

# 不同播种密度对亚麻温敏雄性不育系生长和育性的影响

张建平<sup>1,2</sup>, 党占海<sup>1,2</sup>, 吕鹏<sup>2</sup>, 王利民<sup>1,2</sup>, 赵利<sup>1,2</sup>

(1. 中国农科院油料作物研究所, 湖北 武汉 430062; 2. 甘肃省农科院作物研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 以亚麻温敏雄性不育系 1S 为材料, 采用不同播种密度试验, 研究了不同播种密度对亚麻温敏雄性不育系生长和育性的影响。结果表明, 不同播种密度对亚麻温敏雄性不育系生长具有一定的影响, 主要表现在随播种密度的增加, 不育系终花期和成熟期延长, 株高的增长减缓, 工艺长度增加, 单株果数减少; 单株开花数量明显减少, 但是开花前期花数占总花数的比例显著增加; 但不同密度对不育系的花粉育性没有显著影响。因此, 可以通过调节密度来调整不育系的花期和单株开花数等性状, 以便在一定程度上克服花期过长或气候不稳定引起育性不稳定的不利影响。

**关键词:** 亚麻; 温敏; 雄性不育; 播种密度; 育性

**中图分类号:** S563.204.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)03-0022-05

普通亚麻 (*L. usitatissimum* L) 是种植历史最悠久的栽培植物之一, 按用途不同可分为油用亚麻、纤维用亚麻和油纤兼用型, 其茎秆可以剥取高档纤维用于纺织, 籽粒可以榨制富含高不饱和脂肪酸的营养保健植物油<sup>[1,2]</sup>。我国亚麻年种植面积在 60 万  $\text{hm}^2$ , 其中油用亚麻(胡麻)年种植面积 40 万  $\text{hm}^2$ , 是重要的油料和纤维作物<sup>[3]</sup>。利用杂种优势是大幅度提高作物产量和品质的有效途径, 雄性不育是利用杂种优势的主要方式之一。Kumar 报道亚麻杂交种有 25%~40% 的杂种优势率, 杂种优势非常明显<sup>[4]</sup>。陈炳东等报道, 不同杂交组合的  $F_1$  超亲优势为 26.5%~109.4%, 平均优势 36.1%~129.4%, 表明亚麻产量具有很强的杂种优势<sup>[5]</sup>。亚麻是自花授粉作物, 因此, 优良雄性不育是利用杂种优势的关键。1921 年 Bateson 和 Gardyner 首次鉴定出亚麻细胞质雄性不育系, 但是这个不育系的花瓣不能充分展开, 异花受粉受到障碍, 难以用于杂交种, 因而未能用于杂交种的生产<sup>[6]</sup>。此后, 还有花瓣充分展开的亚麻细胞质雄性不育系的报道<sup>[7,8]</sup>, 但在杂交种利用上, 未能取得成功。我国陈鸿山等发现了具有明显的标记性状(种皮颜色和花色)的显性核不育亚麻, 并开展了进一步研究, 但未见有效利用杂种优势的报道<sup>[9,10]</sup>。温敏型雄性不育系是一种非常重要的不育类型, 目前在多种作物上都发现了这种不育类型并已经应用于生产, 如小麦短日低温不育, 高粱

低温敏不育, 谷子长日低温敏不育等<sup>[11]</sup>。党占海等利用抗生素诱导首次获得了温敏型亚麻雄性不育系, 研究表明, 该不育系的不育性受隐性核基因控制, 其雄性不育性受外界温度变化的影响, 在一定温度范围内, 低温不育, 高温育性恢复<sup>[12~15]</sup>, 使通过亚麻“两系法”杂种优势利用成为可能。国内外目前亚麻育种主要为常规育种<sup>[16,17]</sup>, 因此, 这一新型亚麻不育系的发现, 为亚麻杂优利用开辟了新的途径。本文通过不同播种密度试验, 研究不同播种密度对亚麻温敏雄性不育系生长和育性的影响, 以期为该不育系的利用提供一定的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料亚麻温敏雄性不育系 1S 是从抗生素诱变产生的亚麻雄性不育突变株中定向选育而成, 由甘肃省农科院作物所胡麻课题组提供。

### 1.2 试验方法

1.2.1 试验地点及播种 本试验在甘肃农科院兰州试验基地进行(海拔 1 500 m, 纬度  $N36^\circ$ )。试验设立了 5 个不同的播种密度, 代号分别为 1、2、3、4、5, 相应的播种量分别为 100、200、300、400、500 粒/行。不同播种密度均为 5 行区, 行长 1.5 m, 行距 20 cm, 2 次重复; 于 2005 年 3 月 15 日播种。

1.2.2 生育期记载 田间观察记载不同播种密度

收稿日期: 2008-10-21

基金项目: 甘肃省油料作物品种创新及产业化发展研究创新团队建设

作者简介: 张建平(1972-), 男, 甘肃天水人, 副研究员, 从事胡麻新品种选育工作。E-mail: zhangjianpinglanzhou@yahoo.com.cn。

不育系的出苗期、现蕾期、初花期、盛花期、终花期和成熟期,以分析播种密度对不育系生育期的影响。

1.2.3 株高测定 出苗后在株高为5 cm左右时开始测量不同播种密度下不育系的株高。每个小区随机选取三个点,每个点随机选取20株并标记,逐株测量地上部分株高,以后每隔一星期测量1次。

1.2.4 开花数量统计 于开花初期开始,每天观察、统计每个小区标记的20株的开花数量。

1.2.5 花粉育性与套袋自交结实率统计 各小区每天随机取20朵花,剥取花药、用KI-I<sub>2</sub>染色,在普通光学显微镜上镜检,统计花粉可染率,镜检时均选花粉粒多于50粒以上的3个视野。同时每一小区每天随机选取20朵花、套袋,最后统计自交结实率,计算公式:

$$\text{花粉可染率}(\%) = \frac{\text{染色花粉粒数}}{\text{总花粉粒数}} \times 100\%$$

$$\text{自交结果率}(\%) = \frac{\text{套袋结实果数}}{\text{有效套袋数}} \times 100\%$$

表1 不同播种密度对不育系生育期的影响

Table 1 Effects of different planting density on the growth period of the male-sterile lines

密度 Density	播种期 Planting stage	出苗期 Seedling stage	现蕾期 Buding stage	初花期 Early flowering stage	盛花期 Full flowering stage	终花期 End flowering stage	成熟期 Maturity	生育期(天) Growth period(d)
1	03-15	03-22	05-21	05-28	06-15	06-29	07-25	135
2	03-15	03-22	05-21	05-28	06-15	06-29	07-24	135
3	03-15	03-22	05-21	05-27	06-13	06-28	07-24	133
4	03-15	03-22	05-21	05-28	06-11	06-25	07-22	128
5	03-15	03-22	05-21	05-27	06-10	06-25	07-21	128

2.2 不同密度对不同生长时期株高的影响

由图1可以看出,不同的播种密度对株高的增

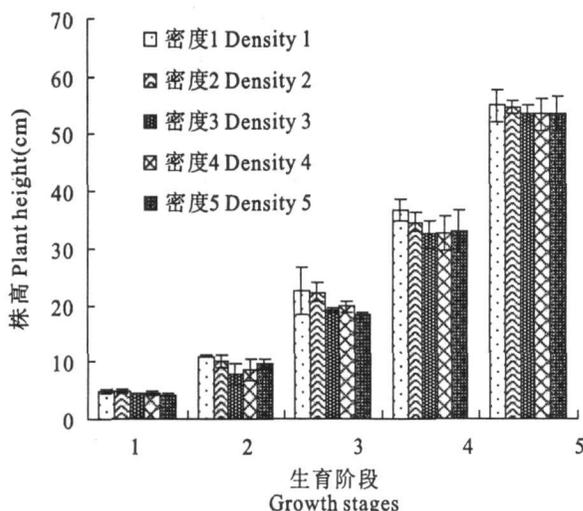


图1 不同密度对株高的影响

Fig.1 Effects of different density on plant height of sterile lines

每日2次(早8:00,下午2:30),记载田间温度,以分析温度变化对育性的影响。

1.2.6 考种 成熟后,对每个小区标记的20株考种,考察项目主要有:株高、工艺长度、有效分枝数、单株果数、不实果数、每果粒数,分析不同播种密度对不育系农艺性状的影响。

2 结果与分析

2.1 不同播种密度对不育系生育期的影响

不同播种密度不育系的生育期见表1,可以看出:不同播种密度对不育系的出苗期、现蕾期和初花期基本没有影响,而对于不育系的盛花期和终花期有一定的影响。在较小的播种密度下,不育系盛花期和终花期延迟,成熟期也随之推迟;在较大的播种密度下,不育系的盛花期和终花期有所提前,花期较短,成熟期有所提前。

长存在影响:密度较小,株高的增长较快;密度较高,株高的增长较慢,即随播种密度的增加,株高增长减缓。其原因可能是播种密度的增加,单株间分配的水分、营养和生长空间较少,形成竞争,生长速度较慢;而在较小的密度下,单株间得到较多的水分、营养和生长空间,生长势旺盛,株高增长较快。

2.3 不同播种密度对不育系单株开花数量的影响

图2为不同密度单株的开花数量,可以看出:密度1单株花数最多,平均为28.32个,随着密度的增加,单株开花数具有减少趋势,如密度2和3比密度1单株开花数减少了40%左右。但是,密度2到密度5之间单株花数差异不显著。图3为不同密度花期前8天花数占总花数的比例,可以看出,随着密度的增加,前期花数占总花数的比例显著增加。这表明在一定范围内,播种密度对不育的开花数量存在明显影响,因此,在实际生产中,可以通过密度调节以调节个体开花数量,这一结果对于通过栽培技术

调节群体发育具有重要的意义。

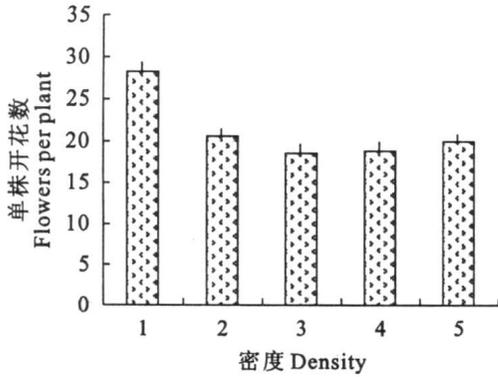


图 2 不同播种密度单株开花数量

Fig. 2 Flowers per plant of the different planting density

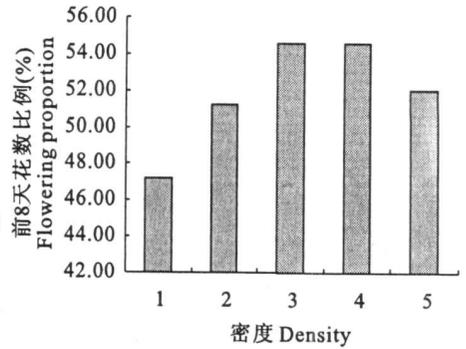


图 3 不同密度前 8 天花数占总花数的比例

Fig. 3 The flowering proportion of 8 days ago in flowering stage

## 2.4 不同密度对不育系育性的影响

2.4.1 不同密度对不育系总育性的影响 图 4 为不同密度下花粉败育情况,可以看出,随着密度变化,育性没有出现明显的变化,方差分析结果也表明,不同密度下花粉育性差异不显著。套袋自交结果率和每果粒数是育性重要指标,图 5,图 6 分别为自交结果率和每果粒数的变化情况,可以看出:随着密度的增加,自交结果率和每果粒数有降低的趋势,但是幅度不大。

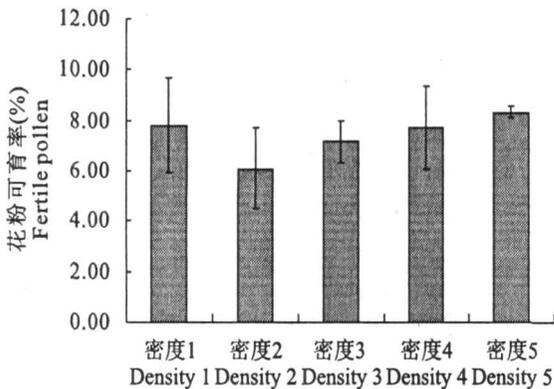


图 4 不同密度对花粉平均可育率的影响

Fig. 4 Effects of different planting density on pollen fertility

2.4.2 不同密度不育系花粉育性的变化 不同密度花期花粉可染率的变化,如图 7,不育系 1S 的花粉可染率在初花期较低,然后逐渐上升,6 月 13 日达到最大值 25.89%,然后随花期的结束花粉育性迅速下降,其花粉可染率变化幅度在 3.62%~25.89%。不育系在 15 d 左右花期内,开花的前 8 d,育性处于一个较低水平,花粉败育率在 5% 以下,从第 9 d 开始,育性升高,到第 12 d 达到最高值 20%,随后育性有所下降。不同密度间,花粉可染率的变化趋势一致,没有差异,说明密度对不育系的育性变化没有影响。

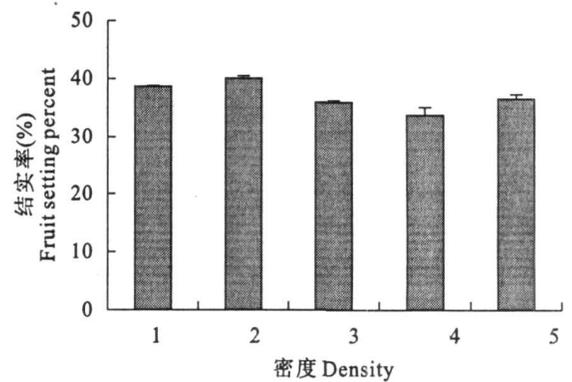


图 5 不同密度对套袋自交结果率的影响

Fig. 5 Effect of the different density on seed-setting rate bagged

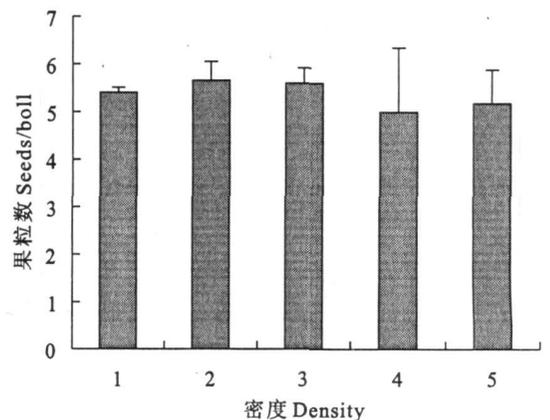


图 6 不同密度的每果粒数

Fig. 6 Seeds per boll of the different density

## 2.5 不同播种密度对不育系农艺性状的影响

结果表明(见表 2),不同播种密度对株高、有效分枝数及每果粒数这几个性状没有显著的影响,但是对工艺长度、单株果数、不实果数存在影响,随着

密度的增加,工艺长度显著增加,单株果数及不实果数减少。特别从单株果数来看,密度较小,单株果数较多,如表1中密度1与其它密度在5%的水平上差异显著。

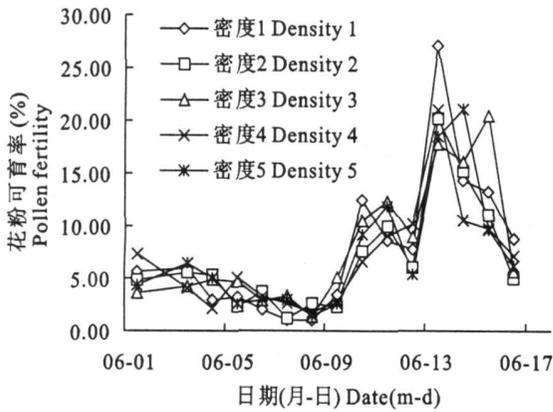


图7 不同密度花期花粉育性的变化

Fig.7 The change of pollen fertility in different planting density

### 3 结论与讨论

“两系法”制种技术在水稻、小麦等作物上已经

得到应用,但在“两系”法制种过程中,如果遇到环境条件发生变化,可能会导致育性发生波动,在一定程度上影响种子质量<sup>[18~21]</sup>。党占海、张建平对温敏亚麻雄性不育系研究结果表明,育性主要受外界温度变化的影响,育性的变化随温度的变化而波动,在应用中需要相对稳定的生态条件<sup>[12~14]</sup>。亚麻花期较长,不育系的育性容易受到生态环境的影响。亚麻是密植作物,群体调节能力强,因此有可能通过合理密度调节不育系的开花期、花期长短和单株开花数量。本文研究结果表明,虽然密度对育性没有显著的影响,但是随播种密度的增加,亚麻温敏雄性不育系的盛花期和终花期提前,花期缩短,成熟期提前,株高增长变慢;不同播种密度对不育的开花数量有明显影响,随着密度的增加,单株开花数量明显减少,特别是前期花的比例显著增加,而前期花育性彻底,有利于制种种子纯度的提高。这些结果说明可以通过调节密度来调整不育系的花期和开花量等性状,以便在一定程度上克服花期过长或气候不稳定引起育性不稳定的不利影响。

表2 不同播种密度不育系的农艺性状表现

Table 2 Performance of the agronomic characteristics in different planting density

密度 Density	株高(cm) Plant height	工艺长度(cm) Processing length	有效分枝数 Effective branch	单株果数 Bolls/plant	不实果数 No seed bolls	每果粒数 Seeds/boll
1	63.52 a	26.69 d	5.75 a	27.50 a	3.73 a	5.10 a
2	62.31 a	31.43 c	5.50 a	14.78 b	2.38 ab	4.40 a
3	62.65 a	32.38 bc	5.58 a	12.73 b	2.28 b	4.51 a
4	61.80 a	37.06 a	4.70 a	9.35 b	2.20 b	4.43 a
5	64.03 a	35.68 ab	5.20 a	11.20 b	2.50 ab	4.92 a

### 参考文献:

[1] Dillman A C. Classification of Flax Varieties[M]. USDA: Technical Bulletin No. 1064 US Gov. Office, 1953.

[2] Carter J F. Potential of flaxseed and flaxseed oil in baked goods and other products in human nutrition[J]. Cereal Foods World, 1993, 38: 753-759.

[3] 中国农业年鉴编辑委员会. 中国农业年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007.

[4] Kumar S, Singh S P. Inheritance of male sterility in some introduced varieties of linseed (*Linum usitatissimum* L.) [J]. Indian J Agric Sci, 1970, 40: 184-191.

[5] 陈炳东, 张建平, 党占海. 胡麻产量及主要经济性状的杂种优势[J]. 甘肃农业科技, 1998, (12): 15-16.

[6] Bateson W, Cairdner A E. Male sterility in flax[J]. J Genet, 1921, 11: 269-275.

[7] Cairdner A E. Male sterility in flax. A case of reciprocal crosses differing in F<sub>2</sub>[J]. J Genet, 1929, 21: 117-124.

[8] Thompson T E. Cytoplasmic male sterility flax with open corollas[J]. J Hered, 1977, 68: 485-487.

[9] 陈鸿山. 核不育亚麻研究初报[J]. 华北农学报, 1986, 1(1): 87-91.

[10] 张辉. 显性核不育亚麻的雄性不育性研究[J]. 北京农业大学学报, 1993, 19(增刊): 144-146.

[11] 刘忠松, 官春云, 陈社员. 植物雄性不育机理的研究及应用[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.

[12] 党占海, 张建平, 余新城. 抗生素诱导油用亚麻雄性不育研究[J]. 中国油料作物学报, 2000, 22(1): 46-48.

[13] 党占海, 张建平, 余新城. 温敏型雄性不育亚麻的研究[J]. 作物学报, 2002, 28(6): 861-864.

[14] 党占海, 张建平. 亚麻新型雄性不育系的温敏效应及杂种优势初探[J]. 西北农业学报, 2002, 11(4): 22-24, 27.

[15] Slinkard A E, Knott D R. Harvest of gold: The history of field crop breeding in Canada[M]. Saskatchewan: Canada University Extension Press, 1995: 173-176.

[16] Steve Millam, Bohus Obert, Anna Pret'ova. Plant cell and biotechnology studies in *Linum usitatissimum*, a review[J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 2005, 82(3): 93-103.

[17] 何强, 蔡义东, 徐耀武, 等. 水稻光温敏核不育系利用中存在

- 的问题与对策[J]. 杂交水稻, 2004, 19(1): 1-5.
- [18] 毕春群, 李泽炳, 万经猛, 盛夏低温对光敏核不育水稻育性稳定性的影响[J]. 中国水稻科学, 1990, 4(4): 181-184.
- [19] 蒋义明. 溟型杂交水稻温敏雄性不育研究快报[J]. 云南农业大学学报, 1989, 4(2): 177-178.
- [20] 陈善福, 左晓旭, 舒庆尧, 等. 杂交水稻不育系育性不稳的成因及杂种纯度解决途径的探讨[J]. 中国农学通报, 1999, 15(5): 41-44, 51.
- [21] 张明龙, 殷琛, 林宝刚, 等. 甘蓝型细胞质雄性不育杂交油菜的育性不稳定性及其对产量的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2004, (3): 11-14.

## Effects of different planting density on the growth and fertility of thermo-sensitive male-sterile line in flax

ZHANG Jian-ping<sup>1,2</sup>, DANG Zhan-hai<sup>1,2</sup>, LU Peng<sup>2</sup>, WANG Li-min<sup>1,2</sup>, ZHAO Li<sup>1,2</sup>

(1. Oil Crop Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Wuhan, Hubei 430062, China;

2. Crop Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China)

**Abstract:** The thermo-sensitive male-sterile line 1S of flax was studied with different planting density. The results indicated that the growth of thermo-sensitive male-sterile line in flax was affected by different planting density. With the increasing of planting density, the florescence and maturity was delayed, the increase of plant height was slowed in the same growth period, and the number of fruit and flowers per plant was decreased. However, pollen fertility was not obviously affected by planting density. We concluded that the flowering period and the number of flowers per plant could be changed by planting density, thereby, the adverse effects of the fertile instability were overcome to some extent in thermo-sensitive male-sterile flax.

**Keywords:** flax; thermo-sensitivity; male-sterility; planting density; fertility

(上接第 16 页)

- [8] 员学锋. 保墒灌溉的节水增产机理及其效应研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2006.
- [9] 戴敬, 陈荣来, 李国军. 可降解地膜覆盖棉花增产效应的研究[J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(2): 140-142.
- [10] 南殿杰, 解红娥, 高两省, 等. 棉田残留地膜对土壤理化性状及棉花生长发育影响的研究[J]. 棉花学报, 1996, 8(1): 50-54.
- [11] 南殿杰, 解红娥, 李燕娥, 等. 覆盖光降解地膜对土壤污染及棉花生育影响的研究[J]. 棉花学报, 1994, 6(2): 103-108.
- [12] 王小东, 许自成, 刘占卿, 等. 液膜覆盖对烟田土壤水热状况和烤烟生长发育的影响[J]. 节水灌溉, 2008, (4): 8-10.
- [13] 员学锋, 汪有科. 不同保墒条件下土壤温度日变化效应研究[J]. 灌溉排水学报, 2008, 27(3): 82-84.
- [14] 赵爱琴, 李子忠, 龚元石. 生物降解地膜对玉米生长的影响及其田间降解状况[J]. 中国农业大学学报, 2005, 10(2): 74-78.
- [15] 张继明, 刘景辉, 张利军. 降解地膜覆盖春玉米和烤烟的初步结果[J]. 陕西农业科学, 2000, (3): 10-12.

## Effects of different covering materials on tilth soil temperature and maize emergence

LI Rong, ZHANG Rui, JIA Zhi-kuan\*

(Research Center of Agriculture in the Arid and Semiarid Areas, Northwest A & F University, Laboratory of Crop Production and Ecology, Minister of Agriculture, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Effects of common plastic film, biodegradable film, liquid film and straw mulching on tilth soil temperature and maize emergence were observed under planting pattern of ridge and ditch. Two-year results showed that common plastic film and biodegradable film mulching could improve significantly the soil temperature. The average temperature in 5~25 cm tilth soil under common plastic film and biodegradable film mulching were 2.51°C~3.77°C and 1.30°C~2.19°C, respectively, which is higher than that of the uncovered ground. The difference between the liquid mulching and control is very little with the warming value of 0.13°C~0.56°C. Straw mulching could reduce soil temperature, and the tilth soil temperature were 1.25°C~2.19°C which is lower than that of the control. Maize emergence were promoted 2 d and 1 d earlier under common plastic film and biodegradable film mulching, respectively, but was delayed 1d under straw mulching, and showed no difference under liquid film mulching as compared with the control.

**Keywords:** maize; planting of ridge and ditch; covering material; soil temperature; emergence