

# 不同有机废弃物组合肥对灰棕荒漠土理化性质和玉米产量及经济效益的影响

秦嘉海<sup>1,2</sup>, 陈修斌<sup>1</sup>, 肖占文<sup>1</sup>, 陈叶<sup>2</sup>, 王治江<sup>2</sup>, 王进<sup>2</sup>

(1. 河西学院西部资源环境化学重点实验室, 甘肃 张掖 734000; 2. 河西学院农学系, 甘肃 张掖 734000)

**摘要:** 系统研究了4种不同有机废弃物组合肥对灰棕荒漠土理化性质和玉米产量及经济效益的影响, 结果表明: 有机废弃物糠醛渣、羊粪、玉米秸秆、菜籽饼按0.50:0.25:0.20:0.05容积比, 经高温发酵处理, 施用量为45.00 t/hm<sup>2</sup>对灰棕荒漠土理化性质和玉米产量及经济效益有良好的影响, 与不施有机废弃物(对照)比较, 土壤总孔隙度、团粒结构、贮水量分别增加8.69%、8.73%、91.36 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>; 土壤有机质、碱解N、速效P、速效K、CEC分别增加5.86 g/kg、21.42 mg/kg、7.47 mg/kg、42.67 mg/kg、13.07 cmol/kg; 玉米产量、产值、利润分别增加2.03 t/hm<sup>2</sup>、0.19 × 10<sup>4</sup>元/hm<sup>2</sup>、0.08 × 10<sup>4</sup>元/hm<sup>2</sup>; 土壤容重降低0.28 g/cm<sup>3</sup>。灰棕荒漠土上施用生活垃圾, 重金属离子有富集的趋势, 而长期施用糠醛渣、蘑菇渣、锯末则无此效应。

**关键词:** 有机废弃物; 灰棕荒漠土; 理化性质; 玉米; 产量

**中图分类号:** X705 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)03-0132-05

河西走廊有机废弃物资源年拥有量为3 470.10 × 10<sup>4</sup> t<sup>[1]</sup>, 其中, 畜禽粪便2 734.36 × 10<sup>4</sup> t, 占总资源的78.80%; 作物秸秆645.42 × 10<sup>4</sup> t, 占总资源的18.60%; 各种废渣79.81 × 10<sup>4</sup> t, 占总资源的2.30%; 饼肥10.41 × 10<sup>4</sup> t, 占总资源的0.30%。有机废弃物资源的区域分布特点是武威市1 257.50 × 10<sup>4</sup> t, 占总资源的36.24%; 张掖市1 157.80 × 10<sup>4</sup> t, 占总资源的33.37%; 酒泉市657.30 × 10<sup>4</sup> t, 占总资源的18.94%; 金昌市357.50 × 10<sup>4</sup> t, 占总资源的10.30%; 嘉峪关市40.00 × 10<sup>4</sup> t, 占总资源的1.15%。有机废弃物养分含量是有机物质24.85%~87.80%, 其含量顺序是: 饼肥 > 作物秸秆 > 废渣 > 畜禽粪便; 全氮含量为0.32%~0.65%, 其含量顺序是: 饼肥 > 作物秸秆 > 畜禽粪便 > 废渣; 全磷含量为0.21%~0.59%, 其含量顺序是: 饼肥 > 作物秸秆 > 畜禽粪便 > 废渣; 全钾含量为0.43%~1.55%, 其含量顺序是: 作物秸秆 > 饼肥 > 废渣 > 畜禽粪便, 有机废弃物重金属元素Hg、Cd、Cr、Pb含量均小于GB8172-87规定的农用有机废弃物控制含量标准<sup>[2]</sup>。河西走廊有机废弃物目前的利用方式主要是生产沼气、高温堆肥、有机无机复混肥、生物菌肥、花卉盆土、蔬菜栽培基质、人工草坪栽培基质、焚烧发热后用来发电和供热。而河西走廊分布着7.86万hm<sup>2</sup>的灰棕荒漠土<sup>[3]</sup>, 此类土壤是在漠境生物气候条件下发育的地带性土壤, 成

土作用微弱, 土壤板结、沙化、瘠薄, 肥力水平很低, 是河西走廊的低产土壤。为了促进资源循环, 本试验选用有机质、NPK含量高的糠醛渣<sup>[4~6]</sup>、蘑菇渣、羊粪、玉米秸秆等有机废弃物为材料, 经高温发酵处理后施入土壤, 达到改土培肥、实施沃土工程的目的, 现将研究结果分述如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于2005~2007年在甘肃省张掖市甘州区沙井镇进行, 土壤类型是灰棕荒漠土, 0~20 cm耕作层土壤有机质含量12.36 g/kg, 碱解N 46.21 mg/kg, 速效P 7.32 mg/kg, 速效K 134.82 mg/kg, CEC 7.33 cmol/kg, pH值7.63。参试肥料是NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>(含N 18%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 46%), CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>(含N 46%)。参试作物是玉米(品种是郑单958)。参试有机废弃物种类及养分含量见(表1)。

### 1.2 试验方法

1.2.1 试验处理 共设5个处理, ①生活垃圾、羊粪、玉米秸秆、菜籽饼容积比为0.50:0.25:0.20:0.05, 施用量45.00 t/hm<sup>2</sup>; ②锯木屑、羊粪、玉米秸秆、菜籽饼, 各物料的容积比和施用量与①相同; ③蘑菇渣、羊粪、玉米秸秆、菜籽饼, 各物料的容积比和施用量与①相同; ④糠醛渣、羊粪、玉米秸秆、菜籽

收稿日期: 2008-11-20

基金项目: 西部资源环境化学重点实验室资助项目(XZ0702)

作者简介: 秦嘉海(1954-), 男, 甘肃张掖市人, 学士, 教授, 从事资源与环境研究。E-mail: qinjiabai123@163.com。

饼,各物料的容积比和施用量与①相同;⑤不施有机废弃物为对照(CK),每个处理重复 3 次,随机区组排列,小区面积 60 m<sup>2</sup>。

表 1 参试有机废弃物种类及养分含量  
Table 1 Join examination organic junk kind and nutrient content

种类 Kind	粒径(长度) Size(Length) (mm)	有机质 Organic matter (%)	全 N Total N (%)	全 P Total p (%)	全 K Total k (%)
糠醛渣 Furfural residue	2~5	76.45	0.60	0.31	1.42
蘑菇渣 Mushroom residue	2~5	34.80	0.52	0.25	1.11
锯末 Sawdust	1~2	65.20	0.24	0.10	0.14
羊粪 Sheep manure	1~20	28.0	0.65	0.50	0.25
油菜籽饼 Rapeseed cake	1~5	73.80	4.60	2.48	1.40
玉米秸秆 Corn stalk	10~20	87.10	0.92	0.15	1.18
生活垃圾 Domestic rubbish	1~5	26.21	0.16	0.07	0.24

1.2.2 有机废弃物发酵处理 分别按 1.2.1 中的比例配好 4 个处理的有机废弃物,每立方米有机物料加入 CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> 1.50 kg,调节 C/N(25~30:1),用清水将基质含水量调到手握有水滴漏出,全部掺

匀,堆成 1.20 m 厚的体形,将日光温室温度调整到 32℃~35℃堆置发酵 90 d,每隔 20 d 倒翻 1 次,高温发酵处理的有机物料理化性质(表 2)。

表 2 高温发酵处理后的有机废弃物组合肥理化性质  
Table 2 High temperature ferment the organic junk combination fertilizer after handling melt nature

试验处理 Treatment	容重 Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	总孔隙度 Total porosity (%)	EC (ms/cm)	pH	有机质 Organic matter (g/kg)	碱解 N Available N (mg/kg)	速效 P Available P (mg/kg)	速效 K Available K (mg/kg)
1	0.72	72.83	4.98	7.14	208.78	170.12	36.18	304.81
2	0.67	74.72	5.16	7.23	219.76	179.06	38.01	320.86
3	0.62	76.60	5.28	7.76	243.34	188.48	40.02	335.52
4	0.57	78.49	6.65	7.05	256.32	198.41	42.13	337.74

1.2.3 试验方法 不同处理的有机废弃物发酵处理后在玉米播种前施入 0~20 cm 耕作层,在播种时条施 NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.30 t/hm<sup>2</sup>,于 2005 年、2006 年、2007 年 4 月中旬播种,株距 25 cm,行距 50 cm。收获时室内考种,测定穗粒数、穗粒重、百粒重、产量。资料统计方法:取 2005~2007 年平均数统计分析,LSR 检验。

1.2.4 测定项目与方法<sup>[7,8]</sup> 2005~2007 年 11 月上旬玉米收获后,分别在试验小区内采集 0~20 cm 耕作层土样 1 kg,风干、过筛、备用。土壤容重、团粒结构用环刀取原状土,土壤容重用环刀法,土壤总孔隙度通过计算求得,自然含水量用烘干法,>0.25 mm 团粒结构用约尔得法,土壤贮水量按公式(土壤容重×自然含水量×土层深度×面积)计算,电导率用电导法,pH 用水浸提——酸度计法,有机质用重铬酸钾法,碱解 N 用扩散法,速效 P 用碳酸氢钠浸提——钼锑抗比色法,速效 K 用火焰光度计法,CEC 用乙酸钠——火焰光度法,Cd 用石墨炉原子吸收分

光光度法,Hg 用冷原子——荧光光谱法,Pb 用火焰原子吸收分光光度法,Cr 用分光光度法测定。

## 2 结果分析

### 2.1 有机废弃物组合肥对土壤物理性质的影响

土壤容重、孔隙度反映了土壤的保水能力和透气性,从表 3 可以看出,处理 1、2、3、4 的羊粪、玉米秸秆、菜籽饼比例相同,加入了不同种类的生活垃圾、锯末、蘑菇渣、糠醛渣,0~20 cm 耕作层土壤物理性质发生了明显的变化,处理间土壤容重变化顺序是:处理 4<处理 3<处理 2<处理 1<处理 5(对照),土壤孔隙度变化顺序是:处理 4>处理 3>处理 2>处理 1>处理 5(对照)。土壤容重最小的为处理 4,平均值为 1.16 g/cm<sup>3</sup>,最大的为处理 5(对照),平均值为 1.39 g/cm<sup>3</sup>;处理 4 与处理 5(对照)比较,容重降低了 0.23 g/cm<sup>3</sup>。土壤总孔隙度最大的为处理 4,平均值为 56.23%,最小的为处理 5(对照),平均值为 47.54%;处理 4 与处理 5(对照)比较,总孔隙度增

大了 18.28%。毛管孔隙度最大的为处理 4, 平均值为 33.99%, 最小的为处理 5 (对照), 平均值为 30.10%, 处理 4 与处理 5 (对照) 比较, 毛管孔隙度增大了 12.92%。非毛管孔隙度最大的为处理 4, 平均值为 22.24%, 最小的为处理 5 (对照), 平均值为 17.44%, 处理 4 与处理 5 (对照) 比较, 非毛管孔隙度增大了 27.52%。说明处理 4, 糠醛渣、羊粪、玉米秸秆、菜籽饼容积比为 0.50:0.25:0.20:0.05, 施用量为 45.00 t/hm<sup>2</sup> 改土效果好, 能明显地降低土壤容重、增大土壤孔隙度, 使土壤疏松。有机废弃物在土壤微生物的作用下合成了腐殖质, 腐殖质中的酚羟基、羧基、甲氧基、羰基、羟基、醌基等功能团解离后带负电荷<sup>[9]</sup>, 吸附了河西走廊石灰性土壤中的

Ca<sup>2+</sup>, 有利于土壤团粒结构的形成。从表 3 可以看出, 土壤团粒结构最大的为处理 4, 平均值为 28.51%, 最小的为处理 5 (对照), 平均值为 19.78%, 处理 4 与处理 5 (对照) 比较, 团粒结构增加了 44.14%。在灰棕荒漠土上施用有机废弃物后, 提高了土壤贮水量。据 2007 年 7 月 12 日 5 个处理灌水后第 5d 测定结果表明, 0~20 cm 耕作层水分含量均为处理 4>处理 3>处理 2>处理 1>处理 5 (对照)。其中处理 4 耕作层的自然含水量、贮水量与处理 5 (对照) 比较分别增加 86.44 g/kg 和 91.36 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。贮水量增加的原因是糠醛渣的吸水率很强, 因而提高了灰棕荒漠土的保水性能。处理间的差异显著性经 LSR 检验达到显著和极显著水平 (表 3)。

表 3 有机废弃物组合肥对土壤物理性质的影响

Table 3 Organic junk combination fertilizer is for the influence of soil physical nature

试验处理 Treatments	土壤容重 Soil bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	总孔隙度 Total porosity (%)	毛管孔隙度 Capillary porosity (%)	非毛管孔隙度 Not capillary porosity (%)	>0.25mm 团粒结构 >0.25 mm Granular structure (%)	自然含水量 Natural moisture content (g/kg)	贮水量 water storage capacity (m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )
1	1.33 d D	49.81 d BD	31.42 cd CD	18.39 d D	22.23 d D	236.27 d D	638.43 cd CD
2	1.28 e C	51.69 bc BC	32.16 e C	19.53 bc BC	24.70 e C	251.30 e C	640.03 e C
3	1.22 b B	53.96 b B	33.72 ab AB	20.24 b B	26.85 b B	276.43 b B	683.23 b B
4	1.16 a A	56.23 a A	33.99 a A	22.24 a A	28.51 a A	303.01 a A	702.99 a A
5(CK)	1.39 e E	47.54 e E	30.10 e E	17.44 de DE	19.78 e E	216.57 e E	611.63 e E

注: 大写字母为 LSR<sub>0.01</sub>, 小写字母为 LSR<sub>0.05</sub> 显著差异水平 (表 4, 5 同)。

Note: The capital letters mean LSR<sub>0.01</sub> significant difference level, while the lowercase letters mean LSR<sub>0.05</sub> significant difference level. (They are the same in Table 4 and Table 5.)

## 2.2 有机废弃物组合肥对土壤化学性质的影响

灰棕荒漠土瘠薄、肥力水平很低, 是河西走廊的低产土壤, 而有机废弃物本身含有各种营养元素和丰富的有机质, 是土壤养分和有机质的主要补给源, 有机废弃物经高温发酵处理后施入土壤对各种养分和有机质的补充起着重要的作用。从表 4 可以看出, 处理 1、2、3、4 的羊粪、玉米秸秆、菜籽饼比例相同, 加入了不同种类的生活垃圾、锯末、蘑菇渣、糠醛渣, 0~20 cm 耕作层有机质、速效养分变化的顺序是: 糠醛渣>蘑菇渣>锯末>生活垃圾, 处理 4 (糠醛渣) 与处理 5 (对照) 比较, 土壤有机质、碱解 N、速效 P、速效 K、CEC 分别增加了 5.86 g/kg、21.42 mg/kg、7.47 mg/kg、42.67 mg/kg、13.07 cmol/kg。于 2007 年 11 月 18 日玉米收获后分别在试验小区内采集 0~20 cm 耕作层土样, 测定相关重金属离子含量 (表 4), 从表 4 可以看出, 处理 1 的 Hg、Cd、Cr、Pb 含

量高于处理 2、3、4, 这是因为处理 1 加入了 50% 的生活垃圾 (含有一定数量的 Hg、Cd、Cr、Pb 等重金属离子), 在灰棕荒漠土上施用生活垃圾, 重金属有富集的趋势<sup>[10~13]</sup>; 处理 5 (对照) 的土壤重金属离子含量高于处理 2、3、4, 原因是河西走廊缺 P 的土壤上长期大量施用化学磷肥使重金属离子富集<sup>[14]</sup>, 处理 2、3、4 的土壤重金属离子含量低于处理 5, 原因是处理 2、3、4 分别加入了 50% 的糠醛渣、蘑菇渣和锯末, 这 3 种有机废弃物本身不含重金属离子, 并且含有较高的有机物质, 这些有机物质在土壤中进行腐殖化过程合成土壤腐殖质, 而腐殖质具有多种功能团, 这些功能团解离后带负电荷, 可吸附土壤中的重金属离子, 形成不溶性的络合物, 从而钝化了重金属离子的活性, 减缓了重金属离子富集速度<sup>[14~17]</sup>。处理间的差异显著性经 LSR 检验达到显著和极显著水平 (表 4)。

表4 有机废弃物组合肥对土壤化学性质的影响

Table 4 The influence of organic junk combination fertilizer on soil chemical properties

试验处理 Treatments	有机质 Organic matter (g/kg)	碱解 N Available N (mg/kg)	速效 P Available P (mg/k)	速效 K Available K (mg/kg)	CEC (cmol/kg)	Hg (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Pb (mg/kg)
1	13.54 d A	52.15 d D	9.17 d A	147.32 d D	11.68 d D	0.45 a A	0.58 a A	33.58 a A	12.05 a A
2	14.72 c A	57.66 c C	11.16 bcA	158.58 c C	14.04 c C	0.21 d C	0.28 d D	12.09 d C	4.43 d C
3	16.54 b A	62.64 b B	12.84 b A	168.21 b B	17.72 b B	0.25 c C	0.35 c C	16.12 c C	5.78 c C
4	18.22 a A	67.63 a A	14.79 A	177.49 a A	20.40 a A	0.19 e C	0.24 e E	8.06 e C	2.89 e C
5(CK)	12.36 e A	46.21 e E	7.32 e A	134.82 e E	7.33 e E	0.36 b B	0.46 b B	26.87 b B	9.64 b B

2.3 有机废弃物组合肥对玉米产量和经济效益的影响

对 2005~2007 年 3 a 的平均数据统计分析可以看出,处理 1、2、3、4 羊粪、玉米秸秆、菜籽饼比例相同,加入了不同种类的生活垃圾、锯末、蘑菇渣、糠醛渣,玉米产量、产值、利润变化顺序是处理 4>处理 3>处理 2>处理 1>处理 5(对照)。处理 4 与处理 1、2、3、5(对照)比较,分别增产 0.89、0.39、0.36、2.03 t/hm<sup>2</sup>。因为处理 4 加入的是糠醛渣,糠醛渣含有丰富的有机质和 N、P、K 以及微量元素,从而提高

了玉米的产量。处理 4 的产值和利润分别为 0.92×10<sup>4</sup> 元/hm<sup>2</sup>和 0.81×10<sup>4</sup>元/hm<sup>2</sup>;较处理 1 分别增加 0.09×10<sup>4</sup>元/hm<sup>2</sup>和 0.06×10<sup>4</sup>元/hm<sup>2</sup>;较处理 2 分别增加 0.04×10<sup>4</sup>元/hm<sup>2</sup>和 0.04×10<sup>4</sup>元/hm<sup>2</sup>;较处理 3 分别增加 0.03×10<sup>4</sup>元/hm<sup>2</sup>和 0.02×10<sup>4</sup>元/hm<sup>2</sup>;较处理 5(对照)分别增加 0.19×10<sup>4</sup>元/hm<sup>2</sup>和 0.08×10<sup>4</sup>元/hm<sup>2</sup>。

处理间的差异显著性经 LSR 检验达到显著和极显著水平(表 5)。

表5 有机废弃物组合肥对玉米产量和经济效益的影响

Table 5 The influence of organic junk combination fertilizer on corn output and economic benefits

试验处理 Treatments	穗粒数 (粒) Grains per spike	穗粒重 Grain weight (g)	百粒重 100-seed weight (g)	产量 Output (t/hm <sup>2</sup> )	增产量 Production increase (t/hm <sup>2</sup> )	增产率 Production rate (%)	产值 Production value (10 <sup>4</sup> yuan/hm <sup>2</sup> )	废弃物成本 The cost of waste (10 <sup>4</sup> yuan/hm <sup>2</sup> )	利润 Gain (10 <sup>4</sup> yuan /hm <sup>2</sup> )
1	460.22 d D	154.50 d D	28.32 cd CD	8.79 d D	1.14	14.90	0.83	0.08	0.75
2	469.62 c C	160.93 cb CB	28.90 bcBC	9.29 bc BC	1.64	21.43	0.88	0.11	0.77
3	474.40 b B	162.62 b B	29.19 abAB	9.32 ab AB	1.67	21.83	0.89	0.10	0.79
4	479.21 a A	167.65 a A	30.11 a A	9.68 a A	2.03	26.53	0.92	0.11	0.81
5(CK)	451.01 e E	148.32 e E	27.46 e E	7.65 e E	—	—	0.73	0.00	0.73

3 小结与讨论

1) 糠醛渣、羊粪、玉米秸秆、菜籽饼容积比为 0.50:0.25:0.20:0.05,施用量为 45.00 t/hm<sup>2</sup> 改土效果好,能明显地降低土壤容重、增大土壤孔隙度,使土壤疏松。

2) 有机废弃物在土壤微生物的作用下合成了腐殖质,腐殖质中的功能团解离后带负电荷,吸附了石灰性土壤中的 Ca<sup>2+</sup>,有利于土壤团粒结构的形成。

3) 在灰棕荒漠土上施用糠醛渣、羊粪、玉米秸秆、菜籽饼后,提高了土壤含水量,与处理 5(对照)比较,土壤贮水量 91.36 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。

4) 不同有机废弃物对土壤养分和有机质含量增加的顺序是:糠醛渣>蘑菇渣>锯末>生活垃圾。

5) 在灰棕荒漠土上长期施用生活垃圾,重金属离子有富集的趋势,而糠醛渣、蘑菇渣、锯末本身不含重金属,并且含有较高的有机物质,有机物质在土壤中进行腐殖化过程合成土壤腐殖质,而腐殖质具有多种功能团,这些功能团解离后带负电荷,可吸附土壤中的重金属离子,从而钝化了重金属离子的活性,减缓了重金属离子富集速度。

6) 羊粪、玉米秸秆、菜籽饼比例相同,加入了不同种类的生活垃圾、锯末、蘑菇渣、糠醛渣,玉米产量、经济效益变化顺序是糠醛渣>蘑菇渣>锯末>生活垃圾。

## 参考文献:

- [1] 郭新勇, 张树清. 甘肃省有机肥资源分布与利用潜力[J]. 土壤通报, 2007, 38(4): 677-680.
- [2] 曹作中. 当前我国生活垃圾处理方向探讨[J]. 环境保护, 2001, (10): 13-18.
- [3] 秦嘉海, 吕 彪. 河西土壤与合理施肥[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 2001: 150-155.
- [4] 秦嘉海, 张春年. 糠醛渣的改土增产效应[J]. 土壤通报, 1994, 25(5): 237-238.
- [5] 秦嘉海, 陈广全. 糠醛渣混合基质在番茄无土栽培中的应用[J]. 中国蔬菜, 1997, (4): 13-15.
- [6] 秦嘉海, 金自学, 刘金荣. 含钾有机废弃物糠醛渣改土培肥效应研究[J]. 土壤通报, 2007, 38(4): 705-708.
- [7] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 科学技术出版社, 1978: 110-218.
- [8] 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析法[M]. 北京: 科学出版社, 1983: 106-208.
- [9] 浙江农业大学. 植物营养与肥料[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 198-199.
- [10] 张乃明, 陈建军, 常晓冰. 污灌区土壤重金属累积影响因素研究[J]. 土壤, 2002, 33(2): 90-93.
- [11] 腾彦国, 倪师军, 张成江. 应用标准化方法评价攀枝花地区表层土壤重金属污染[J]. 土壤学报, 2003, 40(3): 374-379.
- [12] 孔德工, 唐其展, 田忠孝, 等. 南宁市蔬菜基地土壤重金属含量及评价[J]. 土壤, 2004, 36(1): 21-24.
- [13] 黄铭洪, 骆永明. 矿区土地修复与生态恢复[J]. 土壤学报, 2003, 40(2): 1601-169.
- [14] 郑海龙, 陈 杰, 邓文清. 六合蒋家湾蔬菜基地重金属污染现状与评价[J]. 土壤, 2004, 36(5): 557-559.
- [15] Taylor M D. Accumulation of cadmium derived from fertilizers in New Zealand soil[J]. Sci Total Environ, 1991, 208(1/2): 123-126.
- [16] 陈世和. 城市垃圾堆肥原理与工艺[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1990: 52-68.
- [17] 曹作中. 生活垃圾堆肥应注意的若干技术经济问题[J]. 环境保护, 2000, (8): 39-42.

## The influence of combination fertilizer from organic wastes on physical and chemical properties of grey brown desert soil and corn output and economic benefits

QIN Jia-hai<sup>1,2</sup>, CHEN Xiu-bin<sup>1</sup>, XIAO Zhan-wen<sup>1</sup>,  
CHEN Ye<sup>2</sup>, WANG Zhi-jiang<sup>2</sup>, WANG Jin<sup>2</sup>

(1. Key Laboratory of Western Resources and Environmental Chemistry, Hexi College, Zhangye, Gansu 734000, China;

2. Department of Agronomy, Hexi College, Zhangye, Gansu 734000, China)

**Abstract:** Systematical study was made on the influence of 4 kinds of combination fertilizer from different organic wastes on physical and chemical properties of grey brown desert soil and corn output and economic benefits. The results show that it is useful to apply 45.00 t/hm<sup>2</sup> combination fertilizer from organic wastes like furfural residue, sheep dung, corn stalk and rapeseed cake in the volume ratio of 0.50:0.25:0.20:0.05 after treatment of high temperature and fermentation. Compared to CK (without application), soil total porosity, granule structure and water storage increase by 8.69%, 8.73% and 91.36 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>; soil organic matter, available N, P and K and CEC increase by 5.86 g/kg, 21.42 mg/kg, 7.47 mg/kg, 42.67 mg/kg and 13.07 cmol/kg; and corn output, output value and profit increase by 2.03 t/hm<sup>2</sup>, 0.19 × 10<sup>4</sup> yuan/hm<sup>2</sup> and 0.08 × 10<sup>4</sup> yuan/hm<sup>2</sup>, respectively; while soil unit weight reduces by 0.28 g/cm<sup>3</sup>. The application of domestic rubbish causes a tendency of heavy metal enrichment, but long-term use of furfural residue, mushroom dregs and sawdust does not have such an effect.

**Keywords:** organic waste; grey brown desert soil; physical and chemical properties; corn