

时佩佩,孙凯文,周运来,等. 粉煤灰、奶牛垫料复配基质对白菜幼苗生长的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(5):225-227.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.05.064

粉煤灰、奶牛垫料复配基质对白菜幼苗生长的影响

时佩佩¹, 孙凯文¹, 周运来¹, 周新宇², 盛海君¹, 姚粉霞¹, 钱晓晴¹

(1. 扬州大学环境科学与工程学院, 江苏扬州 225127; 2. 苏州科特环保股份有限公司, 江苏苏州 215000)

摘要:以粉煤灰、奶牛垫料为试验材料,供试白菜品种为梅岭“苏州青”,研究粉煤灰、奶牛垫料不同处理对小白菜生长的影响。将粉煤灰、奶牛垫料按不同比例(质量比)混合,配成 6 种育苗基质配方,以粉煤灰育苗基质为对照(CK)。粉煤灰与奶牛垫料的混合比例(质量比)分别为 0:10(F0)、2:8(F1)、4:6(F2)、6:4(F3)、8:2(F4)。进行穴盘育苗试验,设 3 次重复。结果表明,适量粉煤灰与奶牛垫料混合配成的基质有利于改善基质 pH 值、有机质、速效养分含量等理化性质,为小白菜提供良好的生长环境;粉煤灰与奶牛垫料的混合比例为(2:8)~(4:6)时可促进小白菜生长,过多或过少均不利于小白菜生长;粉煤灰与奶牛垫料的混合比例为 2:8 时小白菜长势最佳。

关键词:粉煤灰;奶牛垫料;基质;小白菜;长势;理化性质

中图分类号: S634.306 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)05-0225-03

改革开放以来,我国经济得到迅猛发展并取得了良好成果,但过于依赖对自然资源的开发和索取,为我国土壤耕地资源带来较大压力。自然成因、工矿业“三废”排放、农业面源污染等因素共同造成了土壤污染,从而影响作物质量、破坏生态环境甚至危害人类健康。土壤污染具有缓变性和隐蔽性,被称为“看不见的污染”。解决土壤污染问题的同时还应寻求新型种植方式。我国经济 and 科研水平不断提高,无土栽培已从试验研究、小面积生产示范阶段进入大面积生产应用阶段。本研究中的无土栽培技术为固体基质栽培,以粉煤灰和奶牛垫料作为固体栽培基质进行植物种植^[1-9]。粉煤灰是燃煤电厂的废弃污染物,具有较高的资源价值。随着我国电力、热力工业的大力发展,粉煤灰每年的排放量已超过 1.2 亿 t。为贮存或处理粉煤灰,电厂须花费巨资兴建贮灰场,不仅占用大面积土地,长期堆放粉煤灰还将破坏电厂周围的生态环境。鉴于我国粉煤灰的利用率较低,产生的附加值不高,将粉煤灰用于农业不仅解决了其处理问题,还可保护生态环境^[10-16]。奶牛垫料中的秸秆、树叶杂草、稻谷壳粉等具有蓬松透气作用,使垫料中氧气充足;其中,糟渣饲料具有一定保水性以及微生物营养源的作用。随着规模化、集约化养殖的发展,奶牛场在饲养过程中产生的废弃物对环境的污染日趋严重,加强污染控制已迫在眉睫。奶牛垫料可为植物提供良好的生长环境并满足其营养需求,本试验选取奶牛垫料与粉煤灰混合配制基质进行植株幼苗培养,从而促进植物生长,最终提高农产品产量^[17-18],并对资源进行有效利用。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试白菜品种为梅岭“苏州青”,购自扬州市裕丰农业科技有限公司。粉煤灰取自扬州市华电发电厂,奶牛垫料取自盐城市大丰区某农场。

1.2 试验设计

以粉煤灰、奶牛垫料为试验材料,按不同比例(质量比)将粉煤灰、奶牛垫料混合配成 6 种育苗基质配方。粉煤灰的添加量(质量比)分别为混合物(粉煤灰+奶牛垫料)的 0%(F0)、20%(F1)、40%(F2)、60%(F3)、80%(F4),以不添加奶牛垫料的粉煤灰基质为对照(CK),设 3 次重复。每个处理均不施加肥料,在 50 孔 54×28 cm 的硬质穴盘中进行穴盘育苗试验。

1.3 试验方法

试验于 2014 年 6—7 月在扬州大学环境科学与工程学院穴盘试验场地进行。于 2014 年 6 月 21 日播种,种子播于 50 孔穴盘内,每穴 3 粒种子,2 叶 1 心时间苗,每穴留 1 棵苗。于 2014 年 7 月 1 日取白菜幼苗样品,测定生物量、根系特征参数等。于 2014 年 7 月 21 日取样测定白菜生物量、叶绿素含量、全氮、全磷、全钾等。

1.4 测定项目及方法

1.4.1 基质理化性质 采用 pH 计法测定 pH 值,水与基质比为 2.5:1。采用电导计测定电导率,水与基质比为 5:1。以 0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提,采用钼蓝比色法测定基质速效磷含量;以 1.0 mol/L NH₄Ac 浸提,采用火焰光度法测定基质速效钾含量;采用重铬酸钾容量法-外加加热法测定基质有机质含量。

1.4.2 生物量 待小白菜发芽后生长 1 周,采 3~5 株不同处理鲜样,采用称质量法测其单株(地上、地下部分)鲜质量及(地上、地下部分)总鲜质量,并进行差异性分析。

1.4.3 根系参数分析 小白菜生长约 2 周时取样,用清水仔细冲洗根系,将其单株根系放入 STD1600 型数字化扫描仪(Epson,USA)扫描,将图像存入计算机。采用与扫描仪配套的 Version 5.0a 型 WinRHIZO 根系分析系统(WinRhizo

收稿日期:2015-04-27

基金项目:江苏省产学研前瞻性联合研究项目(编号:BY2013063-09);江苏省苏北科技发展规划(编号:BC2012402)。

作者简介:时佩佩(1989—),女,江苏新沂人,硕士,主要从事农业资源利用理论与技术研究。E-mail:287419486@qq.com。

通信作者:钱晓晴,教授,主要从事资源环境科学教学与研究。E-mail:xiaoqingqian@163.com。

Regent Instruments, Canada) 对根系进行分析, 单株测定根长、根平均直径、根表面积、根体积等参数, 并进行差异分析。

1.4.4 植株叶绿素、全氮、全磷、全钾含量分析 小白菜生长约 1 个月时取定量叶片于比色管中, 于 40 ℃ 下以 95% 乙醇浸提, 分别于 665、649、470 nm 处测定吸光度, 即可计算叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素的含量。

小白菜生长约 1 个月时取定量鲜样叶片。经硫酸-双氧水煮沸后, 分别采用淀粉蓝比色法、钼蓝比色法测定地上部全氮、全磷含量。采用火焰光度法测定地上部全钾含量。

1.5 数据分析与统计方法

采用 Excel 2003 软件对试验数据进行处理和绘图。采用 SPSS 19.0 统计分析软件进行差异显著性检验 (*LSD* 法)。

2 结果与分析

2.1 不同处理基质理化性质的改变

各处理是不同比例的粉煤灰与奶牛垫料混合, 因此基质

的理化性质会有所改变。由表 1 可知, 添加不同比例的奶牛垫料可显著改变粉煤灰的多项理化性质 ($P < 0.05$); 与对照粉煤灰 (CK) 相比, 添加牛垫料后各处理的 pH 值均呈降低趋势, 由原来的碱性向弱碱性甚至中性转变, 为植物生长提供更加有利的条件。基质的电导、有机质、全量含量均随着奶牛垫料的添加而逐渐升高, 并呈显著增加趋势 ($P < 0.05$), 对植株生长均具有一定影响作用。基质容重随着奶牛垫料的增加而不断降低, 是基质肥瘦、耕作质量的重要指标之一。基质容重高可一定程度表明基质紧实、孔隙数量少, 基质的水分、空气、热量状况较差, 对植株生长具有较大影响, 不利于植株生长。

2.2 不同处理对小白菜根及根系特征参数的影响

由生长 1 个月后小白菜的株高、茎粗、分蘖数 (表 2) 可知, 不同处理下小白菜的株高、茎粗、分蘖数之间均存在一定差异。随着粉煤灰与牛垫料比例的增大, 小白菜的株高、茎粗、分蘖数均呈先增加、后降低的趋势。粉煤灰与奶牛垫料的比例为 (2 : 8) ~ (4 : 6) 时, 小白菜长势相对较好。

表 1 不同处理的理化性质

处理	pH 值	电导 (Us)	容重 (g/cm ³)	有机质 (g/kg)	全 N (mg/kg)	全 P (mg/kg)	全 K (mg/kg)
F0	7.67	2.830	0.118 6a	379.079 6f	993.376 2f	1 626.891f	993.377c
F1	8.65	2.150	0.249 7b	364.081 2e	860.926 1e	1 430.902e	728.477b
F2	8.85	1.905	0.399 6c	277.623 4d	728.476 6d	1 234.913d	602.926ab
F3	9.03	1.471	0.449 8d	191.165 5c	596.024 8c	1 038.924c	596.025ab
F4	9.28	1.097	0.491 6e	104.707 8b	463.565 1b	842.935b	463.575ab
CK	9.37	0.610	0.740 2f	27.657 5a	331.123 3a	646.946a	331.125a

注: 同列数据后不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。下表同。

表 2 不同处理的白菜根上部分形态指标

处理	株高 (cm)	茎粗 (cm)	分蘖数 (个/株)
F0	1.400 ± 0.126a	1.233 ± 0.088b	3.670 ± 0.882a
F1	1.467 ± 0.060a	1.433 ± 0.033c	3.670 ± 0.333a
F2	1.317 ± 0.093a	1.367 ± 0.033bc	2.670 ± 0.667a
F3	1.257 ± 0.147a	1.300 ± 0.058bc	2.670 ± 0.333a
F4	1.250 ± 0.100a	1.283 ± 0.044bc	4.000 ± 0.577a
CK	1.220 ± 0.114a	1.000 ± 0.001a	3.000 ± 0.001a

表 3 为不同处理对小白菜根系的影响, 小白菜生长周期为 2 周。由表 3 可知, 随着奶牛垫料添加比例的降低, 小白菜的根长、根系面积、根尖数、平均根直径、根体积均呈先增加、后降低的趋势。处理 F2 的根长、根尖数、根表面积、根体积、平均根直径均最大, 且明显大于对照 (CK)。随着奶牛垫料添加比例的降低, 小白菜根系生长逐渐呈下降趋势。添加奶牛垫料的处理, 其白菜的根系参数均大于对照。混合基质的理化性质会影响小白菜根系的生长 (表 1)。试验中未发现根表面积与粉煤灰、奶牛垫料添加比例间的直接关系。

表 3 不同处理对小白菜根系特征参数的影响

处理	根长 (cm/株)	根尖数 (个/株)	根表面积 (cm ² /株)	根体积 (cm ³ /株)	平均根直径 (mm/株)
F0	53.742 ± 0.733e	73.330 ± 0.333e	3.314 ± 0.013e	0.030 ± 0.001d	0.286 ± 0.005ab
F1	59.591 ± 0.836f	80.670 ± 0.667f	3.437 ± 0.013f	0.035 ± 0.001e	0.398 ± 0.001e
F2	31.818 ± 0.589d	69.670 ± 0.333d	1.509 ± 0.028a	0.029 ± 0.001d	0.319 ± 0.002d
F3	25.123 ± 0.961c	60.101 ± 0.913c	2.876 ± 0.048d	0.023 ± 0.001c	0.301 ± 0.002c
F4	19.386 ± 0.611b	47.010 ± 0.577b	2.806 ± 0.004c	0.020 ± 0.001b	0.292 ± 0.002bc
CK	14.121 ± 0.395a	40.001 ± 0.913a	2.625 ± 0.046b	0.016 ± 0.001a	0.280 ± 0.002a

2.3 不同处理对小白菜种子发芽和幼苗生长量的影响

在一定范围内, 粉煤灰和奶牛垫料混合比例对小白菜的发芽率影响不大 (表 4), 然而在 F0 处理下小白菜的发芽率最低, 可能是由于 F0 处理的盐分值相对较高, 较高浓度盐分对小白菜的出苗产生了一定渗透胁迫 (表 1), 从而对小白菜种子的发芽产生一定抑制作用。由表 4 可知, 不同处理小白菜的地上部与地下部鲜质量具有显著性差异 ($P < 0.05$), 均随

着粉煤灰与奶牛垫料比例的增大呈先增加、后降低的趋势。综上所述, F1、F2 处理的小白菜长势较佳。

2.4 不同处理对白菜叶绿素及 N、P、K 养分含量的影响

叶绿素是植物细胞叶绿体中一类极重要的绿色素, 广泛存在于绿色蔬菜中, 含量丰富, 且其含量高低可在一定程度上反映光合作用水平^[19]。由表 5 可知, 小青菜的叶绿素 (叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素) 含量随着牛垫料的添加呈先增加

表 4 不同处理对小白菜种子发芽和幼苗生长量的影响

处理	发芽率 (%)	地下部鲜质量 (g/株)	地上部鲜质量 (g/株)	总生物量 (g/株)
F0	71.330 ± 0.017a	0.045 ± 0.001a	0.085 ± 0.001b	0.129 ± 0.001b
F1	74.000 ± 0.006b	0.094 ± 0.001b	0.161 ± 0.001f	0.255 ± 0.001e
F2	74.670 ± 0.006c	0.068 ± 0.001ab	0.138 ± 0.001e	0.206 ± 0.001d
F3	88.670 ± 0.006f	0.045 ± 0.001a	0.109 ± 0.002d	0.155 ± 0.002c
F4	78.670 ± 0.006d	0.050 ± 0.009a	0.089 ± 0.001c	0.130 ± 0.002b
CK	86.000 ± 0.012e	0.051 ± 0.026a	0.060 ± 0.003a	0.099 ± 0.001a

表 5 不同处理对白菜叶片叶绿素及 N、P、K 含量的影响

处理	叶绿素 a (mg/g)	叶绿素 b (mg/g)	类胡萝卜素 (mg/g)	总叶绿素 (mg/g)	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	全钾 (g/kg)
F0	0.265 ± 0.012b	0.135 ± 0.002c	0.115 ± 0.001b	0.401 ± 0.010b	1.204 ± 1.204b	1.388 ± 0.004e	3.584 ± 0.001d
F1	0.542 ± 0.020e	0.250 ± 0.009e	0.215 ± 0.001e	0.792 ± 0.025e	3.022 ± 0.042f	1.499 ± 0.004f	4.615 ± 0.054e
F2	0.419 ± 0.001d	0.189 ± 0.002d	0.169 ± 0.001e	0.608 ± 0.011d	2.403 ± 0.006e	1.365 ± 0.010d	3.258 ± 0.004c
F3	0.335 ± 0.009c	0.140 ± 0.001c	0.127 ± 0.001d	0.475 ± 0.002c	2.006 ± 0.007d	1.033 ± 0.001c	2.925 ± 0.002b
F4	0.295 ± 0.016bc	0.105 ± 0.002b	0.119 ± 0.001c	0.400 ± 0.018b	1.529 ± 0.003c	0.803 ± 0.007b	2.849 ± 0.016b
CK	0.095 ± 0.015a	0.073 ± 0.002a	0.057 ± 0.002a	0.168 ± 0.013a	0.870 ± 0.001a	0.560 ± 0.003a	2.525 ± 0.029a

后降低的趋势,且均显著高于对照($P < 0.05$)。F1、F2 配比相对适于小白菜的生长;由于对照的容重、pH 值相对较大(表 1),对小白菜的生长具有一定影响,使其长势明显不如其他配比。小白菜的养分含量大致趋势与叶绿素含量相一致,添加一定量的奶牛垫料有利于养分的积累。F0、F1、F2、F3、F4 的全氮含量分别比对照增加了 38.4%、247.4%、376.2%、130.6%、75.7%,全磷含量分别比对照增加了 147.9%、167.7%、143.8%、84.4%、43.4%,全钾含量分别比对照增加了 41.9%、82.8%、29.0%、15.8%、12.8%。

3 小结

奶牛垫料含有大量的营养物质和有机质,将粉煤灰与奶牛垫料进行不同比例的混合,对于改善基质的 pH 值、电导率、有机质、速效养分均具有明显作用,为小白菜提供更好的生长环境,从而促进其生长。适量的粉煤灰与奶牛垫料混合有利于小白菜生长,而过高比例的混合可能对生长产生一定阻碍作用,不利于小白菜生物量的增加。将粉煤灰与奶牛垫料进行适当混合可促进小白菜根系的生长,从而促进其对养分的吸收与利用。添加过多的粉煤灰或奶牛垫料则会导致基质养分的供应失衡及电导率的变化,从而使白菜幼苗根系的生长受到一定抑制。

粉煤灰与奶牛垫料的混合比例为 2 : 8 时,小白菜根系的生长状况最佳,植株生物量增加最明显。粉煤灰与奶牛垫料的适当比例混合有利于提升小白菜的叶绿素、类胡萝卜素含量,小白菜的叶片光合作用得以提升,同时提高小白菜对氮、磷、钾等养分元素的吸收能力,促进作物生长。

参考文献:

[1]熊严军. 我国土壤污染现状及治理措施[J]. 现代农业科技, 2010(8):294-295,297.
[2]梅祖明,袁平凡,殷 婷,等. 土壤污染修复技术探讨[J]. 上海地质,2010,31(增刊1):128-132.
[3]林 强. 我国的土壤污染现状及其防治对策[J]. 福建水土保持

持,2004,16(1):25-28.
[4]徐咏文,段 萍,罗志华. 浅析中国土壤分类的发生与现状[J]. 安徽农业科学,2005,33(10):2003-2004.
[5]左春燕. 我国土壤污染的现状及治理措施探讨[J]. 产业与科技论坛,2012(7):115-115.
[6]吴 平,谷树忠. 我国土壤污染现状及综合防治对策建议[J]. 发展研究,2014(4):8-11.
[7]贺 震. 大气污染防治,为行善治立良法[J]. 环境经济,2014(22):24.
[8]梁海燕,张谦元. 我国土壤污染与食品安全问题探讨[J]. 山东省农业管理干部学院学报,2012,29(5):42-43,52.
[9]蒋卫杰,余宏军. 我国无土栽培的现状、问题和展望[J]. 农村实用工程技术:温室园艺,2005(6):14-16.
[10]彭 敏. 粉煤灰的形貌、组成分析及其应用[D]. 湘潭:湘潭大学,2004.
[11]王 亮. 粉煤灰综合利用[D]. 天津:天津大学,2007.
[12]Horn M E. Land application of coal combustion by-products; use in agriculture and land reclamation report TR-103298[M]. Palo Alto, CA: Electric Power Research Institute, 1995.
[13]Adriano D C, Page A L, Elseewi A A, et al. Utilization and disposal of fly-ash and other coal residues in terrestrial ecosystems - a review[J]. Journal of Environmental Quality, 1980, 9(3):333-344.
[14]鲁晓勇,朱小燕. 粉煤灰综合利用的现状与前景展望[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2005, 24(2):295-298.
[15]宋凤莲,朱大慧,巫世晶. 火电厂粉煤灰综合利用决策模型研究[J]. 科技进步与对策, 2000, 17(10):171-172.
[16]张永强. 《粉煤灰综合利用管理办法》出台鼓励粉煤灰综合利用[J]. 资源导刊, 2013(3):31.
[17]孙仁利,王肆玖,刘晓华,等. 夏季高活性生物垫料对奶牛产奶性能和非特异免疫功能的影响[J]. 中国奶牛, 2011(15):53-55.
[18]崔 琳. 奶牛对不同牛床垫料喜好选择影响的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学, 2010:12.
[19]李思义. 叶绿素的保健作用[J]. 百科知识, 2011(15):49.