

# 秸秆还田后接种蚯蚓对夏玉米主要农艺性状及产量的影响

董水丽

(延安职业技术学院, 陕西 延安 716000)

**摘要:** 为消除小麦秸秆还田对夏玉米生长的不利影响, 设置秸秆还田后接种蚯蚓、秸秆还田、无秸秆还田且不接种蚯蚓(对照)3种处理, 探讨了秸秆还田后接种蚯蚓对夏玉米主要农艺性状及产量的影响。结果表明: 与对照和秸秆还田相比, 秸秆还田后接种蚯蚓加快了秸秆腐熟速度, 提高了土壤肥力, 促进了夏玉米的营养生长, 显著增加了玉米株高、基部第1、2节间直径和叶面积指数, 极显著增加了棒三叶叶面积; 秸秆还田后接种蚯蚓处理玉米穗粒数和百粒重分别比对照提高6.1%、7.8%, 其产量分别比对照和秸秆还田提高14.5%、5.2%。说明秸秆还田后接种蚯蚓具有更好的增产效果, 建议引导农民秸秆还田后接种蚯蚓, 以提高夏玉米产量。

**关键词:** 秸秆还田; 接种蚯蚓; 夏玉米; 农艺性状; 产量

中图分类号: S513 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2013)01-0067-04

## Effect of Inoculating Earthworm after Straw Returning to Field on Main Agronomic Characteristics and Yield of Summer Maize

DONG Shui-li

(Yan'an Vocational & Technical College, Yan'an 716000, China)

**Abstract:** A field experiment was conducted in this research to study the effect of inoculating earthworm after wheat straw returning to field on agronomic characteristics and yield of summer maize on dryland of Northwest China. The results showed that inoculating earthworm after wheat straw returning to field accelerated the decay rate of wheat residue, and improved soil fertility. Significant increases in the plant height, the first and second base internode diameters, leaf area index and leaf area of three ear-leaves were observed, compared with the control and wheat straw returning. Grain numbers per ear and one hundred grain weight in the treatment of inoculating earthworm increased by 6.1% and 7.8%, respectively, compared with the control, and the yield in the treatment of inoculating earthworm was 14.5% and 5.2% higher than the control and wheat straw returning, respectively. These results indicated that inoculating earthworm after wheat straw returning to field was an effective method to increase summer maize yield.

**Key words:** straw returning to field; inoculating earthworm; summer maize; agronomic characteristics; yield

陕西省关中地区大多都是冬小麦——夏玉米, 一年两熟制。近年来, 为了提高土壤肥力, 变废为宝, 政府大力提倡小麦秸秆还田, 但秸秆直接还田会影响夏玉米根系的生长发育及生育前期的株高<sup>[1-2]</sup>。很多研究表明, 蚯蚓可大量吞食秸秆, 加快秸秆分解速

度; 同时, 蚯蚓粪可改善土壤性质, 提高土壤肥力, 从而为提高作物产量奠定良好的基础<sup>[3-5]</sup>。为使秸秆大量还田后快速分解, 为后期玉米生长提供营养, 采用小麦秸秆还田后接种蚯蚓的试验设计, 探讨了秸秆还田后接种蚯蚓对夏玉米主要农艺性状及产量的影响, 以期

收稿日期: 2012-09-20

作者简介: 董水丽(1967-), 女, 陕西合阳人, 副教授, 主要从事土壤和植物营养方面的教学与科研工作。

E-mail: dongshuili@163.com

为关中地区充分利用秸秆资源,提高土壤肥力,促进玉米生长,提高玉米产量提供一定的理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试材料

试验于 2010 年 6 月在西安市临渭区行者乡马坊村三组多年种植小麦、玉米的农田中进行。供试土壤为娄土,有机质平均含量 10.3 g/kg,碱解氮 53.5 mg/kg,速效磷 6.4 mg/kg,速效钾 121.0 mg/kg;供试蚯蚓为成龄赤子爱胜蚓;供试玉米品种为郑单 958。

### 1.2 试验设计

试验设对照(CK)即无秸秆还田且不接种蚯蚓、秸秆还田和秸秆还田后接种蚯蚓 3 个处理;小区面积 100 m<sup>2</sup> 左右,秸秆还田后接种蚯蚓处理每小区接种蚯蚓 0.25 kg;重复 4 次,顺序排列,接种蚯蚓和不接种蚯蚓小区用高 40 cm 薄木板隔开。于 2010 年 6 月 6 日秸秆还田,然后接种蚯蚓,6 月 10 日播种玉米。其他按当地常规大田生产进行田间管理,9 月 24 日收获。

### 1.3 采样及测定方法

每小区随机选取 5 株玉米,分别于 7 月 2 日、7 月 17 日、8 月 2 日、8 月 9 日和 9 月 22 日测量株高,并用 LAI-2200 植物冠层分析仪测量叶面积指数;8 月 9 日测量穗下叶、穗位叶和穗上叶的长度和最宽处的宽度,计算叶面积;9 月 22 日采用游标卡尺测量基部第 1、2 节间直径和节长;常规考种测产。采用 Excel 2003 软件分析数据。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对夏玉米株高的影响

由图 1 可知,7 月 2 日 CK 处理的夏玉米株高稍高于秸秆还田处理,但无明显差异( $P < 0.05$ ),高于秸秆还田后接种蚯蚓处理。原因可能是早期蚯蚓活动使土壤孔隙增大,不利于玉米根系对养分的吸收,影响玉米的正常生长。7 月 17 日秸秆还田处理夏玉米株高与 CK 基本接近,但秸秆还田后接种蚯蚓处理的植株生长迅速,株高显著高于秸秆还田和 CK( $P < 0.05$ )。主要是因为秸秆还田后接种蚯蚓能加快秸秆的分解速度,释放部分速效养分,加快玉米根系和植株生长<sup>[6]</sup>。8 月 2 日秸秆还田后接种蚯蚓处理的平均株高显著高于秸秆还田处理( $P < 0.05$ ),极显著高于 CK( $P < 0.01$ );8 月 9 日和 9 月 22 日测定结果表明,秸秆还田和秸秆还田后接种蚯蚓两处理继续释放大量有效养分,促进玉米生长,两处理平均株高均显著高于 CK( $P < 0.05$ )。总之,秸秆还田和秸秆还田后接种蚯蚓处理均能提高玉米株高,后者效果更佳。

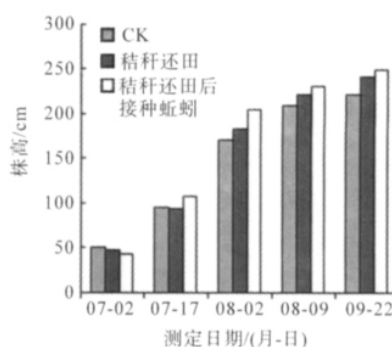


图 1 不同处理夏玉米平均株高的动态变化

### 2.2 不同处理对夏玉米第 1、2 节间直径和长度的影响

由图 2 可以看出,不同处理对夏玉米第 1、2 节间直径影响有明显差异,两节间直径均表现为秸秆还田后接种蚯蚓处理 > 秸秆还田处理 > CK,差异均达显著水平( $P < 0.05$ )。说明,无论是秸秆还田后接种蚯蚓还是秸秆还田均能使第 1、2 节间直径增大,提高了玉米抗倒伏能力。李志勇等<sup>[7]</sup>的研究也证明了该结论。其原因主要是秸秆还田后接种蚯蚓加快了秸秆中磷、钾的释放,有利于壮苗;而仅仅秸秆还田,秸秆中的养分释放速度较慢,不及接种蚯蚓处理效果显著。

根据图 3 可知,不同处理夏玉米第 1、2 节间长度略有差异,但差异均不显著( $P > 0.05$ )。

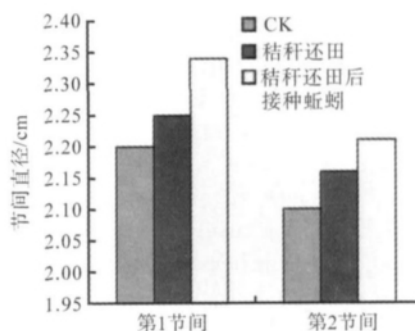


图 2 收获期(9月22日)不同处理夏玉米第 1、2 节间的平均直径

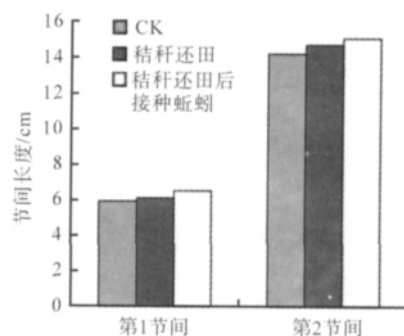


图 3 收获期(9月22日)不同处理夏玉米第 1、2 节间的平均长度

2.3 不同处理对夏玉米叶面积指数的影响

玉米籽粒中的干物质主要来自于叶片的光合产物,叶面积指数在一定程度上决定了产量的高低<sup>[8-9]</sup>。图 4 表明,7 月 2 日到 8 月 2 日,不同处理玉米叶面积指数均随生育期推进不断增大。秸秆还田后接种蚯蚓处理叶片生长速度最快,叶面积指数最大,与 CK 差异极显著( $P<0.01$ ),与秸秆还田差异显著( $P<0.05$ );其次是秸秆还田处理,其与 CK 差异显著( $P<0.05$ );CK 叶面积指数最小。8 月 2 日以后各处理叶面积指数逐渐下降,处理间差异逐渐缩小,最后基本相近,但叶面积指数仍是秸秆还田后接种蚯蚓处理>秸秆还田处理>CK,秸秆还田后接种蚯蚓处理的叶面积指数显著高于其他两处理( $P<0.05$ )。综上所述,秸秆还田和秸秆还田后接种蚯蚓处理均能增大叶面积指数,提高光合效率,有利于提高玉米产量<sup>[8]</sup>。但秸秆还田后接种蚯蚓处理效果更好。

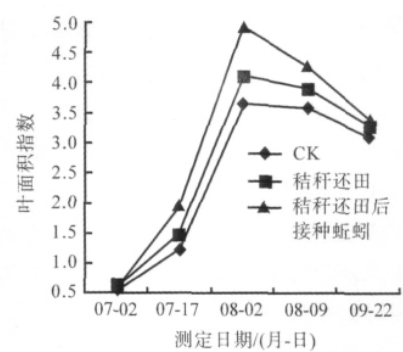


图 4 不同处理对叶面积指数的影响

2.4 不同处理对夏玉米棒三叶叶片大小和叶面积的影响

据研究,玉米棒三叶的叶面积最大,功能期最长,且与籽粒形成期相吻合<sup>[10-11]</sup>。因此,玉米棒三叶对雌穗的生长发育及产量形成起着重要作用<sup>[12-13]</sup>。由表 1 可以看出,秸秆还田后接种蚯蚓和秸秆还田处理均能增加棒三叶叶面积,秸秆还田后接种蚯蚓处理的棒三叶总叶面积分别比 CK 和秸秆还田处理

表 1 不同处理夏玉米棒三叶平均长度、宽度、叶面积

处理	叶长/cm			叶宽/cm			叶面积/cm <sup>2</sup>			
	穗上叶	穗位叶	穗下叶	穗上叶	穗位叶	穗下叶	穗上叶	穗位叶	穗下叶	总面积
CK	86.5a	89.5a	89.1a	7.8a	8.2a	8.7a	566.7a	616.5a	651.1a	1 834.3Bc
秸秆还田	89.7a	93.2a	90.3a	9.0a	9.6a	9.5a	678.1a	751.6a	720.6a	2 150.3Bb
秸秆还田后接种蚯蚓	90.2a	94.0a	92.1a	9.3a	9.8a	9.9a	704.6a	773.8a	765.9a	2 244.3Aa

注:同列数据后不同大、小写字母分别表示在 0.01、0.05 水平上差异显著,下同。

提高 22.4%和 4.4%,差异均达极显著水平;秸秆还田处理的总叶面积显著高于 CK。由此可见,秸秆还田后接种蚯蚓能显著增加棒三叶总叶面积,为玉米高产打下了良好的基础。

2.5 不同处理对夏玉米产量及产量构成因素的影响

由表 2 可知,秸秆还田和秸秆还田后接种蚯蚓处理均能提高夏玉米穗粒数、百粒重和产量,其中秸秆还田后接种蚯蚓处理玉米穗粒数和百粒重分别比 CK 提高 6.1%、7.8%,差异均达显著水平;其产量

分别比 CK 和秸秆还田提高 14.5%、5.2%,与 CK 差异达显著水平,秸秆还田比 CK 增产 8.8%,差异达显著水平。这些结果说明,秸秆还田后接种蚯蚓具有更好的增产效果。这可能是由于秸秆还田和秸秆还田后接种蚯蚓均能提高土壤肥力,给植物提供更多的有效养分,使玉米穗粒数增多,籽粒饱满,从而提高了玉米产量<sup>[14-17]</sup>;而秸秆还田后接种蚯蚓处理形成的蚯蚓粪能有效地保存土壤中的速效养分和水分,还可以预防土传病害的发生,更有利于玉米的生长和产量的提高<sup>[18-19]</sup>。

表 2 不同处理对夏玉米产量及构成因素的影响

处理	成穗数/ (穗/hm <sup>2</sup> )	穗粒数/粒	百粒重/g	产量/ (kg/hm <sup>2</sup> )	增产/%	
					较 CK	较秸秆还田
CK	47 952a	478c	28.2b	6 463.7b		
秸秆还田	47 967a	492bc	29.8b	7 032.7a	8.8	
秸秆还田后接种蚯蚓	48 002a	507ab	30.4a	7 398.5a	14.5	5.2

3 结论与讨论

1) 秸秆还田后接种蚯蚓比 CK 和秸秆还田更能促进夏玉米的营养生长,显著增加玉米株高和叶

面积指数,极显著增加棒三叶叶面积,为玉米的高产打下良好的基础;显著增大玉米基部第 1、2 节间直径,提高了玉米抗倒伏能力。

2) 秸秆还田后接种蚯蚓能增加玉米穗粒数和

百粒重,从而提高玉米产量。秸秆还田后接种蚯蚓处理玉米穗粒数和百粒重分别比 CK 提高 6.1%、7.8%,差异均达显著水平;其产量分别比 CK 和秸秆还田提高 14.5%、5.2%。这说明秸秆还田后接种蚯蚓具有更好的增产效果。

鉴于以上试验结果,建议在陕西关中地区冬小麦——夏玉米两熟区提倡秸秆还田的同时,有意识引导农民接种蚯蚓,以提高夏玉米产量。

#### 参考文献:

- [1] 王宁,闫洪奎,王君,等.不同量秸秆还田对玉米生长发育及产量影响的研究[J].玉米科学,2007,15(5):100-103.
- [2] 杨春收,赵霞,李潮海,等.麦茬处理方式对机播夏玉米播种质量及其前期生长的影响[J].河南农业科学,2009(1):25-27,30.
- [3] 尹文英.中国土壤动物[M].北京:科学出版社,2000:1-4.
- [4] 董水丽.麦秸还田后接种蚯蚓对土壤理化性质的影响[J].延安职业技术学院学报,2011,25(6):135-136.
- [5] 洪春来,魏幼,黄锦,等.秸秆全量直接还田对土壤肥力及农田生态环境的影响研究[J].浙江大学学报:农业与生命科学版,2003,29(6):627-633.
- [6] 申为,杨洪强,乔海涛,等.蚯蚓对苹果园土壤生物学特性及幼树生长的影响[J].园艺学报,2009,37(10):1405-1410.
- [7] 李志勇,王璞.优化施肥和传统施肥对夏玉米生长发育及产量的影响[J].玉米科学,2003,11(3):90-93,97.
- [8] 王宁,曹敏建,于海秋,等.秸秆还田对玉米生长发育及产量的影响[J].杂粮作物,2006,26(2):82-84.
- [9] 于燕,李晓东.黄瓜早期产量若干数量性状分析[J].天津农业科学,1997,3(1):7-10.
- [10] 张学林,张许,王群,等.秸秆还田配施氮肥对夏玉米产量和品质的影响[J].河南农业科学,2010(9):69-73.
- [11] 白永新,王早荣,陈宝国,等.玉米杂交种棒三叶特征及其叶面积与单株穗重、粒重的相关性研究[J].华北农学报,2000,15(2):32-35.
- [12] 陈岭,崔绍平,孙耀邦.玉米穗部性状的基因效应分析[J].华北农学报,1996,11(2):28-32.
- [13] 楚爱香,张富厚,王林生,等.玉米单株产量与主要农艺性状的相关分析[J].河南农业科学,2001(1):12-13.
- [14] 张国平.作物栽培学[M].浙江:浙江大学出版社,2001.
- [15] 李欢,向丹,李晓林,等.蚯蚓粪和生物有机肥对土壤养分及夏玉米产量的调控作用[J].土壤通报,2011,42(5):1179-1183.
- [16] 孙建,刘苗,李立军,等.不同施肥处理对土壤理化性质的影响[J].华北农学报,2010,25(4):221-225.
- [17] 李泽义,高九思,张利敏,等.玉米秸秆还田应用效果研究[J].现代农业科技,2012(12):238-239.
- [18] 张余良,孙长载.几种不同组合蚯蚓粪复合有机肥的效果试验[J].天津农业科学,2006,12(1):12-14.
- [19] 叶云峰,付岗,袁高庆,等.植物土传病害安全防控技术[J].山西农业科学,2009,37(7):64-66.
- [13] 宫志远,任海霞,任鹏飞,等.双孢蘑菇栽培质量安全调查与分析[J].山东农业科学,2010(6):101-104.
- [14] 李艳艳,李维琳,边银丙.湖北省双孢蘑菇子实体中重金属铅镉含量及来源分析[J].菌物学报,2011,30(4):624-629.
- [15] Li Y, Wang Y B, Gou X, *et al*. Risk assessment of heavy metals in soils and vegetables around non-ferrous metals in mining and smelting sites, Baiyin, China [J]. Journal of Environmental Sciences, 2006, 18(6): 1124-1134.
- [16] Kodirov O, Shukurov N. Heavy metal distribution in soil near the Almalyk mining smelting industrial area, Uzbekistan [J]. Acta Geologica Sinica, 2009, 83(5): 985-990.
- [17] 李保杰,于发展,纪亚洲.徐州市九里矿区土壤重金属插值分析及污染评价[J].测绘科学,2009,35(6):167-169.
- [18] 中国环境保护监测总站.中国土壤元素背景值[M].北京:中国科学出版社,1990:12-49.
- [19] 刘红侠,韩宝平,郝达平.徐州市北郊农业土壤重金属污染评价[J].中国生态农业学报,2006,14(1):159-161.
- [20] 刘子龙,赵政阳,鲁玉妙.陕西苹果园土壤砷和重金属污染评价[J].干旱区研究,2010,27(2):273-277.
- [21] 王翔,汪琳琳,方凤满,等.芜湖市三山区菜地土壤重金属污染特征分析[J].城市环境与城市生态,2011,24(1):31-33,37.
- [22] 梁烜赫,曹铁华,张磊,等.吉林省农田重金属含量及其在作物中的累积[J].吉林农业科学,2011,36(6):59-62.
- [23] 沈阿林,王洋洋,孙世恺.郑州郊区蔬菜基地土壤重金属含量及其污染评价[J].甘肃农业大学学报,2009(2):126-131.
- [24] 叶丽丽,王翠红,邹玲,等.长沙市郊蔬菜土壤重金属含量及其与土壤肥力的关系[J].湖南农业科学,2009(10):32-35.
- [25] 杨崇志.几种重金属元素进入土壤后的迁移转化规律与吸附机理的研究[J].环境科学,1990,11(3):2-9.
- [26] 张淑香,依艳丽,刘孝义.草河口地区土壤重金属等元素含量的相互关系及其影响因素[J].土壤学报,1999,36(2):253-260.
- [27] 陆安祥,王纪华,潘瑜春,等.小尺度农田土壤中重金属的统计分析与空间分布研究[J].环境科学,2007,28(7):1579-1583.

(上接第 58 页)