

网络出版时间:2014-06-21 18:03

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.07.033

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.07.033.html>

# 冬小麦秸秆还田对夏玉米生长发育及产量的影响

闫小丽,薛少平,朱瑞祥,党小选,刘永利

(西北农林科技大学 机械与工程学院,陕西 杨凌 712100)

【摘 要】 【目的】探讨不同品种冬小麦秸秆、秸秆覆盖量和覆盖方式对夏玉米生长发育和产量的影响。【方法】于 2012 年在陕西关中一年两熟典型地区,采用随机区组设计,选用小偃 22 和小偃 216 2 个冬小麦品种秸秆,设秸秆混入耕层、秸秆带状覆盖、秸秆全面覆盖 3 种秸秆还田方式,以及 4 500,7 500 和 10 500 kg/hm<sup>2</sup> 3 个秸秆还田量,以秸秆不还田为对照,于夏玉米幼苗期和发育中期测定株高、茎粗、次生根数、叶片颜色、单株干质量,并于成熟期测定株高、穗位高及产量构成因素,研究各处理对夏玉米生长发育及产量的影响。【结果】2012 年夏玉米播种后由于较长时期干旱少雨,冬小麦秸秆覆盖的保墒作用大于其化感作用,各秸秆还田处理夏玉米生长发育及产量总体优于对照。在 2 个小麦品种秸秆中,以小偃 216 秸秆对夏玉米诸性状的表现较好;在 3 种秸秆还田量中,以 7 500 kg/hm<sup>2</sup> 秸秆还田量较为适宜;3 种秸秆还田方式中,则以秸秆带状覆盖方式对夏玉米生长发育影响较小;在此组合下,夏玉米幼苗和植株生长健壮,成熟期产量最高。【结论】对夏玉米进行秸秆覆盖时,以冬小麦秸秆覆盖量为 7 500 kg/hm<sup>2</sup> 的带状覆盖方式最好。

【关键词】 冬小麦;秸秆还田;夏玉米;生长发育

【中图分类号】 S345

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2014)07-0041-06

## Effect of returning winter wheat stalk to field on growth and yield of summer maize

YAN Xiao-li, XUE Shao-ping, ZHU Rui-xiang, DANG Xiao-xuan, LIU Yong-li

(College of Mechanic & Electronic Engineering, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** 【Objective】Effect of variety, amount, and covering method of winter wheat stalk returned to field on the growth and yield of summer maize was studied. 【Method】In 2012 at typical two crops one year area of Guanzhong, Shaanxi, the randomized block design method was adopted to design experiments of two wheat varieties (Xiaoyan 22 and Xiaoyan 216), three returning methods (mixing with topsoil, covering with strip shape and covering the whole field), and three returning amounts (4 500, 7 500 and 10 500 kg/hm<sup>2</sup>). Related physiological indexes at the seedling growth stage, the middle stage and the ripening stage were measured and compared with the control group without returning. 【Result】Because of the long period of drought after summer maize planting in 2012, the soil moisture conservation effect of winter wheat straw mulching was greater than its allelopathy effect. Returning stalk to field resulted in better indexes compared to the control. Xiaoyan 216 had better influence on the properties of summer maize. The most appropriate returning quantity was 7 500 kg/hm<sup>2</sup> and covering with strip shape had the least damage to the growth of summer maize. The strongest maize plants and highest yield were obtained when the best combi-

【收稿日期】 2013-05-17

【基金项目】 陕西省农机局重点项目“杨凌农业机械化新技术新机具试验示范区建设”

【作者简介】 闫小丽(1969—),女,陕西永寿人,副教授,硕士生导师,主要从事农机装备开发研究。

E-mail: yxl9212@nwsuaf.edu.cn

【通信作者】 薛少平(1953—),男,陕西靖边人,研究员,主要从事农机装备开发与推广研究。E-mail: shaoping@nwsuaf.edu.cn

nation was adopted. 【Conclusion】 The suggested stalk returning method was returning 7 500 kg/hm<sup>2</sup> with strip shape.

**Key words:** winter wheat; returning stalk to field; summer maize; physiological production index

冬小麦、夏玉米是我国北方地区重要的粮食作物。冬小麦收获后复种夏玉米的一年两熟模式是北方地区主要的种植方式<sup>[1]</sup>。目前,冬小麦收获多采用联合收割机,一次完成收获、脱粒和碎秆等作业。粉碎的秸秆覆盖地表,再用免耕播种机复种夏玉米<sup>[2]</sup>。然而,大量的研究表明,冬小麦秸秆覆盖虽然具有很好的蓄水保墒和培肥地力作用,但覆盖地表的秸秆经雨淋后的化感作用也会使夏玉米生长发育受到抑制,产量严重降低<sup>[3-5]</sup>。目前关于冬小麦秸秆化感作用的研究,主要集中在化感物质的生物效应、化感作用机理、化感物质的分离与鉴定、化感作用材料筛选等方面<sup>[6-10]</sup>,而有关冬小麦秸秆还田方式的化感作用研究还鲜见报道。鉴于此,本研究分析了 2 个冬小麦品种秸秆、3 种秸秆还田量和 3 种秸秆还田方式对夏玉米生长发育及产量的影响,为我国北方冬小麦-夏玉米一年两熟地区秸秆还田的应用提供参考。

# 1 材料与方法

## 1.1 试验区概况

试验于 2012 年在西北农林科技大学实验农场进行。该实验农场位于陕西关中地区西部,海拔 530 m;属暖温带半湿润气候,年均气温 12.9℃,年降水量 630 mm,多集中在 7—10 月;无霜期 221 d,地下水位深 110 m;土壤为塋土,肥力中上等,地面平整,肥力均匀;水利条件优越,可保证适时灌溉,在陕西关中冬小麦-夏玉米一年两熟及同类地区中具有典型代表性。

## 1.2 试验设计

根据该地区生产实际,试验选取小偃 22 和小偃 216 2 个冬小麦品种秸秆,设秸秆混入耕层、秸秆带状覆盖、秸秆全面覆盖 3 种秸秆还田方式,以及 4 500,7 500 和 10 500 kg/hm<sup>2</sup> 3 个秸秆还田量,以秸秆不还田为对照。试验采用随机区组设计,每处理 3 次重复,每小区长 5 m,宽 4.8 m,小区面积 24 m<sup>2</sup>;夏玉米品种为郑单 958,行距 0.60 m,每小区种 8 行,株距 0.25 m,每行种 21 株,每小区 168 株。

前茬冬小麦收获后,首先清除地面秸秆和根茬,施二铵 375 kg/hm<sup>2</sup>、复混肥 150 kg/hm<sup>2</sup>,统一进行旋耕整地划区;然后,按试验设计的不同小麦品种秸

秆、秸秆还田量和秸秆还田方式进行秸秆还田。对秸秆还田方式,秸秆混入耕层是指将混入耕层的秸秆均匀覆盖相应小区,人工翻压,再进行播种作业;秸秆带状覆盖是指播种后,按照还田量在行间宽度 40 cm 上均匀覆盖秸秆;秸秆全面覆盖是指播种后,按照还田量在该小区内全面均匀覆盖秸秆。2012-06-15 人工进行夏玉米穴播,播种后和 8 月上旬各灌水 1 次。其他管理措施同大田。

## 1.3 测定指标及方法

于夏玉米幼苗期(5 叶期,2012-07-08)和生长中期(9 叶期,2012-07-23)每小区各取样 10 株,测定株高、茎粗、次生根数、叶片颜色、单株干质量等;夏玉米成熟后,每小区取样 10 株,测定株高、穗位高、穗长、穗粗、穗行数、行粒数和百粒质量,同时每小区收获 100 株的果穗,脱粒、晒干称质量,计算单位面积籽粒产量。

## 1.4 数据处理

采用 DPS 处理软件分析不同处理之间的差异显著性,用 Sigmaplot 11.0 制图。

# 2 结果与分析

## 2.1 冬小麦秸秆还田对夏玉米幼苗生长的影响

表 1 和表 2 结果表明,冬小麦秸秆还田各处理对夏玉米幼苗期和中期生长的影响规律基本一致。与秸秆不还田对照(CK)相比,秸秆还田各处理夏玉米生长较好。这与 2012 年夏玉米播种后较长时期干旱少雨,而秸秆覆盖具有一定的保墒效果有关。在 2 个冬小麦品种秸秆还田处理中,均以小偃 216 秸秆对夏玉米幼苗各性状表现较好。其中小偃 216 秸秆覆盖的夏玉米株高和单株干质量高于小偃 22,但茎粗、次生根数差异不明显。在 3 种秸秆还田量处理中,均以秸秆还田量 7 500 kg/hm<sup>2</sup> 处理的夏玉米生长状况较好,其次是 10 500 kg/hm<sup>2</sup> 处理。在 3 种秸秆还田方式处理中,幼苗期夏玉米生长状况以秸秆带状覆盖较好,不仅苗高适中、茎秆粗壮,而且次生根多、单株干质量较高,其次是秸秆全面覆盖处理;到生长中期,玉米生长状况仍以秸秆带状覆盖较好,其次是秸秆混入耕层处理。秸秆全面覆盖处理夏玉米在幼苗期和中期的表现为,植株偏高、茎秆较细、次生根少、干物质量少,而且叶片发黄,呈黄绿

色,其原因与秸秆全面覆盖后,保墒效果好,化感有 毒物质对夏玉米幼苗生长影响较大有关。

表 1 冬小麦秸秆还田对夏玉米幼苗期生长的影响

| Table 1 Effect of stalk returning to field on the growth of seedlings of summer maize |                                |                                                |                       |                      |                                                     |                       |                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 处理 Treatments                                                                         |                                |                                                |                       |                      |                                                     |                       |                                   |
| 小麦品种<br>Wheat<br>varieties                                                            | 秸秆还田方式<br>Ways of<br>returning | 秸秆还田量/<br>(kg·hm <sup>-2</sup> )<br>Quantities | 株高/cm<br>Plant height | 茎粗/cm<br>Stalk thick | 次生根数/<br>(条·株 <sup>-1</sup> )<br>Secondary<br>roots | 叶片颜色<br>Color of leaf | 单株干质量/g<br>Dry weight<br>of plant |
| 小偃 22<br>Xiaoyan 22                                                                   | CK                             | 0                                              | 39 e                  | 0.80 e               | 6 c                                                 | 绿 Green               | 1.03 d                            |
|                                                                                       | 混入耕层                           | 4 500                                          | 39 e                  | 0.81 e               | 6 c                                                 | 绿 Green               | 1.12 cd                           |
|                                                                                       | Mixing with<br>topsoil         | 7 500                                          | 40 e                  | 0.80 e               | 8 ab                                                | 绿 Green               | 1.14 cd                           |
|                                                                                       |                                | 10 500                                         | 43 d                  | 0.80 e               | 6 c                                                 | 绿 Green               | 1.15 cd                           |
|                                                                                       | 带状覆盖                           | 4 500                                          | 43 d                  | 0.90 b               | 9 a                                                 | 绿 Green               | 1.37 b                            |
|                                                                                       | Covering with<br>strip shape   | 7 500                                          | 46 c                  | 0.95 a               | 9 a                                                 | 绿 Green               | 1.42 ab                           |
|                                                                                       |                                | 10 500                                         | 51 ab                 | 0.90 b               | 8 ab                                                | 绿 Green               | 1.55 a                            |
|                                                                                       | 全面覆盖                           | 4 500                                          | 46 c                  | 0.85 c               | 6 c                                                 | 黄绿 Yellow             | 1.13 cd                           |
|                                                                                       | Covering<br>whole field        | 7 500                                          | 49 b                  | 0.83 d               | 7 bc                                                | 黄绿 Yellow             | 1.35 b                            |
|                                                                                       |                                | 10 500                                         | 53 a                  | 0.81 e               | 7 bc                                                | 黄绿 Yellow             | 1.24 bc                           |
|                                                                                       | CK                             | 0                                              | 40 g                  | 0.81 f               | 6 c                                                 | 绿 Green               | 1.04 f                            |
|                                                                                       | 混入耕层                           | 4 500                                          | 41 g                  | 0.83 e               | 6 c                                                 | 绿 Green               | 1.13 e                            |
| 小偃 216<br>Xiaoyan 216                                                                 | Mixing with<br>topsoil         | 7 500                                          | 44 f                  | 0.80 f               | 7 b                                                 | 绿 Green               | 1.40 d                            |
|                                                                                       |                                | 10 500                                         | 47 e                  | 0.80 f               | 7 b                                                 | 绿 Green               | 1.41 d                            |
|                                                                                       | 带状覆盖                           | 4 500                                          | 40 g                  | 0.91 b               | 9 a                                                 | 绿 Green               | 1.51 c                            |
|                                                                                       | Covering with<br>strip shape   | 7 500                                          | 49 d                  | 0.95 a               | 9 a                                                 | 绿 Green               | 1.69 a                            |
|                                                                                       |                                | 10 500                                         | 52 c                  | 0.91 b               | 9 a                                                 | 绿 Green               | 1.55 bc                           |
|                                                                                       | 全面覆盖                           | 4 500                                          | 50 d                  | 0.89 c               | 6 c                                                 | 黄绿 Yellow             | 1.42 d                            |
|                                                                                       | Covering<br>whole field        | 7 500                                          | 55 b                  | 0.85 d               | 6 c                                                 | 黄绿 Yellow             | 1.61 b                            |
|                                                                                       |                                | 10 500                                         | 57 a                  | 0.85 d               | 7 b                                                 | 黄绿 Yellow             | 1.48 cd                           |

注:同列数据后标不同小写字母者表示处理间差异显著( $P<0.05$ )。下表同。  
Note:Different lowercase letters in each column mean significant difference at  $P=0.05$  level among treatments. The same below.

表 2 冬小麦秸秆还田对夏玉米中期生长的影响

| Table 2 Effect of stalk returning to field on the middle growth of summer maize |                                |                                                |                       |                      |                                                     |                       |                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 处理 Treatments                                                                   |                                |                                                |                       |                      |                                                     |                       |                                   |
| 小麦品种<br>Wheat<br>varieties                                                      | 秸秆还田方式<br>Ways of<br>returning | 秸秆还田量/<br>(kg·hm <sup>-2</sup> )<br>Quantities | 株高/cm<br>Plant height | 茎粗/cm<br>Stalk thick | 次生根数/<br>(条·株 <sup>-1</sup> )<br>Secondary<br>roots | 叶片颜色<br>Color of leaf | 单株干质量/g<br>Dry weight<br>of plant |
| 小偃 22<br>Xiaoyan 22                                                             | CK                             | 0                                              | 85 f                  | 2.0 c                | 6 c                                                 | 绿 Green               | 12.5 d                            |
|                                                                                 | 混入耕层                           | 4 500                                          | 86 f                  | 1.8 d                | 6 c                                                 | 绿 Green               | 13.5 d                            |
|                                                                                 | Mixing with<br>topsoil         | 7 500                                          | 96 d                  | 2.3 ab               | 7 b                                                 | 绿 Green               | 18.0 a                            |
|                                                                                 |                                | 10 500                                         | 98 c                  | 2.2 b                | 6 c                                                 | 绿 Green               | 17.0 bc                           |
|                                                                                 | 带状覆盖                           | 4 500                                          | 91 e                  | 2.4 a                | 7 b                                                 | 绿 Green               | 13.8 d                            |
|                                                                                 | Covering with<br>strip shape   | 7 500                                          | 98 c                  | 2.4 a                | 8 a                                                 | 绿 Green               | 20.0 a                            |
|                                                                                 |                                | 10 500                                         | 99 c                  | 2.3 ab               | 7 b                                                 | 绿 Green               | 18.7 ab                           |
|                                                                                 | 全面覆盖                           | 4 500                                          | 95 d                  | 1.9 cd               | 6 c                                                 | 黄绿 Yellow             | 13.5 d                            |
|                                                                                 | Covering<br>whole field        | 7 500                                          | 105 b                 | 2.3 ab               | 7 b                                                 | 黄绿 Yellow             | 16.5 bc                           |
|                                                                                 |                                | 10 500                                         | 123 a                 | 1.9 cd               | 6 c                                                 | 黄绿 Yellow             | 15.0 cd                           |
|                                                                                 | CK                             | 0                                              | 86 h                  | 2.1 c                | 6 b                                                 | 绿 Green               | 12.7 g                            |
|                                                                                 | 混入耕层                           | 4 500                                          | 95 f                  | 2.0 c                | 6 b                                                 | 绿 Green               | 13.8 fg                           |
| 小偃 216<br>Xiaoyan 216                                                           | Mixing with<br>topsoil         | 7 500                                          | 101 f                 | 2.4 b                | 7 a                                                 | 绿 Green               | 18.1 bc                           |
|                                                                                 |                                | 10 500                                         | 110 c                 | 2.4 b                | 6 b                                                 | 绿 Green               | 17.1 cd                           |
|                                                                                 | 带状覆盖                           | 4 500                                          | 104 e                 | 2.5 a                | 7 a                                                 | 绿 Green               | 15.7 de                           |
|                                                                                 | Covering with<br>strip shape   | 7 500                                          | 107 d                 | 2.5 a                | 8 a                                                 | 绿 Green               | 20.7 a                            |
| 小偃 216<br>Xiaoyan 216                                                           |                                | 10 500                                         | 112 b                 | 2.5 a                | 7 a                                                 | 绿 Green               | 19.1 ab                           |
|                                                                                 | 全面覆盖                           | 4 500                                          | 108 d                 | 2.0 c                | 6 b                                                 | 黄绿 Yellow             | 14.5 ef                           |
|                                                                                 | Covering<br>whole field        | 7 500                                          | 115 a                 | 2.5 d                | 7 b                                                 | 黄绿 Yellow             | 16.8 de                           |
|                                                                                 |                                | 10 500                                         | 116 a                 | 2.3 b                | 6 b                                                 | 黄绿 Yellow             | 15.4 def                          |

### 2.2 冬小麦秸秆还田对夏玉米产量构成因素的影响

表 3 结果表明,冬小麦秸秆还田各处理夏玉米的株高、穗位高及产量构成因素总体好于秸秆不还田对照(CK)。2 个冬小麦品种秸秆还田处理中,小偃 216 秸秆还田处理夏玉米的各项指标表现优于小偃 22 号,其中穗行数、行粒数和百粒质量分别较小偃 22 号平均高 0.2,1.1 和 1.0 g。在 3 种秸秆还田量处理中,以秸秆还田量为 7 500 kg/hm<sup>2</sup> 时夏玉米的各指标相对较优,与秸秆还田量 10 500 和 4 500 kg/hm<sup>2</sup> 相比,穗行数分别多 0.2 和 0.3,行粒数分

别多 1.7 和 2.6,百粒质量分别高 0.8 和 1.9 g。在 3 种秸秆还田方式处理中,夏玉米的株高和穗位高均以秸秆全面覆盖处理较高,秸秆带状覆盖处理次之,而秸秆混入耕层处理则较低;与秸秆带状覆盖和混入耕层处理相比,秸秆全面覆盖处理的株高分别高 11 和 16 cm,穗位高分别高 14 和 15 cm;综合考虑夏玉米的产量构成诸因素认为,秸秆带状覆盖处理较好,与全面覆盖和混入耕层相比,穗行数平均分别多 0.4 和 0.7,行粒数平均分别多 1.5 和 2.9,百粒质量平均高 2.3 和 2.7 g。

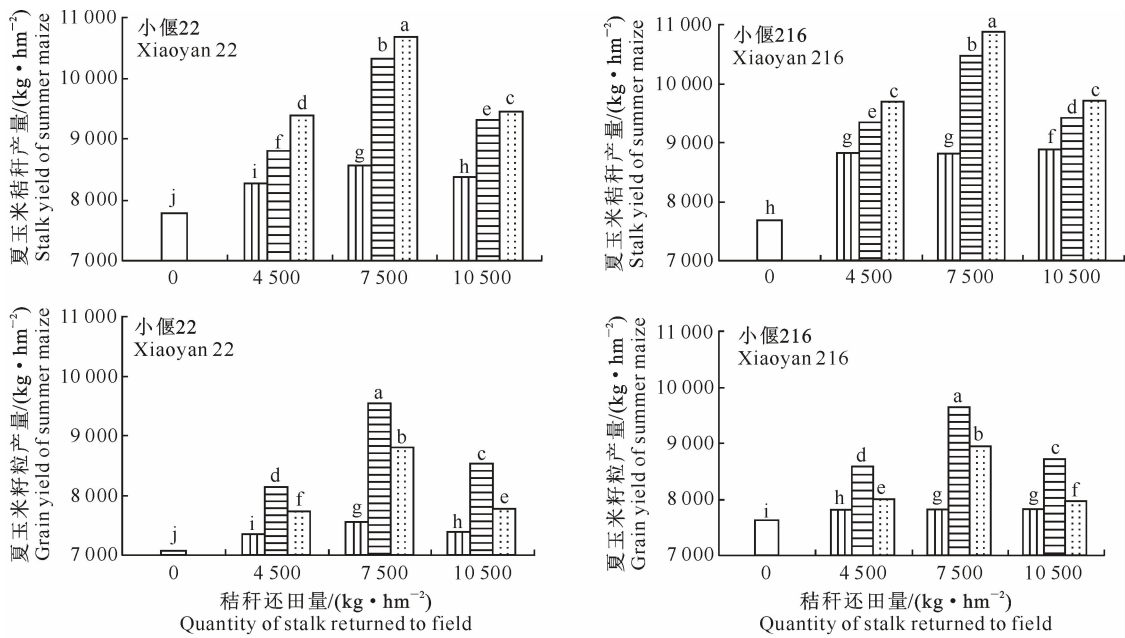
表 3 冬小麦秸秆还田对夏玉米植株性状及产量构成因素的影响  
Table 3 Effect of stalk returning to field on plant traits and yield components of summer maize

| 处理 Treatments              |                                      |                                                    | 株高/cm<br>Plant<br>height | 穗位高/cm<br>Ear<br>position<br>height | 穗长/cm<br>Ear<br>length | 穗粗/cm<br>Ear<br>diameter | 穗行数<br>Ear<br>rows | 行粒数<br>Kernels<br>per row | 百粒质量/g<br>100 grain<br>weight |
|----------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 小麦品种<br>Wheat<br>varieties | 秸秆还田<br>方式<br>Ways of<br>returning   | 秸秆<br>还田量/<br>(kg·hm <sup>-2</sup> )<br>Quantities |                          |                                     |                        |                          |                    |                           |                               |
| 小偃 22<br>Xiaoyan 22        | CK                                   | 0                                                  | 215 f                    | 85 e                                | 13.2 b                 | 4.7 cd                   | 13.6 e             | 29.0 f                    | 27.6 de                       |
|                            | 混入耕层<br>Mixing with<br>topsoil       | 4 500                                              | 220 e                    | 85 e                                | 13.6 ef                | 4.7 cd                   | 14.0 cd            | 29.8 def                  | 26.8 e                        |
|                            |                                      | 7 500                                              | 220 e                    | 83 f                                | 14.1 d                 | 4.7 cd                   | 13.9 d             | 32.1 abc                  | 29.5 abc                      |
|                            |                                      | 10 500                                             | 221 e                    | 90 c                                | 13.4 g                 | 4.6 d                    | 13.6 e             | 29.2 ef                   | 28.9 cd                       |
|                            | 带状覆盖<br>Covering with<br>strip shape | 4 500                                              | 225 d                    | 87 d                                | 13.7 e                 | 4.9 abc                  | 14.4 b             | 31.0 cde                  | 31.0 ab                       |
|                            |                                      | 7 500                                              | 225 d                    | 85 e                                | 15.6 a                 | 5.1 a                    | 14.8 a             | 33.7 a                    | 31.1 a                        |
|                            |                                      | 10 500                                             | 227 c                    | 91 c                                | 14.4 c                 | 4.9 abc                  | 14.7 a             | 33.4 ab                   | 30.4 abc                      |
|                            | 全面覆盖<br>Covering<br>whole field      | 4 500                                              | 236 b                    | 100 b                               | 13.5 fg                | 4.8 bcd                  | 13.8 de            | 30.5 def                  | 28.2 bcd                      |
|                            |                                      | 7 500                                              | 238 a                    | 100 b                               | 15.2 b                 | 5.0 ab                   | 14.4 b             | 33.1 ab                   | 29.8 abc                      |
|                            |                                      | 10 500                                             | 236 b                    | 105 a                               | 14.2 d                 | 4.8 bcd                  | 14.2 bc            | 31.6 bcd                  | 29.1 cd                       |
|                            | CK                                   | 0                                                  | 221 ab                   | 87 de                               | 13.6 h                 | 4.8 abc                  | 14.0 c             | 30.1 fg                   | 27.3 h                        |
|                            | 混入耕层<br>Mixing with<br>topsoil       | 4 500                                              | 226 ab                   | 88 cd                               | 13.8 fg                | 4.9 ab                   | 14.1 c             | 30.6 f                    | 28.5 g                        |
|                            |                                      | 7 500                                              | 215 b                    | 89 c                                | 14.3 c                 | 4.6 c                    | 14.0 c             | 32.7 d                    | 30.9 d                        |
|                            |                                      | 10 500                                             | 220 ab                   | 86 e                                | 13.7 gh                | 4.7 bc                   | 14.2 c             | 30.0 g                    | 29.2 f                        |
| 小偃 216<br>Xiaoyan 216      | 带状覆盖<br>Covering with<br>strip shape | 4 500                                              | 228 ab                   | 89 c                                | 14.6 c                 | 5.0 a                    | 14.4 b             | 32.6 d                    | 31.6 c                        |
|                            |                                      | 7 500                                              | 221 ab                   | 91 b                                | 15.5 a                 | 5.0 a                    | 15.1 a             | 36.0 a                    | 33.7 a                        |
|                            |                                      | 10 500                                             | 226 ab                   | 87 de                               | 14.5 c                 | 5.0 a                    | 14.6 b             | 34.8 b                    | 32.4 b                        |
|                            | 全面覆盖<br>Covering<br>whole field      | 4 500                                              | 235 a                    | 101 a                               | 13.9 f                 | 4.9 ab                   | 14.2 c             | 31.2 e                    | 28.6 g                        |
|                            |                                      | 7 500                                              | 236 a                    | 102 a                               | 15.1 b                 | 4.8 abc                  | 14.7 b             | 34.0 c                    | 30.0 e                        |
|                            |                                      | 10 500                                             | 237 a                    | 102 a                               | 14.1 e                 | 4.8 abc                  | 14.5 b             | 32.2 d                    | 29.6 ef                       |

### 2.3 冬小麦秸秆还田对夏玉米产量的影响

图 1 结果表明,冬小麦秸秆还田各处理的夏玉米秸秆产量和籽粒产量均高于秸秆不还田对照(CK),且差异均达显著水平( $P<0.05$ )。说明对于 2012 年这样干旱的年份,秸秆覆盖的保墒效果更优于秸秆的化感作用。在 2 个冬小麦品种秸秆处理中,小偃 216 各秸秆还田处理的夏玉米秸秆产量和籽粒产量均优于小偃 22,分别增产 3.3%和 3.5%。说明小偃 216 秸秆中化感有毒物质的影响低于小偃 22。在 3 种秸秆还田量处理中,还田量 7 500 kg/hm<sup>2</sup> 处理的夏玉米秸秆产量和籽粒产量较高,

夏玉米秸秆产量较还田量 10 500 和 4 500 kg/hm<sup>2</sup> 处理增加 8.3%和 9.9%,籽粒产量分别增加 8.6%和 10.4%。在 3 种秸秆还田方式处理中,以秸秆全面覆盖处理夏玉米的秸秆产量最高,较秸秆带状覆盖和秸秆混入耕层分别增加 3.7%和 12.9%;而夏玉米籽粒产量却以秸秆带状覆盖最高,较秸秆全面覆盖和秸秆混入耕层分别增加 7.9%和 16.3%。说明对夏玉米进行秸秆还田,以秸秆带状覆盖方式最好,既有较好的蓄水保墒效果,又可减轻秸秆化感有毒物质对夏玉米生长发育的不良影响。



▨混入耕层 Mixing with topsoil; ▤带状覆盖 Covering with strip shape; ▦全面覆盖 Covering whole field; □对照 CK

图 1 冬小麦秸秆还田对夏玉米秸秆和籽粒产量的影响

图柱上不同小写字母表示各处理与对照差异显著 ( $P<0.05$ )

Fig. 1 Effect of stalk returning to field on the yield of summer maize

Different letters mean significant difference at  $P=0.05$  level compare to the control

### 3 结论与讨论

1) 本研究表明,冬小麦秸秆还田各处理夏玉米生长发育及产量总体优于秸秆不还田的对照。说明夏玉米生育前期干旱少雨,秸秆覆盖蓄水保墒促进夏玉米生长的效果会大于秸秆覆盖的抑制作用。

2) 冬小麦品种不同,其秸秆化感有毒物质对夏玉米生长发育的抑制作用也存在一定差异。本研究表明,小偃 22 秸秆还田对夏玉米生长发育的影响较大。因此,生产中要选择高产优质,秸秆化感毒性小的小麦品种,以减轻秸秆还田对后茬夏玉米的危害<sup>[11]</sup>。

3) 大量研究表明,秸秆覆盖均会对作物出苗及幼苗生长产生抑制作用,秸秆覆盖量越大,抑制作用越明显<sup>[12-17]</sup>。本研究表明,夏玉米的最佳秸秆覆盖量是 7 500 kg/hm<sup>2</sup>,可以兼顾保墒效果及减轻化感毒性。

4) 对于秸秆带状覆盖还田方式而言,由于秸秆与夏玉米种子、根系有一定距离,所以既可起到很好的蓄水保墒效果,又可减轻秸秆淋溶化感有毒物质对夏玉米生长发育的危害,保证夏玉米健康生长以获得高产;秸秆粉碎翻入耕层还田方式,会造成土壤严重失墒,对夏玉米播种、出苗不利;同时,秸秆与土

壤混合,对作物生长发育的抑制作用也更大。秸秆粉碎后全面均匀覆盖方式,虽然有很好的蓄水保墒效果,但夏玉米播种一旦发生降雨或浇水,秸秆中的化感有毒物质会淋出,与夏玉米种子、根系直接接触,其化感作用更强,夏玉米受害会更严重。

### [参考文献]

[1] 刘巽浩,牟正国,元生朝,等. 中国耕作制度 [M]. 北京:农业出版社,1988.  
Liu X H, Mou Z G, Yuan S C, et al. Involving regularities [M]. Beijing: Agricultural Press, 1988. (in Chinese)

[2] 孙 骊,薛少平,杨 青,等. 保护性耕作技术 [M]. 西安:陕西科学出版社,2006.  
Sun L, Xue SP, Yang Q, et al. Conservation tillage [M]. Xi'an: Shaanxi Science Press, 2006. (in Chinese)

[3] 马永清,毛仁钊,刘孟雨,等. 小麦秸秆的生化他感效应 [J]. 生态学杂志, 1993, 12(5): 36-38.  
Ma Y Q, Mao R Z, Liu M Y, et al. Allelopathic effects of wheat straw [J]. Chinese Journal of Ecology, 1993, 12(5): 36-38. (in Chinese)

[4] 杨思存,霍 琳,王建成. 秸秆还田的生化他感效应研究初报 [J]. 西北农业学报, 2005, 14(1): 52-56.  
Yang S C, Huo L, Wang J C. Allelopathic effect of straw returning [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2005, 14(1): 52-56. (in Chinese)

[5] 张 强,苏印泉. 小偃 22 秸秆对作物种子的化感作用 [J]. 西北农业学报, 2010, 19(8): 80-83.

Zhang Q, Su Y Q. Allelopathy of Xiaoyan 22 wheat straw to different crop seed germination [J]. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 2010, 19(8): 80-83. (in Chinese)

[6] 宋 日, 吴检胜, 牟全明, 等. 农田生态系统生化他感效应及其应用 [J]. *吉林农业大学学报*, 2000(1): 96-98.  
Song R, Wu J S, Mou Q M, et al. Field ecosystem allelopathy effect and application [J]. *Journal of Jilin Agricultural University*, 2000(1): 96-98. (in Chinese)

[7] 林瑞余. 小麦化感作用及其根际生态学研究 [D]. 福建福州: 福建农林大学, 2008.  
Lin R Y. Wheat allelopathy and its rhizospheric ecology [D]. Fuzhou, Fujian: Fujian Agriculture and Forestry University, 2008. (in Chinese)

[8] 胡晓军, 郑皓皓, 贾敬业, 等. 麦秸还田耕层酚酸的时间变化及其对夏玉米幼苗生长和产量的影响 [J]. *生态学杂志*, 2001, 20(3): 9-11.  
Hu X J, Zheng H H, Jia J Y, et al. Temporal change of the phenolic acids in soil with returning wheat residues and their effects on the seedling growth and the yield of summer corn [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2001, 20(3): 9-11. (in Chinese)

[9] 孔垂华, 胡 巨, 陈雄辉, 等. 作物化感品种资源的评价利用 [J]. *中国农业科学*, 2002, 35(9): 1159-1164.  
Kong C H, Hu J, Chen X H, et al. Assessment and utilization of allelopathic crop varietal resources [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2002, 35(9): 1159-1164. (in Chinese)

[10] 王德胜. 不同品种小麦化感物质在土壤中的滞留、迁移及其活性变化研究 [D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2008.  
Wang D S. Retention, fate and allelopathy variation of allelochemicals in soil from different wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties [D]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University, 2008. (in Chinese)

[11] 马永清, 韩庆华. 麦草覆盖夏玉米对其苗期生长发育的生化他感作用研究初报 [J]. *生态学杂志*, 1994, 13(3): 70-72.  
Ma Y Q, Han Q H. Allelopathic effect of wheat straw mulching on seedling growth and development of summer corn [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 1994, 13(3): 70-72. (in Chinese)

[12] 张晓珂, 姜 勇, 梁文举, 等. 小麦化感作用研究进展 [J]. *应用生态学报*, 2004, 15(10): 1969-1972.

Zhang X K, Jiang Y, Liang W J, et al. Research advances in wheat (*Triticum aestivum*) allelopathy [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(10): 1969-1972. (in Chinese)

[13] 贾春虹. 小麦秸秆覆盖对玉米幼苗和马唐等杂草的化感效应研究 [D]. 北京: 中国农业大学, 2005.  
Jia C H. Allelopathic effects of wheat straw mulch on maize (*Zea mays* L.) seedling and weeds in no-till systems [D]. Beijing: China Agricultural University, 2005. (in Chinese)

[14] 蔡太义, 黄会娟, 黄耀威, 等. 中国旱作区不同量秸秆覆盖综合效应研究进展: II. 不同量秸秆覆盖的农作物生理效应及研究存在问题与展望 [J]. *干旱地区农业研究*, 2011, 29(6): 108-114.  
Cai T Y, Huang H J, Huang Y W, et al. Recent progress of research on comprehensive effects of different rates of straw mulch on rainfed farming areas in China: II. Problems and prospects of study on effects of different rates of straw mulch on physiological ecology of crops [J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2011, 29(6): 108-114. (in Chinese)

[15] 张俊鹏, 孙景生, 刘祖贵, 等. 不同麦秸覆盖对夏玉米田棵间土壤蒸发和地温的影响 [J]. *干旱地区农业研究*, 2009, 27(1): 95-100.  
Zhang J P, Sun J S, Liu Z G, et al. Effects of different straw mulching quantity on soil evaporation and soil temperature in summer corn field [J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2009, 27(1): 95-100. (in Chinese)

[16] 刘 超, 汪有科, 湛景武, 等. 秸秆覆盖对农田土面蒸发的影响 [J]. *农业工程学报*, 2008, 24(5): 448-451.  
Liu C, Wang Y K, Zhan J W, et al. The study of influence of straw mulch amount to soil moisture evaporation in farmland [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2008, 24(5): 448-451. (in Chinese)

[17] 张吉祥, 汪有科, 吴学峰, 等. 不同麦秸覆盖对夏玉米耗水量和生理性状的影响 [J]. *灌溉排水学报*, 2007, 26(3): 69-71.  
Zhang J X, Wang Y K, Wu X F, et al. Effect of different soil moisture conservation and irrigation on water consumption and physiological traits of summer corn [J]. *Journal of Irrigation and Drainage*, 2007, 26(3): 69-71. (in Chinese)