

# 有机物料对提高土壤肥力的效应分析

管广骥 付尚志 金 平

(黑龙江省农科院土肥所)

本文通过用秸秆、城市有机废物制造有机肥和城市有机垃圾高温堆肥对提高土壤肥力效应的机理作了分析研究,证明增施有机物料有利于农业生产,可为农田增加大量有机质,改善土壤理化性质和生物学性质,为作物提供养分和二氧化碳,因而增施有机物料是培肥地力、促进作物生育、提高作物产量和产品品质的一项有效措施。

## 引 言

秸秆、城市有机废物制的有机肥和城市有机垃圾堆肥,含有大量有机质和植物所需要的、易分解的营养成分,是很宝贵的有机肥料。广辟有机肥源对提高土壤肥力,增加作物产量和提高产品品质有很重要的意义。

黑龙江省地处北疆,土地资源丰富,有大面积肥沃的黑土,也有一定数量的低产土,如白浆土、风沙土和盐碱土。我省土壤有机质和养分有随着耕种年限增加而逐渐降低的趋势,特别是在土地用养失调和忽视施用有机肥的情况下,土壤有机质和养分含量下降的趋势更为显著。黑土未开垦前土壤有机质含量一般高达10—12%,耕种十年后,土壤有机质降低到7—8%,平均年损失率为3.0%,开垦五十年后土壤有机质降低到4—5%,平均年损失率为1.2%,开垦一百年后土壤有机质消耗了3/4,以后则逐渐处于相对稳定状态。

国内外土壤学者一致认为,土壤有机质含量是土壤肥力的重要指标,而土壤有机质含量是土壤的一种遗传性状,它是在长期的

土壤形成过程中形成和积累起来的。自然土壤有机质是靠土壤植被的发育和演替而逐渐积累起来的,在垦殖为农田后,原有植被和土壤间的物质循环遭到破坏,千百年所积累的有机质处于被分解、被消耗的状态,而且这种变化动态随着开垦年限的延续而呈下降的趋势。

例如我省克拜地区曾是我省粮食主产区,土壤相当肥沃,但由于农田处于漫岗漫坡条件,缺乏必要保土措施,近年来水土流失严重,粮食生产量逐年下降。三江平原五十年代后期开始大规模垦殖,土地也相当肥沃,但是由于那里分布着国营农场群,而且大多数是谷物农场,畜牧业比重很低,有机肥数量有限,由于人少地多,机械化作业,单位面积有机肥用量很低,主要施用化肥,结果土壤有机质的消耗较多,入不敷出,土壤有机质含量明显下降。

因此,为了恢复、维持和提高土壤肥力,就必须广辟有机肥源,因而近年来我省土壤学工作者一致认识到增施有机肥、种草养畜根茬肥田、秸秆直接还田和造肥还田、合理利用城市有机废物生产有机肥和利用有机垃圾积制垃圾堆肥等,都是很重要的有机肥源。本文仅就几项有机物料对培肥地力的效应,作初步的分析研究。

## 一、秸秆直接还田培肥地力的效应分析

1980—1984年在我省南部黑土、东部

白浆土和西部碳酸盐黑土进行试验,证明玉米秸和麦秸还田对后作有明显的增产效果,增产幅度为6.1—25.2%,秸秆还田改善了土壤有机质、全量和有效养分、 $\text{CO}_2$ 释放量、土壤微生物区系和水稳性团聚体也有明显的增加。

### 1. 秸秆还田所投入的有机质和养分

从表1可以看出,秸秆还田给土壤增加了一定数量的有机质和养分,有利于土壤的培肥和作物的增产。

**表1 秸秆还田数量及其有机质和养分数量(单位:公斤/亩)**

项 目	1979—1984年总计		
	玉米 秸 1650 kg	麦 秸 225 kg	共 计 1875kg
有 机 质	1547.7	215.35	1763.05
C	897.75	124.9	1022.65
N	7.92	1.125	9.045
$\text{P}_2\text{O}_5$	2.31	0.16	2.47
$\text{K}_2\text{O}$	28.875	1.98	30.855

### 2. 秸秆还田对土壤有机质和全量与有效性养分含量的影响

据1984年测定,秸秆还田区土壤有机质为2.71%,比不还田区增加了0.46%,六

年平均每年增加0.08%,土壤全氮和全磷分别增加0.018%和0.014%,相当于每年增加0.003%和0.002%。1979年不还田区土壤有机质为2.33%,1984年为2.25%,亦即比1979年降低了0.08%,平均每年降低0.013%。在大庆市和林口县所进行的九个试验也证明了这一点。两年间土壤有机质增加了0.118%,全氮和全磷分别增加了0.008%和0.003%。

秸秆还田第一、二年,土壤 $\text{NH}_4\text{-N}$ 和 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量比不还田区有所下降,这是因为秸秆的C/N很高(80—100:1),翻压秸秆被微生物分解时,土壤微生物要吸收利用土壤中的速效性氮,因而土壤中速效氮含量有所下降,使作物苗黄苗弱,因此在秸秆还田的同时,要配合施用一定量氮肥,每施用50公斤秸秆应补充施纯氮0.85—1.0公斤。秸秆还田三、四年后,被微生物固定了的氮逐渐释放出来,秸秆中的有机态氮也逐渐矿化,土壤速效氮含量有所增加,因而不会出现菌苗争氮现象。秸秆还田自始至终稳定地逐年增加土壤速效磷的含量。

### 3. 秸秆还田对土壤微生物区系、 $\text{CO}_2$ 释放量及土壤微团聚体的影响

**表2 秸秆还田对土壤细菌、真菌、 $\text{CO}_2$ 释放量及土壤微团聚体的影响**

项 目	细菌(万/克干土)		真菌(干/克干土)		$\text{CO}_2$ 释放量		团聚体(粒径mm)%					
	0—20cm %		0—20cm %		mg/dm <sup>3</sup> /h		7	5	3	1	0.5	0.25
不 还 田	4617	100	11.3	100	5.792	100%	0	0.8	5.0	24.9	46.0	23.3
秸 秆 还 田	11216	242.9	24.3	215.0	10.649	183.9%	4.4	4.1	13.0	35.2	33.6	9.4

从表2可以看出,与不还田相比,秸秆还田使土壤微生物数量增加1—1.5倍,土壤 $\text{CO}_2$ 释放量增加近1倍,1—7毫米粒径的土壤水稳性团聚体增加了26.3%。此外,秸秆还田还降低了土壤容量0.02—0.06克/立方米,增加土壤孔隙度1.13%,增加土壤水分含量0.5—3.0%,这就为作物生育创造了良好的土壤物理学和微生物学性状。

### 4. 秸秆还田对作物产量的影响

从表3可以看出,秸秆还田除第一年作物稍有减产外,第二年以后各年作物均有所增产,增产幅度为7.2—16.1%;配合施氮时,即使在秸秆还田后第一年也不减产,还增产1.6%。黑河地区农科所麦秸还田比不还田增产大豆7.2—13.7%,秸秆还田加氮比单施氮增产4.9—19.2%,秸秆还田加氮磷增产13.6—33.9%。

总之,目前我省国营农场已相当普遍地

**表 3 秸秆还田对作物产量的影响 (黑龙江省农科, 1980—1984年)**

试 验 处 理	1980年玉米		1981年大豆		1982年小麦		1982年玉米		1984年大豆	
	公斤/亩	%	公斤/亩	%	公斤/亩	%	公斤/亩	%	公斤/亩	%
OK 秸 秆 还 田	416.9	100	161.1	100	124.1	100	353.8	100	132.7	100
	405.2	97.2	172.7	107.2	144.1	116.1	390.5	110.4	155.6	113.7
单施N** N+ 秸秆还田	431.2	100	176.2	100	153.4	100	449.1	100	139.2	100
	437.9	101.6	187.2	106.2	130.8	85.2	464.4	103.4	167.6	120.4
NP** NP+ 秸秆还田	481.3	100	179.0	100	126.8	100	499.5	100	114.2	100
	457.9	95.1	203.3	113.5	134.8	106.3	515.4	103.2	153.0	134.0

实行秸秆还田, 北部麦豆产区实行麦秸还田或麦田高茬收割, 大庆地区、半山间地区、有煤矿和新炭林的地区都大力推行秸秆还田。为了适应秸秆还田的需要, 近年已研制成功了麦秸和玉米秸还田机具。从1979年到1986年止, 全省秸秆还田面积达五千万亩。由此可见, 秸秆直接还田的实施, 对恢复、维持和提高土壤肥力有很广阔的前景。

## 二、利用城市有机废弃物制造有机肥的效益分析

随着国民经济和城市工业的发展, 城市产生了大量有机废弃物; 笔者1984年作了专门调查, 例如粮库有霉烂的粮食, 粮食加工

厂有大量谷秕子谷壳, 食品加工厂有各种下脚料如蛋壳、臭蛋、啤酒糟、废麦芽、酱油渣、豆腐渣等, 罐头厂有鱼杂、兽杂, 屠宰场有大量废血、废毛、碎肉, 制革厂有废革、废毛, 烟厂有烟屑等等。所有这些有机废弃物, 如能经过堆沤, 堆肥化, 就可以生产出许多优质肥料, 又能变废为宝, 净化市容。

1985年哈尔滨太平桥有机肥厂利用上述所说的一些有机废物经过发酵、加热、粉碎制成有机肥料, 含有机质44.15%、全氮2.15—2.60%、全磷( $P_2O_5$ ) 0.49—0.52%、全钾( $K_2O$ ) 2.35—2.73%。通过水稻、茄子和玉米试验, 证明它对这三种作物都有明显的增产效果, 而且还提高产品品质。但是应当指出, 有机肥应当与化肥配合施用, 才能发挥缓急相济, 取长补短的效果, 才能获得高产。

**表 4 有机肥对水稻产量和产量构成因素的影响**

处 理	水 稻 产 量			每 50 公斤 农家肥增产 公斤数	每 50 公斤 有机肥增产 公斤数	株高(厘米)	穗长(厘米)	分 蘖	千 粒 重 (克)
	公斤/亩	为ck%	为NPK%						
OK	177.1	100		—	—	61.8	14.3	1.7	27.18
NPK	321.6	181.6	100	—	—	76.8	16.1	2.5	28.50
NPK + 1000公斤 农家肥	360.9	203.8	112.2	1.97	—	76.3	16.2	2.9	29.62
NPK + 33.4公斤 有机肥	354.6	200.2	110.3	—	49.48	79.3	16.5	2.3	29.89
NPK + 66.7公斤 有机肥	400.7	234.7	129.3	—	70.59	80.4	16.6	2.7	28.60

表 5

有机肥对茄子生育、产量和产品品质的影响

处 理	项 目	产 量		株高 (厘米)	叶面积 $\text{cm}^2$ 7 月 20 日	维 生 素 O 毫克/100克
		公斤/亩	%			
CK		587.4	100	29.0	118.3	16.4
有机肥 62.5 公斤/亩		829.25	141.2	36.2	170.9	18.9
有机肥 125 公斤/亩		835.3	142.2	39.2	190.8	18.7
磷酸二铵 17 公斤/亩		1113.3	189.5	39.7	195.9	16.0

### 三、利用分类收集的有机垃圾制造垃圾高温堆肥的效应分析

随着城市的不断扩大、工业生产的发展以及人民物质生活的提高,城市垃圾的数量急剧增加。根据市环卫部门调查,哈尔滨市每人每日垃圾生产量为 1.1 公斤,全市垃圾

年产量 342.8 万吨,其中有机垃圾约占 15%,如能分类收集有机垃圾,加入畜粪尿堆沤腐熟,制成垃圾堆肥,是很好的有机肥料。1984 年笔者与市环卫所合作,进行哈市固体废弃物与农情情况调查,1986 年我们利用哈市双气户(以煤气和液化气为燃料的住户)的垃圾进行高温堆肥,并分析其养分含量、卫生指标、重金属盐含量及进行肥效鉴定。

由表 6、7 可以看出,我市垃圾堆肥含氮

表 6

哈市垃圾堆肥养分含量与重金属盐含量

处 理	项 目	pH ( $\text{H}_2\text{O}$ )	养 分 含 量			重 金 属 盐 含 量				
			%		mg/100g	ppm				
			全 N	全 $\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{NH}_4 + \text{NO}_3 - \text{N}$	Hg	Pb	Cd	Or	As
哈市垃圾堆肥		7.6	0.49	0.53	31.61	0.0363	20.30	0.120	21.00	4.0
日本垃圾堆肥		7.3	1.65	1.02	267	0.59	53.2	1.07	—	0.77
土 猪 粪		7.9	0.33	0.26	31.58	0.0055	16.40	0.034	11.00	9.95
田间试验土壤		6.7	0.20	0.13	5.45	0.0063	82.81	0.055	13.00	—
盆栽试验土壤		6.9	0.12	0.17	4.72	0.0050	18.76	0.016	21.00	0.018

表 7 垃圾堆肥堆沤前后的卫生指标

样品名称	细菌总数 (个/克)	大肠菌群 (个/100克)	大肠菌值 (个/克)
处理前垃圾	$3.5 \times 10^8$	$2.4 \times 10^4$	$10 \times 10^{-10}$
处理后垃圾	$3.5 \times 10^8$	$2.3 \times 10^4$	$10 \times 10^{-2}$

0.49%, 五氧化二磷 0.53%,  $\text{NH}_4 - \text{N} + \text{NO}_3 - \text{N}$  31.61 毫克/百克, 与日本垃圾堆肥养分含量平均数相比稍低, 与土猪粪相比要高一些。至于有害的金属盐含量, 哈市垃圾堆肥汞的含量为当地土壤和猪粪的 5—6 倍,

为日本垃圾堆肥的 1/16, 哈市垃圾堆肥含镉量为当地土猪粪的 3 倍, 为当把土壤的 2—7 倍, 为日本垃圾堆肥含镉量的 1/7。垃圾堆肥堆沤腐熟后大肠菌群降低为  $2.3 \times 10^2$  个/100 克, 仅为堆腐前的 1/104.3。由此可见, 由于垃圾高温堆肥过程中堆温高达 60—70℃, 已把所有病原菌和寄生虫卵杀死, 因而垃圾堆肥已通过无害化处理。

用水稻、马铃薯、茄子和番茄进行的田间试验与盆栽试验肥效鉴定证明, 垃圾堆肥对作物生育有明显的促进作用, 结果提高了产

量和改善了产品品质,垃圾堆肥与氮磷配合施用效果更好。由此可见,如果在分类收集有机垃圾时能将牙膏皮、电池、灯管等有害物

质分检或回收,就能降低垃圾堆肥重金属盐含量,这样的垃圾堆肥就能给农业、蔬菜和林业提供可以利用的有机肥资料。

表 8 垃圾堆肥对番茄和水稻产量的影响

试 验 处 理	番 茄			水 稻		
	产量 (公斤/盆)	为ck %	为NPK %	产量 (克/盆)	为 ck %	为 NPK %
无肥对照	0.16	100	—	32.7	100	33.7
NPK 对照	0.69	431.3	100	97.1	297.3	—
NPK + 垃圾堆肥 0.75 公斤/盆	1.115	700.0	161.6	119.5	365.4	123.1
NPK + 垃圾堆肥 1.5 公斤/盆	1.315	828.1	190.6	148.7	454.4	153.1
垃圾堆肥 0.75 公斤/盆	0.255	159.4	37.0	65.9	201.5	67.9
NPK + 猪粪 0.75 公斤/盆	0.57	356.3	82.6	107.9	330.0	111.1

表 9 垃圾堆肥对茄子和马铃薯品质的影响

处 理	马 铃 薯 田 间 试 验			茄 子 田 间 试 验	
	%		Vc	可溶性糖	Vc
	可溶性糖	淀粉	mg/100g	%	mg/100g
空白对照	1.08	17.53	28.36	2.52	4.46
NP对照	1.30	13.97	27.75	2.76	4.60
NP + 垃圾堆肥2003公斤/亩	1.35	14.09	28.36	2.81	7.24
NP + 猪粪 2000 公斤/亩	1.28	16.84	27.75	—	—
垃圾堆肥 2000 公斤/亩	1.31	13.91	22.57	2.63	7.20

四、小结和讨论

1. 研究分析表明,充分挖掘各种各样有机物料资源,可为农业生产提供更多的有机肥源,对提高我省土壤肥力起到了和将继续起很重要的作用,而且必然为作物创造更好的生育条件和较多的养分,大大提高农产品的品质。

2. 分析表明,马粪和麦秸的腐殖化系数分别为 53.98%和 49.61%,其次为玉米秸和豆秸,分别为 32.28%和 38.54%。由此可见,秸秆直接还田和施用粪肥是恢复、维持和提高土壤肥力最主要的有机物料。城市有机废物制肥和利用城市有机垃圾制造垃圾堆肥,

则是化害为利、变废为宝、净化市容的有效措施,也能为农业生产提供一定量的有机物料。

3. 应当指出,有机物料的独特作用是改善土壤的理化性质和微生物学性质,而单施有机肥不能充分满足作物对养分的要求。因此,为了获得高产稳产,必须有机无机肥料配合施用,才能缓急相济,取长补短,相辅相成。

4. 为了使土壤有机质保持收支平衡,必须尽快实施养地法,计量施用有机肥,才能使数量有限的有机物料发挥出更大培肥地力的作用。