

# 城市污水污泥有机复合肥水稻施肥试验\*

## Rice Fertilization Experiment of Compound Manure of Urban Sludge

张学洪 李金城 解庆林 王敦球 张华 许立巍  
Zhang Xuehong Li Jincheng Xie Qinglin Wang Dunqiu Zhanghua Xu Liwei

(桂林工学院 桂林市建干路1号 541004)

(Guilin Institute of Technology, 12 Jianganlu, Guilin, Guangxi, 541004, China)

**摘要** 城市污水处理厂污泥经好氧发酵,与粉煤灰、无机肥料等原料混合制成有机复合肥,对水稻生长进行肥效试验。结果表明:该有机复合肥对水稻的增产效果显著,肥效与N、P、K三元复合肥相当,值得进一步研究开发。

**关键词** 污泥 有机复合肥 水稻

中图法分类号 X 703

**Abstract** Sludge of urban sewage treatment plants was fermented in aerobic, and then mixed with coal ash, inorganic fertilizers to produce organic compound manure, which was applied in fertilization trial of paddy rice. This compound manure could fairly raise the output of paddy in the trail, and as good as N, P, K fertilizers used.

**Key words** sludge, organic compound manure, rice

目前,城市污水污泥常见的处置方法有填埋法、焚烧法、投海和农田直接施用等。在选择污泥处置方法时,首先要考虑无害化和污泥利用。污泥的无害化处理有填埋、投海、焚烧和湿式氧化等几种方式;污泥利用包括农用、裂解、制油、制水泥、做复合肥粘结剂、提取蛋白质和作为动物饲料等。不同地区和国家处理污水污泥的方法也不尽相同,表1为部分国家表1 西欧、美国和英国的污泥处置情况

**Table 1 Sludge disposal in West Europe, America and Britain**

国家和地区 State & Region	处理方法 Disposal method (%)				
	农用 Agricultural use	填埋 Landfill	焚烧 Incineration	投海 Seafill	其它 Other
西欧 West Europe	30	45	7	18	
美国 America	30	24	21	19	
英国和威尔士 England & Wales	44	8	8	27	3
北爱尔兰 North Ireland	60	12	0	28	
苏格兰 Scotland	13	5	1	76	5

2000-03-02收稿。

\* 广西区科技厅项目研究成果之一。

和地区的污泥处理情况<sup>[1,2]</sup>。

在国内已建成的城市污水处理厂中有70%以上的污泥未经任何处理就直接农用。在农用中主要是直接施用作农田、果园、城市绿化、花圃、游乐场草坪的肥料,但由于污泥未经处理,有机物含量偏高,含有寄生虫卵及病菌,常出现烧苗、死秧、有害虫生存以及卫生条件差等,给污泥农用带来了不利影响,使其应用受到了极大限制<sup>[3~6]</sup>。

我们以城市污泥为主要原料,通过稳定化、复混、制粒等工艺制成有机复合肥,对肥料的配方、稳定工艺等进行研究,并作了初步的农用肥效试验。

### 1 利用污泥研制复合肥

#### 1.1 污泥堆肥的可能性

试验用污泥来自桂林市第四污水净化厂、七里店污水净化厂(东厂)、北冲污水净化厂(北厂)二沉池的剩余污泥经浓缩、带式压滤机脱水处理后,含水率约为75%,经分析污泥中含有大量有机质及N、P、K等,分析结果见表2,同时污泥中含有部分金属元素,分析结果见表3,由表3可以看出,桂林市污泥中重金属元素含量远远低于国家农用标准(GB4284-84)。

#### 1.2 污泥堆肥工艺

脱水污泥与锯木屑在堆肥池中分层堆放,污泥层

表2 桂林市污泥(干)成分\*

Table 2 Sludge (dry) composition in Guilin

样品 Sample	水分 Moisture (%)	有机质 Organic composition (%)	全 N Total N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	速效 N Instant N (%)	速效 P Instant P (%)	速效 K Instant K (%)
东厂污泥 Sludge of East WWTP	13.24	55.60	7.69	1.17	0.78	3.02	0.09	0.12
四厂污泥 Sludge of NO.4 WWTP	11.98	38.92	4.36	2.43	1.45	0.59	0.14	0.3
北厂污泥 Sludge of North WWTP	8.56	37.45	3.88	1.6	0.58	0.28	0.07	0.06

\* 中国科学院广西植物研究所分析测试 Tested by Guangxi Institute of Botany.

表3 桂林市污泥(干)重金属含量

Table 3 Heavy metal content of sludge (dry) in Guilin

元素 Element	重金属含量 Heavy metal contents(μg/g)		
	污泥(干)* Sludge (dry)	酸性土壤* Acid soil	中碱性土壤* Neutral and alkalic soil
As	47	75	75
Cd	12	5	20
Pb	376	300	1000
Cr	590	600	1000
Cu	179	250	300
Ni	95	100	200
Zn	402	520	1000
B	5	150	150

\* 中国工业大学国家重点实验室检测, 为10个样平均值; Average of ten samples, tested by national key lab in China University of Industry.

\*\* 国家标准 (GB4284-84) National standard (GB4284-84)

每层厚15 cm, 锯木屑每层厚5 cm, 共10层, 内接通风管, 通气实施二级好氧堆肥, 经11 d后, 污泥呈黑色无臭味。堆肥池的污泥经进一步干燥与粉煤灰、无机化肥等充分混合, 用造粒机加工成颗粒状有机复合肥, 过5 mm筛后, 分装保存。

## 2 应用试验

### 2.1 肥料特征

通过上述方法生产的肥料具有下列特征: (1) 通过高温处理, 杀死虫卵和病原微生物, 使成品达到无害化; (2) 成品肥中含有丰富的 N、P、K 元素, 及 Zn、B、Cu、Fe、Mn 等对植物生长有益的微量元素, 分析结果为: 全 N 1%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 4%, K<sub>2</sub>O 5%, 有效 Zn

表5 生长期与产量情况

Table 5 Breeding period and output situation

处理 Disposal	品种 Variety	插期 Planting date(月/日) Month/date	齐穗期 Mature date(月/日) Month/date	小区面积 Field area (× 10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup> )	产量 Output (kg)			产量 Output (kg/hm <sup>2</sup> )	增产 Increase (%)
					I	II	III		
有机肥 Organic fertilizer	优I 保持系 Top I maintain line	7/25	10/6	0.02	10	9.8	10.5	504.2	12.87
三元肥 Ternary fertilizer		7/25	10/6	0.02	9.7	10	10.2	500	11.92*
对照 CK		7/25	10/4	0.02	8	9	9.7	447	0

\* 与对照比较差异显著 P < 0.05; 与三元肥比较差异不显著 P > 0.05 \*\* 与对照比较差异显著 P < 0.05 \* Compared with control P < 0.05, with ternary fertilizer, P > 0.05; \*\* Compared with control, P < 0.05.

11.8 μg/g, 有效 B 3.0 μg/g, 有效 Cu 4.6 μg/g, 有效 Fe 100.0 μg/g, 有效 Mn 42.53 μg/g; (3) 肥料中含有丰富的能促进农作物生长的腐殖质; (4) 制成的成品肥效稳定, 不腐败, 不发臭。

### 2.2 水稻施肥试验

#### 2.2.1 试验方法

实验地点选择土壤肥力均匀、地势平坦, 前作为水稻的水田, 实验品种定为优I 保持系, 生育期 102 d, 对照肥料选用本地水稻栽培中广泛使用的四川产三元复合肥 (以下简称“三元肥”), 采用随机区组设计, 3个水平, 3个重复, 共有9个小区, 小区面积 1.33 × 10<sup>3</sup> m<sup>2</sup>, 每小区种植株数相同。施肥方法是在表土层上撒施肥料, 然后翻耕耙平耙匀作为底肥。试验田排列及施肥量见表4 记录水稻生长情况, 水稻收获后称重。

表4 试验田排列与施肥量

Table 4 Array of test field and quantity of fertilizer application

试验田 Field	施肥量 Fertilizer quantity (kg/hm <sup>2</sup> )
三元肥 III Ternary fertilizer III	55
有机肥 III Organic fertilizer III	50
对照 III Control III	—
三元肥 II Ternary fertilizer II	40
有机肥 II Organic fertilizer II	35
对照 II Control II	—
三元肥 I Ternary fertilizer I	25
有机肥 I Organic fertilizer I	20
对照 I Control I	—

### 2.2.2 试验结果

水稻生长情况和试验结果见表5从表5可见,施用有机复合肥的小区明显好于对照小区 ( $P < 0.05$ ),与施用三元复合肥的小区无明显区别 ( $P > 0.05$ );各区组间没有显著性差异 ( $P > 0.05$ ),说明该试验田土壤肥力均匀一致,试验田符合设计要求;施用有机复合肥与不施用相比有明显增产效果,增产幅度达12.8%,而与三元肥相比没有表现出明显的差异,但有接近一个百分点的增产幅度。

### 3 讨论

从本次试验可以看出将城市污泥加工成有机复合肥在技术上是可行的。肥料的效果与目前广泛使用的复合肥相当。由城市污水污泥制有机复合肥原料充足,可就地取材,成本低廉,经济合理,具有一定的市场竞争力。

污泥有机复合肥不仅能向土壤提供一定量的N、P、K等养分和多种微量元素,提高土壤有机质含量,调整土壤酸碱度,而且能够通过改良土壤团粒结构、孔隙度、容重来改善农作物生长发育的条件<sup>[7]</sup>。在生产污泥肥过程中,污泥中的碳水化合物和含氮化合物,在高温好氧条件下,经好氧微生物作用发生了矿质化和腐殖化过程,释放出农作物所需的多种养分,同时部分有机质重新组合成腐殖质<sup>[8]</sup>。这是增强土壤

### 肥力及农作物增产的主要原因

将城市污水污泥制成复合肥料,较好地解决了城市污水污泥的出路问题,适合我国国情,对于合理利用污泥资源,减少环境污染,具有十分重要的意义。

致谢

本文在完成过程中得到桂林市农业科学研究所的大力支持,在此表示衷心感谢。

### 参考文献

- 1 戴维斯 R D. 污泥农用的回顾. 国外农业环境保护, 1991, (1): 34~36.
- 2 宋敬阳. 城市污水污泥的农田施用. 国外环境科学技术, 1993, (3): 29~32.
- 3 何笃光,倪艳芳. 城市固体废物混合肥料的化学特性. 国外环境科学技术, 1993, (4): 30~35.
- 4 杨琦,刘广生,钱易. 污泥处理和处置技术新进展. 上海环境科学, 1999, (3): 133~138.
- 5 周少奇. 有机垃圾好氧堆肥法的生化反应机理. 环境保护, 1999, (3): 30~32.
- 6 曲颂华,陈绍伟. 城市垃圾与污水厂污泥的混合堆肥研究. 环境保护, 1998, 10: 15~16.
- 7 钟羨云. 从改善土壤物理现状看城市垃圾. 农业环境保护, 1988, 7 (6): 21~24.
- 8 陈世和. 城市生活垃圾堆肥化处理. 环境污染与防治, 1985, 7 (4): 29~34.

(责任编辑: 邓大玉)

(上接第22页 Continue from page 227)

在自然界中,许多真菌有微循环产孢现象,本实验证明芒果炭疽病菌也不例外。在微循环产孢过程中,芒果炭疽病菌的分生孢子不仅可以直接产生分生孢子梗,并在其上产生二次分生孢子,而且还可同时产生具有附着胞的芽管(图1),使侵染过程与侵染源(二次分生孢子)的形成同步进行,这有利于加速其传播及抢占营养源的速度。因此,我们认为微循环产孢现象有利该菌个体间的生存竞争。

本研究没有发现二次分生孢子再次微循环产孢,二次分生孢子能否再次微循环产孢以及二次分生孢子以何种方式侵染入寄主组织内,尚有待进一步探讨。

### 参考文献

- 1 刘秀娟. 海南芒果果实真菌潜伏侵染的研究. 植物病理学

报, 1986, 16 (1): 47~51.

- 2 王壁生,丁爱冬,刘朝祯等. 芒果炭疽病防治试验初报. 广东农业科学, 1993, 2: 38~39.
- 3 Lingappa B T, Lingappa Y. Role of auto-inhibitors on mycelial growth and dimorphism of *Glomerella cingulata*. J Gen Microbiol. 1969, 56: 35~45. pl. 1~2.
- 4 Richard T H. Microcycle conidiation: a review. Mycoscience, 1994, 35: 113~123.
- 5 中国农业科学院植物保护研究所. 中国农作物病虫害. 下册. 第2版. 北京: 中国农业出版社, 1996. 1143~1145.
- 6 张中义,冷怀琼,张志铭等. 植物病原真菌学. 成都: 四川科技出版社, 1989. 395.
- 7 黄思良,赵艳珠,黄连江等. 不同培养基对芒果炭疽病菌分生孢子形成的影响. 西南农业学报, 1998, 11 (1): 62~66.

(责任编辑: 蒋汉明)