

# 复合微生物菌剂对油菜秸秆腐熟及油菜产量的影响

吕 黎, 王 蕾, 罗志威, 栗 静, 丰 来\*

(湖南泰谷生物科技股份有限公司/农业部植物营养与生物肥料重点实验室, 湖南 长沙 410205)

**摘要:** 为了探讨复合微生物菌剂对油菜秸秆的腐熟效果, 比较了未用油菜秸秆还田(A)处理、油菜秸秆直接还田(B)处理及秸秆还田并施复合微生物菌剂(C)处理的土壤养分含量、秸秆腐熟程度以及油菜产量。结果表明, 秸秆还田并施用复合微生物菌剂降低了土壤 pH 值和容重, 提高了土壤养分含量。C 处理有机质含量较 A、B 处理分别提高 12.61%、8.50%, 全氮含量分别提高 38.60%、26.27%。施用复合微生物菌剂加速了秸秆的腐熟速度, 秸秆在发酵腐熟 60 d 时, C 处理腐熟率为 75.18%, 远高于 B 处理(56.88%)。油菜秸秆还田并施用复合微生物菌剂可提高油菜生物量、改善油菜农艺性状, 进而提高产量, C 处理油菜产量较 A、B 处理分别提高 5.33%、0.30%。总之, 施用复合微生物菌剂可加速秸秆腐熟和养分释放, 从而改善土壤理化性质、提高土壤养分含量, 进而改善油菜农艺性状并提高产量。

**关键词:** 复合微生物菌剂; 油菜秸秆; 腐熟; 农艺性状; 产量

**中图分类号:** Q939.96 S38 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2014)07-0069-04

## Effect of Complex Microbial Agent on Decomposition of Rape Straw and Yield of Rape

LÜ Li, WANG Lei, LUO Zhi-wei, SU Jing, FENG Lai\*

(Hunan Taigu Bio-Tech Co., Ltd. / Key Laboratory of Plant Nutrition and Biological Fertilizer,  
Ministry of Agriculture, Changsha 410205, China)

**Abstract:** In order to explore the decomposition effect of complex microbial agent, the contents of soil nutrition, degree of decomposition of the rape straw and rape yield were analyzed from three treatments(A: no straw returning, B: straw returning, C: straw returning combined with complex microbial agent). The results showed that straw returning combined with complex microbial agent decreased the soil pH value and volume weight, and increased the soil nutrient contents. Compared with A, B, the organic matter content of C increased by 12.61%, 8.50%; the total N content of C increased by 38.60%, 26.27%. The application of complex microbial agent accelerated the decomposition of rape straws, the decomposition rate of C was 75.18%, far higher than B (56.88%) at the 60th day after fermentation. Straw returning combined with complex microbial agent improved the agronomic characters, increased the biomass and yield of rape. Compared with A, B, the yield of C increased by 5.33%, 0.30%. Overall, the application of complex microbial agent accelerated the decomposition of rape straws and release of soil nutrient, improved the physical and chemical properties of soil and agronomic characters of rape, increased the soil

收稿日期: 2013-12-17

基金项目: 新型生物有机药肥生产关键技术产业化项目(2013NK4009)

作者简介: 吕 黎(1985-), 女, 河南信阳人, 实习工程师, 硕士, 主要从事微生物工程和菌株遗传改良方面的研究。

E-mail: wlbudy@163.com

\* 通讯作者: 丰 来(1984-), 男, 湖南岳阳人, 助理工程师, 硕士, 主要从事微生物工程与酶制剂方面的研究。

E-mail: fenglai@taigubio.com

nutrient contents and yield of rape.

**Key words:** complex microbial agent; rape straw; decomposition; agronomic traits; yield

油菜是我国重要的油料作物,2009 年收获面积达 718 万  $\text{hm}^2$ ,总产量为 1 350 万 t,油菜秸秆产量约为 1 800 万  $\text{t}^{[1]}$ 。这 1 800 万 t 秸秆中含氮量超过 9 万 t,含磷量约为 1.8 万 t,含钾量约为 18 万 t,并且还含有大量的有机质及微量元素。目前,我国对油菜秸秆的处理方式仍以堆沤和烧燬为主,不仅造成资源浪费,而且造成大气污染,增加环境压力<sup>[2-3]</sup>。近年来,各地着力推广油菜秸秆直接还田技术,以改良土壤结构,增加土壤有机质含量,促进土壤微生物活力和作物根系发育从而培肥地力促进增产增收<sup>[4-5]</sup>。该项技术虽保护了生态环境,使油菜秸秆变废为宝,但秸秆直接还田堆肥时间长,不利于营养成分的保存和利用。油菜秸秆主要是由纤维素、半纤维素和木质素等组成,在适宜的温度、水分条件下,接种外源微生物能迅速分解秸秆中的大分子物质形成简单有机物并释放氮、磷、钾等多种营养元素<sup>[6]</sup>。目前,利用外源微生物降解小麦、玉米秸秆的研究已有报道<sup>[7-15]</sup>,而利用外源微生物降解油菜秸秆的研究较少。为此,探讨了复合微生物菌剂对油菜秸秆的腐熟效果,旨在为油菜秸秆腐熟菌剂的开发及应用提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究区概况

试验在四川省中江县仓山镇海棠村姜建军的责任田内进行。该田块肥力均匀(20 cm 深土层土壤的具体理化性质见表 1),灌溉方便,易于观察与管理。

表 1 研究区土壤理化性质

pH	有机质/ (g/kg)	全氮/ (g/kg)	全磷/ (g/kg)	速效磷/ (mg/kg)	全钾/ (g/kg)	速效钾/ (mg/kg)	容重/ (g/cm <sup>3</sup> )
6.54	33.67	2.03	1.36	15.14	15.86	63.15	1.39

### 1.2 供试菌剂

供试的复合微生物菌剂为湖南泰谷生物科技股份有限公司生产的“九业”牌有机物料腐熟剂(粉剂)。该产品含枯草芽孢杆菌、米曲霉和哈茨木霉,总活菌数 $\geq 0.5$ 亿 cfu/g,符合 GB 20287—2006 标准要求。

### 1.3 试验设计

2012 年 5 月,收割完油菜后,设置 3 个施肥处理。处理 A:常规施肥,无秸秆还田;处理 B:常规施肥+油菜秸秆(剪成 10~20 cm 长度)还田;处理 C:常规施肥+腐熟剂 30 kg/ $\text{hm}^2$ +油菜秸秆(剪成 10~20 cm 长

度)还田。每个处理小区面积为 32  $\text{m}^2$ ,重复 3 次,共 9 个小区,随机区组排列,小区四周设 1.0 m 宽田埂。

于当年 11 月初分别对每小区进行翻耕、施基肥、耙田处理,然后进行油菜育苗移栽,移栽密度为 90 000 株/ $\text{hm}^2$ ,栽种时施氮肥 150 kg/ $\text{hm}^2$ 、磷肥 150 kg/ $\text{hm}^2$ 、钾肥 75 kg/ $\text{hm}^2$ 。各小区的治虫、除草等管理措施相同。

### 1.4 测定项目及方法

1.4.1 土壤理化性质 以 S 型多点取约 20 cm 深土层土壤混合样用于测定土壤 pH 值、容重及有机质、全氮、全磷、全钾、速效磷、速效钾含量。

1.4.2 秸秆腐熟程度 用 24 个塑料袋分别装长度为 10~20 cm 的风干油菜秸秆 50 g,随机分成 2 组,置于翻耕后的 B、C 处理小区约 20 cm 深土层下(C 处理各小区放置的每袋秸秆中加 0.15 g 腐熟剂),每小区放置 4 袋,分别在处理后 10、20、40、60 d,从各小区随机取出 1 袋,观察秸秆腐熟程度,计算腐熟率。腐熟率=(50-残留部分的干质量)/50 $\times$ 100%。

1.4.3 生物量 油菜移栽时从各处理中随机取 5 株,洗净土尘,晾干表面水分后称质量,计算平均单株质量;收获时每小区采集 5 株样品,做相同处理,并计算平均单株质量。

1.4.4 农艺性状 收获前每小区采集 5 株代表性样品,在室内调查单株有效角果数、每角荚粒数、千粒重。

1.4.5 产量 收获时各小区单打、单收,计算产量。

### 1.5 数据处理

采用 SPSS 13.0 软件对数据进行分析,采用 Duncan 极差法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 复合微生物菌剂对土壤理化性质的影响

由表 2 可见,秸秆还田并施用复合微生物菌剂后,土壤容重和 pH 值有所下降,土壤养分含量有所提高。其中,处理 C 有机质、全氮、全磷、速效磷、全钾、速效钾含量较处理 A 提高 12.61%、38.60%、34.90%、3.74%、11.22%、9.78%,较处理 B 提高 8.50%、26.27%、2.55%、2.40%、2.05%、2.41%。表明,在秸秆还田时施用复合微生物菌剂可增强土壤保水保肥能力,提高土壤肥力。

表 2 不同处理土壤的理化性质

处理	pH	有机质/ (g/kg)	全氮/ (g/kg)	全磷/ (g/kg)	速效磷/ (mg/kg)	全钾/ (g/kg)	速效钾/ (mg/kg)	容重/ (g/cm <sup>3</sup> )
A	6.32	36.73	2.15	1.49	16.05	16.13	65.42	1.37
B	6.28	38.12	2.36	1.96	16.26	17.58	70.13	1.35
C	6.19	41.36	2.98	2.01	16.65	17.94	71.82	1.30

2.2 复合微生物菌剂对油菜秸秆腐熟程度的影响

2.2.1 直观定性观察 田间观察结果显示,处理 6 d 后 C 处理开始冒气泡,9 d 后 B 处理开始冒气泡,A 处理一直无气泡产生。对 B、C 处理油菜秸秆进行观察(表 3)发现,从处理 10 d 开始,B、C 处理油菜秸秆颜色出现差异,处理 10、20、40、60 d,C 处理油菜秸秆颜色分别为灰褐色、浅褐色、深褐色、黑褐色,而 B 处

理油菜秸秆颜色分别为灰色、灰褐色、浅褐色、深褐色。其中,处理 40 d 时,C 处理油菜秸秆用手揉搓易呈碎片,而 B 处理油菜秸秆用手揉搓不易呈碎片,且此时 C 处理秸秆有轻微刺激性气味,而 B 处理没有;处理 60 d 时,B 处理秸秆才产生刺激性气味,而此时 C 处理秸秆产生中度刺激性气味,气味较 B 处理浓。表明,施用复合微生物菌剂后,秸秆更容易腐烂。

表 3 不同处理秸秆颜色变化和气味表现

处理	颜色					刺激性气味				
	0 d	10 d	20 d	40 d	60 d	0 d	10 d	20 d	40 d	60 d
B	灰白	灰色	灰褐	浅褐	深褐	无	无	无	无	轻微
C	灰白	灰褐	浅褐	深褐	黑褐	无	无	无	轻微	中度

2.2.2 定量分析 图 1 显示,处理 C 秸秆腐熟率大于处理 B。在处理 10、20、40、60 d,处理 B 的秸秆腐熟率分别为 5.50%、11.74%、34.36%、56.88%,处理 C 秸秆腐熟率分别为 24.52%、42.50%、65.26%、75.18%,比处理 B 分别提高 345.82%、262.01%、89.93%、32.17%。表明,施用复合微生物菌剂可以提高秸秆腐熟率和腐熟速度。

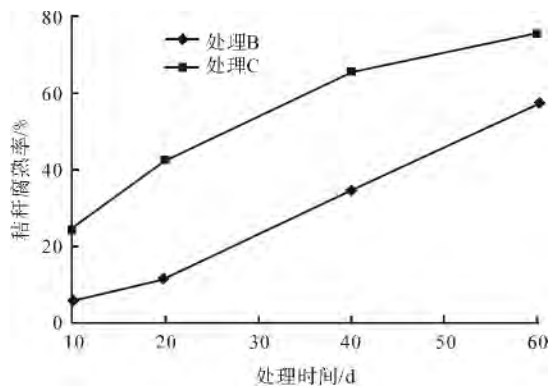


图 1 不同处理对秸秆腐熟率的影响

2.3 复合微生物菌剂对油菜生物量的影响

由表 4 可知,移栽时,各处理油菜生物量差异不显著,但在收获时,处理 C 油菜生物量分别较处理 A、B 显著增加 51.01%、13.49%。表明,在秸秆还田时施用复合微生物菌剂能够促进油菜生物量的增加。

表 4 不同处理油菜的生物量 g

处理	移栽时	收获时
A	12.63a	148.32c
B	12.50a	197.35b
C	12.35a	223.98a

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ ),下同。

2.4 复合微生物菌剂对油菜农艺性状及产量的影响

由表 5 可知,处理 C 单株有效角果数、每角荚粒数、千粒重分别较处理 A、B 增加 4.22%、6.34%、8.80%,0.59%、0.62%、7.37%,其中千粒重差异达显著水平。处理 C 油菜产量较处理 A、B 分别增加 5.33%、0.30%。表明,在秸秆还田时施用复合微生物菌剂可提高单株有效角果数、每角荚粒数和千粒重,进而提高产量。

表 5 不同处理油菜的农艺性状及产量

处理	单株有效 角果数/个	每角荚粒 数/粒	千粒重/ g	产量/ (kg/hm <sup>2</sup> )
A	391.25a	19.73b	3.75b	2 477.40b
B	405.37a	20.85a	3.80b	2 601.75a
C	407.78a	20.98a	4.08a	2 609.55a

3 结论与讨论

目前,评价农作物副产物发酵腐熟的指标包括物理指标和化学指标。其中,物理指标包括物

料发酵过程中升温快慢,高温持续时间,体积下降多少,发酵过程中臭味变化,秸秆颜色变化等<sup>[7]</sup>。在本研究的实际操作过程中温度和体积变化不易检测,因此以气味和颜色变化作为物理指标,结果表明,在秸秆还田时施用复合微生物菌剂能加速秸秆腐熟。化学指标包括秸秆发酵过程中全营养(全氮、全磷、全钾)和速效营养(速效磷、速效钾)含量的变化情况,即纤维素、半纤维素、果胶和木质素等高分子物质的降解情况<sup>[7]</sup>。本研究发现,在秸秆还田时施用复合微生物菌剂能增加土壤中全营养和速效营养含量,这与余文良<sup>[4]</sup>结果相一致,与于建光等<sup>[16]</sup>研究结果相似。

本研究结果表明,施用复合微生物菌剂可加速油菜秸秆发酵腐熟,缩短发酵时间,改善农艺性状,提高产量。在发酵 60 d 时,秸秆还田并施复合微生物菌剂处理的秸秆腐熟率达 75.18%,而秸秆直接还田处理的秸秆腐熟率为 56.88%。这可能与接种的外源微生物如枯草芽孢杆菌、哈茨木霉能够分泌果胶酶<sup>[17]</sup>、内切几丁质酶<sup>[18]</sup>、纤维素酶<sup>[17,19]</sup>有关。油菜秸秆在这些酶的作用下,其木质素、纤维素等高分子物质被降解成简单的有机物和氮、磷、钾等营养元素,从而改良土壤理化性状,增加土壤养分,进而改善油菜的农艺性状,提高油菜的生物量和产量。

#### 参考文献:

- [1] 殷艳,王汉中,廖星. 2009 年我国油菜产业发展形势分析及对策建议[J]. 中国油料作物学报, 2009, 31(2): 259-262.
- [2] 姜铭北,方亲富,夏苏华. 油菜秸秆还田技术[J]. 中国农业信息, 2012(7): 76-77.
- [3] 吕育财,崔宗均,王小芬,等. 三组微生物菌群分解油菜秸秆的消化液性质比较[J]. 农业工程学报, 2012, 28(3): 210-214.
- [4] 余文良. 腐熟剂作用下的油菜秸秆还田对土壤性状与中稻产量的影响[J]. 作物研究, 2013, 27(3): 246-248.
- [5] 廖群英. 油菜秸秆还田施用不同品种腐熟剂效果初探[J]. 南方农业, 2012, 6(8): 31-34.
- [6] 万楚筠,黄凤洪,刘睿,等. 微生物预处理油菜秸秆对提高沼气产量的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(6): 267-271.
- [7] 于艳辉,程智慧,谢芝春,等. 5 种微生物发酵剂对玉米秸秆的发酵效果[J]. 西北农业学报, 2010, 19(2): 95-99.
- [8] 王锦贵,薛云,史利民. 不同秸秆腐熟剂应用效果对比试验[J]. 现代农业科技, 2013(15): 244-245.
- [9] 王喜枝,姚丽娟,孙笑梅,等. 不同秸秆腐熟剂在河南省麦田的应用效果研究[J]. 河南农业科学, 2013, 42(10): 59-62.
- [10] 许前欣,陈学涛,何宗均,等. 发酵菌剂处理麦秸的试验研究[J]. 天津农业科学, 2005, 11(4): 18-19.
- [11] 刘元璐,谭为军,姚涛,等. 玉米秸秆应用瘤胃微生物体外降解试验研究[J]. 现代农业科技, 2010(22): 42-43.
- [12] 刘元东,刘香坤,姜玉琴,等. BM 秸秆腐熟剂在小麦上的应用效果[J]. 河南农业科学, 2011, 40(12): 77-79.
- [13] 甘福丁,魏世清,徐铁纯,等. 不同复合菌剂对玉米秸一猪粪混合原料厌氧发酵产沼气的的影响[J]. 现代农业科技, 2012(18): 211-212, 221.
- [14] 潘明安,黄仁军,袁天泽,等. 不同秸秆腐熟剂的玉米秸秆堆腐效果对比[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(3): 303-304.
- [15] 杨振兴,周怀平,关春林,等. 秸秆腐熟剂在玉米秸秆还田中的效果[J]. 山西农业科学, 2013, 41(4): 354-357.
- [16] 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.
- [17] 李明,双宝,李海涛,等. 枯草芽孢杆菌的研究与应用[J]. 东北农业大学学报, 2009, 40(9): 111-114.
- [18] 杨春林,席亚东,谢华蓉,等. 哈茨木霉 Th-30 几丁质酶的生产条件及对灰霉病菌的拮抗作用[J]. 植物保护学报, 2009, 36(4): 295-300.
- [19] 魏练平,李明江,王耸,等. 哈茨木霉 H-13 产几丁质酶与纤维素酶液体发酵工艺的研究[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(4): 132-135.