

玉米平作膜上精播技术研究

王宇先,刘玉涛,李 敏,杨慧莹,周恩昊,马 波,胡继芳

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:为了提高半干旱区玉米产量,以玉米品种先玉 335 为试验材料,采用大区对比的方法,对平作膜上精播技术进行研究。结果表明:平作膜上精播处理比常规垄作处理地温提高 2~3℃,储水量增加 13.13%,产量增加 13.87%,水分利用率增加 20.40%。平作膜上精播技术能够提高耕层土壤温度,与常规垄作覆膜相比具有良好的集雨保墒效果,能促进玉米生长发育,显著提高玉米产量和水分利用率。

关键词:玉米;平作;覆膜;精播

中图分类号:S513.048

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2014)01-0021-05

玉米是黑龙江省第一大作物,2012 年播种面积达到 600 万 hm^2 ,低温、干旱和无霜期短等不利自然条件的影响,是限制玉米高产稳产的主要制约因素。地膜覆盖技术是一项能大幅度提高作物产量的突破性创新技术^[1],通过采用聚乙烯塑料薄膜覆盖土壤表面,能够增温保墒保水,减少棵间土壤水分蒸发,提高水分的有效利用效率,促进种子的提早萌发和出土,加快植株地上部分和地下部分生长发育,调节植物某一阶段生长发育的持续时间,协调各器官物质分配,并获得早熟、高产、优质、高效的栽培技术。地膜覆盖技术的推广应用有效克服了农业生产中长期存在的问题,使玉米产量得到大幅度提高^[2]。但生产实践已表明,地膜覆盖有时因作物生长前期土壤水分耗竭严重或水分不足,后期会出现严重的脱水,导致减产^[3];同时,地膜覆盖在阻断耕层土壤蒸发的同时也会阻碍自然降雨或灌溉水对耕层的补给,尤其是地膜覆盖下的植株根系部分,不利于植株的水分吸收利用,此外常规地膜覆盖技术需要及时破

膜放苗,浪费大量的人力物力。因此,在旱作和节水灌溉地区地膜覆盖技术的发展一直受到限制,所以在寒地半干旱地区研究新型的地膜覆盖技术对于发展农业生产、提高玉米产量具有重要的理论和实践意义。该文通过对旱地玉米平作膜上精播技术与常规垄作地膜覆盖技术、常规垄作栽培技术的不同模式下土壤温度和水分变化动态的研究,探索平作膜上精播技术对旱地玉米土壤温度和水分的变化规律及对产量和水分利用率的影响,为平作膜上精播技术的推广与应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2012 年在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院科研试验基地进行,该地区位于黑龙江省齐齐哈尔市富拉尔基区科研委, $\text{N}47^{\circ}15'$, $\text{E}123^{\circ}40'$,海拔 150.0 m,土壤类型为黑钙土。前茬为玉米。播种前测量土壤肥力(见表 1)。

表 1 供试土壤基础肥力状况

Table 1 The fertility condition of experimental soil

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

1.2 材料

供试玉米品种先玉 335(有效积温 2 650℃),地膜为常规农用地膜,宽度为 120 cm,厚度为 0.008 mm。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验设 3 个处理,即处理 1 为

收稿日期:2013-08-05

基金项目:国家现代玉米产业技术体系资助项目(CARS-02-43);东北平原北部(黑龙江)春玉米水稻持续丰产高效技术集成创新与示范资助项目(2011DAD16B11);黑龙江省农业科学院青年基金资助项目(2012QN018)

第一作者简介:王宇先(1982-),男,黑龙江省鸡西市人,硕士,助理研究员,从事作物栽培研究。E-mail:13836209470@163.com。

平作膜上精播,品种为先玉 335;处理 2 为常规垄作覆膜,品种为先玉 335;处理 3 为常规垄作对照,品种为先玉 335。采用大区对比试验,不设重复。种肥一次性施入尿素 $150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、磷酸二铵 $225 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、氯化钾 $150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 以及长效硫包衣尿素 $375 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。播后进行喷灌,喷灌量为 30 mm(见表 2)。

平作膜上精播处理采用玉米平作膜上精播技术,改传统垄作为平作,形成独特的集水槽,膜面收集降水于膜孔内,直接汇于玉米植株根部,既保证地膜覆盖增温保墒作用,又不阻断雨水、灌溉水对耕层的补给,达到水分高效利用的目的。应用“膜上穴平直播机”系列机械,膜上打孔播种,省去人工放苗工序,实现全程机械化。

表 2 试验方案

Table 2 Test plan

处理 Treatments	品种 Varieties	行距/cm Line spacing	株距/cm Plant distance	保苗/株·hm ⁻² Plant number	种植方式 Planting pattern
1	先玉 335	窄行距 50 宽行距 80	25.6	60000	旋耕后不起垄,机械深施肥 机械覆膜,膜上播种,播后喷灌
2	先玉 335	65	25.6	60000	旋耕后起 65 cm 垄 机械深施肥,播后喷灌覆膜
3	先玉 335	65	25.6	60000	旋耕后起 65 cm 垄 机械深施肥,播后喷灌

1.3.2 测定项目及方法 测定项目有物候期调查、土壤温度和水分测定。

(1)物候期调查记载:播种期、出苗期、拔节期、小喇叭口期(9 片全展叶)、大喇叭口期(12 片全展叶)、抽雄期、吐丝期和成熟期;判定标准均为群体有 1/2 植株进入该生育时期,记录日期。

(2)土壤温度测定:从播种到拔节期,每 7 d 测 1 次地温,采用曲管地温计对 0、10 cm 的土壤温度进行测定,测定时间为 8:00、14:00、18:00。

(3)土壤水分测定:采用土钻取土烘干法测量,按行的方向在 2 棵玉米植株中间位置取样。测定时期为播种前、出苗期、拔节期(6 片全展叶)、孕穗期(9 片全展叶)、吐丝期和成熟期,测定层次为 0~20 cm 及 20~40 cm;当一次降雨超过 30 mm 时,雨后 24 h 加测 1 次土壤含水量,测定深度同正常。

(4)玉米产量测定:选定各处理小区有代表性的区域,进行农艺性状调查和产量测定。每个处理测 5 点,每个点取 20 m² 植株的果穗,测定株

高、穗位、穗长、穗粗、行数、粒数及百粒重(烘干重),最后折算每公顷籽粒产量(14%标准含水量)。

土壤储水量计算公式为: $SWS = Wsbd$, 式中, Ws 为土壤质量含水量; b 为土壤容重; d 为土壤深度。水分利用效率计算公式为: $WUE = Y/ET$, $ET = SWSBF - SWSHA + P$, 式中, Y 为作物单位面积产量; $SWSBF$ 为播前土壤储水量; $SWSHA$ 为收获后土壤贮水量; P 为生育期降雨量。

1.3.3 数据分析 采用 Microsoft Excel 2003 和 DPS 统计软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 平作膜上精播对生育进程的影响

由表 3 可知,各处理同期播种全部成熟,但各生育进程不同。平作膜上精播处理、常规垄作覆膜处理各生育时期要比常规垄作处理生育期提前 5~7 d。平作膜上精播与常规垄作覆膜均能够促进玉米生长发育,加快生育进程,促使玉米提前出苗,生育期提前 7 d。

表 3 玉米生育时期调查

Table 3 Investigation of growth period

处理 Treatments	生育时期/月-日 Growth period						
	播种期 Sowing date	出苗期 Emergence stage	拔节期 Jointing stage	孕穗期 Boot stage	抽雄期 Tasseling stage	吐丝期 Silking stage	成熟期 Maturing date
1	05-07	05-19	06-26	07-18	07-23	07-25	09-18
2	05-07	05-17	06-27	07-18	07-23	07-25	09-18
3	05-07	05-23	07-02	07-25	07-28	07-30	09-25

2.2 平作膜上精播对土壤温度的影响

从图 1 看出,在 0 cm 耕层,平作膜上精播处理和常规垄作覆膜处理地温比常规垄作对照处理提高 1.5~10.0℃,其中 8:00 及 18:00 地温提高 3~10℃,增温效果明显,平作膜上精播处理与常规垄作覆膜处理地温变化幅度基本持平;在 10 cm 耕层,常规垄作覆膜处理比常规垄作对照处理地温提高 2.5~8.0℃,平作膜上处理比常规

垄作地温提升 2~3℃,常规垄作覆膜处理地温比平作膜上精播处理高 0.5~5.0℃。结果表明,平作膜上精播处理、常规垄作覆膜处理在 8:00、14:00 及 18:00 时的 0、10 cm 耕层地温均高于常规垄作对照处理,增温效果明显,平作膜上精播处理、常规垄作覆膜处理温度变化小于常规垄作对照,有利于玉米幼苗的生长发育。

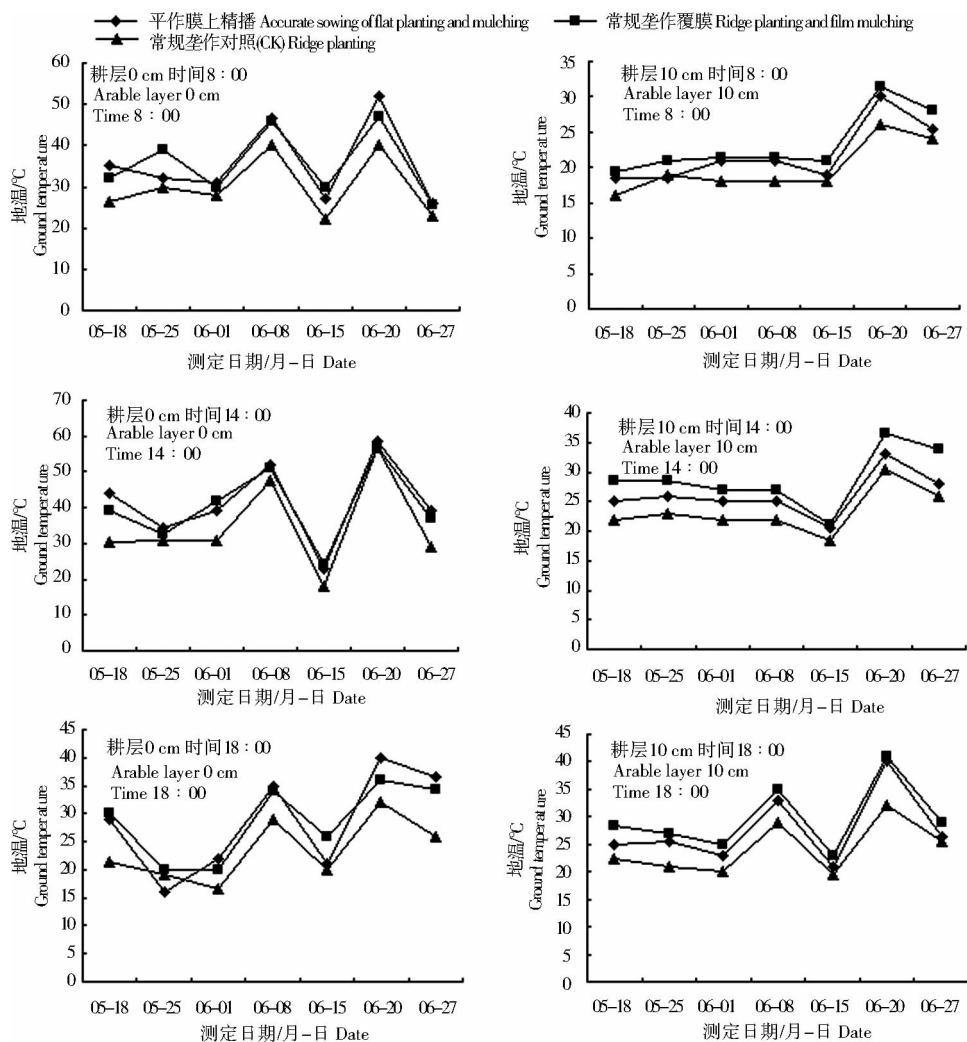


图 1 不同耕层、不同时间地温变化

Fig. 1 Change of ground temperature in different arable layers and time

2.3 平作膜上精播对土壤水分的影响

由图 2 可知,在出苗期,平作膜上精播处理和常规垄作覆膜处理土壤耕层含水量要高于常规垄作处理,其原因为播种时土壤水分充足,平作膜上精播处理和常规垄作覆膜处理能够阻断土壤水分蒸发,保墒效果明显。出苗期到拔节期间,耕层内水分不断消耗,加之降雨量少,各处理土壤含水量

均呈下降趋势,但平作膜上精播处理土壤耕层含水量要高于常规垄作覆膜处理和常规垄作处理,常规垄作覆膜处理与常规垄作处理土壤含水量相近。说明常规垄作覆膜在隔断土壤水分蒸发、保持土壤水分的同时,也阻碍了有限的雨水对耕层的补给,而平作膜上精播处理除了具有隔断土壤水分蒸发的保墒效果外,还具有拱形平台和集水

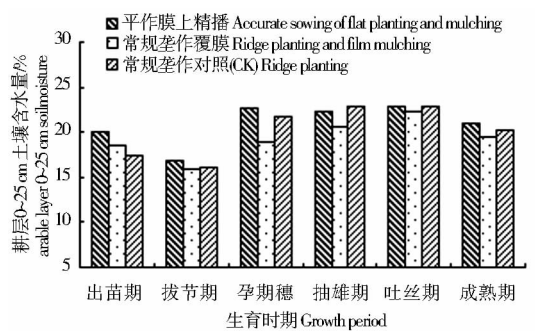


图2 不同耕层土壤含水量变化

Fig. 2 Change of soil moisture content in different arable layers

槽,能够汇集自然降水和灌溉水于玉米植株根部,集雨效果明显。在孕穗期至成熟期,降雨量逐渐增多,各处理间的土壤含水量都显著提高,平作膜上精播处理与常规垄作处理土壤含水量持平,但明显高于常规垄作覆膜处理,说明在丰水条件下,常规垄作覆膜处理也阻碍水分对耕层的补给,影响土壤涵蓄水分,平作膜上精播处理不影响土壤对水分的涵蓄,具有蓄水保墒的效果。结果表明,

常规垄作覆膜处理具有良好的保墒效果但不利于水分的补给,尤其是在丰水条件下,常规覆膜处理要低于常规垄作对照处理。平作膜上精播处理保水、集水性能好,有利于保墒蓄水,提高土壤水分含量,保证有效的水资源得到充分利用。

2.4 平作膜上精播集水效果

播种期到成熟期降雨量为 433 mm,但各月份降雨量分布不均。苗期至拔节期(5~6 月份)降雨量偏少,常规覆膜处理和常规垄作处理出现旱情,进行喷灌,灌水量为 30 mm,平作膜上精播处理未出现旱情,没有进行喷灌,节省一次有效灌水。

生育期 7 月 1~3 日合计降雨 59.9 mm,7 月 4 日测定 0~25 cm 耕层土壤含水量和土壤容重见表 4。由表 4 可知,在 0~25 cm 耕层内,处理 1 比对照处理 3 多储水 9.26 mm,储水量增加 13.13%,而处理 2 比处理 3 少储水 3.85 mm,储水量减少 5.46%。平作膜上精播处理的集雨效果明显优于常规垄作覆膜处理,常规垄作覆膜处理地膜阻断了雨水的下渗,不利于雨水的涵蓄。

表 4 土壤储水量比较

Table 4 Comparition of soil water storage

处理 Treatments	含水量/% Water content	土壤容重/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ Bulk density of soil	土壤深度/mm Soil depth	土壤储水量/mm Soil water storage	差值/mm Difference	增加幅度/% Increased range
1	25.95	1.23	250	79.80	9.26	13.13
2	22.23	1.20	250	66.69	-3.85	-5.46
3(CK)	23.32	1.21	250	70.54	—	—

2.5 平作膜上精播对产量及水分利用率的影响

通过产量结果的对比分析(见表 5)可知,各处理间产量水平均达到极显著差异。处理 1 比对照处理 3 增产 13.87%,处理 2 比对照处理 3 增产 9.81%。各处理间的产量变化差异均达到极

显著水平。水分利用率对比中,处理 1 和处理 2 水分利用率分别比处理 3 增加 20.40% 和 10.39%。说明平作膜上精播处理能显著提高玉米产量和水分利用率。

表 5 产量及水分利用率比较

Table 5 Comparition of yield and water use efficiency

处理 Treatments	播种前土壤含水量/% Soil moisture before sowing	收获期土壤含水量/% Soil moisture at the maturing date	降雨量/mm Rainfall	灌水量/mm Irrigation amount	产量/ $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ Yield	增产幅度/% Yield increase range	水分利用率/ $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{mm}^{-1}$ Water use efficiency	增加幅度/% Increased range
1	18.86	21.21	433	30	10459 Aa	13.87	22.25 Aa	20.40
2	18.86	19.47	433	60	10095 Bb	9.81	20.40 Bb	10.39
3	18.86	20.36	433	60	9193 Cc	—	18.48 Cc	—

3 结论与讨论

结果表明,平作膜上精播技术能够提高耕层土壤温度,但增温效果略低于常规垄作覆膜,在 10 cm 耕层表现明显。平作膜上精播技术与常规垄作覆膜相比具有良好的集雨保墒效果,能促进玉米生长发育,加快生育进程,显著提高玉米产量和水分利用率,可根据生育期长短适当种植生育期较当地积温长的玉米品种。

李长照、王庆喜等^[5-6]通过地膜覆盖试验可知,在 0~25 cm 地膜覆盖比未覆盖平均土壤温度要高出 3.2~6.8℃。该试验结果表明,在 0 cm 耕层,常规垄作覆膜处理比常规垄作对照处理地温提高 1.5~10.0℃,平作膜上精播处理与常规垄作覆膜处理地温变化幅度持平;在 10 cm 耕层,常规垄作覆膜处理比常规垄作对照处理地温提高 2.5~8.0℃,平作膜上精播处理比常规垄作地温提升 2~3℃,略低于常规覆膜处理,增温效果明显。

李世清等^[6]研究表明,在丰水年份,地膜覆盖可有效贮存降水和防止蒸发,但在缺水年份,这种作用则不明显,这与该试验研究结果相符,在丰水条件下,地膜覆盖处理与未覆膜处理含水量都得到显著提高,但地膜覆盖不如未覆膜处理含水量高,在缺水条件下,地膜覆盖处理与未覆膜处理含水量相差不显著。平作膜上精播技术在平作基础上应用“膜上穴平直播机”机械,膜上穴播,省去人

工放苗程序,实现种植全程机械化。平作膜上精播技术独有拱形平台和集水槽能够汇集自然降水和灌溉水于玉米植株根部,既增温保墒保水、减少土壤水分蒸发,又不阻断水分对土壤耕层的补给,大大提高了水分利用率,适合在高寒半干旱雨养灌溉地区推广应用^[7]。

平作膜上精播技术在齐齐哈尔地区正常干旱条件下表现出良好的保墒增温集水效果,在其它地区和气候条件下能否表现出相似或者不同的关系尚待探讨。平作膜上精播技术的增产机理中除了促进生长发育、提高地温、集水保墒外,对土壤肥料及微生物数量的影响还有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 卢宗凡,谢永生.黄土高原农田生产潜力与实现优质高产高效的对策[J].中国农业科技导报,2000,2(6):46-49.
- [2] 汪景宽,彭涛,张旭东,等.地膜覆盖对土壤酶活性的影响[J].沈阳农业大学学报,1997,28(3):210-213.
- [3] 郭志利,古世禄.覆膜栽培方式对谷子产量及效益的影响[J].干旱地区农业研究,2000,18(2):33-39.
- [4] 王庆喜,李生秀,高亚军.地膜覆盖对旱地春玉米生理生态和产量的影响[J].作物学报,1998,24(3):349-353.
- [5] 李长照,刘庆华,仲爽.玉米膜下滴灌土层增温效果的研究[J].东北农业大学学报,40(10):49-51.
- [6] 李世清,李凤民,宋秋华,等.半干旱地区地膜覆盖对作物产量和氮效率的影响[J].应用生态学报,2001,12(2):205-209.
- [7] 刘玉涛,梁金国,杨慧莹,等.玉米平作膜上精播抗旱节水高产栽培技术[J].黑龙江农业科学,2013(3):19-20.

Research on the Accurate Sowing Technique of Flat Planting and Film Mulching of Maize

WANG Yu-xian, LIU Yu-tao, LI Min, YANG Hui-ying, ZHOU En-hao, MA Bo, HU Ji-fang
(Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161041)

Abstract: In order to improve the yield of maize in semiarid region, taking Xianyu 335 as the experimental materials, using the method of regional contrast, accurate sowing technique of flat planting and film mulching were studied. The results showed that the accurate sowing technique of flat planting and film mulching could increase the ground temperature by 2~3℃, soil water storage by 13.13%, yield by 13.87% and water use efficiency by 20.40% than control. Accurate sowing technique of flat planting and film mulching could improve the topsoil temperature which had better effect on rain collection and water retention than the ordinary ridge tillage film covering technique, and it could promote the growth and development of maize, as well as increase crop yield and water use efficiency significantly.

Key words: maize; flat planting; film mulching; accurate sowing

(该文作者还有闫峰、赵蕾,单位同第一作者)