

畜禽粪便复混肥研制及其肥效初探

黄懿梅¹, 安韶山²

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨陵 712100;

2. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 利用猪粪、鸡粪及其垫料进行了高温堆肥化及有机-无机复混肥的研制和应用效果的初步试验。结果表明, 堆肥化温度升至 55℃ 以上保持了一周时间, 达到了无害化要求; 经过 100 d 的堆制, 堆肥基本腐熟。腐熟堆肥与化肥配制的有机-无机复混肥可明显促进玉米株高和生物量的增加, 与对照相比, 施用复混肥的玉米株高和生物量在中肥力土壤上分别增加了 11.4% 和 71.8%, 在低肥力土壤上分别增加了 8.9% 和 43.2%; 复混肥对水稻的生长促进作用非常明显, 与对照相比, 施用复混肥水稻的株高、分蘖数和生物量在中肥力土壤上分别增加了 15.4%、58.5% 和 78.3%, 在低肥力土壤上分别增加了 29.4%、104.5% 和 247%。即在低肥力土壤上的促进作用高于中肥力土壤。

关键词: 畜禽粪便; 复混肥; 肥效

中图分类号: S141.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)03-0053-04

Manufacture and Apply Efficiency of Organic-mineral Mixing Composts Derived from Livestock Manure

HUANG Yimei¹, AN Shao-shan²

(1. Department of Resource and Environmental Science, Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry;

2. Institute of Soil and Water Conservation, CAS & MWR, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The compost test in an automatic compost device using livestock manure (pig manure, chicken manure) and agriculture waste (rice husk) was conducted. The results showed that the compost temperature increased to 55℃ and kept for one week, which satisfied the need of innoxiousness. After 100 days, the compost was matured. The organic-mineral mixing composts was manufactured by using this matured composts and some mineral fertilizers. The effects of this mixed composts and others fertilizers on corn and rice growth were studied through pot experiment. The results indicated that this mixed composts could increase the corn and rice stem height and biomass obviously. Applied with this mixed composts, the stem height and biomass of corn were increased by 11.4% and 71.8% in the middle fertility soil, and by 8.9% and 43.2% in the low fertility soil respectively compared with the control; and the stem height, and biomass of rice were increased by 15.4%, 58.5% and 78.3% in the middle fertility soil, and by 29.4%, 104.5% and 247% in the low fertility soil respectively compared with the control.

Key words: livestock-fertilizer; mixed compost; effect

随着畜禽养殖业的迅速崛起, 加强畜禽粪便污染防治迫在眉睫, 资源化利用是畜禽粪便防治的核心内容^[1,2]。目前, 畜禽粪便氮、磷、钾总贮量约为 6 330 万 t, 相当于 4 930 万 t 尿素、11 940 万 t 的过磷酸钙和 3 380 万 t 的氯化钾, 是潜力较大的有机肥源^[3], 实践证明, 堆肥化是处理畜禽粪便的一个较好途径^[2,3], 进一步将堆肥研制成具有一定含量有机质和较高养分含量的有机无机复混肥, 既解决了规模化养殖厂的环境污染问题, 又发展了有机肥, 对保持和提高土壤肥力

促进农业可持续发展有着重要的意义。

近几年对于污泥和垃圾的堆肥化处理及有机无机复混肥的肥效研究较多, 而对于农业废弃物的堆肥化及有机无机复混肥的肥效研究较少。本试验利用畜禽粪便及其垫料进行高温堆肥, 并将堆制好的堆肥制成有机无机复混肥, 进行肥效试验, 初步探讨腐熟堆肥和有机无机复混肥的生物效应, 为畜禽粪便的高温堆肥处置提供理论依据。

收稿日期: 2004-12-20

基金项目: 国家“十五”重大科技攻关课题(2001BA606A-04); 西北农林科技大学青年专项基金资助

作者简介: 黄懿梅(1971-), 女, 四川人, 硕士, 讲师, 从事农业环境保护与土壤学教学与科研。

1 畜禽粪便高温堆肥制作

1.1 材料

稻壳鸡粪(以稻壳为垫料的鸡粪)、猪粪和稻壳。

表 1 堆制物料的基本性状

堆制物料	有机碳/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	C/N	pH	水分/ (g·kg ⁻¹)
稻壳	463.76	3.68	126	6.76	101.4
猪粪	248.39	15.89	16	8.32	600.6
稻壳鸡粪	416.62	28.98	14	8.84	368.1

1.2 堆制方法

将堆制材料的 C/N 比调节为 25~ 30,含水量调节为 65% 左右,即按猪粪 稻壳鸡粪 稻壳的重量比为 1:6

1:0:1 混匀后,装入强制通风静态垛高温堆肥反应器中,空气泵以 9 L/min 的流量从筛板下向堆肥充气^[4]。

1.3 堆温测定与样品采集

共堆制 100 d,堆制期间,每天上午、下午测两次温度,并根据堆温分别在高温期(堆肥温度升至 45℃ 以上,并达到峰值,开始下降时采样)、降温期(堆肥温度下降至 40℃ 以下时)和稳定期(堆肥温度降至与气温一致时)采样。样品总重量控制在 600 g 左右,其中鲜样 200 g 用于水分测定与水浸提液提取与测定,其余风干粉碎后,过 1 mm 筛贮存备用。

1.4 测定项目与方法

堆肥水浸提液按鲜样:蒸馏水为 1:2 的体积比例振荡 30 min,离心(5 000 r/min)过滤后上清液用塑料瓶在 4℃ 贮存备用。堆肥水浸提液分别测定其水溶性铵态氮(W_{SN}-NH₄) (蒸馏法)、水溶性有机氮(W_{SON}) (凯氏消解-蒸馏法测得的氮氮与 W_{SN}-NH₄ 的差值)、水溶性有机碳(W_{SC})、pH 值、电导率(EC)和 Cress 草种发芽率指数(GI)^[5]。堆肥干样测定有机碳(重铬酸钾外加热法)、全氮(凯氏消煮-蒸馏法)和全磷(H₂SO₄-HNO₃ 消煮-钼钒黄比色法)。

1.5 高温堆肥化结果与分析

堆肥过程中温度与气温变化如图 1 所示:

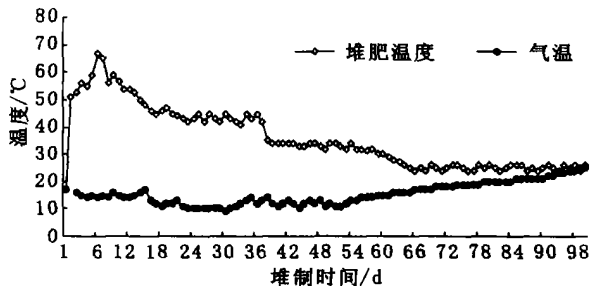


图 1 堆肥温度变化

从图 1 可以看出,尽管气温较低,堆肥温度在堆制第 2 天便达到 50℃ 以上,最高温达 67℃,55℃ 以上温度保持了一周时间,达到了无害化要求^[3]。并于 37 d 左右降至 40℃ 以下,60 d 左右进入稳定期,即堆肥温度接近室内温度。其他性质变化如表 1 所示:

可见,堆肥过程中,pH 值、EC 值、W_{SN}-NH₄ 都是随温度升高而升高,随温度降低而降低;有机碳和全氮量都随堆

制过程而降低;全磷量则随堆制过程而升高。堆至 100 d 时,pH 值呈微碱性;W_{SC}/W_{SON} 为 5.51;GI 值大于 80%;EC 小于 4 mS/cm,堆肥可以安全施用^[6,7]。各指标都表明,堆至 100 d 时,堆肥基本腐熟了。

表 2 高温堆肥过程中主要性质变化

时间	pH 值	EC/ (mS·cm ⁻¹)	W _{SN} -NH ₄ / (g·kg ⁻¹)	W _{SC} / W _{SON}	GI	有机碳/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	全磷/ (g·kg ⁻¹)
0 d	8.3	6.1	1.51	9.82	0	478.4	17.83	17.23
高温期(7 d)	9.1	6.5	5.43	4.98	0	470.6	15.16	18.56
降温期(40 d)	7.7	4.1	1.26	6.14	5.34	320.4	14.23	21.15
稳定期(100 d)	7.8	3.5	0.49	5.51	86.7	264.7	12.49	22.66

2 有机-无机复混肥的配制及肥效实验

2.1 复混肥的配制材料及比例

试验所用肥料为普通的尿素(含氮 46%)、过磷酸钙(含 P₂O₅ 15%)、氯化钾(含 K₂O 60%)、腐熟堆肥(基本性状为:全氮,12.49 g/kg;全磷(P₂O₅),3.46 g/kg;全钾(K₂O),11.23 g/kg;有机质,456.3 g/kg)和自配的四种复混肥。有机-无机复混肥的配制方法为:将腐熟堆肥风干,粉碎过 1 mm 筛,按 N、P₂O₅、K₂O 配比换算为化肥用量,称取所需的数量,与尿素、过磷酸钙、氯化钾等进行混合、拌匀,经圆盘造粒机加工成粒径为 3~ 5 mm 的颗粒肥。根据盆栽所用土壤及作物所需,按照国家复混肥标准(总养分 15%;单一养分 2%;水分 14%),四种复混肥的养分含量见表 2。

表 3 四种复混肥的养分含量 g/kg

编号	P ₂ O ₅	K ₂ O	有机质	总养分量
I	100.4	24.2	36.3	274.9
II	76.3	29.5	48.6	273.2
III	61.4	25.0	84.8	274.0
IV	53.4	25.4	93.6	274.3

四种复混肥的水分含量均 14%,且 pH 值在 5.5~ 8.0 的范围内,符合国家标准。使用范围为:Ⅰ号适用于中肥力玉米;Ⅱ号适用于中肥力水稻;Ⅲ号适用于低肥力玉米;Ⅳ号适用于低肥力水稻。

2.2 肥效实验用土及生物材料

用于肥效实验的土壤为褐土,分为中肥力和低肥力两种,其基本养分状况如表 3。

表 4 盆栽实验土壤的基本性质

土壤	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全氮 (g·kg ⁻¹)	碱解氮 (mg·kg ⁻¹)	速效磷 (mg·kg ⁻¹)	速效钾/ (mg·kg ⁻¹)
中肥力	11.81	0.719	60.5	12.7	184.2
低肥力	9.60	0.528	41.5	6.34	81.95

生物材料:玉米(中国农大 108 号)种子,经过筛选,萌发出 0.5 cm 的芽;水稻苗,从农田移栽,平均高约 6 cm 左右。

2.3 盆栽试验

2.3.1 中肥力土壤玉米盆栽共设 4 个处理

CK(不施肥);复混肥(Ⅰ号 12.4 g/盆);堆肥(堆肥 100 g/盆);化肥(尿素、过磷酸钙和氯化钾各 2.71,2.0 和 0.75 g/盆)。

2.3.2 低肥力土壤玉米盆栽共设 4 个处理

CK(不施肥); 复混肥(Ⅲ号 21.9 g/盆) 堆肥(堆肥 108 g/盆); 化肥(尿素、过磷酸钙和氯化钾各 2.92, 3.65 和 3.10 g/盆)。

2.3.3 中肥力土壤水稻盆栽共设 4 个处理

CK(不施肥); 复混肥(Ⅱ号 14.9 g/盆) 堆肥(施堆肥 91 g/盆); 化肥(施尿素、过磷酸钙和氯化钾各 2.47, 2.93 和 1.21 g/盆)。

2.3.4 低肥力土壤水稻盆栽共设 4 个处理

CK(不施肥); 复混肥(Ⅳ号 21.9 g/盆) 堆肥(施堆肥 94 g/盆); 化肥(施尿素、过磷酸钙和氯化钾各 2.54, 3.71 和 3.42 g/盆)。

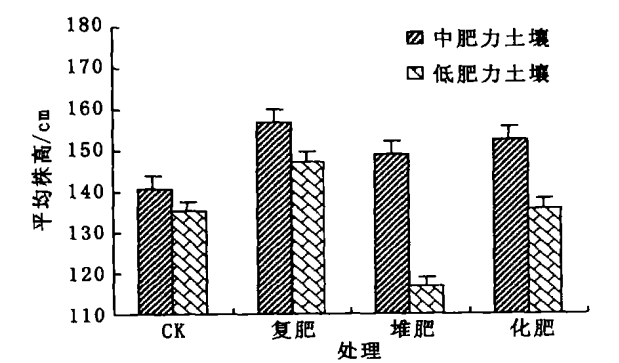


图 2 不同土壤不同施肥处理玉米的株高

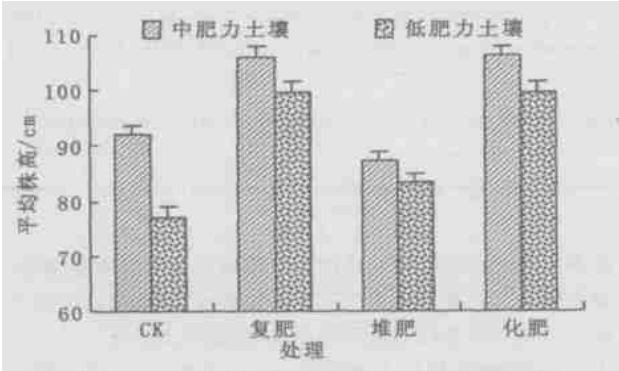


图 4 不同土壤不同处理水稻的株高

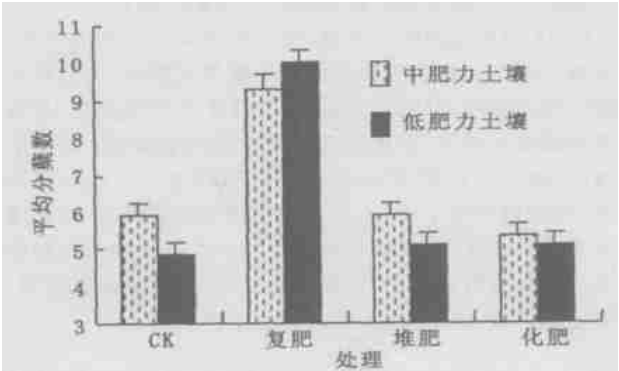


图 6 不同土壤不同处理水稻的分蘖数

由图 2 可见,中肥力土壤各处理的玉米株高都明显高于低肥力土壤。在中肥力土壤上,玉米株高表现为复混肥>化肥>堆肥>对照,3 种肥料处理依次分别比对照处理增加了 11.4%,8.9%和 5.9%;而在低肥力土壤上,则表现为复混

每个处理重复 3 次,每盆装土 6.1 kg。玉米每盆播种 8 株,长至 2 cm 高时苗至每盆 5 株;水稻移栽时,先将土肥混合,然后装盆,加水泡两天后,插秧,每盆插 3 株。5 月 25 日种植,7 月 24 日收割,生长期中,玉米每天定量浇水,水稻保持表层 5 cm 厚水层。

2.4 测定项目

一次性收割后,测定玉米的株高和生物量,测定水稻的株高,分蘖数和生物量。

2.5 结果与分析

肥效试验测定结果如图 1~ 5 所示。

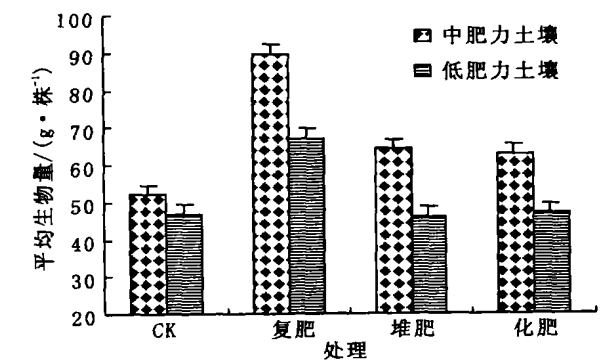


图 3 不同土壤不同处理玉米的生物量

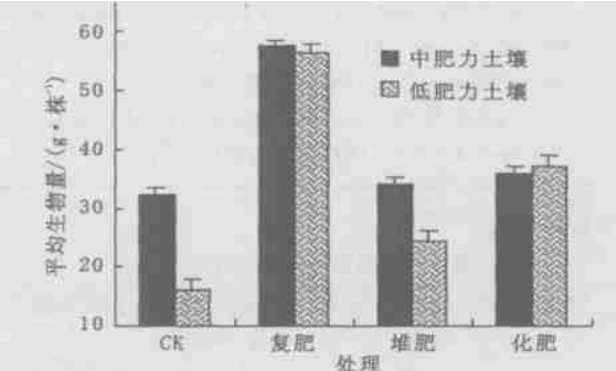


图 5 不同土壤不同处理水稻的生物量

肥>化肥 对照>堆肥,即在 3 种肥料处理下,玉米株高依次分别比对照处理增加了 8.9%,0.4%和-13.7%。可见,在两种土壤上,都是复混肥最有利于玉米的生长。

由图 3 可以看出,中肥力土壤上,玉米生物量明显高于低肥力土壤。玉米生物量在中肥力土壤上表现为复混肥>堆肥>化肥>对照,3 种肥料处理依次分别比对照增加了 71.8%,22.9%和 20.4%;而在低肥力土壤上,则是复混肥>化肥 对照>堆肥,3 种肥料处理的玉米生物量依次分别比对照增加了 43.2%,0.6%和-1.5%。

如图 4 所示,水稻的株高仍然是中肥力土壤高于低肥力土壤,但在中肥力土壤上,各处理的水稻株高依次表现为复混肥 化肥>对照>堆肥,3 种肥料处理依次分别比对照处理增加了 15.4%,15.6%和-5.1%;而在低肥力土壤上则表现为复混肥 化肥>堆肥>对照,即在三种肥料处理下,水稻株高依次分别比对照处理增加了 29.4%,29.3%和

8 1%, 可见, 在两种土壤上, 都是复混肥和化肥的效果最好。从图 5 可以看出, 对于水稻分蘖来讲, 都是复混肥的增加效果最明显, 且在低肥力土壤上的效果较中肥力土壤好。各处理水稻分蘖数表现为: 中肥力土壤是复混肥> 堆肥 对照 化肥, 四种肥料处理依次分别比对照处理增加了 58.5%, 0% 和- 9.5%; 而在低肥力土壤上是复混肥> 堆肥 = 化肥> 对照, 即在三种肥料处理下, 水稻分蘖数分别比对照处理增加了 104.5%, 4.5% 和 4.5%, 可见, 堆肥较化肥有利于水稻的分蘖。

由图 6 可见, 在中肥力土壤上, 各处理的水稻生物量依次表现为复混肥> 化肥> 堆肥> 对照, 三种肥料的增产效果依次分别为 78.3%, 11.3% 和 6.0%; 而在低肥力土壤上则是复混肥> 化肥> 堆肥> 对照, 四种肥料的增产效果依次分别为 247%, 129% 和 49.8%。可见, 水稻的生物量在两种土壤上, 四种肥料都表现出促进作用, 其中, 复混肥的效果最好, 其次是化肥。只是在低肥力土壤上的促进作用大于中肥力土壤。

参考文献:

[1] 杨朝飞. 加强禽畜粪便污染防治迫在眉睫[J]. 环境保护, 2001, 2: 32- 35
[2] 李庆康, 吴雷, 等. 我国集约化养殖场粪便处理利用现状及展望[J]. 农业环境保护, 2000, 19(4): 251- 254
[3] 李国学, 张福锁. 固体废物堆肥化与有机复混肥生产[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000 5- 20
[4] 黄懿梅, 曲东, 等. 两种外源微生物对鸡粪高温堆肥的影响[J]. 农业环境保护, 2002, 21(3): 208- 210
[5] Garcia C, Hernandez T, Costa F. Study on water extract of sewage composts[J]. Soil Sci Nutr, 1990, 37(3): 399- 408
[6] Riffaldi R, Levi- Minzi, Pera A, et al. Evaluation of compost maturity by means of chemical and microbial analyses [J]. Waste Manag Res, 1986, 4: 387- 396
[7] Chanyasak V, Kubota H. Carbon/organic nitrogen ratio in water extract as measure of composting degradation[J]. Fremont Technol, 1981, 59(3): 215- 219

(上接第 30 页)

表 4 不同林龄柠条土壤养分

样号	年限	深度	有机质/ /g	速效氮/ /cm (g·kg ⁻¹)	速效磷/ (mg·kg ⁻¹)	速效钾/ (mg·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	pH	阳离子交换量 CEC /(cmol·kg ⁻¹)
SH- 830		0~ 20	1.80	40.15	1.95	168.49	0.28	7.49	16.00
		20~ 40	1.73	36.71	1.79	85.44	0.11	7.51	14.11
SH- 918		0~ 20	1.76	35.55	1.84	109.04	0.29	7.49	14.26
		20~ 40	1.58	33.31	1.63	46.56	0.14	7.57	14.66
SH- 1010		0~ 20	1.25	30.15	1.81	97.51	0.11	7.56	13.60
		20~ 40	1.08	27.26	1.64	55.73	0.09	7.61	11.24

(1) 试区属半干旱退化山区, 不同类型土壤都存在着不同程度的土壤肥力退化现象, 主要表现为土壤表层养分含量降低, 土壤中基本不存在有机质层, 阳离子交换量低, 土壤肥性能差。

(2) 坡地退耕还林还草可显著提高土壤中有机质、速效氮和速效钾的含量, 降低土壤 pH 值, 提高阳离子的交换量,

参考文献:

[1] 山仑. 怎样实现退耕还林还草[J]. 林业科学, 2000, 36(5): 2- 4
[2] 上官周平. 黄土高原坡耕地改造与粮食生产持续发展[J]. 国土开发与整治, 1997, 7(3): 23- 26
[3] 南京农业大学. 土壤理化分析[M]. 北京: 农业出版社, 1987.
[4] 中国科学院宁夏回族自治区固原县综合考察队. 宁夏固原县综合农业区划与应用[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1988

3 结 论

(1) 堆肥化温度在 55℃ 以上保持了一周时间, 达到了无害化要求。堆肥在 100 d 时, 基本腐熟。腐熟堆肥的全氮含量为 12.49 g/kg; 全磷(P₂O₅) 含量为 3.46 g/kg; 全钾(K₂O) 含量为 11.23 g/kg; 有机质含量为 456.3 g/kg。

(2) 盆栽试验表明, 在两种土壤上, 复混肥都最有利于玉米的生长, 无论是玉米株高, 还是玉米生物量, 施用复混肥的效果最好。化肥可促进玉米增高, 堆肥较有利于玉米生物量的增长。

(3) 试验表明, 复混肥对水稻的生长促进作用最明显, 且在低肥力土壤上的促进作用高于中肥力土壤, 它不仅可以使水稻增高, 而且可以增加水稻的分蘖数, 所以对于促进水稻生物量的增加效果显著; 化肥对水稻株高的促进作用较明显, 但对水稻的分蘖促进作用不大; 堆肥有利于水稻的分蘖, 但对水稻的增高促进作用不大。三种肥料对于水稻生物量的增加都具有促进作用, 且在低肥力土壤上的增加效果明显高于中肥力土壤上。

提高土壤的保肥性能。植被恢复措施改良土壤效益表现为: 灌木林> 天然草地> 人工苜蓿 农耕地。因此对于不适宜耕种的坡地必须实行退耕还林还草, 实施生态建设。

(3) 植被对培肥土壤具有一定的好处, 而且时间越长其效果越明显, 因此土壤的改良是一个长期的过程。

(4) 人们对土地的不合理利用, 会导致生态环境的恶化, 使区域人类生存和经济的可持续发展受到影响, 人们在开发利用土地资源时, 只重经济效益, 盲目扩大开发规模, 导致土地退化的面积扩大, 退化程度加重。因此必须改变人们的发展观念, 树立可持续发展思想, 使区域经济与生态环境协调发展。在调整产业结构, 充分开发利用土地资源时, 必须考虑其生态环境效应, 注重生态环境保护。在土地利用过程中要树立集约经营观念, 加大投入力度, 特别是有机肥的投入, 改善土地性状, 培肥土壤, 提高土地生产能力。