

# 顶浆起垄结合精量播种对半干旱区玉米产量及水分利用率的影响

徐莹莹,刘玉涛,王宇先,杨慧莹,高盼,武琳琳,迟莉  
(黑龙江省农科院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

**摘要:**为提高玉米单产、节水节本,以先玉 335 为材料,通过顶浆播种、精量播种、顶浆精量播种与常规播种对比试验,对土壤温度、含水率、玉米生长、产量及水分利用率各指标进行测定。结果表明:顶浆起垄结合垄上精量播种使土壤含水率增加,土壤温度比常规播种提高 0.2~1.2℃,出苗率提高 6.2%;玉米产量和水分利用率为顶浆精量播种>精量播种>顶浆播种>常规播种,和常规播种比,产量分别提高 14.1%、11.7%和 5.0%,水分利用率分别提高 16.6%、12.2%和 6.2%。顶浆起垄具有较明显的增温和保水效果,结合精量播种技术(顶浆精量播种),对提高玉米产量及水分利用率起到促进作用。

**关键词:**顶浆起垄;精量播种;玉米产量;水分利用率

中图分类号:S513 文献标识码:A 文章编号:1002-2767(2017)10-0004-05 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.10.0004

玉米是我国重要的粮食、饲料和经济作物,种植面积和总产量仅次于美国,居世界第二位<sup>[1]</sup>。近几年,黑龙江省玉米种植面积超过 600 万 hm<sup>2</sup>,成为我国玉米种植面积最大的省份<sup>[2]</sup>。黑龙江省西部半旱区,受大陆季风气候影响,常年降水少,且时空分布不均,春旱发生率达 80% 以上<sup>[3]</sup>,并伴随播种期低温冷害,对玉米产量造成严重影响<sup>[4]</sup>。顶浆起垄增温、保墒效果好,若配套垄上精量播种,可避免开沟散墒,减少坐水量及播种期补墒工序,达到抵御春旱、节本增效的目的。同时精量播种能保证播深一致,避免播种过深粉籽烂芽,

确保苗齐、苗壮,对抵御旱害、确保玉米稳产高产具有重要意义。因此,通过开展顶浆起垄结合精量播种技术研究,为充分挖掘玉米单产潜力、实现节水节本、增产增效提供技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2016 年在齐齐哈尔市富拉尔基区试验地开展。该区位于 N47°15'、E123°40',属于黑龙江省西部半干旱区,地势平坦,排灌方便,土壤为碳酸盐黑钙土,肥力中等(见表 1)。

表 1 供试土壤基础肥力  
Table 1 Basic fertility of experimental soil

碱解氮/(mg·kg <sup>-1</sup> ) Alkali-hydrolyzable nitrogen	有效磷/ (mg·kg <sup>-1</sup> ) Available phosphorus	速效钾/ (mg·kg <sup>-1</sup> ) Available potassium	pH	有机质/ (g·kg <sup>-1</sup> ) Organic matter	盐总量/% Total salt	全氮/% Total nitrogen	全磷/% Total phosphorus	全钾/% Total potassium
100.0	16.9	134.0	7.82	26.5	0.027	0.162	0.090	0.500

### 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 设 4 个处理:顶浆播种、精量播种、顶浆精量播种和常规播种(见表 2)。采用小区对比方法,3 次重复,小区面积 260 m<sup>2</sup>,垄距 65 cm,穴距 23 cm,保苗 6.4 万株·hm<sup>-2</sup>。种肥一次性施入,尿素 150 kg·hm<sup>-2</sup>,磷酸二铵 225 kg·hm<sup>-2</sup>,氯化钾 150 kg·hm<sup>-2</sup>,长效硫包衣尿素 375 kg·hm<sup>-2</sup>。

收稿日期:2017-08-14  
基金项目:齐齐哈尔市科技局农业攻关资助项目(NYGG-201625、NYGG-201509、NYGG-201409);黑龙江省农业科学院院级科研资助项目(2017SJ034);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。

表 2 试验设计  
Table 2 Experiment design

处理 Treatments	种植方式 Planting pattern
顶浆播种 Conservation sowing	早春顶浆灭茬夹肥扣垄,坐水补墒待播,气温回暖后,机械开沟播种镇压,后期遇旱喷灌。
精量播种 Precision sowing	灭茬夹肥扣垄,坐水补墒,穴平直播机精量播种,后期遇旱喷灌。
顶浆精量播种 Conservation with precision sowing	早春顶浆灭茬夹肥扣垄,坐水补墒待播,气温回暖后,穴平直播机精量播种,后期遇旱喷灌。
常规播种 Conventional sowing	灭茬夹肥扣垄,坐水补墒,机械播种镇压,后期遇旱喷灌。

1.3.2 测定项目及方法 (1)土壤温度测定:采用曲管地温计记录土层0~5、5~10和10~15 cm土壤温度,从播种当天起每隔7 d记录一次,至拔节期,测定时间14:00。(2)土壤含水率测定:土钻取土烘干法测定播种期、苗期、拔节期、抽雄期、吐丝期和成熟期0~10、10~20、20~30 cm土壤质量含水率。(3)调查出苗率、株高及地上部植株干重,成熟期选取5点收获测产,计算出公顷籽粒产量(14%标准含水率)。(4)籽粒水分利用率计算公式为 $WUE=Y/ET$ ,  $ET=SWSBF-SWSHA+P+I$ ,式中, $Y$ 为作物单位面积产量,

$SWSBF$ 为播前土壤贮水量, $SWSHA$ 为收获后土壤贮水量, $P$ 为生育期降雨量, $I$ 为灌水量。

1.3.3 数据分析 采用Excel 2007和SPSS 12.0软件进行数据处理分析。

2 结果与分析

2.1 顶浆精量播种对土壤温度的影响

由表3可知,土层0~5、5~10和10~15 cm的土壤温度,表现为顶浆精量播种均高于常规播种,温度提高了0.2~1.2℃。可见,顶浆精量播种具有提高苗期土壤温度的作用。

表 3 不同处理下的土壤温度  
Table 3 Soil temperature under different treatments

处理 Treatments	土层深度/cm Soil depth	土壤温度/℃ Soil temperature							
		5月4日	5月11日	5月18日	5月25日	6月1日	6月8日	6月15日	6月22日
顶浆精量播种 Conservation with precision sowing	0~5	13.5	14.2	15.9	17.6	19.7	21.2	23.9	25.7
	5~10	12.6	13.7	15.0	15.9	18.2	19.3	21.4	24.3
	10~15	11.8	12.6	14.7	15.1	17.1	18.6	20.9	23.8
常规播种 Conventional sowing	0~5	13.0	13.8	15.5	17.2	19.2	20.0	23.3	25.1
	5~10	12.2	13.2	14.7	14.9	17.7	18.8	20.4	23.7
	10~15	11.3	12.2	14.3	14.6	16.9	18.1	20.6	23.2

2.2 不同处理对玉米生长发育的影响

2.2.1 不同处理对出苗率的影响 由图1可知,精量播种和顶浆精量播种处理的出苗率与常规播种的出苗率差异显著( $P<0.05$ ),其中顶浆精量播种的出苗率最高(94.40%),其次为精量播种(92.62%)和顶浆播种(90.14%),常规播种出苗率最低(88.92%),顶浆精量播种、精量播种和顶浆播种的出苗率,分别比常规播种提高6.2%、4.2%和1.4%。这主要是由于顶浆精量播种具有保水增温的作用,能够减少粉籽、烂籽的发生,提高玉米出苗率,同时保证合理的播种深度和间距,更利于种子萌发,出苗效果好。

2.2.2 不同处理对玉米株高及干重的影响 生

育期调查结果显示(见图2、图3),苗期至成熟期不同处理的植株干重差异显著( $P<0.05$ ),各时期地上部干重和株高表现为顶浆精量播种>精量

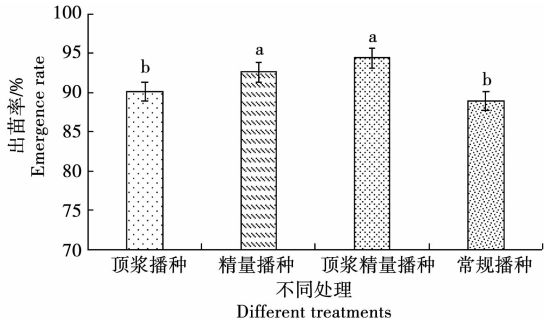


图 1 不同处理对玉米出苗率的影响  
Fig. 1 Germination rate of maize in different treatments

播种>顶浆播种>常规播种,和常规播种相比,成熟期顶浆精量播种、精量播种和顶浆播种的地上部干重分别增加了 161.40、57.74 和 26.55 g;拔节期株高分别增加 27、13 和 4 cm。个体生长发育上的差异主要是由于播种方式对玉米生长具有一定影响,其中顶浆播种具有保水增温效果,对玉米吸收水分和肥料具有促进作用,有效减少小苗、弱苗的发生。精量播种能确保播种时种子深浅一致,株距高度一致,因此植株分布均匀,既保证了合理的种植密度,又能避免个体间的相互竞争,有利于玉米植株的生长发育。

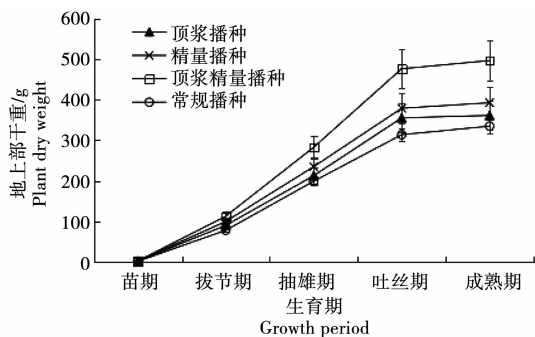


图2 不同处理对植株干重的影响

Fig. 2 Effects of different treatments on dry weight of plant

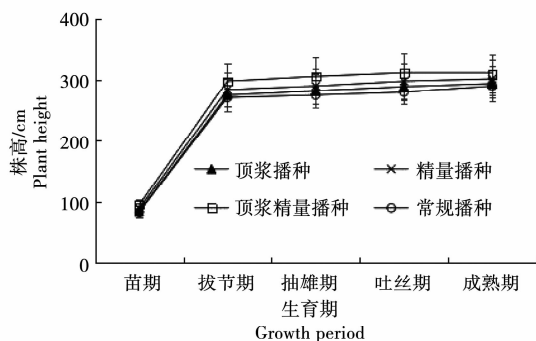


图3 不同处理对玉米株高的影响

Fig. 3 Effects of different treatments on plant height of maize

### 2.3 不同处理对玉米土壤含水率影响

由图4、图5和图6可知,各土层播种至成熟期,4种处理的土壤含水率为顶浆精量播种>顶浆播种>精量播种>常规播种,0~30 cm 顶浆精量播种各时期的土壤平均含水率分别比常规播种提高了 7.43%、13.18%、10.62%、15.50%、7.43%和 8.89%;顶浆播种土壤平均含水率分别比常规播种提高了 6.34%、10.88%、4.11%、9.21%、6.87%和 5.02%;精量播种土壤平均含

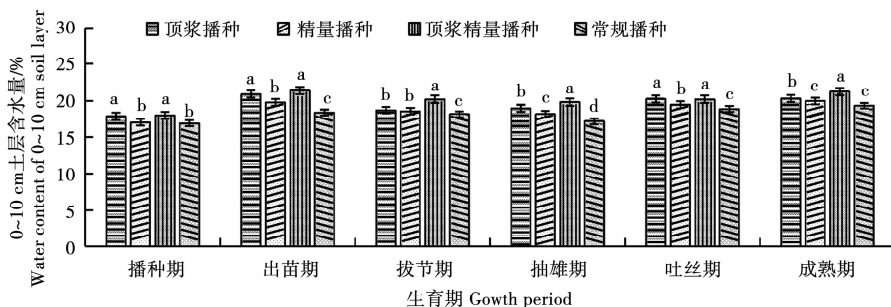


图4 不同处理对0~10 cm 土层含水率影响

Fig. 4 Effects of different treatments on moisture content of 0~10 cm soil layer

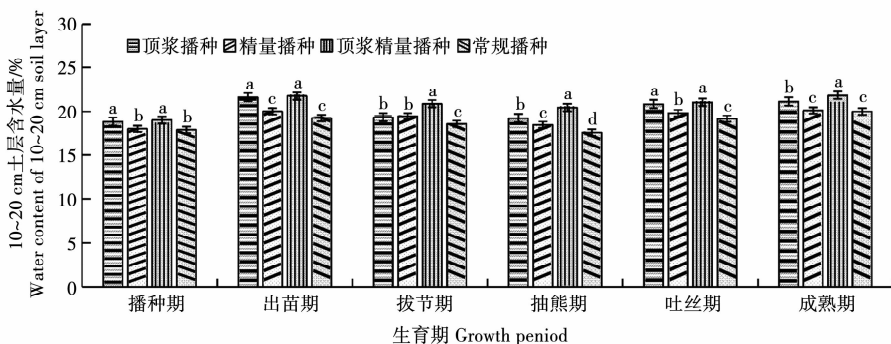


图5 不同处理对10~20 cm 土层含水率影响

Fig. 5 Effects of different treatments on moisture content of 10~20 cm soil layer

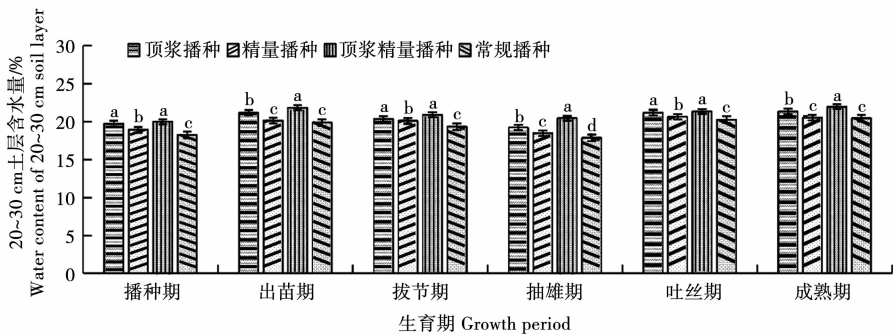


图6 不同处理对20~30 cm土层含水率影响  
Fig. 6 Effects of different treatments on moisture content of 20~30 cm soil layer

水率别比常规播种提高了1.64%、4.25%、3.75%、4.82%、2.83%和1.44%。

2.4 不同处理对玉米产量及水分利用率的影响

由表4可知,不同处理的产量存在极显著差异( $P<0.01$ ),表现为顶浆精量播种( $8\,756\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )>精量播种( $8\,574\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )>顶浆播种( $8\,057\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )>常规播种( $7\,675\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ),和常规播种比,产量分别提高14.1%、11.7%和5.0%。这是因为顶浆播种有利于提高土壤温度,促进苗期生长,而精量播种能够保证株距一致,创建合理的玉米群体

结构,提高光能、水、肥利用率,进而提高玉米产量。

精量播种模式下,灌溉用水可减少 $3.0\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ (灌溉量 $1\text{ mm}=10\text{ cm}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ )<sup>[5]</sup>。顶浆播种、精量播种和顶浆精量播种的水分利用率均高于常规播种,分别提高了6.2%、12.2%和16.6%。说明顶浆播种和精量播种对于保持土壤水分,提高玉米水分利用率具有重要作用,且顶浆起垄配合精量播种效果更加明显。

表4 不同处理对玉米产量及水分利用率影响

Table 4 Effects of different treatments on yield and water use efficiency of maize

处理 Treatments	产量/ ( $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ) Yield	播前贮水量/mm Water storage before sowing	收获贮水量/mm Water storage after harvest	降水量/mm Precipitation	灌溉量/mm Irrigation amount	水分利用率/ ( $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{mm}^{-1}$ ) Water use efficiency
顶浆播种	8057 B	89.06	104.81	283.2	46	25.70
精量播种	8574 A	85.13	101.25	283.2	46	27.13
顶浆精量播种	8756 A	89.97	108.67	283.2	46	28.20
常规播种	7675 C	84.87	99.80	283.2	49	24.19

3 结论与讨论

利用早春回暖,适时顶浆起垄,可错期播种避免农时紧张,由于补墒时期早,有助于提高土壤温度(比常规播种提高 $0.2\sim1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ),减少玉米粉籽、烂籽的发生,有利于种子发芽和出苗(出苗率比常规播种提高6.2%),同时结合精量播种可保证出苗质量,促进玉米生长发育,这与之前的研究结果相一致。贯春雨等<sup>[6]</sup>研究发现,根据气候环境条件,适时顶浆早播可延长生育期,显著提高玉米产量。于吉琳等<sup>[7]</sup>认为,顶浆早播土壤水分好,种子可有效吸收土壤中的水分促进生根、发芽,提高出苗率,确保全苗。

玉米产量为顶浆精量播种( $8\,756\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )>精

量播种( $8\,574\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )>顶浆播种( $8\,057\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )>常规播种( $7\,675\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ),和常规播种比,产量分别提高14.1%、11.7%和5.0%。顶浆起垄具有较明显的增温和保水效果,促进玉米生长,配合精量播种(顶浆精量播种),可减少开沟散墒,增加玉米整齐度,有利于提高玉米产量。

精量播种模式下,灌溉用水可减少 $30\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 。顶浆播种、精量播种和顶浆精量播种的水分利用率均高于常规播种,分别提高了6.2%、12.2%和16.6%。

参考文献:

[1] 赵久然,王荣焕.30年来我国玉米主要栽培技术发展[J].玉米科学,2012,20(1):146-152.  
[2] 杨德光,刘飞跃,雷妮,等.黑龙江省玉米栽培技术与发展趋势

- 势[J]. 玉米科学, 2016, 24(5): 89-93.
- [3] 姜秋香, 付强, 王子龙. 黑龙江省西部半干旱区土壤水分空间变异性研究[J]. 水土保持学报, 2007(5): 118-122.
- [4] 李祎君, 王远皓, 张雪芬, 等. 东北地区玉米低温冷害规律研究[J]. 自然灾害学报, 2011, 20(6): 74-80.
- [5] 党小虎, 刘国彬, 孟文文, 等. 基于虚拟水的小流域综合治理水资源响应[J]. 人民黄河, 2013, 35(3): 55-57.
- [6] 贯春雨, 刘玉涛, 王宇先. 寒地玉米幼苗早发增产技术研究[J]. 黑龙江农业科学, 2011(3): 37-38.
- [7] 于吉琳, 聂林雪, 郑洪兵, 等. 播期与密度对玉米物质生产及产量形成的影响[J]. 玉米科学, 2013, 21(5): 76-80.

## Effects of Conservation Ridging Combined with Precision Seeding on Yield and Water Use Efficiency of Maize in Semi Arid Area

XU Ying-ying, LIU Yu-tao, WANG Yu-xian, YANG Hui-ying, GAO Pan, WU Lin-lin, CHI Li  
(Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161006)

**Abstract:** In order to increase maize yield, save water and reduce cost, Xianyu335 was taken as material, through the contrast test of conservation sowing, precision seeding, conservation with precision sowing and conventional sowing, the indexes of soil temperature, moisture content, maize growth, yield and water use efficiency were measured. The results showed that conservation sowing combined with precision seeding treatment could increase soil moisture content, soil temperature increased by 0.2~1.2 °C, and germination rate increased by 6.2% compared with conventional sowing. Maize yield and water use efficiency showed conservation with precision seeding > precision sowing > conservation sowing > conventional sowing, compared with the conventional sowing, the yield increased by 14.1%, 11.7% and 5.0%, and the water use efficiency increased by 16.6%, 12.2% and 6.2% respectively. The effect of increasing temperature and water holding capacity of conservation sowing was obvious. Combined with precision sowing technology (conservation with precision sowing), the yield and water use efficiency of maize were improved.

**Keywords:** conservation ridging; precision sowing; maize yield; water use efficiency

(该文作者还有徐婷, 樊景胜, 单位同第一作者)

(上接第 3 页)

## Effects of Chemical Regulator on Anti-lodging Characters and Yield Formation of Spring Maize of Northeast China

HAO Yu-bo, YU Yang, QIAN Chun-rong, GONG Xiu-jie, LI Liang, JIANG Yu-bo, LAI Yong-cai  
(Crop Cultivation Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences /Scientific Observing and Experimental Station of Crop Cultivation in Northeast China, Ministry of Agriculture, Harbin, Heilongjiang 150086)

**Abstract:** The lodging has always been an important factor restricting the high and stable yield of maize in the black soil area of northeast China. In order to improve the anti-lodging ability of maize, taking Xianyu 335 as the test material, chemical regulator was used at bell stage in maize, the effects of chemical regulator on anti-lodging characters of stalk and root were analyzed. The results showed that the plant height, ear position and length of lower internodes were reduced, while layers and total numbers of aerial root, density and breaking strength of internodes were improved. The use of chemical regulator could improve anti-lodging abilities of stalk and root significantly.

**Keywords:** maize; chemical regulator; lodging; yield; stalk; aerial roots

(该文作者还有葛选良、赵杨, 单位同第一作者)