

# 秸秆还田深度对土壤有机质含量及酶活性的影响

徐莹莹,王俊河,刘玉涛,王宇先,高盼,杨慧莹

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

**摘要:**为促进秸秆快速有效分解,设置不同土层共 6 个处理,分别为秸秆不还田 CK1(0 cm)、CK2(15 cm)、CK3(30 cm)及秸秆还田处理 SR1(0 cm)、SR2(15 cm)、SR3(30 cm),对各处理土壤有机质含量及过氧化氢酶、脲酶和蔗糖酶活性进行测定。结果表明:秸秆还田处理下的土壤有机质含量比不还田增加 2.1~9.8 g·kg<sup>-1</sup>,过氧化氢酶、脲酶和蔗糖酶活性显著提高,还田深度为 15 cm 时秸秆腐解速率最快,对提高土壤有机质含量等效果更好。土壤酶活与有机质相关性研究结果表明:酶活性与有机质呈显著正相关( $P<0.05$ ),3 种酶在土壤物质分解转化,有机质积累等过程中起到重要作用。

**关键词:**秸秆还田;还田深度;有机质;土壤酶活

**中图分类号:** S156.99 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2767(2017)11-0022-04 **DOI:** 10.11942/j.issn1002-2767.2017.11.0022

黑龙江省是我国玉米主产区,也是玉米秸秆资源最丰富的省份之一<sup>[1]</sup>。然而大量秸秆被直接就地焚烧,不仅造成秸秆资源的浪费,而且污染环境,破坏土壤生态系统<sup>[2-3]</sup>。如何有效处理这些玉米秸秆,实现资源的循环利用成为人们关注的焦点。秸秆还田是解决该问题最有效的方式之一。研究表明,秸秆还田能够改良土壤结构,增强土壤肥力,有利于作物生长及产量提高<sup>[4]</sup>。土壤酶是土壤重要组成成分,直接参与土壤物质的转化及

养分的释放和固定,是评价土壤肥力的重要指标。土壤有机质也是评价土壤肥力的重要指标之一,对了解土壤环境状况,进行培肥改土具有重要指导意义。有关秸秆还田方式对土壤酶活及有机质影响的报道较多,但有关秸秆还田深度对酶活及有机质含量影响的研究较少。所以,本研究通过秸秆不同还田深度对土壤酶活及有机质含量影响的研究,旨在明确秸秆最适还田深度,为秸秆快速有效腐解,释放养分,提高土壤肥力提供重要依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地情况

试验于 2016-2017 年在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院试验地(N 47°15′、E 123°40′)进行,土壤类型为碳酸盐黑钙土。分 3 层取样(0、15 和 30 cm),各层土壤基础肥力见表 1。

收稿日期:2017-10-15  
**基金项目:**黑龙江省农业科学院院级科研资助项目(2017 SJ034);齐齐哈尔市科技局农业攻关资助项目(NYGG-201625、NYGG-201509、NYGG-201409);公益性行业(农业)科研专项经费资助项目(201503116-02);国家现代农业技术体系建设资助项目(CARS-02)  
**第一作者简介:**徐莹莹(1989-),女,黑龙江省齐齐哈尔市人,硕士,研究实习员,从事耕作栽培和农业微生物研究。E-mail: ghdetongzhuo@163.com。

# Density Experiments of Special Maize in Gaolan County

JIAO Tang-guo, FENG Hui-wen, YAN Ji-zhuo

(Baiyin Institute of Agricultural Sciences, Baiyin, Gansu 730900)

**Abstract:** To investigate the relationships among the planting density, yield and its component factors of special maize, density experiments were conducted for selecting the reasonable planting density. The results showed that the yield of 90 000 plants·hm<sup>-2</sup> was the highest, reached 12.24 t·hm<sup>-2</sup>, followed by 82 500 plants·hm<sup>-2</sup>, yield was 12.16 t·hm<sup>-2</sup>. The yield of CK(60 000 plants·hm<sup>-2</sup>) was the lowest, reached 10.05 t·hm<sup>-2</sup>. And there was highly significant difference between 90 000 plants·hm<sup>-2</sup> and 60 000 plants·hm<sup>-2</sup>.

**Keywords:** Gaolan county; special maize; density; yield

表 1 供试土壤基础肥力

Table 1 Basic fertility of experimental soil

土层/cm	碱解氮/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	有效磷/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	速效钾/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	有机质/ (g·kg <sup>-1</sup> )	全氮/%	全磷/%	全钾/%	pH
Soil depth	Alkali-hydrolyzable nitrogen	Available phosphorus	Available potassium	Organic matter	Total nitrogen	Total phosphorus	Total potassium	
0	103	17.1	136	24.8	0.169	0.092	0.761	7.37
15	92	15.3	126	24.2	0.145	0.085	0.662	7.69
30	89	14.5	117	20.9	0.133	0.080	0.529	7.84

1.2 材料

供试材料为成熟期的玉米秸秆,80℃烘干至恒重,切成5cm小段备用。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验按不同土层设置秸秆不还田CK1(0cm)、CK2(15cm)、CK3(30cm)和秸秆还田SR1(0cm)、SR2(15cm)和SR3(30cm)共6个处理,秸秆还田的3个处理,是将秸秆与土壤充分混合后装入尼龙网袋中,于2016年4月埋入原土层中(埋入深度分别为0、15和30cm),2017年10月取出。

1.3.2 测定项目及方法 土壤有机质含量采用重铬酸钾外加热法测定<sup>[5]</sup>;过氧化氢酶活性采用高锰酸钾滴定法测定,以mL·g<sup>-1</sup>表示;脲酶活性采用靛酚蓝比色法测定,以mg·g<sup>-1</sup>表示;蔗糖酶活性采用二硝基水杨酸法测定<sup>[6]</sup>,以mg·g<sup>-1</sup>表示。

1.3.3 数据分析 采用Excel 2007和SPSS 17.0软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对土壤有机质含量的影响

由图1可知,未添加秸秆的CK1(2017年10月取样)有机质含量较CK1(原土)降低10.1%,CK2较CK2(原土)降低16.9%,CK3较CK3(原土)降低5.6%,说明在无外源有机物料添加的情况下,经过2a的转化,土壤有机质含量有所降低,但不同土层降低幅度有所差异,由于土层15cm通气性及水热环境较好,有利于加速土壤有机质分解,因而该层土壤有机质分解速率较快,含量下降明显;其次降低幅度较大的为表层土壤,而30cm降低幅度最小,说明下层土壤有机质分解速率明显降低。添加秸秆的SR1有机质含量

较CK1(原土)增加12.9%,SR2较CK2(原土)增加23.6%,SR3较CK(原土)增加4.8%,说明秸秆还田后可显著提高土壤有机质含量,不同还田深度对有机质含量影响有所差异,表层土壤由于水分蒸发,秸秆腐解缺少水分,因此腐解速率较15cm慢,30cm秸秆通气性较差,秸秆分解速率也较缓慢,而15cm土壤环境适宜,能够加速秸秆腐解,因此秸秆埋入15cm时腐解效果更好。

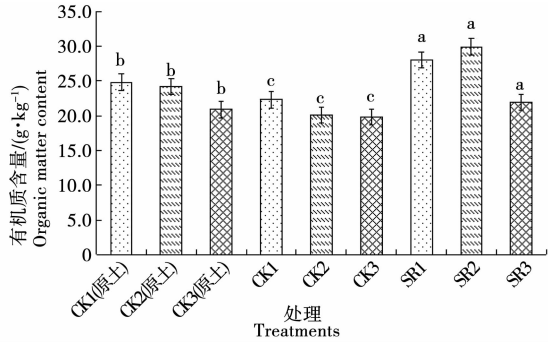


图1 不同处理土壤有机质含量

Fig.1 Soil organic matter content of different treatments

2.2 不同处理对土壤酶活性的影响

2.2.1 不同处理对过氧化氢酶活性的影响 由图2可知,秸秆还田各处理的过氧化氢酶活性均高于不还田处理,其中SR1过氧化氢酶活性比CK1提高12.9%,SR2比CK2提高23.1%,SR3比CK3提高6.7%,说明土壤中施加秸秆对过氧化氢酶活性具有促进作用,秸秆埋入15cm酶活提高幅度较大,可能与秸秆还田后该层有机质含量明显增加有关。

2.2.2 不同处理对脲酶活性的影响 由图3可知,各层秸秆还田处理下的脲酶活性均高于不还田处理,SR1比CK1脲酶活性增加43.4%,SR2活性比CK2增加51.0%,SR3活性比CK3增加35.4%,说明秸秆还田能够显著增加土壤脲酶活性,当还田深度为15cm时,脲酶活性增幅最大,这是由于该层秸秆腐解效果较好,矿化的秸秆能

促进土壤氮素循环,提高氮素利用率,有利于脲酶活性增加。

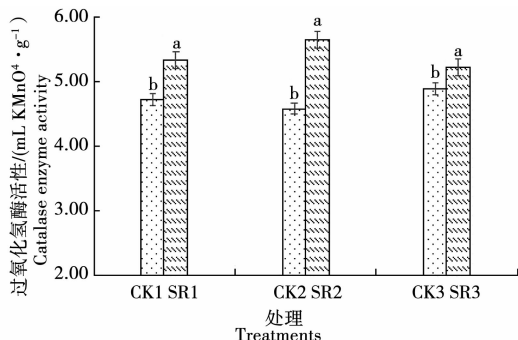


图 2 不同处理土壤过氧化氢酶活性

Fig. 2 Catalase enzyme activity of different treatmets

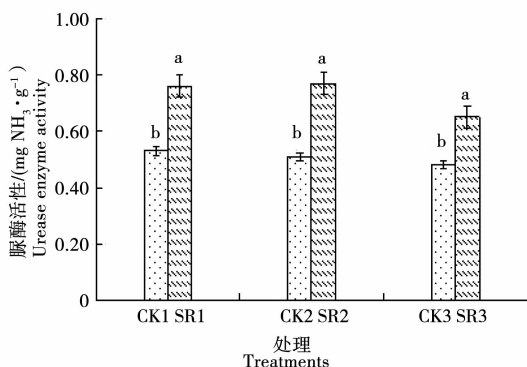


图 3 不同处理土壤脲酶活性

Fig. 3 Urease enzyme activity of different treatmets

2.2.3 不同处理对蔗糖酶活性的影响 由图 4 可知,深度相同时,秸秆还田处理下的土壤蔗糖酶活性显著高于不还田处理。SR1 蔗糖酶活性比 CK1 提高 39.2%,SR2 比 CK2 提高 53.8%,SR3 比 CK3 提高 46.7%。土壤蔗糖酶活性大小在不同深度土层表现为:15 cm>0 cm>30 cm。

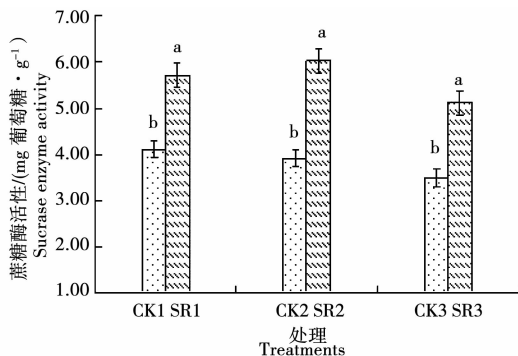


图 4 不同处理土壤蔗糖酶活性

Fig. 4 Sucrase enzyme activity of different treatmets

## 2.3 土壤酶活性与有机质相关性分析

从图 5 看出,3 种酶均与土壤有机质呈显著

正相关( $P<0.05$ ),说明土壤酶活性大小在很大程度上决定着土壤分解转化外源物料的能力,即土壤酶活性越强,对外源物料的分解能力越强,进而促进土壤中有机质的积累。反之,土壤中有机质含量增加,又会促进酶活性的提高。

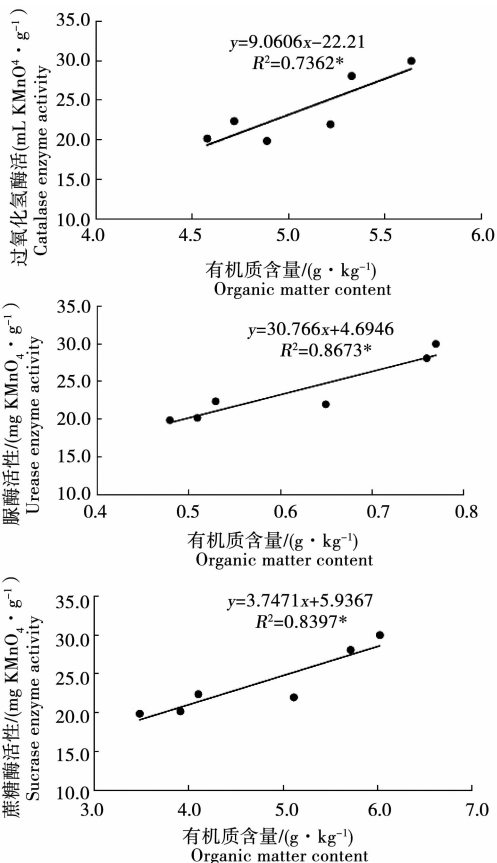


图 5 土壤酶活性与有机质相关性

Fig. 5 Correlation between soil enzyme activity and organic matter

## 3 讨论与结论

秸秆还田作为我国有机农业的重要环节,对改良土壤结构,培肥地力具有重要作用。研究表明,秸秆还田主要是通过增加土壤有机质和提高氮肥利用率来改善农田生产环境,进而提高作物生产能力<sup>[7]</sup>。王晓波等<sup>[8]</sup>研究表明,与秸秆不还田相比,免耕条件下的秸秆还田使土壤有机质和全氮含量分别平均提高  $3.36 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  和  $0.095 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。夏强<sup>[9]</sup>研究发现,秸秆还田能增加玉米各时期土壤酶活性。在本研究中,经过两年的转化,秸秆还田处理下的土壤有机质含量比不还田增加  $2.1 \sim 9.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,过氧化氢酶、脲酶和蔗糖酶活性显著提高,其中还田深度为 15 cm 时秸秆腐解速率较快,对提高土壤有机质含量等效

果更好,这主要是由于该深度具有较好的水热气条件,有利于秸秆腐解释放养分,促进有机质积累及酶活性的增强。

本研究发现,土壤过氧化氢酶、脲酶及蔗糖酶活性与有机质呈显著正相关( $P < 0.05$ ),这与矫丽娜<sup>[10]</sup>等研究结果一致,说明这3种酶在土壤物质分解转化,有机质积累等过程中起到重要作用。

#### 参考文献:

- [1] 姚宗路,赵立欣,田宜水,等.黑龙江省农作物秸秆资源利用现状及中长期展望[J].农业工程学报,2009,25(11):288-292.
- [2] 王麒.黑龙江省农作物秸秆利用对策及模式研究[J].黑龙江农业科学,2014(3):130-131.
- [3] 孙千然.黑龙江省气象条件与秸秆焚烧对霾的影响分析[D].哈尔滨:东北农业大学,2016.

- [4] 刘志华,盖兆雪,李晓梅,等.秸秆还田对玉米产量形成及土壤肥力的影响[J].黑龙江农业科学,2014(7):42-45.
- [5] 鲁如深.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,2000.
- [6] 关松荫.土壤酶及其研究方法[M].北京:农业出版社,1986.
- [7] 潘剑玲,代万安,尚占环,等.秸秆还田对土壤有机质和氮素有效性影响及机制研究进展[J].中国生态农业学报,2013,21(5):526-535.
- [8] 王晓波,车威,纪荣婷.秸秆还田和保护性耕作对砂姜黑土有机质和氮素养分的影响[J].土壤,2015,47(3):483-489.
- [9] 夏强.秸秆还田对土壤养分及其生物学特性影响的研究[M].安徽:安徽农业大学,2013.
- [10] 矫丽娜,李志洪,殷程程,等.高量秸秆不同深度还田对黑土有机质组成和酶活性的影响[J].土壤学报,2015,52(3):665-672.

## Effect of Straw Returning Depth on Soil Organic Matter Content and Enzyme Activity

XU Ying-ying, WANG Jun-he, LIU Yu-tao, WANG Yu-xian, GAO Pan, YANG Hui-ying

(Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161006)

**Abstract:** In order to promote the rapid and effective decomposition of straw, six treatments were set up in different soil layers, they were straw not returning treatment, including CK1(0 cm), CK2(15 cm), CK3(30 cm) and straw returning treatment, including SR1(0 cm), SR2(15 cm), SR3(30 cm). The soil organic matter content, and catalase, enzyme activities of urease and sucrase were measured. The results showed that compared with no straw returning to the field, soil organic matter content of the straw returning treatment increased by  $2.1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  to  $9.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ . And activities of catalase, urease and sucrase enzyme were significantly increased. The decomposition rate of straw was the fastest at the depth of 15 cm, which was better for improving the soil organic matter content. The correlation between soil enzyme activity and organic matter showed that the enzyme activity was positively correlated with organic matter ( $P < 0.05$ ). Soil enzyme played an important role in the decomposition and transformation of soil substance and accumulation of organic matter.

**Keywords:** straw returning; returning depth; organic matter; soil enzyme



### 实用的媒体、有效的平台

《农村大市场》由全国农业高新技术成果产品交流交易中心参与主办,遵循“解读农村经济,繁荣农业产业”的宗旨,更加注重农业新技术、新产品、新品种的宣传报道,内容丰富、信息及时、技术性强、实用性好,是我国第一份面向广大农村市场的交流性刊物。

本刊设有农业要闻、CTE科技苑、健康生活、政策要论、行业规范、三农论坛、合作组织、市场纵横、经营之道、企业之窗、良种园地、作物栽培、水肥土壤、植物保护、养殖天地、农机平台、设施园艺、创意农业、资源环境、社会经纬、农村百科等20多个栏目。

本刊为国际大16开,每月下旬出版,全国交流,邮寄费5.00元/本,全年60元,请直接与编辑部联系订阅。

收款人:农村大市场杂志社

汇款地址:北京市圆明园西路2号中国农业大学43信箱

邮编:100193

电话:010-62818600 62890276 传真:010-62733339

E-mail: nacc@nacc.org.cn ncsc@nacc.org.cn

QQ: 515026068