

周淑霞,于建光,赵 莉,等.不同有机物料腐熟剂对麦秸的腐解效果[J].江苏农业科学,2013,41(11):347-350.

不同有机物料腐熟剂对麦秸的腐解效果

周淑霞^{1,2},于建光²,赵 莉²,王丹丹³,常志州²,杨四军²

(1.南京师范大学生命科学学院,江苏南京 210046; 2.江苏省农业科学院农业资源与环境研究所/

江苏省农业废弃物资源化工程技术研究中心,江苏南京 210014; 3.环境保护部南京环境科学研究所,江苏南京 210042)

摘要:为了解有机物料腐熟剂在实际应用中对麦秸的腐解效果、同时对现有秸秆腐熟剂产品评价指标进行验证,本试验以小麦秸秆为材料,用市场上随机挑选的 14 种有机物料腐熟剂进行腐解试验,通过测定麦秸腐解率和麦秸纤维素、半纤维素降解率,判断麦秸腐解情况,同时测定有机物料腐熟剂和麦秸腐解过程中的纤维素酶活性,并将麦秸纤维素降解率、麦秸半纤维素降解率、有机物料腐熟剂纤维素酶活性以及麦秸腐解过程中的纤维素酶活性与麦秸腐解率进行相关性分析,以期正确评价腐熟剂产品质量提供技术支持。结果表明,与空白对照相比,不同腐熟剂对麦秸腐熟的促进作用存在差异,除有机物料腐熟剂 5、9、10、11 处理的麦秸腐解率与空白对照无显著差异外,其他有机物料腐熟剂对麦秸的腐熟作用有显著的促进作用 ($P < 0.05$); 麦秸纤维素降解率与麦秸腐解率呈显著正相关关系 ($r = 0.742$),而麦秸半纤维素降解率、腐熟剂纤维素酶活性以及麦秸腐解过程中纤维素酶活性与麦秸腐解率无相关性,纤维素降解率可以作为腐熟剂施用于麦秸后腐解效果的间接评价指标,而有机物料腐熟剂的纤维素酶活性不能准确反映腐熟剂对秸秆的腐解效果。

关键词:腐熟剂;麦秸;腐解

中图分类号: X712 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)11-0347-03

秸秆是地球上极为丰富的可再生资源,全世界年产量为 20 亿 t^[1]。我国年产生量有近 7.0 亿 t,约占世界秸秆总产量的 20%~30%^[2],且随着农作物产量的提高,秸秆产生量将进一步增加。因大量秸秆不能被有效处理或处置,每到收获季节,各地秸秆焚烧现象严重,这不仅造成了资源浪费,而且也产生了严重的环境问题^[3-4]。

秸秆还田是当前解决秸秆剩余问题、提高土地综合生产能力及促进生态环境系统良性循环的重要举措之一。秸秆还田还可以补充土壤有机质,维持土地利用的物质平衡,有利于农业可持续发展^[5-6]。但简单的直接还田会给农业生产带来许多不利影响,如秸秆进入土壤后有机酸积累、腐解速度慢进而影响到耕作等^[7],这些都限制了秸秆还田技术的推广应用,而接种有机物料腐熟剂可以加快秸秆腐解,是解决秸秆还田问题的有效方法^[8-9]。

有机物料腐熟剂作为一种还田秸秆促腐产品,在秸秆还田技术应用中发挥了重要作用,现已初步建成评价指标体系,而现行的有机物料腐熟剂质量标准评价是在实验室条件下对其有效活菌数及纤维素酶活性进行检测,这些指标是否能真实地反映腐熟剂在田间实际应用效果?本试验拟通过测定不同有机物料腐熟剂的纤维素酶活性,再将腐熟剂接种于麦秸

进行模拟田间腐解试验,以检验有机物料腐熟剂酶活性与秸秆实际腐解效果间的相关性,为制定有机物料腐熟剂质量评价指标提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试麦秸采自江苏省农业科学院小麦试验基地,选取成熟干燥未腐烂麦秸,秸秆整株粉碎至粉末状,过 1 mm 筛,烘干备用,供试麦秸基本理化性状见表 1;供试的 14 种有机物料腐熟剂产品通过市场购买获得,分别以编号 1~14 表示,试验开始前取样测定其基本理化性状(表 2),同时设空白对照。

表 1 供试麦秸基本理化性状

总固体 (%)	有机碳 (%)	总氮 (g/kg)	纤维素 (%)	半纤维素 (%)	木质素 (%)	挥发性固体 (%)
89.75	53.82	8.60	41.35	35.16	9.65	92.67

1.2 试验方法

分别将 14 种有机物料腐熟剂产品制备成浸提液,接种于麦秸,浸提液制备方法为:称取 20 g 腐熟剂加入 200 mL 蒸馏水,以 200 r/min 振荡 1 h,再用 4 层纱布过滤获得浸提液。分别将已制备好的 14 种腐熟剂浸提液 5 mL 加入盛有 10 g 秸秆的 250 mL 三角瓶中,空白对照用 5 mL 的蒸馏水加入盛有 10 g 秸秆的 250 mL 三角瓶中;每个三角瓶中加入 0.282 g 尿素和 35 mL 霍格兰营养液^[10],使麦秸的碳氮比为 25:1,含水率为 80%。将装好样品的三角瓶,用封口膜封好,放置光照培养箱内;培养条件设为温度 25 ℃、湿度 90%。所有样品暗室恒温培养 20 d,每 4 d 选取部分样品进行破坏性采样,测定麦秸纤维素酶活性和麦秸干质量,试验结束时测定腐解秸秆的纤维素和半纤维素含量。

收稿日期:2013-04-09

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(12)1002];国家公益性行业(农业)科研专项(编号:201203050-01);国家水体污染控制与治理科技重大专项(编号:2012ZX07101-004)。

作者简介:周淑霞(1987—),女,江苏盐城人,硕士研究生,研究方向为农业废弃物处理与处置。E-mail:zhouzhou1468@126.com。

通信作者:常志州,研究员。Tel:(025)84390238;E-mail:czhizhou@hotmail.com。

表 2 供试有机物料腐熟剂样品的基本性状

有机物料腐熟剂	含水率 (%)	质量体积比 (g/cm ³)	pH 值
1	11.99	0.75	7.88
2	15.15	0.90	7.69
3	8.78	0.76	7.39
4	4.35	0.40	7.32
5	7.66	1.09	7.53
6	25.99	0.64	7.45
7	6.95	0.50	7.50
8	13.62	0.39	7.72
9	12.08	1.09	7.77
10	25.54	0.35	7.83
11	7.04	0.46	7.74
12	4.90	0.49	7.61
13	3.35	0.91	7.49
14	27.51	0.67	7.57

1.3 测定指标及方法

纤维素酶活性:样品中分别加入蒸馏水 60 mL,200 r/min 振荡 20 min,然后用滤纸过滤,得样品浸提液,以 3,5-二硝基水杨酸(DNS)显色法测定纤维素酶活性^[11];腐解率:将麦秸烘干、称重,腐解率=(最初秸秆的干质量-腐解后秸秆的干质量)/最初秸秆的干质量×100%;纤维素和半纤维素含量:采用范氏洗涤法测定麦秸纤维素、半纤维素含量,计算各组分的降解率^[12]。

1.4 数据处理及统计

试验数据的整理及统计采用 Microsoft Excel 和 SPSS 17.0 软件进行。

2 结果与分析

2.1 不同有机物料腐熟剂的纤维素酶活性

不同有机物料腐熟剂纤维素酶活性之间存在差异,其中有有机物料腐熟剂 11 和 12 纤维素酶活性最高,达到 793.75 U/g 和 797.25 U/g,与其他有机物料腐熟剂的纤维素酶活性差异显著($P<0.05$),另外有机物料腐熟剂 3、10、13、14 号的纤维素酶活性也较高,显著高于有机物料腐熟剂 1、2、4、5、6、7、8、9 的纤维素酶活性($P<0.05$)(图 1)。

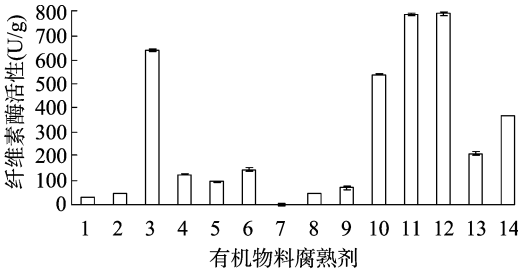


图 1 不同有机物料腐熟剂的纤维素酶活性

14 种腐熟剂中,只有有机物料腐熟剂 7 的纤维素酶活介于 0 U/g 至 30 U/g;而有 9 个有机物料腐熟剂的纤维素酶活介于 30 U/g 至 600 U/g 之间;仅有 3 个有机物料腐熟剂的纤维素酶活大于 600 U/g,分别为有机物料腐熟剂 3、11 和 12。据国家标准中有机物料腐熟剂产品的技术指标规定^[11],纤维素酶活性应≥30 U/g,才能达标,根据该标准,本试验中 14 种

有机物料腐熟剂,只有有机物料腐熟剂 7 未达标。

2.2 麦秸腐熟过程中纤维素酶活性的动态变化

纤维素酶是一种水解酶,是碳循环中一个重要的指示酶,其活性变化可以反映有机物料腐熟过程中有机碳的降解情况。图 2 显示,麦秸接种不同有机物料腐熟剂后,除接种腐熟剂 11 和 13 的麦秸纤维素酶活性随腐解的进行呈现先升高后降低外,接种大多数有机物料腐熟剂的麦秸纤维素酶活性呈现先升高后降低又小幅度升高的趋势。接种所有有机物料腐熟剂的麦秸纤维素酶活性在 12 d 时达到高峰,并且接种有机物料腐熟剂 14 的麦秸纤维素酶活性最高,达到 91.703 U/g。形成两种纤维素酶活性动态变化趋势可能是与不同有机物料腐熟剂含有的纤维素降解菌的多少和种类有关,纤维素降解菌种不同,产酶特性也不相同。

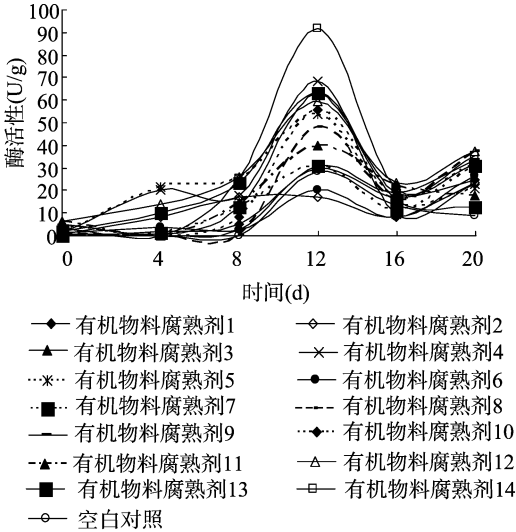


图 2 麦秸腐熟过程中纤维素酶活的动态变化

2.3 麦秸腐解率

秸秆腐解率动态变化(图 3)显示,使用有机物料腐熟剂后,麦秸的腐解率逐渐增加,各有机物料腐熟剂对麦秸腐解速度的影响在不同时间段表现并不相同。麦秸腐熟 20 d 后除有机物料腐熟剂 5、9、10 和 11 处理的麦秸腐解率与空白对照无显著差异外,其他有机物料腐熟剂处理的麦秸腐解率与空白对照均有显著差异($P<0.05$)。

2.4 麦秸腐熟 20 d 后的半纤维素和纤维素降解率

测定经过腐熟的秸秆半纤维素和纤维素含量变化,可以推断麦秸中纤维素等组分的降解程度。由图 4 看出,使用不同有机物料腐熟剂后,麦秸半纤维素和纤维素降解率不同。其中,纤维素的降解率从 9.0% 到 48.2% 不等,半纤维素的降解率从 22.1% 到 35.2% 不等,且不同有机物料腐熟剂处理的麦秸纤维素降解率之间的差异较明显,而半纤维素降解率之间的差异较小。

图 4-a 显示,空白对照麦秸半纤维素降解率为 22.1%,使用有机物料腐熟剂处理均提高了麦秸半纤维素的降解率,除有机物料腐熟剂 5、7、10、13 处理与空白对照麦秸半纤维素降解率无显著差异($P>0.05$)外,其他有机物料腐熟剂处理均显著高于空白对照($P<0.05$),其中有机物料腐熟剂 8 处理的麦秸半纤维素降解率最高,达 35.2%,比空白对照半纤维素降解率提高 13.1 百分点,这表明有机物料腐熟剂中含有

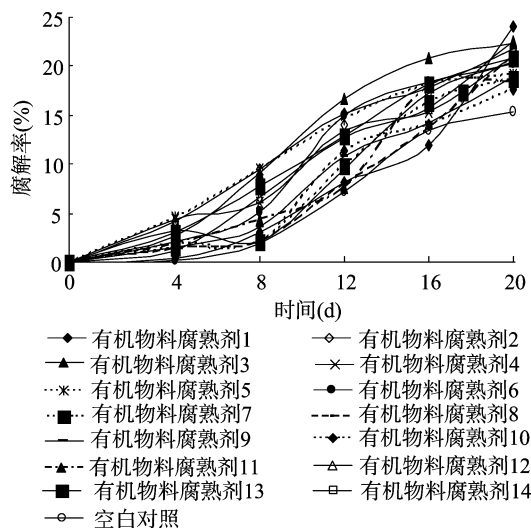


图3 接种不同有机物料腐熟剂麦秸腐解率动态变化

的降解菌对麦秸的降解起到了促进作用。

从图4-b可以看出,空白对照麦秸纤维素降解率为10.9%,除有机物料腐熟剂10、11与空白对照麦秸纤维素降解率无显著差异($P > 0.05$)外,其他有机物料腐熟剂均显著高于对照($P < 0.05$)。这表明有机物料腐熟剂显著促进了麦秸的降解。其中有机物料腐熟剂3的麦秸纤维素降解率最高,与其他有机物料腐熟剂处理相比,差异达显著水平($P < 0.05$),并且比空白对照麦秸纤维素降解率提高37.2个百分点。

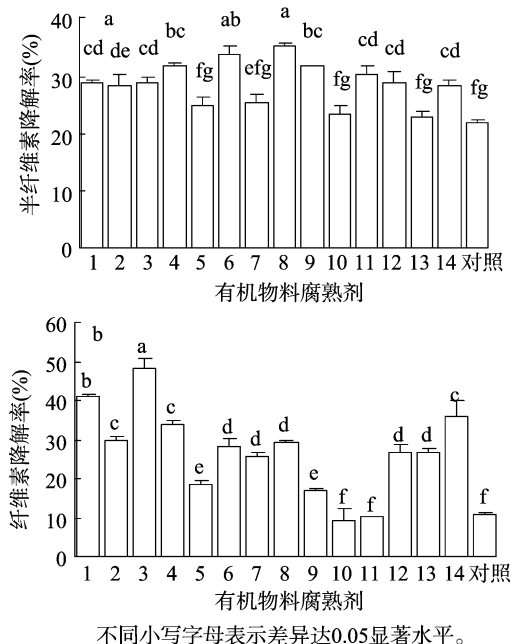


图4 不同腐熟剂接种20 d后麦秸半纤维素和纤维素降解率

2.5 各测定指标之间的相关性

将麦秸腐解后纤维素、半纤维素降解率、有机物料腐熟剂纤维素酶活性及腐解过程中的纤维素酶活性与麦秸腐解率进行相关性分析,结果表明,麦秸腐解率和麦秸纤维素降解率呈显著正相关关系($r = 0.742$);麦秸腐解率与半纤维素降解率、有机物料腐熟剂纤维素酶活性及麦秸腐解过程中的酶活性无

显著相关关系;同时,不同腐熟剂的纤维素酶活性除与麦秸腐解第16 d的纤维素酶活性呈显著正相关($r = 0.688$)外,与其他时间段测定的麦秸纤维素酶活性无显著相关关系。

3 讨论

试验中不添加培养基而添加霍格兰营养液,是因为每种腐熟剂的微生物种类不同,不同微生物对培养基的要求不同,难以统一;另外用霍格兰营养液不仅可以给微生物生长提供必需的营养元素,还可以模拟土壤的理化性状,排除土壤复杂因子的干扰,有利于进行指标分析。

秸秆腐熟过程是在微生物作用下将复杂的有机物质转化成简单的有机物质和无机物质的过程,微生物分泌的水解酶在这一过程起着关键的作用,水解酶的活性直接反映出腐熟并矿质化的进程和强度^[13]。纤维素酶作为麦秸降解中重要的水解酶,其活性在腐解过程中呈现先上升后下降又略回升的趋势可能是因为微生物对麦秸进行分解利用时分泌大量的纤维素酶,纤维素酶水解秸秆纤维产生大量的葡萄糖,而葡萄糖对纤维素酶的产生又有抑制作用^[14],所以纤维素酶产生量会减少,纤维素酶活性降低,当葡萄糖被微生物利用后,抑制作用又解除,微生物又恢复产酶能力。

麦秸腐熟时,添加有机物料腐熟剂在短期内可以加快麦秸腐解,这与他人研究秸秆腐熟菌剂对秸秆腐解效果的结论一致^[15-17]。但可能由于不同有机物料腐熟剂所选用微生物菌株的差异和生产工艺的不同,不同的有机物料腐熟剂在选定的同样使用条件下表现出对麦秸腐解效果不同。本试验结果表明,有机物料腐熟剂5、9、10、11对麦秸降解能力与空白对照无显著差异,分析这一原因可能是有机物料腐熟剂是针对不同有机质研制而成,有些有机物料腐熟剂对腐解禽畜粪便效果比腐解秸秆效果好,而空白对照的麦秸中本身也会带有部分纤维素降解菌。有机物料腐熟剂1、2、3、4、6、7、8、12、13、14施用于麦秸后,促进了麦秸腐解。这表明在秸秆直接还田情况下,选用合适的有机物料腐熟剂施用于秸秆,可以实现秸秆的快速腐解。

麦秸的降解可以通过秸秆的失重情况来衡量,通常将腐解率或残留率作为评价某种处理对秸秆的降解效果^[18-19]。由于以腐解率作为有机物料腐熟剂的评价指标,在测定上具有时间长、操作麻烦、易产生误差等特点。本试验通过对腐熟过程中麦秸的腐解率、纤维素酶活性、纤维素和半纤维素降解率以及有机物料腐熟剂的纤维素酶活性的测定及相关性分析,结果表明以纤维素降解率作为腐熟剂对秸秆腐熟效果的间接指标可行,而以有机物料腐熟剂纤维素酶活性为指标判断其对秸秆的腐熟效果似乎不妥。在以后的研究中,仍需进一步查找简易可行、准确方便并快速科学的有机物料腐熟剂产品评价指标,以克服现有的有机物料腐熟剂产品评价指标与实际应用效果间存在脱节的问题。

参考文献:

- [1] 钟华平,岳燕珍,樊江文. 中国作物秸秆资源及其利用[J]. 资源科学,2003,25(4):62-67.
- [2] 刘瑞伟. 我国农作物秸秆利用现状及对策[J]. 农业与技术,2009,29(1):7-9.

马 闯,李明峰,赵继红,等. 通风策略对废弃物好氧堆肥的影响综述[J]. 江苏农业科学,2013,41(11):350-353.

通风策略对废弃物好氧堆肥的影响综述

马 闯,李明峰,赵继红,张宏忠,魏明宝,叶长明

(郑州轻工业学院材料与化学工程学院,河南郑州 450001)

摘要:有机废弃物堆肥化处理是人工调控微生物快速发酵降解和转化有机物的过程,通气供氧是好氧堆肥过程中最主要的调控手段,合理的通风策略是成功快速堆肥的基础。本文系统总结了通风方式、通风量、通风频率对废弃物好氧堆肥过程的影响。建议根据各地区实际,针对不同堆肥物料,选用适宜的通风方式,并通过试验研究和模拟计算筛选最佳通风量、通风频率。

关键词:堆肥;通风控制方式;通风量;通风频率

中图分类号: X705 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)11-0350-04

堆肥化处理是人工调控的微生物快速发酵降解和转化有机物的过程^[1]。在厌氧条件、有氧条件下堆肥微生物均可发酵,好氧发酵主要产物是 CO_2 、 H_2O 、热量,厌氧发酵主要产物是 CH_4 、 H_2S 、 CO_2 和大量未完全降解的低分子中间产物,这种特点决定了厌氧发酵将会产生臭味气体^[2]。因此,几乎所有现代化堆肥处理工程中均采用好氧发酵工艺,包括处理城市污泥、生活垃圾、畜禽粪便等。堆肥发酵过程主要受上堆料含水率、碳氮比(C/N)、pH 值等初始参数以及温度、 O_2 含量等过程参数的影响^[3]。通风具有供氧、调控堆体温度、促进脱水的作用,是调控堆肥过程的最主要手段^[4],同时通过优化

通风还可以有效改善堆肥发酵效果,缩短发酵周期,控制臭味产生和释放^[5]。因此,有必要针对不同发酵物料选择适宜的通风方式、通风量、通风频率等通风策略,以达到成功堆肥的目的。本文综述了通风方式、通风量、通风频率对废弃物好氧堆肥的影响,旨在为选择合理的通风策略提供参考。

1 堆肥过程中通风的作用

1.1 堆肥过程中通风的作用

堆肥化是利用自然界广泛存在的细菌、放线菌、真菌等微生物,人为控制有机废弃物向腐殖质转化的微生物学过程。合适的通风方式不仅能够满足好氧微生物的需要,而且保证堆体温度升高和 O_2 浓度,还能够保证堆体不会过热。通过控制通气保持适宜温度是控制堆肥恶臭、保持最佳生产量、生产优质堆肥产品的关键,同时足够的通风量有助于堆体充分发酵,降低含水率,以达到减容的目的。堆肥通风方式有多种,如自然通风、翻堆、被动通风、强制通风等^[6]。通风在堆肥过程中的作用主要体现以下 3 点。

1.1.1 供氧 O_2 是微生物好氧发酵的必要条件,如果堆体

收稿日期:2013-04-12

基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项子课题(编号:2012ZX07204-001);河南省重大公益招标项目(编号:101100910300)。

作者简介:马 闯(1982—),男,河南开封人,博士,讲师,主要从事固体废物资源化研究。E-mail:machuang819@163.com。

通信作者:赵继红,博士,教授,主要从事固体废物资源化与应用环境微生物研究。E-mail:zjh@zzuli.edu.cn。

[3] McCarty J L, Justice C O, Korontzi S. Agricultural burning in the southeastern United States detected by MODIS[J]. Remote Sensing of Environment, 2007, 108(2): 151-162.

[4] Chen Y, Tessier S, Cavers C, et al. A survey of crop residue burning practices in Manitoba [J]. Applied Engineering in Agriculture, 2005, 21: 317-323.

[5] 金海洋,姚 政,徐四新,等. 秸秆还田对土壤生物特性的影响研究[J]. 上海农业学报,2006,22(1): 39-41.

[6] 黄春红,唐章亮,文慕芬. 瑞莱特微生物催腐剂在甘蔗叶中的腐熟试验[J]. 现代农业科技,2008(11): 188-189.

[7] 谭德水,金继运,黄绍文,等. 不同种植制度下长期施钾与秸秆还田对作物产量和土壤钾素的影响[J]. 中国农业科学,2007,40(1): 133-139.

[8] 单玉华,蔡祖聪,韩 勇,等. 淹水土壤有机酸积累与秸秆碳氮比及氮供应的关系[J]. 土壤学报,2006,43(6): 941-947.

[9] 沙春燕. 催腐剂快速腐熟玉米秸秆还田技术[J]. 现代农业,2008(8): 24-25.

[10] 连兆煌. 无土栽培与原理与技术[M]. 北京:中国农业出版社,

2002:57.

[11] GB 20287—2006 农用微生物菌剂[S].

[12] 杨 胜. 饲料分析及饲料质量监测技术[M]. 北京:北京农业大学出版社,1983.

[13] 谷 洁,李生秀,秦清军,等. 水解类酶活性在农业废弃物静态高温堆腐过程中的变化[J]. 中国农学通报,2005,21(5): 32-35.

[14] 李淑君. 植物纤维水解技术[M]. 北京:化学工业出版社,2009: 55-59.

[15] 于建光,常志州,黄红英,等. 秸秆腐熟剂对土壤微生物及养分的影响[J]. 农业环境科学学报,2010,29(3): 563-570.

[16] 姜佰文,潘俊波,王春宏,等. 秸秆常温快速腐熟生物技术研究[J]. 东北农业大学学报,2005,36(4): 439-441.

[17] 张世敏,汪伦记,贾新成,等. 秸秆降解菌制剂的研究初报[J]. 河南农业大学学报,2001,35(3): 259-261.

[18] 李庆康,王振中,顾志权,等. 秸秆腐解剂在秸秆还田中的效果研究初报[J]. 土壤与环境,2001,10(2): 124-127.

[19] 谭周进,肖嫩群,张杨珠,等. 纤维素分解混合菌群腐解稻草的使用技术研究[J]. 生态环境,2007,16(2): 573-578.