

# 大垄双行玉米免耕播种技术研究

王庆杰, 李洪文\*, 徐迪娟, 刘安东, 张旭东

(中国农业大学工学院, 北京 100083)

**摘要:** 主要针对我国东北冷凉风沙区在玉米播种时, 难以实现原垄免耕播种的问题, 提出了大垄双行玉米错茬免耕垄作播种的作业思路, 大垄双行技术是指将传统的一垄一行改为一垄双行, 垄台宽度约为传统垄台的3倍, 目前设计为700 mm; 建立了相应的试验田。试验表明: 该项技术能够在田间大量玉米根茬直立覆盖情况下, 在大垄上实现两行玉米错茬播种, 保持垄形, 作业质量满足农艺要求。与传统播种方式相比, 具有提高地温、降低作业成本、提高产量等优点, 可以提高地温约1°C, 降低机械作业成本350元/hm<sup>2</sup>, 提高产量14.42%, 是保护性耕作技术在东北冷凉风沙区推广应用的一种较理想的模式。

**关键词:** 垄作; 保护性耕作; 大垄双行; 免耕播种机

**中图分类号:** S513.042 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007)02-0017-04

保护性耕作是对农田实行免耕、少耕、用作物秸秆覆盖地表, 减少土壤风蚀、水蚀, 提高土壤肥力和抗旱能力的一项先进农业耕作技术。国外几十年实践证明保护性耕作具有防治沙尘暴和促进农业可持续发展的双重作用, 是当今世界上应用最广、效益最好的一项旱地农业耕作技术<sup>[1]</sup>。中国农业大学与山西农机局等单位在山西、河北等地连续10余年进行了大量的试验研究, 并且通过大面积的生产实践, 证明了保护性耕作适合我国国情, 能够减少土壤风蚀和水蚀、提高土壤抗旱能力和土壤肥力、增加作物产量、降低生产成本、增加农民收入、促进农业可持续发展<sup>[2]</sup>。

东北冷凉风沙区是典型的一年一熟种植区, 耕地面积大, 产量高, 是我国粮食主产区之一。但播种时节存在气温低、雨水少、墒情差、生产成本高等问题, 阻碍了东北地区农业的可持续发展。垄作改变了田间的微地形, 可加大地表面积, 扩大了田间受光面积, 增加了对太阳能的吸收效率, 提高了土壤温度, 有益微生物活动旺盛<sup>[3]</sup>。平地起垄后, 接受太阳光照射以及与空气进行热交换的面积增加30%以上<sup>[4]</sup>, 这对处于高寒地区的东北各省至关重要。漫长冬季过后, 到了回暖期, 垄体开化早, 升温快, 有利于早播种早出苗。但是在垄作与保护性耕作结合的过程中, 由于单垄的垄台宽度一般为20 cm左右, 机具很难实行原垄免耕播种, 在原垄播种过程中, 存在播种开沟器掉入垄沟且很难恢复到垄台上作业等

问题<sup>[5]</sup>。

因此, 针对东北垄作的特点, 采用大垄双行技术与免耕播种相结合, 实现原垄稳定错茬播种, 有利于提高玉米免耕播种质量, 充分发挥垄作与保护性耕作技术的优势。

## 1 大垄双行技术

大垄双行技术是指将传统的一垄一行改为一垄双行, 垄台宽度约为传统垄台的3倍, 目前设计为700 mm; 在种植方式上, 播种时在大垄上错开上一年的根茬约100 mm左右进行免耕播种, 可以减少上年玉米根茬对播种作业质量的影响, 且能保证作业稳定, 不掉垄。播种后形成宽窄行, 具有边行效应<sup>[6]</sup>。

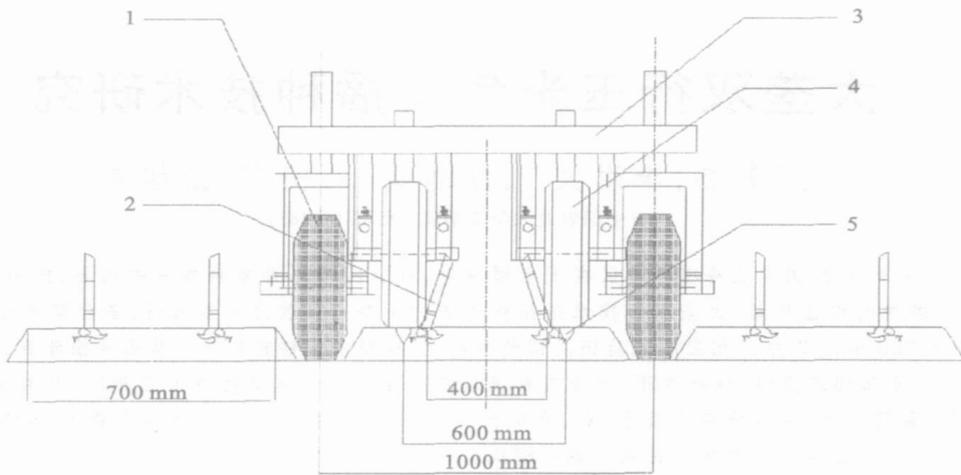
如图1所示, 两垄之间的间距为1 000 mm, 垄台宽度为700 mm。第1年播种时在垄台上的2行玉米行距为400 mm, 垄间玉米行距为600 mm; 第2年播种时通过调整播种开沟器位置, 垄台上的玉米播种行距为600 mm, 即在前茬玉米根茬两侧约100 mm处播种, 垄间玉米行距则变为400 mm。与普通玉米播种机相比, 大垄双行玉米免耕播种机, 只需将覆土圆盘改为单圆盘覆土器, 在根茬的一侧进行覆土。机具两侧安装稳定装置, 增强机具作业的稳定性和保证较高的播种质量。与玉米免耕播种机相比, 错茬播种可以简化播种机结构, 降低机具成本, 并且保证播种质量。

收稿日期: 2006-07-14

基金项目: 国家粮食丰产科技工程“粮食主产区保护性耕作制与关键技术研究”(2004BA520A14C05)

作者简介: 王庆杰(1979—), 男, 山东烟台人, 在读硕士, 主要从事保护性耕作机具的研究工作。

通讯作者: 李洪文(1968—), 男, 教授, 主要从事保护性耕作的研究。



1. 稳定装置 Stabilization device; 2. 直立根茬 Stand-up stubble; 3. 机架 Framework; 4. 镇压轮 Press wheel; 5. 开沟器 Opener

图 1 大垄双行机具作业示意图

Fig. 1 The structure of one big ridge two rows maize planter

## 2 试验与结果分析

### 2.1 试验设计

试验地位于辽宁省阜蒙县他本镇桃李村,并且根据试验需要对试验田进行了规划和设计。试验地分为大垄双行技术与传统播种方式两种处理模式,共 3 次重复,占地  $1.2 \text{ hm}^2$ 。前茬作物是玉米,播种前的土壤含水率:0~10 cm 处大垄双行的含水率为 11.35%,传统地含水率为 8.84%。由于传统播种前进行灭茬,水分散失比较厉害,所以前者比后者高 2.51 个百分点。

### 2.2 播种

2005 年 4 月 12 日,中国农业大学与辽宁省阜新县农机局联合在阜新县他本镇桃李村试验田进行了播种。

为了将大垄双行技术与传统播种方式进行对比,根据当地传统种植习惯,两种处理的施肥量均为  $225 \text{ kg/hm}^2$ ,播种量为  $22.5 \text{ kg/hm}^2$ ,其中两种处理模式都需进行中耕追肥。行距:传统 500 mm,大垄双行(窄行 400 mm,垄间大行 600 mm)。株距:大垄双行与传统均设计为 450 mm。播种质量测定结果为,大垄双行:施肥平均深度 85 mm,变异系数为 6.5%,播种平均深度 43 mm,变异系数 5.6%,为种肥垂直分施;传统播种:施肥平均深度 47 mm,变异系数为 5.8%,播种平均深度 45 mm,变异系数 5.7%,为种肥混施(按照当地种植习惯)。

### 2.3 播种后田间数据测定与结果分析

#### 2.3.1 播种后连续 6 d 地温对比

播种后,对试验田的 2 种处理 3 次重复同时连

续进行了 6 d 的地温测试,其中主要是对播种带上 5 cm 和 10 cm 处进行了测试。在每天的上午 6:00,中午 14:00 以及傍晚 18:00 进行测试。然后根据经验公式:1 天的地温 =  $(2 \times \text{上午 } 6:00 \text{ 值} + \text{中午 } 14:00 \text{ 值} + \text{晚上 } 18:00 \text{ 值}) \div 4$ ,对每天的数据进行图表向导处理,对比结果如图 2、图 3 所示。

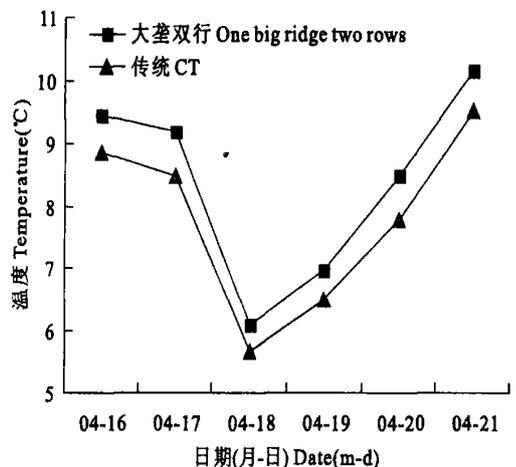


图 2 5 cm 处两种播种模式的地温对比

Fig. 2 The contrast of ground temperature in the depth of 5 cm

试验数据表明在 5 cm、10 cm 处两种播种模式地温差别较大,其中 4 月 18 日、4 月 19 日两天为阴雨天气,因此气温较低。原因分析:由于传统播种模式在播种前地表经过旋耕,播种后又强力镇压,播种带实际处于垄沟内;大垄双行播种模式播种后垄形保持较好,播种带位于垄台上,地温较高。因此大垄双行播种技术能够有效提高地温,与传统播种方式相比更有利于种子发芽。

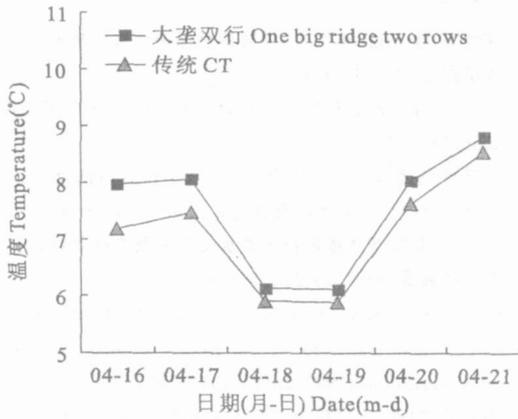


图 3 10 cm 处两种播种模式的地温对比

Fig.3 The contrast of ground temperature in the depth of 10 cm

了对土壤的压实程度,提高了土壤的蓄水能力。传统播种方式下播种前地表经过旋耕,播种后又进行强力镇压,对土壤压实严重,土壤蓄水能力较差。

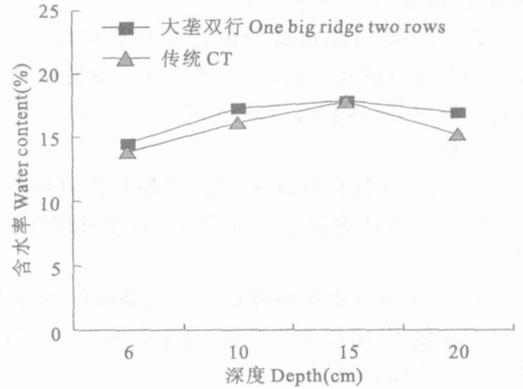


图 4 中耕期两种播种模式的水分对比

Fig.4 The contrast of soil moisture in period of cultivation

2.3.2 苗期水分测试结果

2005 年 5 月 18 日对出苗后两种播种模式的土壤含水率进行了测试,分别测试了 6, 10, 15, 20 cm 处的土壤含水率,如图 4 所示。

测定结果显示:大垄双行播种方式下的土壤含水率高于传统播种方式,其中在 6, 10 cm 处大垄双行方式下的土壤含水率比传统的平均高 1.3%。分析原因如下:大垄双行播种方式下播种机直接进地免耕播种,对土壤扰动小,有利于土壤保墒。传统播种方式播种前地表经过全面旋耕,对土壤扰动大,土壤失墒严重;大垄双行免耕播种方式在播种后地表仍有少量残茬覆盖,能够减少土壤水分蒸发。传统播种方式播种后地表无覆盖,这在东北风沙大的地区土壤水分流失严重<sup>[7]</sup>;大垄双行播种方式播种机一次进地完成播种作业,减少了机具进地次数,降低

2.3.3 机械作业成本对比

由于大垄双行玉米垄作免耕播种技术为免耕播种,所以与传统播种相比减少了灭茬这一工序,而且当地的传统播种方式为单体播种,因此播种时,无论在工作效率还是功耗成本上都比传统方式优越。中耕时由于大垄双行比传统的垄作减少了一半的中耕行数,因此费用也相应减少。从表 1 中可以看出,大垄双行玉米垄作免耕播种模式作业成本比传统节省 350 元/hm<sup>2</sup>。

2.3.4 产量对比

2005 年 9 月 28 日玉米成熟后进行了测产,结果见表 2。

表 1 大垄双行与传统播种模式成本对比

Table 1 The contrast of cost between one big ridge two rows and conventional modes

模式 Model	灭茬 Stubble ploughing (yuan/hm <sup>2</sup> )	播种 Seeding (yuan/hm <sup>2</sup> )	中耕 Cultivation (yuan/hm <sup>2</sup> )	总费用 Total cost (yuan/hm <sup>2</sup> )	差值 Difference (yuan/hm <sup>2</sup> )
大垄双行(2行) One big ridge two rows(2 rows)	0	150	100	250	350
传统播种(1行) Conventional(1 row)	225	225	150	600	

表 2 大垄双行与传统播种模式产量对比

Table 2 The contrast of yield between one big ridge two rows and conventional model

处理模式 Treatment model	大垄双行 One big ridge two rows	传统 Conventional
平均产量 Average yield (kg/hm <sup>2</sup> )	9925.5	8674.5

大垄双行玉米免耕播种方式比传统播种方式增产 14.42%  
One big ridge two rows can increase yield by 14.2% compared with conventional model

从表中的数据可以看出,大垄双行玉米免耕播种方式比传统播种方式增产 14.42%,因为大垄双行玉米垄作免耕播种技术结合了垄作、保护性耕作与宽窄行技术的优点,播种时地温、田间土壤含水率均高于传统播种方式,而且宽窄行技术通风效果、光照均优于传统<sup>[8]</sup>,因此大垄双行玉米免耕播种方式下的玉米产量高于传统播种方式。

### 3 结论

1) 首次运用大垄双行技术与保护性耕作技术相结合,体现出了一定优越性。

2) 大垄双行免耕播种模式将大垄双行技术与免耕播种技术的优点相结合,能够有效地提高地温,保持土壤水分,具有边行效应,有利于作物的生长,提高产量。

3) 大垄双行免耕播种模式的播种机具结构简单,成本低,播种质量好,不破坏垄形,能够满足农艺要求。

4) 大垄双行免耕播种模式可以降低作业成本,提高作业效率,增加作物产量,是东北垄作地区较为理想的免耕播种模式。

### 参考文献:

- [1] 高焕文,李问盈,李洪文.中国特色保护性耕作技术[J].农业工程学报,2003,19(3):1-4.
- [2] 高焕文.保护性耕作技术与机具[M].北京:化学工业出版社,2004.11-13.
- [3] 刘目兴,王静爱,严平,等.垄作对旱作农田油菜生长发育的影响研究[J].干旱地区农业研究,2005,(5):1-6.
- [4] 骆文光.免耕垄作覆盖技术的水土保持及经济效益分析[J].水土保持通报,1994,14(3):35-38.
- [5] Billingsley J, Schoenfisch M. The successful development of a vision guidance system for agriculture[J]. Computer and Electronics in Agriculture,1997,16(2):147-163.
- [6] 郑金玉,刘武仁,冯艳春,等.玉米宽窄行种植对产量和效益的影响试验研究[J].2004,2(9):21-25.
- [7] 高焕文.旱地机械化保护性耕作技术教材[M].北京:中国农业大学,2001.
- [8] 赵殿臣,陈渊,王占哲.玉米大垄种植技术的试验示范效果及增产机制分析[J].黑龙江农业科学,2000,(5):14-18.

## Study on the technology of the corn no-till planting of one big ridge two rows

WANG Qing-jie, LI Hong-wen<sup>\*</sup>, XU Di-juan, LIU An-dong, ZHANG Xu-dong

(The Engineering College, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** To solve the problem of hard to seed corn in the former ridge without tilling in the northeast of China where the temperature is low and it always blows with lots of sands, the mode of avoiding rootstalks by planting two rows in one big ridge is brought up in this paper. "One big ridge, two rows" is a technology that builds on the older "one ridge, one row" method of planting. The width of ridge top is 700mm, which is 3 times as the width of the conventional ridge. The field tests showed that this technology of no-till planter can successfully avoid corn rootstalks and steadily plant corn in the field with many stand-up corn rootstalks. The seeding quality meets the agronomic requirements. Compared with the conventional planting mode, this technology can raise soil temperature by about 1°C, reduce cost of planting by 350 yuan per hectare and increase yield by 14.2%. It is a perfect planting mode for conservation tillage in the northeast of China.

**Keywords:** ridge tillage; conservation tillage; one big ridge two rows; no-till planter