

范广璞,杨 猛,黄亚东. 利用发酵麦秆和鸡粪开发“绿色”生态基质肥[J]. 江苏农业科学,2013,41(12):366-369.

利用发酵麦秆和鸡粪开发“绿色”生态基质肥

范广璞,杨 猛,黄亚东

(江苏食品药品职业技术学院/江苏省食品微生物工程实验室,江苏淮安 223005)

摘要:为了利用麦秆和鸡粪发酵制备优质生态基质肥,使用肥土特、金宝贝和 HM 菌剂对麦秆和鸡粪进行发酵比较研究,依据发酵后麦秆和鸡粪的理化指标选择合适的菌剂,同时将发酵后的麦秆与炉渣按一定比例混合,并测定混合基质的理化性质。结果表明,与未发酵的麦秆相比,发酵后的麦秆理化性质更接近无土栽培基质;HM 菌剂发酵麦秆和鸡粪效果较好;发酵麦秆和炉渣按 7:3 体积比混合的基质综合效果最佳;发酵麦秆:炉渣:发酵鸡粪按 7:2:1 混合时,有机肥效果最佳。

关键词:麦秆;炉渣;鸡粪;生态基质肥

中图分类号:S141 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2013)12-0366-03

有机生态型无土栽培技术能够与现在提倡的有机农业完全配合。有机生态型无土栽培技术是指不用天然土壤而使用基质,不用传统的营养液灌溉植物根系而使用有机固态肥并直接用清水灌溉作物的一种无土栽培技术^[1-3]。它扩大了种植地域,提高了土地和空间的利用率,且具有投资省、成本低、高产优质、能生产绿色产品、对环境无污染等显著特点,是实现蔬菜等农产品生产工厂化、现代化、高效化的重要途径,深受广大生产者青睐^[4-6]。本研究首先筛选合适的菌剂发酵麦秆和鸡粪,再将发酵后的麦秆和炉渣按一定体积比混合筛选最佳的混合基质,同时将发酵的麦秆、鸡粪和炉渣按一定体积比混合筛选有机肥,旨在丰富有机生态肥的种类,同时为麦秆的综合利用提供一条有效的途径。

1 材料与方法

1.1 原料的预处理

1.1.1 麦秆的处理 试验所用麦秆取自江苏省淮安市农村麦地,为 2012 年小麦收获后的废弃物。对所收集麦秆的麦田的病虫害情况、农药施用、肥水管理的实地调查结果表明,当年该麦田的病虫害危害程度较其他麦田轻,因此农药施用较少;施肥及管理技术措施均为常规。

先以清水冲洗麦秆,除去所附土壤,而后在日光下暴晒 3~5 d,待干燥后用多功能饲料铡草粉碎机进行粉碎,粉碎后麦秆粒径在 0.5~0.6 cm。

通过查阅相关资料发现,发酵的秸秆更适合作为有机生态型无土栽培基质。将经过上述处理的粉碎麦秆进行高温发酵处理(发酵温度最高达 70℃,发酵期一般 3~4 个月),其间按一定比例加入专用于分解纤维素及木质素的微生物,以缩短麦秆发酵时间。发酵完毕后将麦秆在日光下暴晒 1 周左右。

1.1.2 炉渣的处理 所选用的炉渣为江苏食品药品职业技

术学院锅炉房烧煤后的残渣,过 0.5 cm 筛并反复用水冲洗以减弱其碱性。经过筛并清洗后炉渣粒径为 0.3~4.7 mm,pH 值为 7.31。

1.2 不同发酵菌剂对小麦秸秆发酵效果的影响

发酵菌剂:肥土特生物发酵菌剂(A1,北京肥土特生物工程有限公司);HM 菌剂(A2,恒隆态生物环保生物技术研究所以);金宝贝 I 型发酵菌剂(A3,北京华夏康源科技有限公司)。以不添加任何发酵菌剂处理为对照(CK),调整发酵物料的粒径为 0.5 cm,C/N 值为 25,含水量为 70%,在 50 cm×30 cm×40 cm 的保温保湿塑料泡沫箱内进行发酵。每处理使用小麦秸秆 15 kg,菌剂添加量为 0.5%,重复 3 次,各处理随机排列,适时调整塑料箱的位置,使各处理受热均匀。发酵期间,每天 09:00 揭开透气 3~5 min,并测量堆体温度,结束后各处理取样测定。

1.3 发酵后麦秆容重、总孔隙度的测定

将麦秆装入容积(V)为 405 mL 的育苗钵中,向内加水至饱和状态,而后称饱和状态下麦秆重(m_1),24 h 后麦秆重(m_2)、风干后麦秆重(m_3)、烘干后麦秆重(m_4)。计算方法^[7-8]为:容重= m_4/V ;总孔隙度= $(m_1-m_4)/V \times 100\%$;持水孔隙= $(m_2-m_4)/V \times 100\%$;通气孔隙=总孔隙度-持水孔隙。

1.4 发酵后麦秆粒子大小分布的测定

按一定体积称取麦秆的风干样品,分别过 #4、#8、#10、#24、#32、#40 的筛网(筛孔依次为 4.75、2.36、2.00、0.89、0.62、0.42 mm)。对过不同筛网的麦秆分别称重,计算各层麦秆的百分比,重复 3 次。

1.5 发酵后麦秆的 C/N、主要营养元素含量的测定

碳含量采用重铬酸钾容量法测定,氮含量采用凯氏定氮法测定,磷含量采用钒钼酸铵比色法测定,试验在江苏食品药品职业技术学院食品学院生物系实验室进行。K、Ca、Mg、Fe、Zn、Cu、Mn 等营养元素含量用原子分光光度计进行测定,主要由淮阴师范学院分析中心完成。

1.6 发酵后麦秆的 pH 值、电导率(EC 值)及阳离子交换量(CEC)测定

将风干基质与去离子水以 1 g:5 mL 比例混合,24 h 后

收稿日期:2013-07-02

基金项目:江苏省淮安市农业科技支撑计划(编号:SN12057)。

作者简介:范广璞(1968—),男,江苏淮安人,副教授,主要从事微生物技术研究。E-mail:fgp_68@163.com。

取滤液测定 pH 值、电导率。用 DDS-11A 型电导率仪测定电导率,以 PD-501 型便携式多功能测量计测定 pH 值,阳离子交换量采用 EDTA-铵盐快速法测定。

1.7 发酵麦秆、炉渣不同比例混合基质效果的研究

将发酵麦秆与过筛炉渣配制成混合基质,按麦秆:炉渣不同体积比 9:1、8:2、7:3、6:4、5:5,设 5 个处理,并设纯发酵麦秆对照;分别测定不同处理组混合基质的理化性质和粒子大小组成。

1.8 鸡粪的发酵及理化性质测定

添加不同的发酵菌剂,以不添加任何发酵菌剂处理为对照,在 50 cm×30 cm×40 cm 的保温保湿塑料泡沫箱内进行发酵。每个处理使用鸡粪 15 kg,重复 3 次,各处理随机排列,适时调整塑料箱的位置,使各处理受热均匀。发酵期间,每天 09:00 揭开透气 3~5 min,并测量堆体温度,结束后各处理取样测定。具体试验方案与麦秆发酵相同。分别测定未发酵鸡粪、自然发酵鸡粪和 3 种菌剂发酵鸡粪的水分、有机物总量、全氮含量、全磷含量和全钾含量。

1.9 发酵麦秆、炉渣和发酵鸡粪不同体积比混合的有机肥效果研究

按发酵麦秆:炉渣:发酵鸡粪不同体积比设 5 个处理:8:1:1、7:2:1、6:3:1、5:4:1、4:5:1,测定不同处理有机肥主要化学元素组成。

2 结果与分析

2.1 不同发酵菌剂对比试验结果

温度是影响微生物活性的最显著因子,对堆肥反应速率起着决定性作用,常常作为堆肥中微生物生化活动量的宏观指标。添加了外源发酵菌剂的 A1、A2、A3 处理与不添加任何发酵菌剂的 CK 处理的温度变化曲线明显不同,但添加肥士特、金宝贝和 HM 菌对麦秆发酵的有效积温和日均温的影响差异不显著。纤维素、木质素的降解率在一定程度上反映了基质的腐熟程度,试验结果表明,在麦秆发酵时添加微生物发酵菌剂,能够显著提高纤维素和木质素的降解率,其中添加

HM 菌处理(A3 处理)无论是发酵中期还是后期均对麦秆纤维素和木质素的降解效果最佳,添加肥士特处理(A1 处理)效果次之。C/N 是衡量基质发酵腐熟程度的一个重要指标,可以反映发酵过程中有机质的降解程度。试验结果表明,在初始 C/N 基本相同的情况下,试验结束时各处理的 C/N 下降幅度差异较大,A3 处理的终点 C/N 最低,A1、A2 处理次之,对照最高。说明添加发酵菌剂能够显著提高微生物对碳和氮的利用速率,其中添加 HM 菌剂效果最明显,而肥士特和金宝贝效果相当。综合考虑以上试验结果,选择 HM 菌剂作为麦秆的发酵剂。

2.2 发酵后麦秆容重、总孔隙度的测定结果

由表 1 可知,麦秆发酵后容重增大,较未发酵麦秆提高约 1 倍,与蛭石相近,高于其他对比基质;总孔隙度比未发酵麦秆增加约 47%;通气孔隙增加,持水孔隙减少,大小孔隙比为 1.52。发酵麦秆主要物理性质较未发酵麦秆有一定改善,容重、总孔隙度等方面有所增加。

表 1 不同基质主要物理性质比较

基质	容重 (g/cm ³)	总孔隙度 (%)	通气孔隙 (%)	持水孔隙 (%)	大小 孔隙比
未发酵麦秆	0.110 2	46.54	11.54	35.00	0.33
发酵麦秆	0.215 6	68.54	41.32	27.22	1.52
蛭石	0.220 0	93.50	23.10	70.30	0.33
珍珠岩	0.180 0	90.25	55.50	34.75	1.60
泥炭	0.110 0	94.30	39.70	54.60	0.73
炉渣	0.098 0	49.50	37.00	12.50	2.96

2.3 发酵后麦秆粒子大小分布的测定结果

由表 2 可知,麦秆经一定时间发酵后,粒子大小组成有了一定改变,具体表现为大颗粒物质含量减少,而总体上增加了中型颗粒物质和小型颗粒物质的含量,保水性能得到了一定程度的改善。虽然,发酵麦秆与未发酵麦秆相比小颗粒含量增加,但与其他基质相比,发酵麦秆的大颗粒物质含量仍相对较多,在实际应用中可以通过与其他有机或无机基质混合,增加小颗粒的组成,形成更有利于植物生长的混合基质。

表 2 不同基质粒子大小组成

基质	粒子大小组成(%)						
	$D \geq 4.75 \text{ mm}$	$2.36 \text{ mm} \leq D < 4.75 \text{ mm}$	$2.00 \text{ mm} \leq D < 2.36 \text{ mm}$	$0.89 \text{ mm} \leq D < 2.00 \text{ mm}$	$0.62 \text{ mm} \leq D < 0.89 \text{ mm}$	$0.42 \text{ mm} \leq D < 0.62 \text{ mm}$	$D < 0.42 \text{ mm}$
未发酵麦秆	40.0	7.0	8.0	12.0	8.5	7.2	17.3
发酵麦秆	8.0	14.0	11.0	15.5	14.0	8.2	29.3
蛭石	3.4	7.4	3.0	10.2	9.5	17.5	49.1
珍珠岩	13.0	7.2	3.1	9.8	6.8	13.0	47.1
泥炭	0	5.2	1.9	21.5	12.3	7.8	51.3
炉渣	1.6	6.8	7.8	10.5	13.1	12.4	47.8

注:D 为粒子直径。

2.4 发酵后麦秆的 C/N、主要营养元素含量的测定结果

由表 3 可知,栽培基质 C/N 应低于 20,否则会导致植株因缺氮而叶色变淡、生长失调。未发酵麦秆 C/N 高达 67.1,全氮含量只有 0.60%,不适合作为无土栽培的基质;发酵麦秆的全氮含量和 C/N 基本达到了作为植物栽培基质的要求。此外,发酵麦秆中有效磷和速效钾的含量都比未发酵麦秆显著增加。

表 3 发酵麦秆和未发酵麦秆的营养元素含量

材料	全碳含量(%)	全氮含量(%)	全磷含量(%)	C/N	有效磷含量(mg/kg)	速效钾含量(mg/kg)
未发酵麦秆	40.3	0.60	0.30	67.1	80.60	667.30
发酵麦秆	27.3	1.62	0.48	16.7	198.50	1 201.10

2.5 发酵后麦秆的 pH 值、EC 值及 CEC 值测定结果

由表 4 可知,麦秆经发酵,pH 值略有下降,电导率降为

2.45 mS/cm,处于作物安全生长 EC 值范围(<2.6 mS/cm),CEC 值也相对提高。因此,发酵麦秆比未发酵麦秆更适合作为植物无土栽培基质。

表 4 发酵麦秆和未发酵麦秆的 pH 值、EC 值和 CEC 值			
材料	pH 值	EC 值 (mS/cm)	CEC 值 (mmol/kg)
未发酵麦秆	7.52	2.93	220.86
发酵麦秆	7.30	2.45	260.46

2.6 发酵麦秆与炉渣不同比例混合基质比较

由表 5 可知,发酵麦秆按不同比例与过筛炉渣混合后,容重皆有所增加;且随着所添加炉渣比例增大,容重逐渐增大。因为添加了颗粒较小的过筛炉渣,混合基质总孔隙度及通气孔隙均较纯发酵麦秆小,而持水孔隙多大于纯发酵麦秆。

由表6可知,由于添加了小粒过筛炉渣,因此与纯发酵麦

表 6 发酵麦秆与炉渣不同比例混合基质粒子大小组成							
麦秆：炉渣	粒子大小组成(%)						
	$D\geq 4.75\text{ mm}$	$2.36\text{ mm}\leq D<4.75\text{ mm}$	$2.00\text{ mm}\leq D<2.36\text{ mm}$	$0.89\text{ mm}\leq D<2.00\text{ mm}$	$0.62\text{ mm}\leq D<0.89\text{ mm}$	$0.42\text{ mm}\leq D<0.62\text{ mm}$	$D<0.42\text{ mm}$
9：1	7.0	13.5	10.0	13.1	11.0	12.0	33.4
8：2	6.8	11.0	9.0	12.2	10.3	10.0	40.7
7：3	4.0	7.8	7.4	11.4	10.6	14.0	44.5
6：4	6.0	12.0	8.6	13.2	11.6	10.2	38.4
5：5	5.6	8.6	9.6	12.0	13.2	10.1	40.9
CK	8.0	14.0	11.0	15.5	14.0	8.2	29.3

注:D 为粒子直径。

2.7 鸡粪发酵前后理化指标测定结果

由表 7 可知,鸡粪经过微生物发酵处理,水分均大幅减少,含水量的减少有利于有机肥的后期加工。发酵后有机物总量略有增加,但差异不明显。对照组和 3 个处理组全氮、全磷、全钾含量在发酵后都有所提高,综合考虑 A3 处理效果最佳。

2.8 发酵麦秆、炉渣和发酵鸡粪不同比例混合有机肥有效成分含量测定结果

由表 8 可知,发酵麦秆、炉渣和发酵鸡粪按一定比例混合,与发酵麦秆相比,电导率均一定程度上下降,降低到适合作物生长的范围;同时 CEC 值在一定程度上上升;氮、磷、钾

表 5 发酵麦秆与炉渣不同比例混合基质主要物理性能				
麦秆：炉渣	容重 (g/cm ³)	总孔隙度 (%)	通气孔隙 (%)	持水孔隙 (%)
9：1	0.232	62.12	30.23	31.89
8：2	0.284	57.32	28.28	29.04
7：3	0.312	54.62	24.67	29.95
6：4	0.438	50.65	20.65	30.00
5：5	0.486	45.12	19.30	25.82
CK	0.216	68.54	41.32	27.22

秆处理相比,混合基质大于 2.00 mm 的大颗粒较少,以 7：3 处理最少;中型颗粒与纯麦秆基本接近;而 <0.62 mm 的小颗粒皆高于纯发酵麦秆处理,以 7：3 处理最大。仅从不同比例混合基质粒子大小组成方面来看,7：3 处理大颗粒物质比例最小,中小型颗粒物质比例最大,是比例合适的混合基质。

表 7 鸡粪添加微生物菌剂发酵前后的理化指标						g/kg
处理	时间	水分	有机物总量	全氮含量	全磷含量	全钾含量
对照	发酵前	52.6	29.5	2.92	1.02	1.33
对照	发酵后	27.6	30.7	3.07	1.08	1.39
A1	发酵后	17.2	33.6	3.31	1.19	1.42
A2	发酵后	17.5	34.1	3.35	1.17	1.43
A3	发酵后	17.6	34.5	3.41	1.21	1.48

的含量已经达到有机肥的施用标准,以发酵麦秆：炉渣：发酵鸡粪=7：2：1 有机肥效果最佳。

表 8 发酵麦秆、炉渣和发酵鸡粪不同比例混合有机肥的主要化学性能							
发酵麦秆：炉渣：发酵鸡粪	pH 值	EC 值 (mS/cm)	CEC 值 (mmol/kg)	全氮含量 (%)	全磷含量 (%)	有效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)
8：1：1	7.42	2.32	320.69	2.43	0.72	200.30	1 520.60
7：2：1	7.47	2.27	320.61	2.32	0.68	166.46	1 320.30
6：3：1	7.51	2.13	320.65	2.02	0.57	132.30	1 287.20
5：4：1	7.54	2.14	320.72	1.73	0.50	123.60	1 248.30
4：5：1	7.61	2.12	300.61	1.62	0.47	115.60	1 168.32

4 结论

麦秆经发酵后理化性质有较大改变,HM 菌剂发酵麦秆效果最佳,基本达到标准基质水平,只是发酵的麦秆容重较小。

为了克服单一发酵麦秆可能造成的容重过轻、通气不良的弊病,本试验采用无机基质炉渣和发酵麦秆混合方式改善基质的理化性质,结果表明,发酵麦秆：炉渣=7：3 基质综合效果最佳。而发酵麦秆：炉渣：发酵鸡粪=7：2：1 混合时,有机肥效果最佳。

黄丽芬,张 蓉,李 慧,等. 全球环境基金适应气候变化农业措施的监测与评价——基于江苏省新沂市的实证分析[J]. 江苏农业科学,2013, 41(12):369-342.

全球环境基金适应气候变化农业措施的监测与评价 ——基于江苏省新沂市的实证分析

黄丽芬¹, 张 蓉¹, 李 慧², 许文艺², 陆 斌², 王喜林³, 庄恒扬¹

(1. 扬州大学农学院/江苏省作物遗传生理重点实验室, 江苏扬州 225009; 2. 江苏省新沂市农业资源开发局, 江苏新沂 221400;
3. 江苏省农业综合开发利用外资项目办公室, 江苏南京 210008)

摘要:以江苏省新沂市农户为对象,在气候变化背景下,调查全球环境基金(GEF)赠款在 2008—2011 年期间为优质小麦生产的目标而推行的各种适应性农艺措施的实施效果。分析表明,农民对 GEF 的认知程度、秸秆还田配施氮肥技术实施比例、小麦节水灌溉措施、肥料深施的比例等方面,项目区均高于非项目区,差异显著;各种病虫害发生程度项目区均小于非项目区。项目区有机肥使用比非项目区高 9.5 百分点,增产比例高 11.3 百分点;9 000 kg/hm² 小麦高产的农户在项目区极显著多于非项目区,而 4 500 kg/hm² 低产的农户项目区比非项目区低 5.8 百分点。2008—2011 年新沂市冬天低温来临早且持续时间长,项目区 86% 农户在 10 月 20 日前播种小麦且 70.2% 农户播种量为 150~225 kg/hm²;而非项目区播种普遍较迟,33.4% 农户在 10 月 21—30 日播种且 50% 农户播种量达 300~375 kg/hm²。结果表明,新沂市项目区农民大多知道根据气候变化及时调整农艺措施,与非项目区差异显著。本研究为未来适应气候变化的农业措施推广与开发提供参考依据。

关键词:气候变化;适应性措施;小麦;产量

中图分类号: X835 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)12-0369-04

1990 年 11 月,25 个国家达成共识建立全球环境基金^[1](GEF, Global Environment Facility),拟在气候变化、生物多样性、国际水域和臭氧层损耗 4 个领域内,为实现公认的全球环境效益所采取的措施提供赠款和优惠资金^[1]。全球气候变化作为 20 世纪 90 年代以来最为引人注目的环境和科学问题之一,已经引起政府、科学界与公众的强烈关注^[2]。目前,我国在抵御气候变化不利影响方面的适应能力比较差,众多研究表明,全球气候变化对我国农业生产以及粮食安全意义重

大^[3-8]。李祎君等调查了气候变化对中国农业气象灾害与病虫害的影响,结果表明,在已有气候变暖的影响下,绝大部分农业气象灾害危害加重、发生频繁,特别是极端气候事件发生频率加大,极大威胁着中国粮食生产的安全^[9],应予以积极应对。吴普特等研究发现,中国 1949—2005 年期间气候变化对农业用水和粮食生产影响显著,通过技术创新、政策机制保障等人为因素控制,可在一定程度上缓解气候变化带来的负面影响^[10]。

为了加强我国在农业发展中对气候变化的适应能力,国家农业综合开发办公室开发了“适应气候变化农业开发”项目并由 GEF 资助,在河北省、江苏省等 6 个省试点实施适应气候变化措施研究。GEF 项目在江苏省的实施区位于该省最重要的粮食主产区——淮北平原,淮北平原粮食年产量占全省的 59% 以上,包括徐州、淮安等共 25 个县市区,其中徐州市的新沂市、宿迁市的宿豫区为江苏省 GEF 项目示范县。从 2008—2011 年,适应性气候变化措施在江苏省逐渐推广,并起到一定的辐射作用。张兵等调研发现,GEF 项目农业适

发展前景[J]. 北方园艺,2000(2):11-12.

[5] 肖宝珠,肖庆元. 无土栽培技术的应用前景[J]. 湖南农业科学, 1994(2):23-24.

[6] 郝金魁,张西群,齐 新,等. 工厂化育苗技术现状与发展对策[J]. 江苏农业科学,2012,40(1):349-351.

[7] 蒲胜海,冯广平,李 磐,等. 无土栽培基质理化性状测定方法及其应用研究[J]. 新疆农业科学,2012,49(2):267-272.

[8] 高新昊,张志斌,郭世荣. 玉米与小麦秸秆无土栽培基质的理化性状分析[J]. 南京农业大学学报,2006,29(4):131-134.

收稿日期:2013-05-18

基金项目:国家自然科学基金(编号:31201154);利用全球环境基金(GEF)赠款项目(编号:TF092393-CN);新沂市利用全球环境基金(GEF)赠款项目(编号:GEFJSXZ11001);江苏高校优势学科建设工程;江苏省高校“青蓝工程”优秀青年骨干教师培养项目。

作者简介:黄丽芬(1975—),女,江苏靖江人,博士,副教授,主要从事农业生态与作物栽培生理研究。E-mail:lfhuang@yzu.edu.cn.

通信作者:庄恒扬,博士,教授,主要从事农业生态研究。Tel:(0514) 87979356;E-mail:zhy7979356@sina.com.cn.

参考文献:

[1] 蒋卫杰,刘 伟,余宏军,等. 我国有机生态型无土栽培技术研究[J]. 生态农业研究,2000,8(3):17-21.

[2] 蒋卫杰,余宏军,刘 伟. 有机生态型无土栽培技术在我国迅猛发展[J]. 中国蔬菜,2000(增刊):35-39.

[3] 于 鑫,孙向阳,张 骅,等. 有机固体废弃物再生环保型无土栽培基质研究进展[J]. 北方园艺,2009(10):136-139.

[4] 孙竹波,汪 东,柳新明,等. 我国蔬菜无土栽培研究应用进展及