

# 不同麦秸覆盖量对夏玉米田棵间土壤蒸发和地温的影响

张俊鹏, 孙景生, 刘祖贵, 李晓东, 刘小飞

(中国农业科学院农田灌溉研究所, 河南 新乡 453003)

**摘 要:** 采用微型蒸渗仪 (Micro-lysimeter) 和曲管地温表观测了不同麦秸覆盖量下夏玉米田的棵间土壤蒸发和土壤温度, 试验设置 5 个处理 (秸秆覆盖量分别为 0 (对照)、1 500、4 500、7 500、10 500 kg/hm<sup>2</sup>), 分析了不同秸秆覆盖量下夏玉米田棵间土壤蒸发和土壤温度的动态变化规律。结果表明, 麦秸覆盖夏玉米田有效抑制了棵间土壤蒸发, 平抑了地温的变化幅度; 夏玉米生育期内, 4 种覆盖处理 (由高覆盖量至低覆盖量) 棵间土壤蒸发比对照依次减少了 63.51%、60.98%、52.94%、34.07%, 0~20 cm 的地温平均日变幅比对照分别降低了 3.14℃、2.93℃、2.32℃、2.02℃。麦秸覆盖处理的抑蒸稳温效应, 促进了夏玉米生长, 提高了夏玉米的产量和水分利用效率。

**关键词:** 秸秆覆盖; 夏玉米; 土壤蒸发; 地温

**中图分类号:** S513.06    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1000-7601(2009)01-0095-06

农田节水调控的主要目的是通过各种农业节水措施, 减少棵间土壤蒸发的无效耗水<sup>[1,2]</sup>。秸秆覆盖保墒技术是一项历史悠久的作物栽培技术, 在我国干旱半干旱地区农业中有着广泛的应用<sup>[3]</sup>, 它改变了土壤与大气的界面层状况, 在土壤表面设置一道物理阻隔层, 阻碍和减缓了土壤与大气层间的水分和能量交换, 使得土壤的水、肥、气、热状况得到改善, 有着较高的生态、社会 and 经济效益<sup>[4,5]</sup>。大量研究结果表明, 秸秆覆盖具有减少土壤蒸发、保墒蓄水、平抑地温变幅的效果<sup>[6~8]</sup>, 亦有改善土壤结构、提高土壤肥力、减轻土壤盐渍化等综合效应<sup>[9~11]</sup>。秸秆覆盖改善了农田小气候, 对作物生长发育和耗水特性具有一定影响<sup>[12,13]</sup>。以往对于不同秸秆覆盖量条件下的棵间蒸发及地温变化动态的研究报道不多。本文研究了不同麦秸覆盖量下夏玉米田棵间土壤蒸发和地温动态变化的规律, 分析了不同覆盖量对夏玉米产量、耗水量和水分利用效率的影响, 旨在为秸秆覆盖措施的田间应用提供理论指导。

## 1 材料与方法

试验于 2007 年 6 月至 2007 年 9 月在中国农业科学院农田灌溉研究所作物需水量试验场进行。试验场地处北纬 35°19', 东经 113°53', 海拔 73.2 m; 多年平均气温 14.1℃, 无霜期 210 d, 日照时数

2 398.8 h。试验田的土壤类型属轻沙壤土, 土壤容重为 1.38 g/cm<sup>3</sup>, 土壤饱和含水量为 0.44 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>, 田间持水量为干土重的 24%。

试验田在前茬冬小麦收获后整地灭茬, 每畦面积均为 27.2 m<sup>2</sup> (2 m×13.6 m)。供试夏玉米品种为浚单 18, 南北向种植, 6 月 1 日点种, 每畦 4 行, 株距 27 cm。玉米出苗时间为 6 月 7 日, 6 月 18 日定苗。玉米定苗后, 6 月 19 日人工将小麦秸秆均匀覆盖于夏玉米的棵间土壤表面, 试验设置的秸秆覆盖量分别为 0 (对照)、1 500、4 500、7 500、10 500 kg/hm<sup>2</sup>, 共 5 个处理 (见表 1), 每处理重复 3 次, 各处理的土壤水分下限均控制在田间持水量的 75%, 灌水方式为常规地面畦灌。7 月 14 日于灌水前穴施碳铵 1 500 kg/hm<sup>2</sup>。玉米 9 月 18 日收获, 收获前每小区随机取样 15 个果穗考种。

表 1 试验设置  
Table 1 Experimental treatments

| 处理<br>Treatments | 秸秆覆盖量 (kg/hm <sup>2</sup> )<br>Straw mulching quantity |
|------------------|--------------------------------------------------------|
| CK               | 0                                                      |
| SM1              | 10500                                                  |
| SM2              | 7500                                                   |
| SM3              | 4500                                                   |
| SM4              | 1500                                                   |

收稿日期: 2008-04-23  
基金项目: “十一五”国家科技支撑项目 (2006BAD11B02); “863”项目 (2006AA100203)  
作者简介: 张俊鹏 (1983—), 男, 山东德州人, 在读硕士研究生, 研究方向为节水灌溉理论与新技术。E-mail: jipengzhang@163.com。  
通讯作者: 孙景生 (1963—), 男, 辽宁建平人, 博士, 研究员, 博士生导师, 主要从事灌溉原理与新技术研究。E-mail: jshsun623@yahoo.com.cn。

试验主要观测项目如下:

(1) 定期进行夏玉米株高和叶面积测定。

(2) 土壤含水率采用烘干法测定,每 20 cm 土层测定 1 个数据,测定深度为 0~100 cm,每周测定 1 次,灌水前后加测。

(3) 棵间土壤蒸发用微型蒸渗仪(MLS)直接测定,每天测定 1 次,测定时间为上午 7:30,采用精度为 0.01 g 的电子天平称重。MLS 采用镀锌铁皮制成,由内外筒两部分构成,内筒直径 10 cm、高度 10 cm,无底;外筒直径略大于 10 cm、高度 10 cm,有底。内筒取土后用塑料薄膜封堵底部,放入预埋在田间的外筒中,顶部与地面齐平。MLS 中的土壤每隔 1 d 更换 1 次,降雨或灌水后换土。每次换土时

均用烘干法测定地表 0~10 cm 土壤含水率。

(4) 地温采用曲管地温表测定,测定深度为 0 cm、地下 5 cm、10 cm、15 cm 和 20 cm,每天 8:00、14:00、20:00 观测记录。

(5) 夏玉米各生育阶段的植株蒸腾量,用水量平衡法计算得到的阶段耗水量减去同时段的棵间土壤蒸发量求得。

2 结果与分析

2.1 全生育期棵间土壤蒸发逐日变化过程

图 1 显示了 6 月 20 日至夏玉米收获前各处理土壤蒸发的逐日变化趋势。

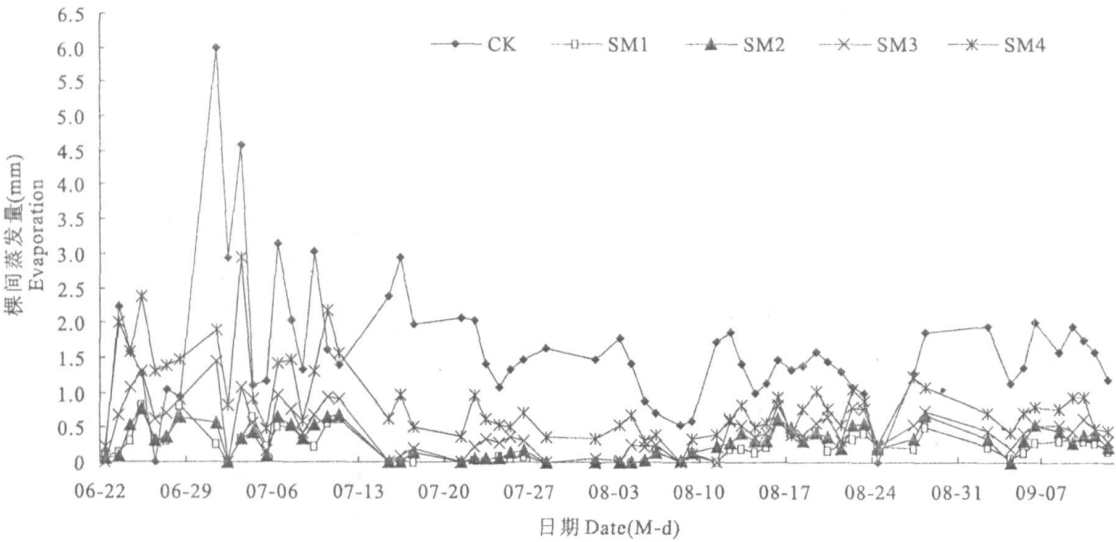


图 1 不同覆盖条件下夏玉米全生育期土壤蒸发逐日变化规律

Fig.1 Daily variation of soil evaporation during summer corn growing season under different mulch conditions

由图 1 可以看出,4 种覆盖量处理和对照的棵间土壤蒸发变化趋势基本一致,只是在变化幅度上存在差异,其棵间土壤蒸发量由大到小的排序为:CK>SM4>SM3>SM2>SM1。无覆盖处理(CK)的土壤蒸发量变化起伏最大,随着覆盖量的增加,其变化趋于平稳,当覆盖量大于 7 500 kg/hm<sup>2</sup> 时(SM1),棵间土壤蒸发量降低不多,与 SM2 的处理差异不大。在叶面积指数小于 3 时(7 月中旬前),各处理的棵间土壤蒸发比较大,原因是这一时期天气干燥,气温、地温较高,叶面积较小。6 月 29 日灌水至田间持水量,故此时出现了全生育期棵间蒸发量的最大值。7 月中旬至 8 月底是夏玉米营养和生殖生长并盛的时期,叶面积指数介于 3.0~5.4,植株叶片对地面的遮挡作用很大,加之这一时期正值当地的雨季,阴雨天气偏多,空气湿度大,因此棵间

土壤蒸发量较小。9 月夏玉米进入灌浆成熟阶段,随着叶片和植株的衰老,叶面积指数逐渐减小,但由于此时气温、地温的下降,棵间蒸发并没有明显增大。

2.2 各生育阶段棵间土壤蒸发量占阶段耗水量的比例

表 2 列出了不同覆盖条件下夏玉米各生育阶段土壤蒸发量占阶段耗水量的比例关系。播种一拔节期,由于定苗前的 6 月 1 日至 19 日各处理的地表均裸露,因此棵间土壤蒸发量差异相对不大,一般介于 0.95~1.62 mm/d,棵间土壤蒸发占阶段耗水量的 35.37%~53.11%。玉米拔节以后,田间耗水转向以蒸腾耗水为主,各处理的棵间土壤蒸发量占阶段耗水量的比例开始减小,至抽雄一灌浆期降至最低,介于 0.50%~15.99%,灌浆后随着夏玉米逐渐成

熟, 叶片开始衰老, 叶面积指数减小, 植株蒸腾能力减弱, 加之部分秸秆的腐解导致保墒效果减弱。各处理棵间土壤蒸发占阶段耗水量的比例又上升到 7.36%~27.25%。从全生育期来看, CK、SM1、SM2、SM3、SM4 处理夏玉米棵间土壤蒸发占总耗

水量的比例分别为 32.93%、13.52%、14.31%、16.88%、22.02%。不同处理间植株蒸腾量差异较大, 覆盖处理均大于对照, 这是因为覆盖处理的植株长势较好, 株高、叶面积都大于对照。

表 2 不同覆盖条件下夏玉米各生育阶段土壤蒸发量占阶段耗水量的比例

| Table 2 Rations of soil evaporation to water consumption at each stage of summer corn under different mulch conditions |                   |                  |                                          |                                     |                                     |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| 生育阶段<br>Growth stages                                                                                                  | 天数<br>Days<br>(d) | 处理<br>Treatments | 阶段耗水量<br>Evapotranspiration( E )<br>(mm) | 棵间土壤蒸发量<br>Evaporation( E )<br>(mm) | 植株蒸腾量<br>Transpiration( T )<br>(mm) | E/ ET<br>(%) |
| 播种—拔节<br>Sowing to<br>jointing                                                                                         | 42                | CK               | 128.12                                   | 68.04                               | 60.08                               | 53.11        |
|                                                                                                                        |                   | SM1              | 106.38                                   | 39.74                               | 66.64                               | 37.36        |
|                                                                                                                        |                   | SM2              | 113.33                                   | 40.08                               | 73.25                               | 35.37        |
|                                                                                                                        |                   | SM3              | 118.24                                   | 45.81                               | 72.43                               | 38.74        |
|                                                                                                                        |                   | SM4              | 122.73                                   | 58.47                               | 64.26                               | 47.64        |
| 拔节—抽雄<br>Jointing to<br>heading                                                                                        | 19                | CK               | 78.25                                    | 18.25                               | 60.00                               | 23.32        |
|                                                                                                                        |                   | SM1              | 79.54                                    | 0.42                                | 79.28                               | 0.53         |
|                                                                                                                        |                   | SM2              | 76.04                                    | 0.86                                | 75.41                               | 1.13         |
|                                                                                                                        |                   | SM3              | 69.25                                    | 1.79                                | 67.46                               | 2.58         |
|                                                                                                                        |                   | SM4              | 80.98                                    | 6.16                                | 74.82                               | 7.61         |
| 抽雄—灌浆<br>Heading to<br>filling                                                                                         | 12                | CK               | 68.50                                    | 10.95                               | 57.55                               | 15.99        |
|                                                                                                                        |                   | SM1              | 71.69                                    | 0.52                                | 71.17                               | 0.50         |
|                                                                                                                        |                   | SM2              | 71.96                                    | 0.86                                | 71.10                               | 0.88         |
|                                                                                                                        |                   | SM3              | 69.22                                    | 1.51                                | 67.71                               | 2.18         |
|                                                                                                                        |                   | SM4              | 73.28                                    | 3.62                                | 69.66                               | 4.94         |
| 灌浆—成熟<br>Filling to<br>maturity                                                                                        | 32                | CK               | 118.93                                   | 32.41                               | 86.52                               | 27.25        |
|                                                                                                                        |                   | SM1              | 92.39                                    | 6.80                                | 85.59                               | 7.36         |
|                                                                                                                        |                   | SM2              | 92.22                                    | 9.03                                | 83.19                               | 9.79         |
|                                                                                                                        |                   | SM3              | 104.84                                   | 11.92                               | 92.92                               | 11.37        |
|                                                                                                                        |                   | SM4              | 111.27                                   | 17.25                               | 94.02                               | 15.50        |

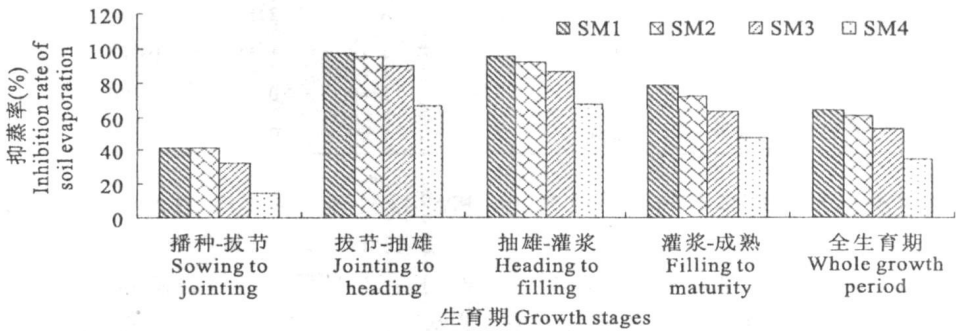


图 2 不同覆盖处理的抑蒸率

Fig. 2 Inhibition rate of soil evaporation under different mulch conditions

由表 2 还可以看出, CK 全生育期日均棵间土壤蒸发量为 1.24 mm, 4 个覆盖处理 (SM1、SM2、SM3、SM4) 的日均棵间土壤蒸发量分别为 0.45 mm、0.48 mm、0.58 mm、0.81 mm, 秸秆覆盖量越大棵间土壤蒸发量越小。与对照的棵间蒸发量相

比, 图 2 显示了各覆盖处理的棵间土壤蒸发抑制率, 全生育期 SM1、SM2、SM3、SM4 处理的抑制率分别为 63.51%、60.98%、52.94%、34.07%, 且任一生育阶段均是随着秸秆覆盖量的增加, 棵间土壤蒸发的抑制率逐渐增大, 但当秸秆覆盖量达到 7 500

kg/hm<sup>2</sup>(SM2)后,抑蒸率增加的幅度很小。从各生育期的抑蒸率分布情况来看,各覆盖处理抑蒸率高值均出现在拔节—抽雄期和抽雄—灌浆期,这两个生育阶段由于植株的遮挡影响,加之阴雨天气较多,CK 的日均棵间蒸发量有所下降,达到各生育阶段的最低值(0.94 mm/d),覆盖处理的秸秆因吸收雨水而经常处于湿润状态,有效阻隔了地表水分向大气散失,日均棵间蒸发量下降幅度更大,SM1、SM2、SM3、SM4 分别降至 0.03 mm、0.06 mm、0.11 mm、0.32 mm。播种—拔节期的抑蒸率之所以小,是因为从夏玉米播种至定苗的 20 d 内,没有覆盖秸秆,各处理间棵间蒸发量差异不明显。

### 2.3 秸秆覆盖对土壤温度的影响

表 3 为夏玉米全生育期不同覆盖条件下夏玉米田 0~20 cm 土壤温度最大日变幅和平均日变幅。由表中可以看出,各处理的最大日变幅和平均日变幅均随秸秆覆盖量的增大而减小,随土层深度的增加而降低,地表、地下 5 cm、10 cm、15 cm 和 20 cm 的最大日变幅和平均日变幅均为对照最大,SM1 处理最小。这是由于农田秸秆覆盖对光辐射吸收转化和热量传导产生影响的结果。当外界温度高时,秸秆覆盖层大量吸收短波辐射,降低热量交换速率,使一部分热量储存于秸秆内,起到降低土壤温度的作

用;当外界温度低,即长波辐射大于短波辐射时,秸秆覆盖层又可以释放长波辐射起到保温作用,因此平抑了地温的变化幅度。

在夏玉米生长期间,分别测定了不同处理晴天和阴天 8:00~20:00 地表,地下 5 cm、10 cm、15 cm 和 20 cm 的地温(图 3~图 8)。无论是晴天还是阴天,在不同覆盖条件下地温均是随着土层深度的增加而降低。各处理中,对照的地温最高,随着覆盖量的增加地温呈下降的趋势,当覆盖量增加到 7 500 kg/hm<sup>2</sup>时,地温趋于稳定,变化很小。在晴天,各处理间的地表温度差异均比阴天大得多(图 3、图 4);在 0~10 cm 内,不同秸秆覆盖量间的地温差异有随着深度的增加而降低的趋势;对照处理的地温差异也有随着土层深度的增加而呈减少的趋势。从地温的日变化可以看出,对照处理地表地温峰值出现的时间在 13:00~14:00,秸秆覆盖处理的峰值出现的时间滞后一些,随着土层深度的增加地温峰值出现的时间滞后;对照处理的地温达到峰值后,地温的下降幅度快于秸秆覆盖处理,随着土层深度的增加,地温下降的幅度变慢;对于秸秆覆盖处理来说,在 10 cm 处及以下的地温达到峰值后保持稳定,在 20:00 以前还未出现明显的下降。由此可见,秸秆覆盖有抑制地温增加和稳定地温的作用。

表 3 秸秆覆盖对夏玉米田土壤温度变化的影响

Table 3 Effects of straw mulch on changes of soil temperature in summer corn field

| 土层深度<br>Soil depth<br>(cm) | 最大日变幅(℃/d)<br>Maximal daily variation of soil temperature |     |     |      |      | 平均日变幅(℃/d)<br>Average daily variation of soil temperature |      |      |      |      |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------|-----|-----|------|------|-----------------------------------------------------------|------|------|------|------|
|                            | CK                                                        | SM1 | SM2 | SM3  | SM4  | CK                                                        | SM1  | SM2  | SM3  | SM4  |
|                            |                                                           |     |     |      |      |                                                           |      |      |      |      |
| 0                          | 27.1                                                      | 8.3 | 9.8 | 13.6 | 13.6 | 10.45                                                     | 4.01 | 4.08 | 5.80 | 6.51 |
| 5                          | 13.4                                                      | 4.1 | 5.5 | 8.0  | 8.4  | 6.42                                                      | 2.51 | 2.79 | 3.62 | 4.00 |
| 10                         | 8.5                                                       | 2.6 | 3.6 | 4.7  | 4.8  | 4.16                                                      | 1.51 | 1.79 | 2.01 | 2.25 |
| 15                         | 6.5                                                       | 2.3 | 2.9 | 3.5  | 3.5  | 2.69                                                      | 0.98 | 1.28 | 1.48 | 1.49 |
| 20                         | 3.6                                                       | 1.7 | 1.9 | 2.0  | 2.4  | 1.58                                                      | 0.58 | 0.73 | 0.81 | 0.94 |

### 2.4 不同覆盖处理对夏玉米产量和水分利用效率的影响

由表 4 可以看出,4 种覆盖处理夏玉米的产量和水分利用效率(WUE)均大于对照,而耗水量小于对照。随着覆盖量的增大,耗水量逐渐减小,从高覆盖量处理到低覆盖量处理,其耗水量较对照分别减少 11.12%、10.22%、8.19%、1.41%。各处理随着覆盖量的增大产量逐渐增加,SM1、SM2、SM3、SM4 与 CK 相比,产量分别增加了 13.61%、11.09%、3.15%、0.63%。各覆盖处理的 WUE 有随着覆盖量的增加而提高的趋势。方差分析结果表明,SM1

和 SM2 处理间的产量、耗水量和 WUE 均无显著差异,SM3 和 SM4 间的产量无显著差异,但耗水量和 WUE 存在显著或极显著差异。因此在低覆盖量时节水效果明显高于增产效果,当覆盖量达到 7 500 kg/hm<sup>2</sup>时,其增产和节水效果均极显著地高于对照。这是由于地表秸秆的阻隔,减弱了大气与土壤之间乱流交换强度,有效地减少了土壤水分的蒸发,从而提高了水分利用效率和土壤的保墒能力<sup>[14]</sup>。此外秸秆覆盖层对土壤温度变幅的平抑作用,也为夏玉米的生长创造了良好的生长环境。

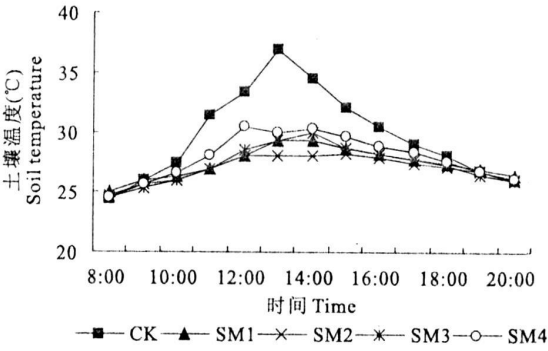


图 3 不同覆盖处理地表温度日变化(晴天)

Fig.3 Daily variation of soil temperature at 0 cm under different mulch treatments (clear day)

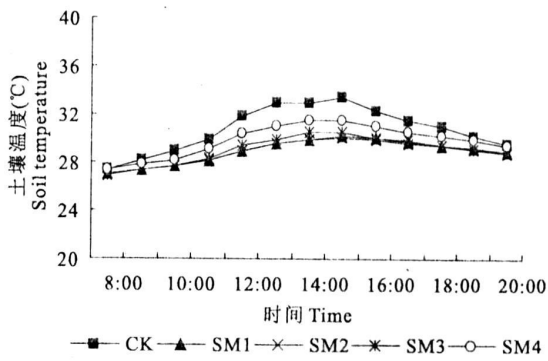


图 4 不同覆盖处理地表温度日变化(阴天)

Fig.4 Daily variation of soil temperature at 0 cm under different mulch treatments (overcast)

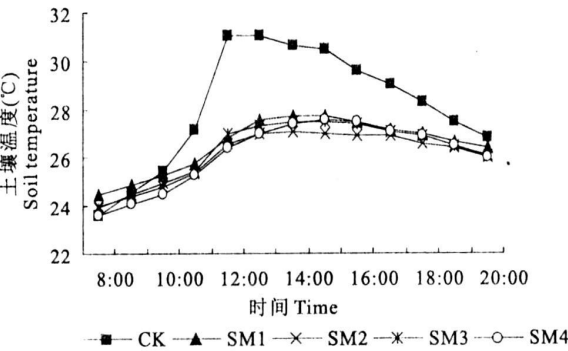


图 5 不同覆盖处理土壤 5 cm 地温日变化(晴天)

Fig.5 Daily variation of soil temperature in 5 cm depth under different mulch treatments(clear day)

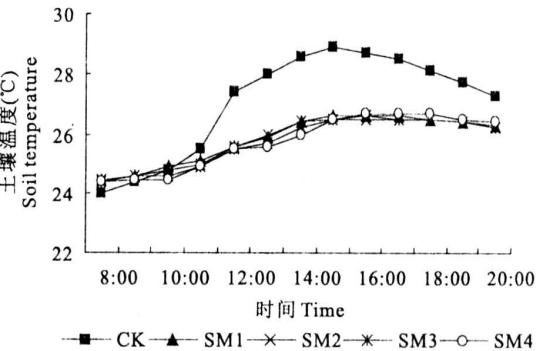


图 6 不同覆盖处理土壤 10cm 地温日变化(晴天)

Fig.6 Daily variation of soil temperature in 10 cm depth under different mulch treatments(clear day)

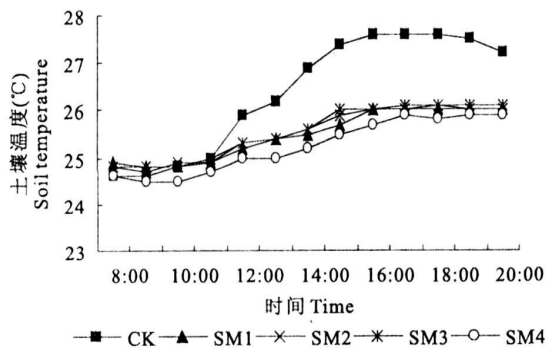


图 7 不同覆盖处理土壤 15 cm 地温日变化(晴天)

Fig.7 Daily variation of soil temperature in 15 cm depth under different mulch treatments(clear day)

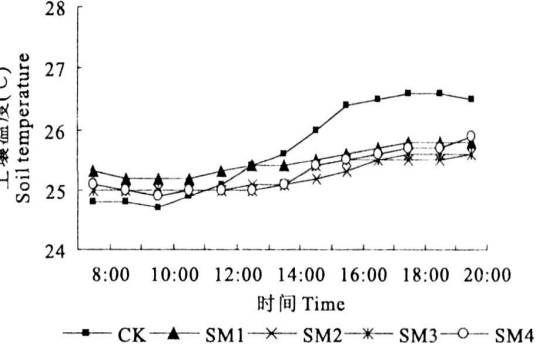


图 8 不同覆盖处理土壤 20 cm 地温日变化(晴天)

Fig.8 Daily variation of soil temperature in 20 cm depth under different mulch treatments(clear day)

3 结 论

不同秸秆覆盖量对夏玉米田棵间土壤蒸发、植株蒸腾和土壤温度均会产生比较明显的影响。试验结果表明,随着秸秆覆盖量的增加,耗水量和棵间蒸发占蒸散量的比率均逐渐减小。4 种秸秆覆盖量处

理由高覆盖量至低覆盖量,其抑蒸率分别为 63.51%、60.98%、52.94%、34.07%。随着秸秆覆盖量的增加,0~20 cm 土壤温度最大日变幅和平均日变幅均逐渐变小;夏玉米产量和水分利用效率亦随秸秆覆盖量的增大而提高。SM1、SM2、SM3、SM4 与 CK 相比,产量分别增加了 13.61%、

11.09%、3.15%、0.63%，WUE 提高了 27.86%、23.77%、12.38%、2.09%。处理 SM1 和处理 SM2 间的产量、耗水量和 WUE 差异很小，未达到显著水平，因此，从节水增产来考虑，夏玉米的最佳秸秆覆盖量为7 500 kg/hm<sup>2</sup>。

表 4 不同覆盖条件下夏玉米的产量和水分利用效率

Table 4 Yield and water use efficiency of summer corn under different mulch conditions

| 处理<br>Treatments | 产量<br>Yield<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) | 增产率<br>Increasing rate<br>of yield<br>(%) | 耗水量<br>Water<br>consumption<br>(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ) | 耗水量减少<br>Reduction rate of<br>water consumption<br>(%) | 水分利用效率<br>Water use<br>efficiency (WUE)<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | WUE 增加<br>Increasing rate<br>of WUE<br>(%) |
|------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| CK               | 9532.5 b B                           | —                                         | 3938.0 a A                                                        | —                                                      | 2.42 c C                                                        | —                                          |
| SM1              | 10830.0 a A                          | 13.61                                     | 3500.0 c C                                                        | 11.12                                                  | 3.09 a A                                                        | 27.86                                      |
| SM2              | 10590.0 a A                          | 11.09                                     | 3535.5 c BC                                                       | 10.22                                                  | 3.00 a A                                                        | 23.77                                      |
| SM3              | 9832.5 b B                           | 3.15                                      | 3615.5 b B                                                        | 8.19                                                   | 2.72 b B                                                        | 12.38                                      |
| SM4              | 9592.5 b B                           | 0.63                                      | 3882.6 a A                                                        | 1.41                                                   | 2.47 c BC                                                       | 2.09                                       |

注：表中的小写和大写字母，分别表示差异达到了显著（ $P=0.05$ ）和极显著水平（ $P=0.01$ ）。  
Note: The small letters and capital letters in table 4 express 5% significance level and 1% extremely significance level respectively.

参 考 文 献:

[1] 孙景生,康绍忠,王景雷,等.沟灌夏玉米棵间土壤蒸发规律的试验研究[J].农业工程学报,2005,21(11):20—24.

[2] 石元春,刘昌明,龚元石.节水农业应用基础研究进展[M].北京:中国农业出版社,1995:1—6.

[3] 谭军利,王林权,李生秀.地面覆盖的保水增产效应及其机理研究[J].干旱地区农业研究,2008,26(3):50—54.

[4] 贺军奇,吴普特,汪有科.秸秆覆盖对桃树地植—土环境变化的影响研究[J].节水灌溉,2007,(5):7—10.

[5] 罗水藩.我国少耕与免耕技术推广应用情况与发展前景[J].耕作与栽培,1991,(2):1—7.

[6] 陈素英,张喜英,裴冬,等.玉米秸秆覆盖对麦田土壤温度和土壤蒸发的影响[J].农业工程学报,2005,21(10):171—173.

[7] Yilong Huang, Liding Chen, Bojie Fu, et al. The wheat yields and water-use efficiency in the Loess Plateau:straw mulch and irrigation effects [J]. Agricultural water management, 2005, 72: 209—222.

[8] 张喜英,陈素英,裴冬,等.秸秆覆盖下的夏玉米蒸散、水分利用效率和作物系数的变化[J].地理科学进展,2002,21(6):583—592.

[9] 刘玉含,张展羽,伊德里萨,等.农田秸秆覆盖技术及其发展趋势分析[J].水利经济,2007,25(2):53—56.

[10] 吴婕,朱钟麟,郑家国,等.秸秆覆盖还田对土壤理化性质及作物产量的影响[J].西南农业学报,2006,19(2):192—195.

[11] 黄强,殷志刚.两种覆盖方式下的土壤溶液盐分含量变化[J].干旱区地理,2001,13(3):52—56.

[12] 杜尧东,刘作新,赵国强,等.冬小麦田秸秆覆盖的小气候效应[J].生态学杂志,2000,19(3):20—23.

[13] 于稀水,廖允成,袁泉,等.秸秆覆盖条件下冬小麦棵间蒸发规律研究[J].干旱地区农业研究,2007,25(3):58—61.

[14] Mellouli H J, Van Wesemael B, Poesen J, et al. Evaporation losses from bare soil as influenced by cultivation techniques in semi-arid regions[J]. Agricultural Water Management, 2000, 42: 355—369.

Effects of different straw mulching quantity on soil evaporation and soil temperature in summer corn field

ZHANG Jun-peng, SUN Jing-sheng, LIU Zu-gui, LI Xiao-dong, LIU Xiao-fei

(Farmland Irrigation Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Xinxiang, He'nan 453003, China)

**Abstract:** Micro-lysimeters and bent stem earth thermometers were used to measure soil evaporation and soil temperature under different straw mulching quantity in summer corn field. Five treatments were established including 0(CK), 1 500, 4 500, 7 500 and 10 500 kg/hm<sup>2</sup> of straw mulching quantity respectively. The effects of different straw mulching quantity on soil evaporation and soil temperature in summer corn field were analyzed. The results indicated that straw mulching can restrain soil evaporation effectively and hold down the daily change range of soil temperature. In the growing period of summer corn, the soil evaporation of the four straw mulching treatments (from high straw mulching quantity to low straw mulehing quantity) decreased by 63.51%, 60.98%, 52.94% and 34.07% respectively, and the average daily change range of soil temperature in 0~20 cm depth decreased by 3.14℃, 2.93℃, 2.32℃ and 2.02℃ respectively compared with CK. Straw mulching treatments could improve the yield as well as water use efficiency of summer corn due to the low soil evaporation and soil temperature change range.

**Key words:** straw mulching; summer corn; soil evaporation; soil temperature