

# 玉米秸秆不同还田方式对黑钙土物理性质和产量的影响

高 盼,徐莹莹,杨慧莹,刘玉涛,王宇先,王俊河

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院/国家玉米体系齐齐哈尔综合试验站,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

**摘要:**为提高东北玉米集约化生产区秸秆资源利用和培肥土壤,采用大区对比试验,设置常规栽培(对照)、秸秆覆盖还田、秸秆粉碎旋耕还田和秸秆翻埋还田,采用常规方法探索半干旱地区玉米秸秆对土壤物理性质及产量的影响。结果表明:常规栽培方式(对照)土壤容重最大,为 $1.38\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ,其次为覆盖还田、翻埋还田和旋耕还田,与对照相比分别降低了 $3.00\%$ 、 $8.06\%$ 和 $7.46\%$ 。 $0\sim 20\text{ cm}$ 土层,吐丝期翻埋还田处理土壤含水量分别比常规栽培、覆盖还田、旋耕还田高 $12.20\%$ 、 $7.35\%$ 和 $16.30\%$ ;成熟期翻埋还田土壤含水量分别比常规栽培、覆盖还田和旋耕还田高 $18.52\%$ 、 $17.64\%$ 和 $22.63\%$ 。 $20\sim 40\text{ cm}$ 土层,吐丝期翻埋还田土壤含水量分别比常规栽培、覆盖还田和旋耕还田高 $14.90\%$ 、 $13.73\%$ 和 $15.82\%$ ;成熟期翻埋还田土壤含水量分别比常规栽培、覆盖还田和旋耕还田高 $14.98\%$ 、 $14.66\%$ 和 $17.82\%$ 。覆盖还田处理的行粒数最大,其它还田方式略低。不同方式秸秆还田各处理间玉米产量存在一定差异,其年平均产量最高为秸秆翻埋还田,较对照提高 $9.6\%$ 。

**关键词:**秸秆还田;土壤容重,土壤含水量;产量

中图分类号:S513.06 文献标识码:A 文章编号:1002-2767(2017)04-0031-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.04.0031

玉米秸秆中富含 C 源及 N、P、K 等养分,如果能有效将秸秆还田利用,则在保持和改善黑龙江土壤肥力方面将有重要的作用<sup>[1]</sup>。黑龙江省是我国玉米主产区之一,玉米秸秆资源十分丰富<sup>[2]</sup>。但黑龙江省气温较低、玉米秸秆腐解速率缓慢,而且缺乏可行有效的还田技术和机械等原因,所以使得黑龙江地区秸秆还田率低且还田效果不明显<sup>[3]</sup>。基于此,探讨黑龙江省玉米秸秆还田的理论与方法,突破制约秸秆有效还田的技术瓶颈,是提高黑龙江省玉米秸秆资源利用效率和增加土壤肥力的迫切需求。本试验设置常规栽培方式(对照)、秸秆覆盖还田,秸秆粉碎旋耕还田,秸秆翻埋还田 3 种主要秸秆还田方式,研究长期秸秆还田

条件下不同还田方式对土壤肥力和作物产量的影响,探索适宜当地生产和生态的最适秸秆还田方式,为该区作物生产和土壤扩蓄增容提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验设于齐齐哈尔分院试验基地,地势平坦,肥力中等,为碳酸盐黑钙土,基础肥力见表 1。属于中温带大陆性季风气候,2016 年科研试验地生育期(5 月 1 日至 9 月 30 日) $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的积温为 $3\,026.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的活动积温为 $2\,995.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,略高于往年平均水平。始霜期为 9 月 28 日,无霜期为 150 d。

表 1 供试土壤基础肥力

Table 1 The fertility condition of experimental soil

处理	碱解氮	有效磷	速效钾	pH	有机质	全氮/%	全磷/%	全钾/%
Treatments	$/(mg\cdot kg^{-1})$	$/(mg\cdot kg^{-1})$	$/(mg\cdot kg^{-1})$		$/(g\cdot kg^{-1})$	Total	Total	Total
	Available	Available	Available		Organic	nitrogen	phosphorus	potassium
	nitrogen	phosphorus	potassium		matter			
土壤 Soil	100	16.9	134	7.82	26.5	0.162	0.09	0.50

2016 年科研试验地生育期(5 月 1 日至 9 月 30 日)降雨量为 283.2 mm(见表 2),为近 6 年来最低,其中 6 月降雨量显著高于平均水平,7、8 月降雨量显著低于往年平均水平,9 月略高于往年平均水平。

收稿日期:2017-02-15  
第一作者简介:高盼(1990-),女,黑龙江省双鸭山市人,硕士,研究实习员,从事作物栽培研究。E-mail:panneygao@126.com。

表 2 2016 年试验区气象数据

Table 2 Meteorological data of experimental area in 2016

项目 Items	五月 May	六月 June	七月 July	八月 August	九月 September
积温/℃ Accumulated temperature	502.2	600.0	765.7	682.0	445.1
降水量/mm Precipitation	44.2	118.9	12.5	33.9	73.7
相对湿度/% Relative humidity	41	53	63	57	71

1.2 材料

供试玉米品种为先玉 335。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验采用大区对比,不重复。设置常规栽培(对照)、秸秆覆盖还田、秸秆粉碎旋耕还田、秸秆翻埋还田,共 3 种还田方式,每个处理 0.33 hm<sup>2</sup>,秸秆还田量为 9 000 kg·hm<sup>-2</sup>。春季一次性深施底肥,复合肥氮 12%、磷 20%、钾 13%,施肥量 25 kg,长效硫包衣尿素 20 kg。深施垄下 15 cm。5 月 4 日机械精量播种,5 月 8 日播后喷灌,采用自走式喷灌,灌水量 35 mm,6 月 12 日 4 叶期化学除草,完熟期收获测产。

1.3.2 测定项目及方法 土壤容重:成熟期时环刀法测定。土壤水分:分别于苗期、拔节期、抽雄吐丝期、成熟期分别测定耕层 0~20 cm、20~40 cm 土壤含水量,测定方法采用烘干法。农艺性状调查:成熟期时每个处理每个重复随机挑选长势均匀一致的 5 m 双行,共取 20 穗玉米,选取 5 穗考察穗长度、秃尖长度、穗粒数、出籽率、含水率、千粒重(烘干重),记算公顷籽粒产量(14%标准含水量),其余脱粒晒干后称量计产。

采用 Microsoft Excel 2010 和 DPS 数据处理系统软件进行数据分析和处理。

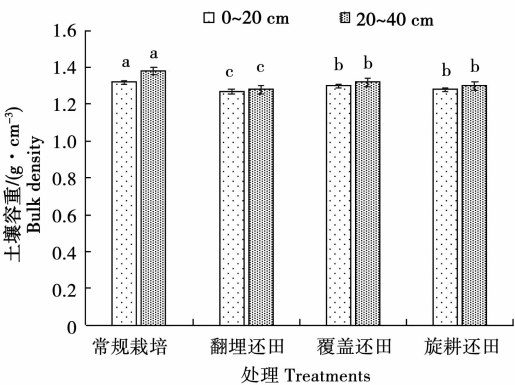
2 结果与分析

2.1 不同秸秆还田方式对土壤物理性状的影响

2.1.1 不同秸秆还田处理对土壤容重的影响

由图 1 可知,在 0~20 cm 土层中,常规栽培方式(对

照)土壤容重最大,为 1.38 g·cm<sup>-3</sup>,显著高于其它处理,其次为覆盖还田,土壤容重与对照相比降低了 3%,而秸秆翻埋还田和旋耕还田处理土壤容重较低,与对照相比分别降低了 8.06% 和 7.46%。20~40 cm 土层中土壤容重规律与 0~20 cm 土层规律相同,表明秸秆还田有助与降低土壤容重。而且 20~40 cm 土层土壤容重高于 0~20 cm 土壤容重。



不同小写字母表示处理间在 5% 水平上差异显著。下同。  
The lowercase indicate the significant difference at 5% level.  
The same below.

图 1 成熟期不同秸秆还田处理土壤容重  
Fig. 1 Bulk density under different treatments in mature period

2.1.2 不同秸秆还田处理对土壤水分的影响

由表 3、表 4 可知,播种期至吐丝期,土层 0~20 cm、20~40 cm 各处理的土壤含水量均有不同程度的差异。0~20 cm 土层,吐丝期各处理间差异显著,

表 3 土壤 0~20 cm 生育期土壤含水量

Table 3 Soil water content of 0~20 cm in different growth stages

处理 Treatments	含水量/% Water content					
	播种期 Sowing time	苗期 Seedling stage	拔节期 Jointing stage	抽雄期 Tasseling stage	吐丝期 Silking stage	成熟期 Mature stage
常规栽培(CK)	16.69 b	21.03 a	16.19 c	17.31 b	19.01 c	19.98 b
覆盖还田 Straw mulching returning	16.84 a	20.84 a	16.75 b	17.68 b	19.87 b	20.13 b
旋耕还田 Straw crushing rotary tillage returning	16.44 b	20.89 a	15.61 c	17.13 b	18.34 d	19.31 b
翻埋还田 Straw digging returning	16.71 b	20.96 a	18.47 a	20.02 a	21.33 a	23.68 a

翻埋还田处理土壤含水量分别比常规栽培、覆盖还田、旋耕还田高 12.20%、7.35%和 16.30%;成熟期翻埋还田土壤含水量分别比常规栽培、覆盖还田和旋耕还田高 18.52%、17.64%和 22.63%。20~40 cm 土层,吐丝期翻埋还田处理土壤含水量显著高于其它处理,分别比常规栽培、覆盖还田和旋耕还田高 14.90%、13.73%和 15.82%;成熟期翻埋还田土壤含水量分别比常规栽培、覆盖还

田和旋耕还田高14.98%、14.66%和 17.82%。  
2.2 不同还田方式对产量的影响  
由表 5 可以看出,覆盖还田处理行粒数最大,其它还田方式略低,除常规栽培外,不同还田方式穗长差异显著。不同方式秸秆还田处理间玉米产量存在一定差异,其年平均产量由高到低依次为:秸秆翻埋还田、秸秆旋耕还田、常规栽培、秸秆覆盖还田。

表 4 土壤 20~40 cm 生育期土壤含水量

Table 4 Soil water content of 20~40 cm in different growth stages

处理 Treatments	含水量/% Water content					
	播种期 Sowing time	苗期 Seedling stage	拔节期 Jointing stage	抽雄期 Tasseling stage	吐丝期 Silking stage	成熟期 Mature stage
常规栽培(CK)	16.03 b	20.97 a	17.03 b	18.73 b	20.33 b	21.16 b
覆盖还田 Straw mulching returning	16.57 a	20.68 a	17.44 b	19.03 b	20.54 b	21.22 b
旋耕还田 Straw crushing rotary tillage returning	16.44 a	21.34 a	16.84 b	18.66 b	20.17 b	20.65 b
翻埋还田 Straw digging returning	16.34 a	21.17 a	20.24 a	21.65 a	23.36 a	24.33 a

表 5 不同还田方式对产量的影响

Table 5 The effects of yield in different ways of returning

处理 Treatments	穗长/cm Spike number	穗粗/cm Ear diameter	穗行数 Row number	行粒数 Grains per row	百粒重/g 100-kernel weight	产量/ (kg·hm <sup>-2</sup> ) Yield
常规栽培(CK)	19.5 b	4.35 c	16 a	44.0 a	23.67 a	7181.02
覆盖还田 Straw mulching returning	20.0 b	4.50 b	17 a	45.0 a	23.15 a	6835.18
旋耕还田 Straw crushing rotary tillage returning	18.0 c	4.80 a	16 a	42.0 b	23.39 a	7478.62
翻埋还田 Straw digging returning	21.0 a	4.30 c	16 a	43.5 a	22.62 b	7869.77

### 3 结论与讨论

#### 3.1 不同还田方式对土壤容重的影响

土壤容重是土壤物理性质的重要指标之一。刘义国<sup>[6]</sup>等认为,秸秆还田可以降低土壤容重,增加土壤通气能力,更好地改善土壤的物理结构。张久明<sup>[7]</sup>等试验结果表明,不同秸秆还田方式可以使容重降低 0.19~0.23 g·cm<sup>-3</sup>,这与李敏<sup>[8]</sup>的研究结果一致。本试验常规栽培方式(对照)土壤容重最大,为 1.38 g·cm<sup>-3</sup>,其次为覆盖还田,与常规栽培相比降低了 3%,而秸秆翻埋还田和旋耕还田处理土壤容重较低,与对照相比分别降低了 8.06%和 7.46%;秸秆还田能够降低土壤容重可能是因为:秸秆还田后,由于腐解反应不是十分完全,在土壤中仍然存在未分解的秸秆残体,因此降低了土壤的容重。

#### 3.2 不同还田方式对土壤含水量的影响

本试验土层 20~40 cm 吐丝期,翻埋还田土壤含水量分别比常规栽培、覆盖还田和旋耕还田高 14.90%、13.73%和 15.82%;成熟期翻埋还田土壤含水量分别比常规栽培、覆盖还田和旋耕还田高 14.98%、14.66%和 17.82%;故秸秆还田对土壤吸水有提高作用。这可能是由于秸秆还田后土壤中的秸秆残体未完全腐解,秸秆残体吸收土

壤中多余的水分,并且有效的保持了土壤水分,进而增大了土壤水含量。  
3.3 不同还田方式对玉米产量的影响  
本研究中翻埋还田方式产量最高,说明秸秆翻埋还田方式更有利于秸秆的腐解和秸秆中营养的释放,为微生物提供了碳源,改善了土壤物理性状,增加了土壤微生物活性,进而增加微生物量,提高了土壤肥力和产量。  
参考文献:  
[1] 汪炎炳. 秸秆还田培肥改土试验研究[J]. 土壤通报, 1991(4):171-173.  
[2] 王如芳,张吉旺,董树亭,等. 我国玉米主产区秸秆资源利用现状及其效果[J]. 应用生态学报, 2011,22(6):1504-1510.  
[3] 王小彬,蔡典雄,张镜清,等. 旱地玉米秸秆还田对土壤肥力的影响[J]. 中国农业科学, 2000,33(4):54-61.  
[4] Muhammad S, Müller T, Joergensen R G. Decomposition of pea and maize straw in Pakistani soils along a gradient in salinity[J]. Biologyand Fertility of Soils, 2006, 43 (1): 93-101.  
[5] 蔡红光,梁尧,闫孝贡,等. 东北黑土区秸秆不同还田方式下玉米产量及养分累积特征[J]. 玉米科学, 2016,24(5): 68-74.  
[6] 刘义国,刘永红,刘洪军,等. 秸秆还田量对土壤理化性状及小麦产量的影响[J]. 中国农学通报, 2013,29(3):131-135.  
[7] 张久明,迟凤琴,宿庆瑞. 不同耕作方式对瘠薄黑土区土壤结构的影响[J]. 玉米科学, 2013,21(5):104-108.  
[8] 李敏. 秸秆与化肥配施对菜园地土壤理化性状的影响[J]. 吉林农业科学, 2013,38(4):28-32.

# 农业用硫酸镁产品指标筛选及确定

于向华

(辽宁省土壤肥料总站,辽宁 沈阳 110034)

**摘要:**为确定农业硫酸镁产品指标,通过收集分析农业用硫酸镁企业标准及产品田间肥效试验数据,开展样品检测等。结果表明:筛选镁(Mg)、硼(B)、铁(Fe)、水不溶物、pH、水分、汞(Hg)、砷(As)、镉(Cd)、铅(Pb)、铬(Cr)为农业用硫酸镁产品指标,并确定其指标值分别为镁 8.5%、硼 0.3%、铁 0.2%、水不溶物 1.0%、pH3.0~7.0、水分含量≤7.0%、Hg 含量≤5 mg·kg<sup>-1</sup>、As 含量≤10 mg·kg<sup>-1</sup>、Cd 含量≤10 mg·kg<sup>-1</sup>、Pb 含量≤50 mg·kg<sup>-1</sup>、Cr 含量≤50 mg·kg<sup>-1</sup>。

**关键词:**农业用硫酸镁;样品检测;标准指标

中图分类号: S143 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2017)04-0034-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.04.0034

农业用硫酸镁俗称硼镁肥,是指采用酸一步法生产硼酸过程产生的镁盐母液,经结晶、离心,生产的以镁(Mg)为主要标明量的肥料<sup>[1]</sup>。辽宁省农业用硫酸镁生产企业集中在丹东、营口地区,目前,我国没有农业用硫酸镁的统一国家或行业标准<sup>[2]</sup>,本研究收集分析辽宁省内农业用硼镁肥产品企业标准、相关产品行业标准和辽宁省土壤

肥料总站农业用硫酸镁肥效田间试验数据,通过开展样品检测方法,提出辽宁省地区农业用硫酸镁产品指标。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

数据来自丹东、营口农业用硫酸镁生产厂家企业标准、相关产品行业标准和辽宁省土壤肥料总站开展农业用硫酸镁肥效田间试验数据。

在辽宁地区选取生产量较大的 3 个代表性的农业用硫酸镁样品。样品均采自生产企业,原样经混匀、缩分,装入磨口玻璃瓶中室温保存。

收稿日期:2017-02-02

作者简介:于向华(1973-),女,河北省承德市人,学士,研究员,从事土壤肥料技术推广、肥料管理等方面研究。E-mail: yxhyoyo@163.com。

# Effect of Different Maize Straw-returning Modes on the Physical Properties of Chernozern Black Soil and Yield of Maize

GAO Pan, XU Ying-ying, YANG Hui-ying, LIU Yu-tao, WANG Yu-xian, WANG Jun-he  
(Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Qiqihar Comprehensive Experiment Station of The National Maize Industry Technology Research and Development Center, Qiqihar, Heilongjiang 161006)

**Abstract:** In order to improve the straw resource utilization and soil fertility in the northeast intensive production area of maize, through the regional contrast test, set up four treatments including regular cultivation (CK), straw mulching returning, straw crushing rotary tillage returning, straw digging returning, the effect of maize straw returning methods on soil physical properties and yield of maize were explored in the semi-arid areas. The results showed that soil bulk density of CK was the largest at 1.38 g·cm<sup>-3</sup>, and secondly to straw mulching returning, compared with the control it was reduced by 3%, and soil bulk density of straw digging returning and rotary tillage returning was lower, compared with the control it was reduced by 8.06% and 7.46%, respectively. In the soil layer 0~20 cm silking stage, the water content of straw digging returning was higher than CK, straw mulching returning and straw crushing rotary tillage returning for 12.20%, 7.35% and 16.30%, respectively; in mature, the water content of straw digging returning was higher than CK, straw mulching returning and straw crushing rotary tillage returning for 12.20%, 7.35% and 16.30%, respectively for 18.52%, 17.60% and 22.63%. In soil layer 20~40 cm silking stage, the water content of straw digging returning was higher than CK, straw mulching returning and straw crushing rotary tillage returning for 14.90%, 13.73% and 15.82%. In mature, the water content of straw digging returning was higher than CK, straw mulching returning and straw crushing rotary tillage returning for 14.98%, 14.66% and 17.82%. Grains per row of straw digging returning was the largest, the other returning treatment was only slightly lower. The yield of different treatments had certain differences, average annual yield of straw digging returning was the highest, increased by 9.6% than CK.

**Keywords:** maize straw-returning; buck density; soil water content; yield