、叶绿素含量等指标。结果表明: 粉煤灰用量与大白菜株高、叶宽、叶长、伸展度、叶片数, 以及第 1 叶、第 2 叶、第 3 叶叶绿素浓度均呈负相关性, 相关系数依次为: -0.608 、 -0.799^{**} 、 -0.748^{**} 、 -0.855^{**} 、 -0.484^{*} 、 -0.700^{**} 、 -0.817^{**} 。最佳配方粉煤灰基质栽培的大白菜, 其株高、叶宽、叶长、伸展度、叶片数比普通基质栽培分别增加了 16.7%、1.3%、27.2%、19.8% 和 15.4%, 而叶绿素含量则明显小于市售基质处理, 第 1 叶、第 2 叶、第 3 叶的叶绿素含量分别是市售普通基质栽培的 42.0%、75.0%、68.9%。

关键词:粉煤灰; 木薯渣; 蚯蚓粪; 基质; 大白菜

中图分类号:S 506 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)23-0165-04

粉煤灰是我国燃煤电厂的主要固体废弃物, 其年排放量高达 3 000 万 t, 年增储灰场用地逾 3.3 万 hm^2 , 给环境和土地资源均带来巨大的压力^[1]。目前, 对于粉煤灰的利用途径主要包括农用、建筑用料和环保材料等几个方面。农用粉煤灰, 主要用于改良退化土壤^[2-4]、生产肥料^[5]; 建筑用料方面, 粉煤灰可作为建设道路、桥梁的主要材料^[6]; 粉煤灰用于环保领域, 可作为吸附剂、中和剂在污水处理和废气净化方面进行应用^[7-8]。粉煤灰具有疏松多孔、透气保水的特性, 而且含有大量的植物中、微量营养元素^[9], 在理想的基质与人工土壤的基本原材料。该研究将粉煤灰作为一种主料按一定比例配制基质, 观测大白菜在基质上的生长情况, 评估粉煤灰添加效果, 旨在为粉煤灰的资源化利用开拓新途径。

第一作者简介:高亚娟(1987-), 女, 硕士, 现主要从事生物环境工程研究与技术开发工作。E-mail:345291865@qq.com.

责任作者:钱晓晴(1962-), 男, 博士, 教授, 现主要从事农业资源与环境专业教学与科研工作。E-mail:xiaoqingqian@163.com.

基金项目:江苏省苏北科技发展计划-科技型企业技术创新资助项目(BC2012402); 江苏省产学研联合创新资金-前瞻性联合研究资助项目(BY2012163)。

收稿日期:2014-09-17

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2013 年 11 月 28 日至 2014 年 1 月 3 日在扬州大学环境科学与工程试验中心进行。试验中所用的基质原材料包括粉煤灰、蚯蚓粪、木薯渣、蛭石。粉煤灰取自扬州华电发电厂, 蚯蚓粪取自扬州大学有机固废蚯蚓消解基地, 木薯渣来自江苏沃绿宝有机农业发展有限公司, 蛭石来自石家庄灵寿县, 市售基质来自于江苏科力农业资源科技有限公司。具体试验处理如表 1 所示。

表 1 试验处理基质配方

处理	粉煤灰/%	蚯蚓粪/%	木薯渣/%	蛭石/%
T1	50	20	20	10
T2	50	10	30	10
T3	60	10	20	10
T4	60	0	30	10
T5	70	10	10	10
T6	70	0	20	10
T7	80	5	5	10
T8	80	10	0	10
T9	80	0	10	10
CK	市售基质			

1.2 试验方法

按照体积进行配比, 将材料混合均匀, 放入直径为 15 cm 的花盆中, 每个处理 3 次重复, 相对含水率控制在 60%~90%。将已育好的大小一致的大白菜苗移栽到

花盆中,在相同的光照、温度、水分条件下进行培养,35 d 后采样测定。

1.3 项目测定

移栽 35 d 后测定大白菜株高、叶宽、叶长、伸展度、叶片数和叶绿素含量。其中,株高、茎粗、叶宽、叶长、伸展度采用直尺测量法,叶片数直接计数,采用 SPDA 分析仪对 3 片老叶的叶绿素含量进行测定。

1.4 数据分析

采用 Office 2003 软件和 SPSS 18.0 软件对试验数据进行处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同基质配比对大白菜生长的影响

由表 2 可知,不同处理之间株高、叶宽、叶长、伸展度、叶片数均有一定的差异性,在粉煤灰添加量为 50% 时各项指标总体最佳。其中,处理 T1、T2 长势较好,株高、叶宽、叶长、伸展度、叶片数均在 T2 时达到最大值,T9 处理各项指标值最小,最大值分别比最小值高出了 83.3%、66.6%、58.2%、58.8%、36.4%。株高、叶宽、叶长、伸展度、叶片数的大小与粉煤灰、蚯蚓粪、木薯渣比例表现出一定的相关性,相关系数如表 3 所示。

表 2 大白菜生长指标测定结果

处理	株高/cm	叶宽/cm	叶长/cm	伸展度/cm	叶片数
T1	7.3	9.27±1.106cd	13.37±0.569cd	27.10±1.493c	13
T2	7.7	10.33±1.301d	13.87±0.945d	28.15±2.333c	15
T3	5.1	8.43±0.231bc	10.93±1.721abc	24.25±2.475bc	15
T4	6.7	8.30±0.700bc	12.30±0.794bcd	23.65±2.051bc	15
T5	7.5	8.13±0.987bc	10.93±0.603abc	21.55±2.616ab	15
T6	5.5	7.30±0.458ab	9.70±1.852a	18.50±4.243a	12
T7	5.8	7.23±0.643ab	10.27±1.405ab	19.50±1.273ab	12
T8	6.1	7.37±0.322ab	10.13±1.762ab	20.50±2.121ab	11
T9	4.2	6.20±0.529a	8.77±1.553a	17.73±1.193a	11

由表 3 可知,大白菜叶宽、叶长、伸展度和叶片数与粉煤灰加入量呈显著的负相关性,叶宽、叶长、伸展度与蚯蚓粪加入量有显著的正相关性;叶宽、叶长、伸展度和叶片数与木薯渣有显著的正相关性;株高的变化与 3 种原料加入量的相关性均未达到显著水平。

表 3 株高、叶宽、叶长、伸展度、叶片数与原材料的相关系数

相关性	株高	叶宽	叶长	伸展度	叶片数
粉煤灰	-0.608	-0.799**	-0.748**	-0.855**	-0.704*
蚯蚓粪	0.557	0.537**	0.483*	0.664**	0.216
木薯渣	0.354	0.588**	0.563**	0.597**	0.682*

2.2 不同基质配比对大白菜叶绿素的影响

由表 4 可知,大白菜前 3 叶叶片的 SPAD 值在不同处理之间差异有一定差异,在粉煤灰添加量为 50% (T1、T2) 时叶绿素含量相对较高,光合能力较强。前 3 叶叶片的 SPAD 值与基质配料的加入量之间也有一定的相关性,其相关系数如表 5 所示。

表 4 大白菜前 3 叶叶片的 SPAD 值

处理	叶绿素含量/SPAD 值		
	第 1 叶	第 2 叶	第 3 叶
T1	3.50±0.265bc	19.73±1.823c	26.70±0.781c
T2	5.50±2.914c	18.93±2.663c	29.97±2.401c
T3	0.67±0.611a	1.33±0.208a	23.50±3.161bc
T4	0.00±0.000a	4.57±1.159ab	8.43±3.775a
T5	3.17±1.888b	8.70±8.603b	17.53±8.500b
T6	0.00±0.000a	0.67±0.379a	2.77±2.122a
T7	1.97±0.351ab	2.57±0.569a	2.73±0.611a
T8	0.30±0.265a	1.00±0.700a	5.13±4.200a
T9	0.70±0.964a	4.47±1.002ab	5.40±1.609a

由表 5 可以看出,大白菜前 3 叶的 SPAD 值与粉煤灰的添加比例呈负相关性,其中第 1 叶达到显著水平,第 2 叶与第 3 叶达到极显著水平。前 3 叶的 SPAD 值与蚯蚓粪的添加比例均呈极显著正相关性。第 2 叶 SPAD 值与木薯渣添加比例呈显著的正相关性,第 3 叶 SPAD 值与木薯渣添加比例呈极显著的正相关性,而第 1 叶 SPAD 值与木薯渣添加比例相关性不显著。

表 5 大白菜前 3 叶叶片 SPAD 值与基质配料添加比例的相关性

相关性	第 1 叶	第 2 叶	第 3 叶
粉煤灰	-0.484*	-0.700**	-0.817**
蚯蚓粪	0.529**	0.612**	0.702**
木薯渣	0.228	0.426*	0.506**

2.3 粉煤灰基质与市售普通基质的效果对比

在试验过程中,同时也采用市售普通基质进行对比试验,栽培管理措施完全相同,其数据如表 6 所示。

由表 6 可知,大白菜在粉煤灰基质与市售普通基质育苗,其生长形态指标和叶绿素含量均有明显差异。粉煤灰基质所育大白菜的株高、叶宽、叶长、伸展度、叶片数分别高于市售普通基质上的 16.7%、1.3%、27.2%、19.8% 和 15.4%;而大白菜前 3 叶叶绿素含量明显小于市售普通基质,第 1 叶、第 2 叶、第 3 叶的叶绿素含量分别是市售普通基质育苗的 42.0%、75.0%、68.9%。从第 1 叶与第 3 叶叶绿素的相对含量来看,市售普通基质为 0.30,而粉煤灰基质为 0.18,可见粉煤灰基质存在导致大白菜叶片过早黄化的问题。

表 6 粉煤灰基质与市售普通基质的育苗效果对比

基质来源	株高	叶宽	叶长	伸展度	叶片数	SPDA 值		
	/cm	/cm	/cm	/cm	/片	第 1 叶	第 2 叶	第 3 叶
对照基质	6.6	10.20	10.90	23.50	13	13.10	25.23	43.47
粉煤灰基质	7.7	10.33	13.87	28.15	15	5.50	18.93	29.97

3 讨论与结论

该试验结果表明,粉煤灰基质能够促进大白菜的生长,其叶宽、叶长、株高、伸展度、叶片数均高于对照。首先,粉煤灰能改善基质的物理性质,增加了基质的持水性和透气性^[10]。其次,能增加基质的阳离子交换量^[11]和植物生长所必需的部分大、中、微量元素,如 P、K、Ca、

Mg、B 等元素^[12];最后,粉煤灰作为一种多孔性物质^[4],为微生物的繁殖提供了良好的场所^[13],土壤酶活性增加,有利于土壤中多种养分的有效化。

粉煤灰常用于土壤改良、有机堆肥生产等,而将粉煤灰作为基质材料的研究较少。高祥伟等^[14]利用 1% 粉煤灰+有机肥处理改良重金属污染的土壤,取得了良好的效果。Niina 等^[15]利用粉煤灰处理餐饮垃圾,能够显著增强发酵过程中氧气的利用率,减少恶臭气体的排出。李珊等^[16]利用粉煤灰分别与粘土、砂土、秸秆按照 3:1 的比例混合,作为黑麦草育苗基质,得出粉煤灰+粘土为黑麦草的最佳生长基质。因此,粉煤灰农用是其资源化处理的一种重要途径,利用粉煤灰复配新型基质是可行的。

由试验结果可知,与市售基质相比,粉煤灰基质所育大白菜叶片的叶绿素含量明显偏低。粉煤灰经过是燃煤经过充分燃烧的产物,含氮、硫等营养成分很少;粉煤灰 pH 值一般在 8~11^[17],木薯渣 pH 值一般在 4.0 左右^[18],二者混合可以在一定程度上中和彼此的酸碱性,但木薯渣添加比例偏低,难以使混合基质 pH 值下降至作物最适范围;粉煤灰含有多种金属矿物质元素,如 Ca、Mg、Fe 等营养元素比例偏高,甚至可能还含有有害重金属元素 Pb 等,对植物生长所产生的影响作用尚存在不确定性。

在该试验研究中,粉煤灰添加比例与多种作物生长指标间呈显著的负相关关系,试验处理的粉煤灰基础用量可能偏高,应继续增加木薯渣的用量。Menzies 等^[19]得出当粉煤灰添加量为 10% 时,显著促进了土豆和马铃薯的生长,当粉煤灰添加量大于 20% 时抑制了植物的生长;Belyaeva 等^[20]研究表明,在堆肥过程中粉煤灰添加量超过 25% 时,没有提高堆肥质量参数的效果。因此,在进一步深入研究时可适当减少粉煤灰的添加比例。

粉煤灰作为一种工业废弃物,用于新型基质配伍加以资源化利用具有一定的环保生态与经济意义。粉煤灰基质能显著提高大白菜的株高、叶宽、叶长、伸展度、叶片数等指标,但降低叶片叶绿素含量。在今后的研究中建议适当减少粉煤灰的添加量,减少粉煤灰对作物可能造成的不良影响。

参考文献

[1] 张莉. 粉煤灰的环境影响与综合利用[J]. 北方环境, 2011(11): 239-249.

- [2] 张浩,许荣华. 粉煤灰资源化利用现状及其展望[J]. 山西能源与节能, 2008(2): 21-23.
- [3] 潘钟,罗津晶,薛姗姗,等. 粉煤灰利用的回顾与展望[J]. 环境卫生工程, 2008(1): 19-22.
- [4] Vimal C P, Singh N. Impact of fly ash incorporation in soil systems[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2009, 136: 16-27.
- [5] Mukhtar S, Kenimer A L, Sadaka S S, et al. Evaluation of bottom ash and composted manure blends as a soil amendment material[J]. Bioresource Technology, 2003, 89: 217-228.
- [6] Varennyam A, Pan X L, Özyurt N. Improved strength and durability of fly ash-amended concrete by microbial calcite precipitation[J]. Ecological Engineering, 2010, 37: 554-559.
- [7] 胡江良,李志,连明磊,等. 粉煤灰在污水处理及人工湿地中的应用[J]. 云南化工, 2012(5): 24-28.
- [8] 徐德福,李映雪. 用于污水处理的人工湿地的基质、植物及其配置[J]. 湿地科学, 2007(1): 32-38.
- [9] Paulo P, Xavier Úbeda, Martin D A. Fire severity effects on ash chemical composition and water-extractable elements[J]. Geoderma, 2011, 191: 105-114.
- [10] Sudha J, Goyal D. Fly ash as a soil ameliorant for improving crop production-a review[J]. Bioresource Technology, 2006, 97: 1136-1147.
- [11] Susanne K, Makeschin F. Effects of past fly ash deposition on the forest floor humus chemistry of pine stands in Northeastern Germany[J]. Forest Ecology and Management, 2003, 183: 113-126.
- [12] Rautaray S K, Ghosh B C, Mittra B N. Effect of fly ash, organic wastes and chemical fertilizers on yield, nutrient uptake, heavy metal content and residual fertility in a rice-mustard cropping sequence under acid lateritic soils[J]. Bioresource Technology, 2003, 90: 275-283.
- [13] Ebhin M R, Ansari M A, George J, et al. Co-application of biochar and lignite fly ash on soil nutrients and biological parameters at different crop growth stages of Zea mays[J]. Ecological Engineering, 2013, 58: 314-322.
- [14] 高祥伟,胡振琪,费鲜芸,等. 粉煤灰改良复垦土壤重金属污染的可拓评价[J]. 煤炭工程, 2006(5): 71-72.
- [15] Niina K, Tarja R, Sari U, et al. Ash in composting of source-separated catering waste[J]. Bioresource Technology, 2004, 93: 291-299.
- [16] 李珊,刘方,何腾兵,等. 粉煤灰不同配比基质对黑麦草生长的影响[J]. 环境科学与技术, 2008(11): 54-57.
- [17] Lima A T, Ottosen L M, Pedersen A J, et al. Characterization of fly ash from bio and municipal waste[J]. Biomass and Bioenergy, 2008, 32: 277-282.
- [18] 彭志连,王金丽,陆小静,等. 淀粉木薯渣不同保存条件下的成分变化[J]. 广东农业科学, 2012(18): 103-104.
- [19] Menzies N W, Aitken R L. Evaluation of fly ash as a component of potting substrates[J]. Scientia Horticulturae, 1996, 67: 87-99.
- [20] Belyaeva O N, Haynes R J. Chemical, microbial and physical properties of manufactured soils produced by co-composting municipal green waste with coal fly ash[J]. Bioresource Technology, 2009, 100: 5203-5209.

Effect of Fly Ash-Cassava Dregs-Vermicompost Substrate Cultivation

GAO Ya-juan¹, XU Fu-lei², HUANG Wu-jian², YE Cheng-hua³, LIU Chuan-hai³, QIAN Xiao-qing⁴

(1. Yangzhou Hongshuo Environmental and Biological Engineering Research Co. Ltd., Yangzhou, Jiangsu 225127; 2. Jiangsu Wolyubao Organic Agriculture Development Co. Ltd., Suqian, Jiangsu 223800; 3. Xuzhou Zifeng Nursery Technology Co. Ltd., Xuzhou, Jiangsu 221000; 4. College of Environmental Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225127)

Abstract: In order to make better use of fly ash, a kind of industrial waste, expand its wide range of applications in the field of agriculture. This study mainly use fly ash, cassava dregs and other materials according to certain proportion into the new matrix, explore the effect of different ratio of fly ash substrate cultivation of Chinese cabbage, and with a commercially available common matrix for comparison. Experiment with common commercially available substrate for comparison, set up nine ratio treats, the ratio of fly ash, vermicompost, cassava dregs, vermiculite respectively was 50 : 20 : 20 : 10, 50 : 10 : 30 : 10, 60 : 10 : 20 : 10, 60 : 0 : 30 : 10, 70 : 10 : 10 : 10, 70 : 0 : 20 : 10, 80 : 5 : 5 : 10, 80 : 10 : 0 : 10, 80 : 0 : 10 : 10, transplanting Chinese cabbage, measured the height, leaf width, leaf length, stretching degrees, number of leaves, chlorophyll content and other indicators of Chinese cabbages after 35 days. The results showed that the dosage of fly ash and cabbage plant height, leaf width, leaf length, stretch, leaf number, and the chlorophyll concentration of first leaf, second leaf, third leaf showed a negative correlation, the correlation coefficient were: -0.608, -0.799**, -0.748**, -0.855**, -0.484*, -0.700**, -0.817**. The best formula of fly ash substrate cultivation of Chinese cabbage, plant height, leaf width, leaf length, stretch, leaf number increased by 16.7%, 1.3%, 27.2%, 19.8% and 15.4% than normal substrate, while chlorophyll content was significantly less than the commercially available substrate treatment, the chlorophyll content of first leaf, second leaf, third leaf respectively were commercially available common matrix cultivation of 42.0%, 75.0%, 68.9%.

Keywords: fly ash; cassava dregs; vermicompost; matrix; Chinese cabbage

《保鲜与加工》杂志 2015 年征订征稿启事

中国科技核心期刊

中国北方优秀期刊

中国学术期刊光盘版收录期刊

美国《化学文摘》(CA)收录期刊

英国《国际农业与生物科学研究中心》(CABI)收录期刊

主管:天津市农业科学院

主办:国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)

国际标准连续出版物号:ISSN1009-6221

国内统一连续出版物号:CN12-1330/S

邮发代号:6-146 双月刊,逢单月 10 日出版,单价 10 元,全年 60 元。

《保鲜与加工》杂志是我国农产品采后技术研究领域的科技核心期刊,据中国知网的最新统计结果,复合影响因子为 0.983。本刊主要报道农产品保鲜与加工相关领域基础理论、新技术、新工艺、新设备、新材料的研究成果及国内外相关行业的动态与信息。主要设置专家论坛、保鲜研究、加工研究、检测分析、专题论述、技术指南、行业资讯、科普沙龙、科技前沿、政策法规等栏目。适于科技人员、农业技术推广人员、相关企业管理和技术人员、大专院校师生及广大从事保鲜与加工技术研发领域的人士参阅。

欢迎在全国各地邮局(所)或本编辑部订阅,欢迎广大读者踊跃投稿,并诚邀刊登各类相关广告。

通讯地址:天津市西青区津静公路 17 公里处,国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)《保鲜与加工》编辑部

邮 编:300384

电 话:022-27948711

联系邮箱:bxyjg@163.com

投稿平台:www.bxyjg.com