

## 快腐剂处理早稻还田秸秆对晚稻产量形成的影响

易镇邪, 邹洁, 陈冬林, 周文新, 屠乃美\*

(湖南农业大学 农学院, 湖南 长沙 410128)

**摘 要:** 为优化秸秆还田技术体系, 采用 2 种快腐剂(腐秆灵、腐解菌)处理早稻还田秸秆, 研究其对晚稻产量形成的影响。结果表明: 快腐剂处理早稻还田秸秆, 可促进晚稻分蘖, 提高有效穗数; 促进穗分化, 提高每穗粒数与粒叶比; 促进叶面积扩展, 提高干物质积累量; 对晚稻具有显著增产作用, 增产幅度达 8%~12%; 腐解菌处理后的晚稻有效穗数、穗粒数、孕穗期叶面积指数、产量及茎鞘物质输出率比腐秆灵处理的分别提高 1.7%、1.5%、4.3%、3.9% 和 17.45%, 2 种快腐剂处理的孕穗期叶面积指数和茎鞘物质输出率的差异显著。

**关 键 词:** 快腐剂; 秸秆还田; 晚稻; 产量形成

中图分类号: S511.4<sup>+2</sup> 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2011)05-0465-04

## Effect of treating early rice straw returning to field with decomposition accelerant on yield formation of late rice

YI Zhen-xie, ZOU Jie, CHEN Dong-lin, ZHOU Wen-xin, TU Nai-mei\*

(College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

**Abstract:** Effects of treating early rice straw returning to field with two types of decomposition accelerant, Fuganling and straw-decomposition microbe, on yield formation of late rice were studied in double cropping rice field in Changsha, Hunan. The results showed the decomposition accelerant treated early rice straw had significant promoting effect on rice yield by promoting tillering and differentiation of spike and increasing leaf area thus enhancing effective-panicle number, grain number per panicle and ratio of grain number to leaf area and dry matter accumulation correspondingly, and the yield of late rice increased 8%~12%. Compared to Fuganling treatment, effective panicle number, grain number per panicle, leaf area index (*LAI*) at booting stage, yield and output percent of dry matter in stem and sheath (*OPDS*) in treatment applied straw-decomposition microbe were increased by 1.7%, 1.5%, 4.3%, 3.9% and 17.45% respectively, and the differences in *LAI* at booting stage and *OPDS* between the two treatments were significant.

**Key words:** decomposition accelerant; straw returning to field; late rice; yield formation

作为保护性耕作的关键技术之一, 秸秆还田可减少土壤水分蒸发、增加土壤有机质、改良土壤结构、提高作物产量等<sup>[1]</sup>。另有研究<sup>[2]</sup>表明, 在秸秆还田量过大、土壤含水量不足、秸秆粉碎程度不够和翻压质量不好等情况下, 秸秆还田会影响播种质量、种子出苗及其苗期生长。秸秆还田在培肥地力、

提高作物产量等方面的效果需多年后方可体现, 其原因在于还田秸秆的腐烂和养分释放速率慢, 制约了秸秆还田增产效应的发挥。近年兴起的秸秆处理方式多种多样, 应用秸秆快腐剂即是其中一种。笔者研究 2 种秸秆快腐剂处理早稻还田秸秆对晚稻生长发育与产量形成的影响, 旨在为双季稻地区水

收稿日期: 2011-03-15

基金项目: 国家“十·五”粮食丰产科技工程项目(2004BA520A01)

作者简介: 易镇邪(1975—), 男, 湖南冷水江人, 博士, 副教授, 主要从事作物高产生理与资源高效利用研究, yizhenxie@126.com;

\*通信作者, tnm505@163.com

稻秸秆还田技术体系的发展提供理论指导与技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试快腐剂为腐秆灵(广东佛山金葵子植物营养有限公司生产)和腐解菌(高效腐解菌1号,由湖南农业大学微生物教研室提供)。供试晚稻品种金优207由湖南杂交水稻研究中心选育。

### 1.2 试验设计

试验于2007年在湖南农业大学试验农场进行。前茬作物为烟草,土壤肥力中等偏上。参照产品说明及前期研究结果,2种快腐剂均只采用1种用量。试验设3个处理:腐秆灵( $30\text{ kg/hm}^2$ );腐解菌( $9\text{ L/hm}^2$ 对水 $750\text{ kg/hm}^2$ );清水(对照)。随机区组设计,各处理3次重复,共9个小区,小区面积 $33.3\text{ m}^2$ 。将全量早稻(陆两优996)稻草(约 $6\ 500\text{ kg/hm}^2$ )均匀铺放在泥面上,立即进行秸秆快速腐解处理。腐秆灵处理:将腐秆灵均匀撒在稻草表面,再将 $60\text{ kg/hm}^2$ 尿素均匀撒在稻草表面,最后喷清水 $750\text{ kg/hm}^2$ ;腐解菌处理:腐解菌均匀喷雾于稻草表面;对照处理:喷清水 $750\text{ kg/hm}^2$ 于稻草表面。处理后立即将稻草踩入泥中,平整泥面后插秧,插秧规格为 $20\text{ cm}\times 20\text{ cm}$ 。大田管理同一般大田。

### 1.3 测定项目

1) 自晚稻返青期起至抽穗,每处理定样10穴,每隔5d记载1次分蘖数。

2) 于孕穗期、齐穗期、灌浆中期和成熟期取样,每小区取样3穴,用长宽系数法测定叶面积(LA),计算叶面积指数LAI。分别将叶、茎、穗装袋,于 $105\text{ }^\circ\text{C}$ 下杀青30min, $80\text{ }^\circ\text{C}$ 下烘至恒重,考察干物质积累量。

3) 于成熟期每小区计数50穴有效穗数,以平均数作为各小区单穴有效穗数;同时,每小区

按照单穴平均有效穗数取5穴考察每穗粒数、实粒数、千粒重、单茎鞘重,计算茎鞘物质输出率、粒叶比、经济系数。

### 1.4 数据处理

数据处理采用Excel 2003软件;方差分析采用SAS9.0软件。

## 2 结果与分析

### 2.1 快腐剂处理早稻还田秸秆对晚稻分蘖的影响

3个处理下的晚稻分蘖趋势一致。8月1日前,晚稻分蘖发生较慢;8月1—13日,快速分蘖;8月14—19日,分蘖减慢;8月19日后分蘖数开始下降。腐解菌、腐秆灵、对照的单穴最高分蘖数分别为17.9、17.3和16.9个,单穴最终成穗数(10月18日调查)分别为12.50、12.29和12.10,成穗率分别为69.83%、71.04%和71.60%。可见,2种秸秆快腐剂处理的成穗率虽稍有下降,但均可提高单穴最高分蘖数,单穴有效穗数也有所提高,腐解菌的效果略优于腐秆灵。

### 2.2 快腐剂处理早稻还田秸秆对晚稻叶面积的影响

从表1可知,晚稻叶面积指数(LAI)均以腐解菌处理最高,孕穗期、齐穗期和灌浆中期分别比对照提高了4.41%、8.17%、8.84%,差异均达显著水平;除灌浆中期外,腐解菌处理LAI也显著高于腐秆灵处理。单茎叶面积均以腐解菌处理最高;除齐穗期腐解菌处理显著高于其他处理外,孕穗期、灌浆中期各处理间均无显著差异。孕穗期至灌浆中期,腐秆灵、腐解菌处理和对照的LAI分别下降2.77、2.87、2.94,单茎叶面积分别下降90.2、91.8、98.0 $\text{ cm}^2$ ,快腐剂处理的LAI与单茎叶面积下降幅度较对照小,有利于维持较高的绿叶面积,提高晚稻光合面积。同时,2种秸秆快腐剂的作用存在差异,腐解菌可提高单茎叶面积,显著提高水稻最大LAI,并能在孕穗期以后一直保持这种优势;腐秆灵不能提高最大LAI,其单茎叶面积略有减小。

表 1 快腐剂处理早稻还田秸秆的晚稻叶面积指数及单茎叶面积

Table 1 Effect of treating early rice straw returning to field with decomposition accelerant on leaf area index (LAI) and leaf area per culm (LAPC) of late rice

处 理	叶面积指数			单茎叶面积/cm <sup>2</sup>		
	孕穗期	齐穗期	灌浆中期	孕穗期	齐穗期	灌浆中期
腐秆灵	7.95b	7.01b	5.18ab	258.9	228.2b	168.7
腐解菌	8.29a	7.55a	5.42a	265.2	241.7a	173.4
对照	7.94b	6.98b	4.98b	262.5	230.7b	164.5

2.3 快腐剂处理早稻还田秸秆对晚稻干物质积累的影响

从图1可知，孕穗期快腐剂处理间干物质积累量差异极小；随着生育进程的推进，处理间干物质积累量差异逐渐显现，腐解菌处理的晚稻干物质积

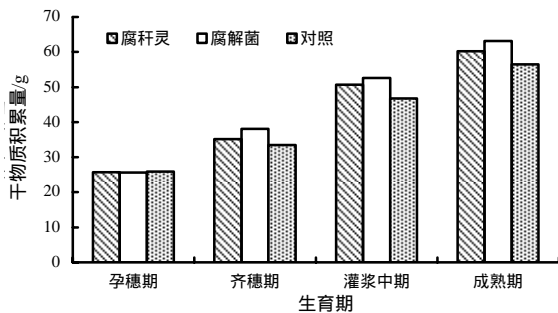


图 1 快腐剂处理早稻还田秸秆的晚稻单穴干物质积累量  
Fig. 1 Effect of treating early rice straw returning to field with decomposition accelerant on dry matter

表 2 快腐剂处理早稻还田秸秆的晚稻产量及其构成因子

Table 2 Effect of treating early rice straw returned to field by decomposition accelerant on yield and its components of late rice

处 理	有效穗数 /( $\times 10^4$ 个 $\cdot$ hm <sup>-2</sup> )	每穗粒数/粒	结实率/%	千粒重/g	理论产量 /(kg $\cdot$ hm <sup>-2</sup> )	实际产量 /(kg $\cdot$ hm <sup>-2</sup> )	经济系数
腐秆灵	307.25ab	166.9a	66.27	25.51b	8 669.7a	8 375.4a	0.453
腐解菌	312.50a	169.4a	66.55	25.50b	8 986.0a	8 700.4a	0.441
对 照	302.50b	153.7b	66.78	25.87a	8 034.9b	7 750.3b	0.455

2.5 快腐剂处理早稻还田秸秆对晚稻源库关系的影响

由表3可知，快腐剂处理促进了晚稻粒叶比的提高，腐秆灵处理的提高幅度略大。晚稻单茎鞘重

累量最高，腐秆灵次之。

2.4 快腐剂处理早稻还田秸秆对晚稻产量及其构成的影响

由表2可知，2种快腐剂处理早稻还田秸秆对晚稻均具有显著增产作用，腐解菌、腐秆灵处理分别较对照增产12.3%、8.1%。从产量构成因素来看，各处理下有效穗数、每穗粒数均以腐解菌处理最高，且显著高于对照；快腐剂处理的结实率较对照低，但差异不显著；千粒重较对照显著降低，2种快腐剂之间差异不显著；经济系数以对照最高，腐解菌处理最低，各处理间差异不显著。综合分析可知，快腐剂处理早稻还田秸秆，使晚稻增产主要通过提高有效穗数和每穗粒数实现，腐解菌增产效果优于腐秆灵。

自齐穗后持续下降，2种快腐剂处理下的晚稻单茎鞘重明显高于对照，且腐解菌处理的效果优于腐秆灵处理，3个时期表现一致。茎鞘物质输出率以腐解菌处理最高，腐秆灵处理最低，且两者差异显著。

表 3 快腐剂处理早稻还田秸秆的晚稻粒叶比、单茎鞘重与茎鞘物质输出率

Table 3 Effect of treating early rice straw returned to field by decomposition accelerant on ratio of grain number to leaf area of late rice

处 理	粒叶比			单茎鞘重/g			茎鞘物质输出率/%
	孕穗期	齐穗期	灌浆中期	孕穗期	灌浆中期	成熟期	
腐秆灵	0.64	0.73	0.99	1.401	1.197	1.067	23.84b
腐解菌	0.64	0.70	0.98	1.507	1.232	1.085	28.00a
对照	0.59	0.67	0.93	1.333	1.125	0.984	26.18a

### 3 小结与讨论

a.有研究<sup>[3-5]</sup>表明,秸秆 C/N 值较高导致的微生物与作物的争氮现象、秸秆产生的他感化合物及作物具有的自毒作用对作物生长产生抑制作用。还有研究<sup>[6-8]</sup>表明,秸秆还田后土壤湿度增大和地温升高,会导致病虫害的发生和流行。发挥秸秆还田的良好作用应重视秸秆还田技术的应用:使用无严重病虫害的秸秆;合理安排秸秆种类和覆盖作物,尽量避免他感效应和自毒作用带来的负面效应;在秸秆还田条件下配施一定量的氮、磷肥;选择适宜的还田方式等。

目前,生产上主要有烧毁还田、机械直接还田<sup>[9-10]</sup>、覆盖栽培还田<sup>[9]</sup>、家畜过腹还田<sup>[11]</sup>和堆沤腐解还田等几种秸秆还田方式。对于中国南方稻区而言,以上几种秸秆还田方式均存在一定问题,机械直接还田、覆盖栽培还田后秸秆的腐烂速度和养分释放速度慢,而家畜过腹还田和堆沤腐解还田前所需周期较长,无法实现秸秆的实时还田。本研究中采用2种快腐剂处理早稻还田秸秆可加速秸秆的腐解,提高晚稻叶面积指数和干物质积累,显著提高当季晚稻产量,且处理方式简单,实现了秸秆的实时还田。

b.国内外已有的秸秆快腐剂产品,如中国科学院原子能研究所研制开发的“301”菌剂、日本微生物学家岛本觉研究的酵素菌等,都要求在高温、密闭条件下使用,因此,在生产实际操作中有一定困难,推广难度较大<sup>[12-13]</sup>。本研究采用的2种快腐剂操作简便、快速,无需高温、密闭等特殊条件,耗能较少,易于推广。

需要指出的是,本研究结果仅为1年试验结果,且2种快腐剂均只采用了1种浓度处理,因此,关于快腐剂的使用浓度、使用方法及其对水稻生长发育

与产量形成的影响等有待研究。腐解菌处理有利于晚稻有效穗数、穗粒数、叶面积以及茎鞘物质输出率的提高,增产效果优于腐秆灵处理,其原因也有待探讨。

#### 参考文献:

- [1] 张立荣. 重视秸秆还田增加土壤肥力[J]. 甘肃科技, 2000, 16(2): 35.
- [2] 刘长跃. 秸秆还田的利与弊[J]. 农业环境与发展, 2004(5): 37-38.
- [3] 朱泽亮, 陶胜. 钾肥和稻草对水稻生长及产量的影响[J]. 土壤, 1992, 24(6): 310-311.
- [4] 程励励, 文启孝, 李洪. 稻草还田对土壤氮素及水稻产量的影响[J]. 土壤, 1992, 24(5): 234-238.
- [5] Paul E. Rasmussen. 残茬和肥料对免耕小麦产量的效应[J]. 杨健译. 麦类作物学报, 1998, 18(4): 59-62.
- [6] Jenkinson D S, Powlson D S. The effects of biocidal treatment on metabolism in soil-V: A method for measuring soil biomass [J]. Soil Biol Biochem, 1976, 8: 189-202.
- [7] 王昕, 黄天素. 土壤微生物量抽提检定法的研究: 土壤微生物生物-C 的烘杀抽提容量法检定[J]. 土壤学报, 1991, 28(4): 434-438.
- [8] 沈浴晓, 黄相国, 王海庆. 秸秆覆盖的农田效应[J]. 干旱地区农业研究, 1998, 16(1): 45-50.
- [9] 袁家富. 麦田覆盖效应及增产作用[J]. 生态农业研究, 1996, 4(3): 61-65.
- [10] 慕永红, 曹书恒, 李珍, 等. 水稻机械化秸秆直接还田现状及发展趋势[J]. 黑龙江农业科学, 2000(5): 42-43.
- [11] 金成龙, 全允基, 马永凤. 稻草还田定位试验初报[J]. 黑龙江农业科学, 1993(1): 21-23.
- [12] 贾建国. 农业部“十·五”重点推广50项技术保护性耕作机械化技术[J]. 世界农业, 2001(11): 34-35.
- [13] 贾彦宙, 王俊英, 庞黄亚, 等. 土壤保护性耕作技术应用研究[J]. 内蒙古农业科技, 2002(6): 34-38.

责任编辑: 杨盛强