

# 黑龙江西部地区水稻秸秆腐解特征研究

谭可菲<sup>1</sup> 王麒<sup>2</sup> 刘传增<sup>1</sup> 马波<sup>1</sup> 胡继芳<sup>1</sup> 赵富阳<sup>1</sup> 曾宪楠<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院, 黑龙江 齐齐哈尔 161006; <sup>2</sup> 黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所, 哈尔滨 150086;  
第一作者: tkfhlj@163.com)

**摘要:** 采用尼龙网袋翻埋法, 连续 3 年进行秸秆腐解试验, 研究了黑龙江西部地区水稻秸秆腐解规律变化特性。结果表明, 每年 10 月至翌年 5 月, 秸秆腐解进入停滞期; 翌年 6 月至 9 月翻埋到水田中的秸秆进入腐解期。秸秆腐解速率年际间变化整体表现为“快-慢-慢”的升高过程。秸秆还田 1 周年时, 秸秆腐解率大幅度提高, 腐解率达 44.3%; 秸秆还田 2 周年时, 秸秆腐解率提高相对减慢, 腐解率为 63.8%; 秸秆还田 3 周年时, 秸秆腐解率变化趋近于平缓, 腐解率为 69.5%。

**关键词:** 黑龙江; 寒地半干旱地区; 稻草; 腐解率

**中图分类号:** S511 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8082(2018)04-0096-03

随着我国农业科学技术的发展, 粮食产量大幅度增加, 相应产生的秸秆量也骤然增加。据统计, 全世界每年秸秆产生总量约为 22 亿 t, 我国每年秸秆产生总量约为 7 亿 t, 其中稻田秸秆产生量为 2 亿 t, 大部分的秸秆被焚烧、堆积或者遗弃。2016 年黑龙江西部的齐齐哈尔和大庆等地区水稻种植面积高达 53.34 万 hm<sup>2</sup>, 相应的稻田秸秆产生量高达 400 多万 t。农作物秸秆中富含纤维素、木质素以及氮、磷、钾等多种营养元素<sup>[1-3]</sup>。秸秆还田有利于土壤改良, 培肥地力。如何做好农作物秸秆的就地转化已成为一个急需解决的问题。目前关于江淮地区秸秆还田的研究相对较多, 但是针对黑龙江西部地区水稻秸秆腐解研究较少。因此, 本试验研究了黑龙江省西部地区水稻秸秆还田后的腐解变化特征, 探讨秸秆腐解规律, 以为实现秸秆资源循环利用提供技术参数。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

龙粳 21 水稻秸秆。

### 1.2 试验设计

试验于 2013-2016 年在齐齐哈尔市曙光村进行, 采用尼龙网袋翻埋法。尼龙网袋规格: 孔径 0.15 mm, 长 30 cm、宽 20 cm。供试水稻秸秆自然风干后剪成 5~10 cm 长的小段放入袋中, 每袋装入秸秆 100 g(干质量), 封住袋口。将网袋于 2013 年 10 月 15 日水田翻地后埋入 20 cm 土层下。每年春季正常整地、施肥, 每 hm<sup>2</sup>施用尿素 300 kg(40%作基肥, 30%作分蘖肥, 30%作穗

肥)、磷酸二铵 100 kg(全部基施)、硫酸钾 150 kg(基肥和穗肥各占 50%), 其他管理措施与当地大田生产相同。

### 1.3 取样方法

秸秆埋入后即进入冬季, 在 10 月至翌年 5 月之间不进行取样, 在每年的 5-9 月每月采样 1 次, 秸秆取出后用水冲洗干净、去除秸秆以外的杂物, 在 80℃下烘干至恒质量。

## 2 结果与分析

### 2.1 秸秆残留量随时间的变化规律

从图 1 可见, 连续 3 年秸秆还田, 每年的 10 月至翌年 5 月秸秆腐解都进入停滞期, 翌年 6 月到翌年 9 月期间, 进入快速腐解期。且随腐解时间的延长, 秸秆残余物质量变化整体呈下降趋势, 具体表现为“快-慢-慢”的变化过程。

### 2.2 秸秆腐解率随时间的变化规律

从图 2 可见, 连续 3 年秸秆还田, 随腐解时间的延长, 秸秆腐解率变化整体呈现上升的趋势, 具体表现为“快-慢-慢”的变化过程。秸秆还田 1 周年时, 秸秆腐解

收稿日期: 2018-02-02

**基金项目:** 国家重点研发计划“东北稻田资源高效利用与丰产增效模式研究”(2016YFD 0300204); 黑龙江省农业科学院院级科研项目(2017ZC12); 齐齐哈尔市科学技术局农业攻关项目(NYGG-201514); 黑龙江省水稻现代农业产业技术协同创新体系

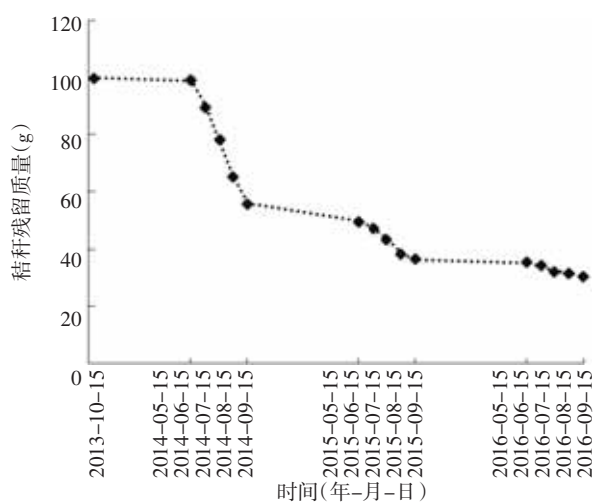


图1 秸秆残余质量随时间变化曲线

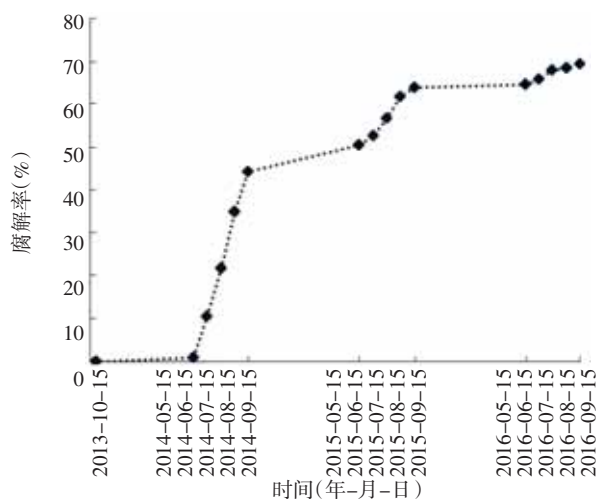


图2 秸秆腐解率随时间变化曲线

率达44.3%;秸秆还田2周年时,秸秆腐解率提高速率相对减慢,其腐解率为63.8%;秸秆还田3周年时,秸秆腐解率提高速率趋近于平缓,腐解率为69.5%。

### 2.3 腐解第1年水稻秸秆残余物质量变化规律

从图3可见,秸秆还田后的第1个月到第8个月秸秆残余物质量变化较少,第9个月秸秆质量为初始值的89.6%,第10个月秸秆质量为初始值的78.2%,第11个月秸秆质量为初始值的65.1%,第12个月秸秆质量为初始值的55.7%。

### 2.4 腐解第2年水稻秸秆残余物变化规律

从图4可见,秸秆还田后的第13个月到第20个月秸秆残余物质量变化较少,第21个月秸秆质量为初始值的47.3%,第22个月秸秆质量为初始值的43.4%,第23个月秸秆质量为初始值的38.3%,第24个月秸秆质量为初始值的36.2%。

### 2.5 腐解第3年水稻秸秆残余物变化规律

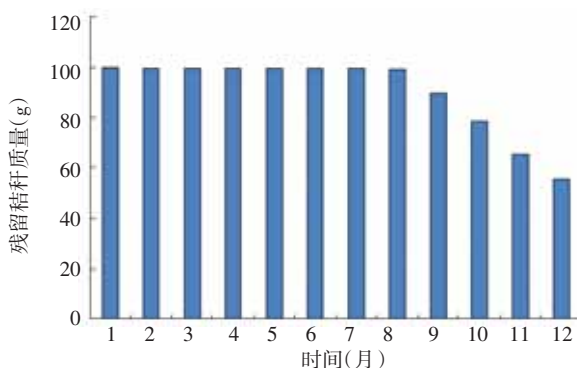


图3 腐解1年秸秆残余物质量变化

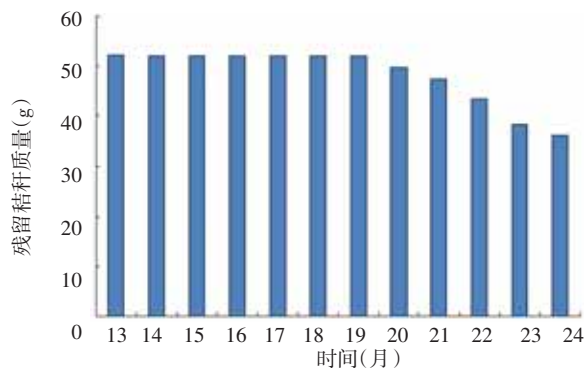


图4 腐解2年秸秆残余物质量变化

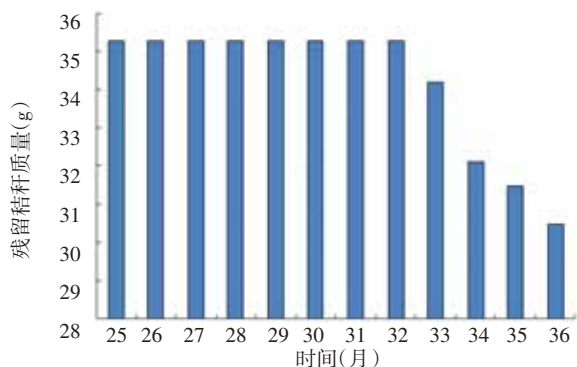


图5 腐解3年秸秆残余物质量变化

从图5可见,秸秆还田后的第25个月到第32个月秸秆残余物质量变化较少,第33个月秸秆质量为初始值的34.2%,第34个月秸秆质量为初始值的32.1%,第35个月秸秆质量为初始值的31.5%,第36个月秸秆质量为初始值的30.5%。

### 2.6 腐解秸秆残留质量变化动态

结合图1~图5的数据对秸秆残余物质量变化进行数据拟合分析,其结果如图6所示,对数方程对秸秆残留质量的拟合效果良好, $R^2=0.9727$ ,拟合方程为 $y=-51.69 \ln(x)+96.6660$ ,其中 $y$ 为秸秆残余物质量, $x$ 为秸秆腐解年限。

### 2.7 腐解秸秆残留质量变化动态

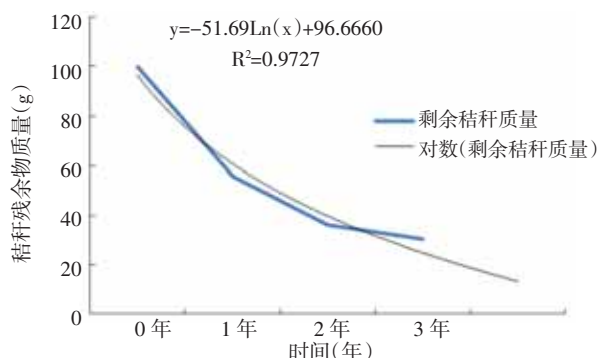


图6 腐解秸秆残余物质质量变化动态

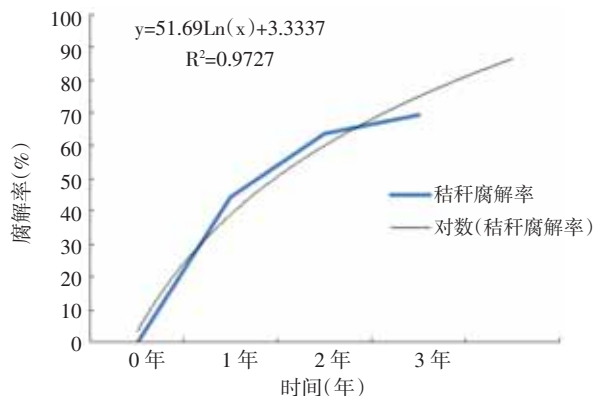


图7 秸秆腐解率变化动态

结合图1~图5数据对秸秆腐解率变化进行数据拟合分析,其结果如图7所示,对数方程对秸秆腐解率的拟合效果良好,  $R^2=0.9727$ , 拟合方程为  $y=51.69 \ln(x)+3.3337$ , 其中,  $y$  为秸秆腐解率,  $x$  为秸秆腐解年限。

## 2.8 秸秆年腐解率变化

试验结果,秸秆还田第1年的腐解率为44.3%;秸秆还田第2年的腐解率为19.5%,连续2年秸秆还田腐解率共计63.8%;秸秆还田第3年的腐解率为5.7%,连续3年秸秆还田腐解率共计69.5%。

## 3 结论与讨论

本试验结果表明,黑龙江西部半干旱地区水稻秸秆腐解整体呈现“快-慢-慢”的趋势<sup>[4-6]</sup>。秸秆腐解第1年腐解速率最快为44.3%,第2年腐解速率降低为19.5%,第3年腐解速率为5.7%。分析秸秆腐解速率变化的原因,可能是由于秸秆中容易被分解的成分前期已被腐解,后期剩余大量的纤维素和半纤维素等难以被分解的物质。目前很多地区水稻都采用秸秆连年还田的耕作模式,导致稻田中难以被分解的纤维素、半纤维素大量沉积<sup>[7-9]</sup>。构建一种适合黑龙江西部半干旱地区的、独特的秸秆还田模式有待于进一步研究。

### 参考文献

- [1] Henriksen T M, Breland T A. Carbon mineralization, fungal and bacterial growth, and enzyme activities as affected by contact between crop residues and soil[J]. *Biol Fertil Soils*, 2002, 35(1): 41-48.
- [2] 韩鲁佳, 门巧娟, 刘向阳, 等. 中国农作物秸秆资源及其利用现状[J]. *农业工程学报*, 2002, 18(3): 87-91.
- [3] 张电学, 韩志卿, 刘微, 等. 不同促腐条件下秸秆直接还田对土壤养分时空动态变化的影响[J]. *土壤通报*, 2005, 36(3): 360-364.
- [4] 王允青, 郭熙盛. 不同还田方式作物秸秆腐解特征研究[J]. *安徽农业科学*, 2006, 32(10): 2 218-2 220.
- [5] 王允青, 郭熙盛. 不同还田方式作物秸秆腐解特征研究[J]. *中国生态农业学报*, 2008, 16(3): 607-610.
- [6] 刘世平, 陈文林, 聂新涛, 等. 麦稻两熟地区不同埋深对还田秸秆腐解进程的影响[J]. *植物营养与肥料学报*, 2007, 13(6): 1 049 - 1 053.
- [7] 张海林, 高旺盛, 陈宁, 等. 保护性耕作研究现状、发展趋势及对策[J]. *中国农业大学学报*, 2005, 10(1): 16-20.
- [8] 李云乐. 农田条件下麦秸的生物分解过程及分析[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
- [9] 徐国伟, 常一华, 蔡建. 秸秆还田的效应及影响因素[J]. *耕作与栽培*, 2005(1): 6-9.

## Decomposition Characteristics of Rice Straw in Western Heilongjiang

TAN Kefei<sup>1</sup>, WANG Qi<sup>2</sup>, LIU Chuanzeng<sup>1</sup>, MA Bo<sup>1</sup>, HU Jifang<sup>1</sup>, ZHAO Fuyang<sup>1</sup>, ZENG Xiannan<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Qiqihaer Sub-academy, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihaer, Heilongjiang 161006, China; <sup>2</sup>Crop Tillage and Cultivation Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; 1st author: tkfhj@163.com)

**Abstract:** Three consecutive years of straw decomposition test was carried out with nylon bag to study the decomposition characteristics of rice straw in Western Heilongjiang. The results showed that, the decomposition of rice straw into stagnation period between every October to May the next year; the straw was into decomposition of from June to September. The change of the decay rate of rice straw is “fast - slow -slow”. On the first anniversary of decomposition, the rate of decay was greatly improved, the rate was 44.3%; on the second anniversary of decomposition, the rate of decay was relatively slow, the rate was 19.5%; on the third anniversary of decomposition, the change of decay was tends to be stable, the decomposing rate was 5.7%.

**Key words:** Heilongjiang; semi-arid areas of the cold region; rice straw; decomposition rate