

发酵粉碎麦秸和过筛炉渣混合制备的有机生态无土栽培基质研究

范广璞, 杨 猛, 黄亚东

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

摘 要:以粉碎的麦秸和过筛炉渣为试材,研究了“肥士特”、“金宝贝”和‘HM’菌剂3种菌剂对麦秸发酵效果的影响;同时将发酵麦秸与未发酵麦秸和其它常用基质进行了理化性状比较;以发酵后的麦秸与炉渣按一定比例混合,研究了混合基质的理化性质,以期确定最佳的麦秸发酵基质配比。结果表明:发酵后的麦秸理化性质与未发酵的麦秸相比,更接近无土栽培基质的特性,‘HM’菌剂发酵的麦秸效果最佳,发酵麦秸:炉渣=7:3比例混合,基质综合效果最佳。

关键词:麦秸;炉渣;菌剂;无土栽培基质

中图分类号:S 604⁺.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)19-0022-04

有机生态型无土栽培技术是指不用天然土壤、不用传统的营养液灌溉植物根系,而使用基质和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]。因其扩大了种植地域,提高了土地和空间的利用率,且具有投资少、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,因而深受广大生产者青睐^[4-6]。

该试验选用发酵的麦秸和炉渣按一定的体积比进行混合,以筛选出最佳的无土栽培混合基质,旨在丰富无土栽培基质的种类,同时为麦秸的综合利用提供一条有效的途径。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 麦秸 供试麦秸为2012年淮安农村麦地小麦收获后的废弃物。通过对麦秸田的病虫害情况及农药施用、肥水管理的实地调查,得知当年该麦田的病虫害危害程度较其它麦田轻、农药施用的较少。在施肥及管理技术措施方面均为常规。

1.1.2 炉渣 供试炉渣为江苏食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 7.31。

1.1.3 发酵菌剂 供试菌剂为“肥士特”生物发酵菌剂

(北京肥士特生物工程有限公司)、“HM”菌剂(恒隆态生物环保生物技术研究)、 “金宝贝发”酵I型发酵菌剂(北京华夏康源有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 麦秸的粉碎 以清水冲洗麦秸,除去其上所附土壤,之后在日光下暴晒3~5 d。待干燥后用多功能饲料铡草粉碎机粉碎,粒径约在0.5~0.6 cm。

1.2.2 粉碎麦秸的发酵 将粉碎麦秸进行高温发酵(发酵期温度最高达70℃,发酵期一般在3~4个月)处理,期间按一定比例加入专用于分解纤维素及木质素的微生物,以缩短麦秸发酵时间。发酵结束后将麦秸在日光下暴晒1周左右。

1.2.3 不同发酵菌剂添加量对小麦秸秆发酵效果的影响 调整发酵物料的粒径长度为0.5 cm,碳/氮为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,粉碎麦秸不同菌剂添加方案见表1。以不添加任何发酵菌剂为对照。每种处理使用小麦秸秆15 kg,3次重复,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,每日9时揭开3~5 min透气,测量堆体温度,结束后对各处理取样测定。

表 1 麦秸发酵不同发酵菌剂添加方案

Table 1 Adding scheme of different fermentation agents to fermented straw

处理 Treatment	粉碎的麦秸 Crushed straw /kg	发酵菌剂种类 Fermentation agent	菌剂添加量 Adding amount of fermentation agent/%
A1	15	“肥士特”	0.5
A2	15	“金宝贝”	0.5
A3	15	‘HM’菌剂	0.5
A(CK)	15	—	—

第一作者简介:范广璞(1968-),男,本科,副教授,研究方向为微生物技术。E-mail:spxxy80@163.com.

基金项目:淮安市农业科技支撑计划资助项目(SN12057)。

收稿日期:2013-05-20

1.2.4 发酵麦秆与炉渣不同比例混合的基质效果研究
将粉碎发酵麦秆基质与过筛炉渣按不同比例混合,设5种处理。处理1:麦秆:炉渣=9:1;处理2:麦秆:炉渣=8:2;处理3:麦秆:炉渣=7:3;处理4:麦秆:炉渣=6:4;处理5:麦秆:炉渣=5:5;以纯麦秆为对照(CK)。分别测定不同处理组混合基质的理化性质、粒子大小组成和主要化学元素组成。

1.3 项目测定

1.3.1 发酵后麦秆容重和总孔隙度的测定 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,而后分别称量饱和水状态下麦秆重W1、24 h后的麦秆重W2、风干后麦秆重W3、烘干后麦秆重W4。容重= $W4/V$;总孔隙度= $(W1-W4)/V \times 100\%$;持水孔隙= $(W2-W4)/V \times 100\%$;通气孔隙=总孔隙度-持水孔隙^[7-8]。

1.3.2 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目的筛网(筛孔依次为4.75、2.36、2.00、0.89、0.62、0.42 mm)。分别称重不同筛网筛过的麦秆,计算各层麦秆的百分比,3次重复。

1.3.3 发酵后麦秆的碳/氮及主要营养元素含量的测定
有机碳的测定采用重铬酸钾容量法;总氮的测定采用凯氏法,磷的测定采用钼钨酸铵比色法(在食品学院生物系实验室完成)。K、Ca、Mg、Fe、Zn、Cu、Mn等营养元素采用原子分光光度计测定(在淮阴师范学院分析中心完成)。

1.3.4 发酵后麦秆的pH、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1:5(W/V)比例混合,经24 h后取滤液测定pH、EC值,用DDS-11A型电导率仪测定电导率。采用PD-501型便携式多功能测量计测定pH。阳离子交换量的测定采用EDTA-铵盐快速法测定。

2 结果与分析

2.1 不同发酵菌剂对小麦秸秆发酵效果的影响

温度是影响微生物活性的最显著因子,对堆肥反应

表3 不同基质主要物理性质比较

Table 3 Comparison of physical property of different substrates

检测项目 Determined item	未发酵麦秆 Unfermented straw	发酵麦秆 Fermented straw	蛭石 Vermiculite	珍珠岩 Perlite	泥炭 Peat	炉渣 Slag
容重 Volume weight/kg·cm ⁻³	0.1102	0.2156	0.22	0.18	0.110	0.098
总孔隙度 Total porosity/%	46.54	68.54	93.5	90.25	94.3	49.50
通气孔隙 Ventilating slit/%	11.54	41.32	23.1	55.5	39.7	37.00
持水孔隙 Water-holding porosity/%	35.00	27.22	70.3	34.75	54.6	12.50
大小孔隙比 The size of the void ratio	0.33	1.51	0.33	1.60	0.73	2.96

2.3 发酵后麦秆粒子大小分布的测定

由表4可知,麦秆经一定时间发酵后,在粒子大小组成上有了一定改变。表现为大颗粒物质含量比例减少,中型颗粒和小颗粒物质的含量总体上增加,保水性能得到一定程度的改善。发酵麦秆与未发酵麦秆相比

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有明显的不同,但是,发酵菌剂的不同类型对麦秆发酵的有效积温和日均温影响不显著。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,该试验结果表明,在麦秆发酵中添加生物发酵菌剂,能够显著提高纤维素和木质素的降解率,其中以添加‘HM’菌的A3处理,无论是发酵中期还是后期,对麦秆纤维素和木质素的降解效果最佳,添加“肥土特”的A1处理效果次之。碳/氮是衡量基质发酵腐熟程度的一个重要指标,测定碳/氮可以反映发酵过程中有机质的降解程度。由表2可知,在初始碳/氮基本相同的情况下,各处理的碳/氮下降幅度差异较大,A3处理的终点碳/氮最低,A1、A2处理次之,A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“肥土特”和“金宝贝”发酵菌剂效果相当。综合考虑以上几方面的试验结果,选择‘HM’菌剂作为麦秆的发酵剂。

表2 不同处理组麦秆碳/氮的比较

Table 2 Comparision of carbon/nitrogen of different treatments

处理 Treatment	全碳 Total carbon/%	全氮 Total nitrogen/%	全碳/全氮 Total carbon/Total nitrogen
A(CK)	35.5	0.95	37.3
A1	32.5	1.2	27.1
A2	33.1	1.15	28.7
A3	27.3	1.62	16.7

2.2 发酵后麦秆容重及总孔隙度的变化

由表3可知,麦秆发酵后,其容重增大,较未发酵麦秆提高近1倍,与蛭石相近,高于其它基质。总孔隙度比未发酵麦秆麦秆提高了47.27%。通气孔径增加,持水孔径减少,大小孔径比在1.5左右。表明麦秆经发酵后,其主要物理性质较未发酵麦秆有一定改善,在容重及总孔隙度方面有所增加。

小颗粒含量显著增加,但与其它基质相比,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它有机或无机基质混合,以增加小颗粒的组成,形成更有利于植物生长的混合基质。

表 4 不同基质粒子大小组成

Table 4 The particle size of different substrates

孔径大小 Pore size/mm	未发酵麦秆 Unfermented straw/%	发酵麦秆 Fermented straw/%	蛭石 Vermiculite/%	珍珠岩 Perlite/%	泥炭 Peat/%	炉渣 Slag/%
>4.75(4目)	40	8	3.4	13.0	0.0	1.6
4.75~2.36(8目)	7	14	7.4	7.2	5.2	6.8
2.36~2.00(10目)	8	11	3.0	3.1	1.9	7.8
0.96~0.89(24目)	12	15.5	10.2	9.8	21.5	10.5
0.89~0.60(32目)	8.5	14.0	9.5	6.8	12.3	13.1
0.60~0.42(40目)	7.2	8.2	17.5	13.0	7.8	12.4
<0.42	17.3	29.3	49.1	47.1	51.3	47.8

2.4 发酵后麦秆的碳/氮比及主要营养元素的含量
栽培基质碳/氮应低于 20:1, 否则会导致植株缺氮而叶色变淡, 生长失调。由表 5 可知, 未发酵麦秆碳/氮比高达 67.1, 其全氮含量只有 0.60%, 不适合作为无土栽培的基质应用; 发酵麦秆的氮含量和碳/氮比基本达到了作为植物栽培基质的要求。另外, 经过高温发酵后基质中有效 P 和速效 K 的含量都比未发酵麦秆显著增加。

表 5 发酵麦秆和未发酵后麦秆的营养元素含量

Table 5 Nutritive element content of unfermented straw and fermented straw

材料 Materials	全碳 Total carbon/%	全氮 Total N/%	全磷 Total P/%	全碳/全氮 Total N/Total P	有效磷 Available P/mg·kg ⁻¹	速效钾 Rapidly available potassium/mg·kg ⁻¹
未发酵麦秆 Unfermented straw	40.3	0.60	0.30	67.1	80.60	667.30
发酵麦秆 Fermented straw	27.3	1.62	0.48	16.7	198.50	1 201.10

2.5 发酵后麦秆的 pH、电导率(EC)值及阳离子交换量(CEC)测定
各处理组均较纯发酵麦秆小; 而在持水孔隙上则各处理均大于发酵麦秆。

表 6 发酵麦秆和未发酵麦秆的 pH、EC 和 CEC 比较

Table 6 Comparison of pH, EC, CEC of unfermented straw and fermented straw

材料 Material	pH	电导率 EC/mS·cm ⁻¹	阳离子交换量 CEC/mmol·(100g) ⁻¹
未发酵麦秆 Unfermented straw	7.52	2.93	42.86
发酵麦秆 Fermented straw	7.30	2.45	49.46

由表 6 可知, 经发酵后的麦秆 pH 略有下降, 电导率为 2.45 mS/cm, 低于作物安全生长的 EC 值(2.6 mS/cm 以下), CEC 值也相对提高。因此, 发酵麦秆与未发酵麦秆相比更适合作为植物无土栽培基质。

2.6 发酵麦秆与炉渣按不同比例混合基质效果测定结果

由表 7 可以看出, 发酵麦秆按不同比例与过筛炉渣混合后, 与对照(CK)相比容重皆有所增加。而且随所添加的炉渣比例的增大, 容重也逐渐增大。在总孔隙度及通气孔隙上, 由于添加了颗粒较小的过筛炉渣的缘故,

表 7 不同比例发酵麦秆混合基质主要物理性状

Table 7 Main physical properties of different mixed fermented straw

物理性状 Physical properties	处理 1 Treatment 1	处理 2 Treatment 2	处理 3 Treatment 3	处理 4 Treatment 4	处理 5 Treatment 5	对照 CK
容重 Volume weight/kg·cm ⁻³	0.232	0.284	0.312	0.438	0.486	0.216
总孔隙度 Total porosity/%	62.12	57.32	54.62	50.65	45.12	68.54
通气孔隙 Ventilating slit/%	30.23	28.28	24.67	20.65	19.30	41.32
持水孔隙 Water-holding porosity/%	31.89	29.04	29.95	30.00	28.82	27.22

表 8 不同比例发酵麦秆混合基质粒子大小组成

Table 8 The particle size of different mixed fermented straw

孔径大小 Pore size/mm	处理 1 Treatment 1/%	处理 2 Treatment 2/%	处理 3 Treatment 3/%	处理 4 Treatment 4/%	处理 5 Treatment 5/%	对照 CK/%
>4.75	7.0	6.8	4.0	6.0	5.6	8.0
4.75~2.36	13.5	11.0	7.8	12.0	8.6	14.0
2.36~2.00	10.0	9.0	7.4	8.64	9.64	11.0
0.96~0.89	13.1	12.2	11.4	13.2	12.0	15.5
0.89~0.60	11.0	10.3	10.6	11.6	13.2	14.0
0.60~0.42	12.0	10.0	14.0	10.2	10.06	8.2
<0.42	33.4	40.7	44.5	38.36	40.9	29.3

由表 8 可知,由于添加了小粒过筛炉渣,与单发酵麦秆相比,各处理大于 2.00 mm 的大颗粒都相应减少,且以处理 3 为最少;2.00~0.60 mm 的中型颗粒,各处理与纯发酵麦秆相比基本接近;而<0.60 mm 的小颗粒,各处理皆高于纯发酵麦秆,其中又以处理 3 最大。由以上分析看出,仅从不同比例混合基质粒子大小组成方面

来看,处理 3 的大颗粒物质比例最小,而中小型颗粒物质比例最大,是比较合适的混合基质比例。

由表 9 可知,麦秆经发酵并加入不同比例的过筛炉渣后,其电导率均得到一定程度的下降,处于适合作物生长的范围。同时也看到 CEC 的数值有一定的上升。

表 9

不同比例发酵麦秆混合基质的主要化学性质

Table 9

Main chemical property of different mixed fermented straw

处理 Treatment	pH	电导率 EC/mS·cm ⁻¹	阳离子交换量 CEC/mmol·(100g) ⁻¹	全氮 Total N/%	全磷 Total P/%	有效磷 Available P/mg·kg ⁻¹	速效钾 Rapidly available K/mg·kg ⁻¹
1	7.36	2.22	44.96	1.43	0.42	150.30	1 120.60
2	7.39	2.17	44.91	1.32	0.38	116.46	1 020.30
3	7.40	2.03	44.56	1.02	0.27	82.30	987.20
4	7.51	2.04	44.27	0.63	0.20	73.60	848.30
5	7.58	2.02	43.21	0.52	0.17	65.60	768.32
CK	7.30	2.45	49.46	1.62	0.48	198.50	1 201.10

3 结论

经发酵后,粉碎麦秆理化性质性质有较大的改变,‘HM’菌剂发酵的麦秆效果最佳,基本达到标准基质水平,但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,该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,试验结果表明,发酵麦秆:炉渣=7:3,基质综合效果最佳。

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(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.我国无土栽培研究应用进展及发展前景[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,等.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.

Study on Organic Ecological Soilless Substrates Prepared from Crushed Straw and Sieving Slag

FAN Guang-pu, YANG Meng, HUANG Ya-dong

(Jiangsu Food and Microbial Engineering Laboratory, Jiangsu Food Science College, Huai'an, Jiangsu 223005)

Abstract: Taking crushed straw and sieving slag as test materials, the effects of ‘First’, ‘Gymboree’ and ‘HM’ on straw fermentation were studied, and the results with unfermented straw and other usual substrates were compared. Fermented straw and slag were mixed at a certain proportion, and physicochemical properties of the mixed substrate were determined to obtain the best proportion. The results showed the physicochemical properties of fermented straw were closer to the characteristics of soilless culture, compared with unfermented straw. The fermentation of straw which was fermented by ‘HM’ bacteria was the best. When fermented straw:slag was 7:3, the optimum comprehensive effect of the substrate was achieved.

Key words: straw; slag; microbial inoculum; soilless substrate