

3 种秸秆腐熟剂的应用研究

蒋亚琴¹, 司学刚², 张运栋³, 葛昌斌^{3*}

(1. 河南省漯河市农业技术推广站, 河南漯河 462000; 2. 漯河市土肥站, 河南漯河 462000; 3. 漯河市农业科学院, 河南漯河 462000)

摘要 当前玉米秸秆还田量逐年加大, 由于不能及时腐熟分解, 直接影响小麦的正常生长, 而增施秸秆腐熟剂是解决该问题的有效办法。试验选用 3 种秸秆腐熟剂, 研究不同处理对秸秆干物质质量、纤维素含量、累积净腐熟量、收获指数、小麦产量及其构成因素。结果表明增施秸秆腐熟剂可以显著加速秸秆的腐熟剂速度, 尤其是 2 号腐熟剂对玉米秸秆的腐熟速度快, 90 d 的降解率达 86.96%, 处理玉米秸秆腐熟效果最好。增施 2 号秸秆腐熟剂可显著改善漯麦 163 的单株成穗数、穗粒数、穗数、千粒重、经济产量、生物产量和收获指数等性状。

关键词 秸秆腐熟剂; 漯麦 163; 降解率

中图分类号 S-3 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2019)16-0090-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.16.026



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Application Study of Three Straw Decomposition Agents

JIANG Ya-qin¹, SI Xue-gang², ZHANG Yun-dong³ et al (1. Luohe Agricultural Technology Promotion Station, Luohe, Henan 462000; 2. Luohe Agricultural Science Research Institute, Luohe, Henan 462000; 3. Luohe Academy of Agricultural Sciences, Luohe, Henan 462000)

Abstract At present, the amount of corn straw returning to the field is increasing year by year. It can not decompose in time, which directly affects the normal growth of wheat. Thus, increasing the application of straw maturing agent is an effective way to solve this problem. In this research, three kinds of straw maturing agents were selected to research the effects of different treatments on straw dry matter weight, cellulose content, cumulative net ripening, harvest index, wheat yield and its component factors. Results showed that the application of straw maturing agent could significantly accelerate the speed of straw maturing agent, especially maturing agent 2 for corn straw, and the degradation rate of corn straw reached 86.96% after 90 days, treatment of corn straw ripening effect was the best. The number of panicles per plant, grain number per plant, panicle number, 1 000-grain weight, economic yield, biological yield and harvest index of Luomai 163 could be significantly improved by adding straw maturing agent 2.

Key words Straw decomposition agent; Luomai163; Degradation rate

农作物秸秆是农作物除籽实以外的副产品, 其主要成分是纤维素和木质素, 另外含有丰富的有机碳和氮磷钾及其他营养元素。秸秆还田增加土壤有机质的同时, 促进了土壤微粒的团聚作用, 改善了土壤物理性状, 提高通气与水分的渗透性和保水能力^[1-3]。玉米秸秆还田后秸秆腐解速率较慢, 腐解效果较差, 影响秸秆还田技术的推广。匡恩俊等^[4]研究发现, 秸秆腐熟剂可促进玉米秸秆快速降解, 经过 100 d 的分解, 施用秸秆腐熟剂处理的玉米秸秆失质量率达到 64.1%, 玉米秸秆降解率为 72.46%~76.09%; 秸秆还田条件下, 施用秸秆腐熟剂在短期内可减弱农田地力用与养的矛盾, 提高土壤肥力^[5-6]。秸秆还田后腐熟分解慢影响小麦出苗、烧苗、病虫害加重等, 严重的还会造成减产。秸秆还田增施秸秆腐熟剂可显著加快秸秆腐熟分解速度, 减轻秸秆对小麦生长的不利影响^[7]。鉴于此, 笔者选用 3 种秸秆腐熟剂, 研究不同处理对秸秆干物质质量、纤维素含量、累积净腐熟量、收获指数、小麦产量及其构成因素的影响, 该方法可操作性强, 为解决实际生产问题提供技术支撑。

1 材料与与方法

1.1 试验地概况 试验在河南省漯河市舞阳县莲花镇闫湾村进行(33°36'49.93"N, 113°45'55.50"E), 土壤质地为砂姜黑

土, 海拔 78 m, 属温热带季风型大陆性气候, 年平均气温为 14.6℃, 年平均降水量 836.6 mm, 年平均日照 2 198 h, 全年无霜期 220 d 左右。前茬作物玉米, 本茬作物小麦。

1.2 试验材料 供试材料为郑单 958 玉米秸秆, 小麦品种漯麦 163 均由漯河市农业科学院提供。3 种腐熟剂如下: 1 号腐熟剂名为河南省沃宝生物科技有限公司发酵剂(秸秆专用, 菌含量≥100 亿/g, 1 kg/袋); 2 号腐熟剂名为湖北启明生物工程有限公司秸秆发酵剂(菌数含量 200 亿/g, 200 g/袋); 3 号腐熟剂名为洛阳欧科拜克生物技术股份有限公司秸秆腐熟剂(有效活菌数≥60 亿/g, 水分≤9.0%, 200 g/袋)。小麦专用复合肥的氮、磷、钾质量比为 15:22:8, 尿素含氮 46%。

1.3 试验设计 试验为单因素随机区组设计, 3 次重复, 小区长 10 m, 宽 5 m, 面积 50 m²; 试验设 4 个处理: 处理①(CK): 玉米秸秆还田不加腐熟剂, 增施 75 kg/hm²; 处理②玉米秸秆还田加 1 号腐熟剂 30 kg/hm², 与 75 kg 尿素混合均匀后, 撒施于粉碎后的秸秆上, 翻耕; 处理③玉米秸秆还田加 2 号腐熟剂 4.5 kg/hm² 与 75 kg 尿素混合均匀后, 撒施于粉碎后的秸秆上, 翻耕; 处理④玉米秸秆还田加 3 号腐熟剂 3 kg/hm², 75 kg 尿素混合均匀后, 撒施于粉碎后的秸秆上, 翻耕。每个处理底肥复合肥 825 kg/hm²、拔节初期追施尿素 150 kg/hm², 小麦播种量 180 kg/hm²。

1.4 试验方法

1.4.1 选点与取样。 试验于 2017 年 10 月 3 日进行。玉米秸秆长度 3~5 cm, 对每个处理分别在处理深耕当天、10、20、30、60、90 d 取样 6 次。参照李自学等^[8]的方法每个处理每个重

基金项目 河南省重大科技专项“高产、多抗、广适小麦新品种选育与产业化”(161100110400)。

作者简介 蒋亚琴(1966—), 女, 河南漯河人, 高级农艺师, 从事农业技术研究及推广工作。* 通信作者, 副研究员, 硕士, 从事小麦抗病育种研究。

收稿日期 2019-04-02

复沿对角线方向随机取 3 个样点。每个样点上,沿麦垄方向量取长×宽×深=2.0 m×0.5 m×0.3 m 的土方,用不锈钢方形小铲挖取方内的土壤,拣去麦苗和大土块,过 6.0 mm×6.0 mm 钢筛,拣取筛内玉米秸秆,放塑料袋内编号封装。

1.4.2 风干。样品均匀平铺于室内牛皮纸上,自然通风风干 2~3 d,冬季遇阴雨天气可在室内开风口向上的暖风风干,中途晾晒 2~3 次。待秸秆含水量 10% 以下时,再次过 6 mm×6 mm 钢筛,除去土块和麦苗、麦根、树叶等杂物,秸秆放入洁净的塑料样品袋内,送实验室称量检测。

1.4.3 秸秆中干物质含量测定。参考李莉等^[9-10]的方法取洁净铝盒,打开盒盖,放入 100~105 °C 烘箱中烘 30 min,取出,盖好,移入盛有硅胶的干燥器中冷至室温(需 30 min),立即迅速称重。再烘 30 min,称重,2 次称重之差小于 1 mg 可算作达恒重(m_0)。

将粉碎、混匀的风干样品约 3 g,平铺在已达恒重的铝盒中,准确称量后(m_1),将盖子放在盒底下,移入已预热至约 115 °C 的烘箱中,调整温度在 100~105 °C,烘 4~5 h。取出,盖好盒盖,移入干燥器中冷却至室温后称重。再同法烘干约 2 h,再称重(m_2),直到前后 2 次重量之差小于 2 mg 为止。

样品干物质含量(%)=(m_2-m_0)/(m_1-m_0)×100

1.4.4 硝酸乙醇法测定。秸秆中纤维素的含量参考王林凤等^[11-14]的方法。

1.4.4.1 样品预处理。玉米秸秆切成 1 cm 左右小段,105 °C 鼓风烘干 10 h,用高速粉碎机进行粉碎,将粉碎后的样品置于干燥器中干燥至恒重。

1.4.4.2 硝酸-乙醇混合液的配制。量取 400 mL 无水乙醇于 1 000 mL 烧杯中,分 10 次缓缓加入 100 mL 浓硝酸,每次添加硝酸后用玻璃棒将硝酸-乙醇混合液搅匀,然后再续加。

待全部硝酸加入乙醇后,充分混匀,现用现配。贮于棕色试剂瓶中备用。

1.4.5 纤维素含量测定。取样品测定水分含量(ω);G4 玻璃砂芯斗于 500 °C 灼烧至质量恒定;精确称取干燥样品 1.00~1.05 g(m_0),放入 250 mL 洁净干燥的锥形瓶中,加入 25 mL 硝酸-乙醇混合液,装上回流冷凝管,沸水浴加热 1 h,用 G4 玻璃花漏斗抽滤去除溶剂。重复上述操作 3~5 次,直至纤维变白。用 10 mL 硝酸-乙醇混合液洗涤残渣,再用热水洗涤至洗涤液用甲基橙试验不呈酸性反应为止,最后用无水乙醇洗涤 2 次,抽干滤液,将盛有残渣的玻璃砂芯漏斗移入烘箱,于 105 °C 烘干至质量恒定称质量(m_1),然后置于坩埚中 500 °C 灼烧至质量恒定,称质量(m_2)。

纤维含量 $C=(m_1-m_2)/[m_0\times(1-\omega)]\times 100\%$

1.4.6 小麦生育特性及产量研究。参考葛昌斌等^[15]的方法。

1.5 数据处理 采用 Microsoft Excel 2010 进行数据基本统计分析;DPS 15.1 软件进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同处理对秸秆干物质的影响 从表 1 可以看出,处理③的玉米秸秆总质量和干物质总质量变化从处理后的 10 d 开始急剧下降到 304.29 和 290.11 g,与其他 3 个处理比较达显著水平,处理后的第 20、30、60 和 90 天秸秆总质量和干物质总质量与其他 3 个处理比较均达到显著水;从对秸秆的腐熟速度看,处理③在第 20 天的秸秆总质量和干物质总量分别是 157.09、147.6 g 与同期的其他处理比较达显著水平;从第 90 天的降解率看,处理③的降解率为 86.96%,与其他处理比较达显著水平,表明 2 号腐熟剂比其他腐熟剂的腐熟速度快,处理玉米秸秆腐熟效果最好。

表 1 不同处理对秸秆总质量和干物质含量的影响

Table 1 Effects of different treatments on the total straw weight and dry matter weight

处理编号 Treatment code	0 d		10 d		20 d		30 d		60 d		90 d		降解率 Degradation rate//%
	总质量 Total straw weight	干物质 Dry matter weight											
①(CK)	418.04 a	399.1 a	405.86 bc	395.61 c	395.72 cd	369.8 c	356.61 c	327.55 c	324.87 c	303.70 bc	314.52 c	300.02 c	24.83 c
②	418.04 a	399.1 a	357.08 ab	339.90 b	282.68 bc	265.4 b	220.83 bc	204.64 b	170.84 bc	159.70 b	131.13 b	125.12 b	68.65 b
③	418.04 a	399.1 a	304.29 a	290.11 a	157.09 a	147.6 a	91.31 a	84.80 a	60.94 a	57.19 a	54.54 a	52.06 a	86.96 a
④	418.04 a	399.1 a	359.91 b	342.85 b	270.12 b	252.8 b	194.19 b	179.51 b	164.51 b	153.20 b	144.52 bc	138.02 b	65.42 b

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.2 不同处理对纤维素含量的影响 从表 2 可以看出,随着时间的延长,每个处理纤维素的含量逐渐减少,处理③的纤维素含量变化最明显,与其他处理比较均达到显著水平;从腐熟速度看,处理③在第 10 天的纤维素含量为 26.9%,与其他处理比较均达到显著水平,表明 2 号腐熟剂的腐熟效果明显优于其他腐熟剂。

2.3 不同处理对干物质腐熟效果的影响 从表 3 可以看出,各处理的累积净腐熟量随着时间的推移逐渐增加,从第 10 天开始处理③净腐熟量为 105.5 g,与其他处理差异达显著水平;处理③累积净腐熟量增加较其他各处理明显,且在第 20、

表 2 不同处理对纤维素含量的影响

Table 2 Effects of different treatments on the cellulose content

处理编号 Treatment code	0 d	10 d	20 d	30 d	60 d	90 d
①(CK)	31.2 a	29.3 bc	24.4 b	22.3 b	22.5 bc	20.5 bc
②	31.2 a	28.9 b	23.6 a	21.5 a	21.6 bc	20.3 bc
③	31.2 a	26.9 a	26.8 c	21.5 a	20.9 a	18.8 a
④	31.2 a	29.3 bc	26.7 c	23.2 bc	22.1 b	19.8 b

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

30、60、90天的腐熟量与其他处理差异均达显著水平,表明2号腐熟剂腐解进程较其他腐熟剂早、快。

2.4 不同处理对小麦产量及其构成因素和收获指数的影响 由表4可知,各处理的株高、穗长、每穗总小穗数差异均未达显著水平,表明增施秸秆腐熟剂对这些性状影响不大;而各处理的单株成穗数、穗粒数、穗数、千粒重、经济产量、生物产量和收获指数差异达显著水平,表明秸秆还田配施秸秆腐熟剂可以显著改善这些性状;处理③单株成穗数、穗粒数、穗数、千粒重、经济产量、生物产量和收获指数影响最大,与其他处理差异达显著水平,表明2号腐熟剂的处理效果显著优于其他处理。

表4 不同处理对小麦收获指数、产量及其构成因素的影响

Table 4 Effects of different treatments on the harvest index, yield and its component factors of wheat

处理编号 Treatment code	株高 Plant height cm	穗长 Ear length cm	单株成穗量 Ear number per plant 个	总小穗数 Total spikelet number 个	穗粒数 Grains per ear 粒	穗数 Ears 万穗/hm ²	千粒重 1 000-grain weight g	经济产量 Economic yield kg/hm ²	生物产量 Biological yield kg/hm ²	收获指数 Harvest index
①(CK)	80.3 a	8.43 a	3.16 c	20.2 ab	25.8 c	587.5 c	48.2 c	5 969.6 c	15 791.5 c	0.377 c
②	80.5 a	8.48 a	4.50 ab	21.5 a	31.7 b	653.1 b	55.4 ab	7 079.5 ab	16 790.5 b	0.422 ab
③	81.2 a	8.51 a	4.51 a	21.5 a	35.6 a	728.4 a	55.9 a	7 242.7 a	16 843.5 a	0.430 a
④	80.4 a	8.50 a	3.48 bc	21.0 a	29.6 bc	723.1 ab	53.8 b	7 006.0 ab	15 833.5 bc	0.402 b

注:同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

3 小结

试验结果显示,处理③与其他3个处理达显著水平,处理后的第20、30、60和90天秸秆总质量、干物质总质量、纤维素含量和降解率与其他3个处理均达到显著水平;这表明2号腐熟剂比其他腐熟剂的腐熟速度快,腐解进程较其他腐熟剂早,处理玉米秸秆腐熟效果最好。增施2号秸秆腐熟剂可以显著改善溲麦163的单株成穗数、穗粒数、穗数、千粒重、经济产量、生物产量和收获指数等性状。

腐熟剂处理90d后,对照干物质自然降解24.83%,1号腐熟剂降解68.65%,2号腐熟剂降解86.96%,3号腐熟剂降解65.42%,去除自然降解的含量,1、2和3号腐熟剂降解干物质的比率分别为43.82%、62.13%、40.59%,2号腐熟剂处理效果最好。

参考文献

- [1] 李春霞,陈阜,王俊忠,等.秸秆还田与耕作方式对土壤酶活性动态变化的影响[J].河南农业科学,2006,35(11):68-70.
- [2] 贾伟,周怀平,解文艳,等.长期秸秆还田秋施肥对褐土微生物碳、氮素和酶活性的影响[J].华北农学报,2008,23(2):138-142.

表3 不同处理对小麦累积净腐熟量的影响

Table 3 Effects of different treatments on the cumulative net rotten amount

处理编号 Treatment code	10 d	20 d	30 d	60 d	90 d
①(CK)	49.13 c	100.24 b	112.50 cd	134.16 bc	141.82 c
②	55.71 b	104.39 b	122.91 c	143.98 bc	174.90 b
③	105.50 a	222.18 a	242.75 a	246.47 a	247.96 a
④	52.76 b	116.99 b	148.04 b	150.45 b	162.00 bc

注:同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

- [3] 韩玮,聂俊华,李飒.外源纤维素酶在秸秆还田上的应用研究[J].河南农业科学,2005,34(11):70-73.
- [4] 匡恩俊,迟凤琴,宿庆瑞,等.3种腐熟剂促进玉米秸秆快速腐解特征[J].农业资源与环境学报,2014,31(5):432-436.
- [5] 李国阳,燕照玲,李仟,等.秸秆还田配施肥料及腐熟剂对土壤酶活性及小麦产量的影响[J].河南农业科学,2016,45(8):59-63.
- [6] 胡斌,陈云峰,乔艳,等.秸秆还田配施腐熟剂对低产黄泥田的改良作用[J].植物营养与肥料学报,2016,22(1):59-66.
- [7] 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.
- [8] 李自学.农作物田间试验实用手册[M].北京:中国农业科技出版社,2007:37-62.
- [9] 李莉,池景良.秸秆生物降解技术研究与应用[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,2013:240-248.
- [10] 梁文俊,刘佳,刘春敬,等.农作物秸秆处置与资源化[M].北京:化学工业出版社,2018:62-66.
- [11] 王林凤,程远超.磺胺乙醇法测定纤维素含量[J].化学研究,2011(4):52-55,71.
- [12] 任列香.分析化学实验[M].北京:化学工业出版社,2017:203-236.
- [13] 王金主,王元秀,李峰,等.玉米秸秆中纤维素、半纤维素和木质素的测定[J].山东食品发酵,2010(3):44-47.
- [14] 许颖,韩洪玲,王金凤.二种测定纤维素含量方法的比较与分析[J].黑龙江粮食,2002(3):41-46.
- [15] 葛昌斌,廖平安,黄全民,等.增施秸秆腐熟剂对小麦生育特性及产量的影响[J].江苏农业科学,2016,44(11):77-80.