秸秆覆盖条件下冬小麦棵间蒸发规律研究

于稀水[1],廖允成[1*],袁　泉[2],温晓霞[1]
(1.西北农林科技大学农学院,陕西 杨凌 712100;2.西北农林科技大学资源与环境学院,陕西 杨凌 712100)

摘　要:在大田条件下,研究分析多覆盖(覆盖量6 000 kg/hm^2),少覆盖(覆盖量3 000 kg/hm^2)和不覆盖处理对冬小麦棵间蒸发的影响,结果表明:冬小麦逐日棵间蒸发表现为10月中旬、3月下旬和6月上旬较大,多覆盖、少覆盖和对照三个处理逐日变化量和逐日累计量有相同变化趋势;三个处理日均棵间最大蒸发量均出现在灌浆～成熟期、最小值出现在越冬～返青期;覆盖处理对对照抑制率都是在播种～分蘖期最大,越冬～返青期最小;覆盖处理中,多覆盖抑蒸效果最好。

关键词:秸秆覆盖;冬小麦;棵间蒸发;抑蒸率
中图分类号:S318　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-7601(2007)03-0058-04

水分是旱地农业生产的主要限制因子,我国北方旱地农田50%左右的水分通过蒸发损失掉[1]。从农艺上考虑,降低农田无效蒸发是提高农业用水效率的重要技术途径[2]。已有研究表明,秸秆覆盖具有减少土壤蒸发、保墒蓄水、调节地温、提高肥力、抑制杂草生长等综合作用[3~8]。农田覆盖改变了近地面下垫面的性质和能量平衡[9],对改善农田小气候和作物生长具有重要的意义[10]。本文分析了秸秆覆盖条件下冬小麦土壤蒸发的规律,旨在探讨黄土高原秸秆覆盖对土壤棵间无效蒸发的抑制效果。

1　试验设计与方法

1.1　试验设计

试验于2005年10月至2006年6月在西北农林科技大学农作一站进行,供试冬小麦为西农979。试验小区面积为5 m×7 m=35 m^2,施尿素529 kg/hm^2,磷酸二铵225 kg/hm^2,冬小麦播种前耕翻,播种后将玉米秸秆切碎成长度2～5 cm覆盖于地表。试验分为三个处理:CK(对照),不覆盖;秸秆覆盖处理,覆盖秸秆量为3 000 kg/hm^2(以下简称少覆盖);秸秆覆盖处理,覆盖秸秆量为6 000 kg/hm^2(以下简称多覆盖)。每个处理重复三次,田间随机排列。为防止土壤水分侧向运动的影响,各个小区间有宽1 m的间隔区。冬小麦越冬期和拔节期分别灌越冬水和拔节水各60 mm。

1.2　数据采集及分析

试验用自制的小型蒸发器(Micro-lysimeters,MLS)测定冬小麦棵间蒸发量,每小区埋三个,分别置于冬小麦行间土壤。根据孙宏勇等[11]、张海林等[12]研究,MLS用PVC管做成,直径为10 cm,壁厚5 mm,高度为15 cm,将冬小麦行间原状土体放入桶内,底部用透明胶带封口,上部高出地面1～2 cm。每天17:00左右用精度为1 g的电子天平称重,称重前用脱脂棉把露水除去,防止露水造成试验数据的偏差。MLS中原状土每2～3 d更换一次,降雨或灌溉后立即更换原状土体。

抑蒸率的计算方法:多覆盖对少覆盖的抑蒸率%=(少覆盖棵间蒸发量－多覆盖棵间蒸发量)/少覆盖棵间蒸发量×100,少覆盖对CK抑蒸率、多覆盖对CK抑蒸率与其方法一样。

2　结果与分析

2.1　逐日棵间蒸发的变化

由图1可知逐日棵间蒸发量的大小顺序为CK>少盖>多盖,而且不覆盖比覆盖明显高出很多。两种覆盖处理和不覆盖处理的土壤蒸发变化趋势基本一致,只是变化的幅度存在差异。各处理棵间蒸发在10月中旬、3月下旬、6月上旬比较旺盛,呈现出"W"形状。棵间蒸发旺盛的原因是冬小麦种植前

收稿日期:2006-10-25
基金项目:国家自然科学基金(30671227,30300213,30070439);"十一五"国家科技支撑计划(2006BAD15B06);陕西省自然科学基金(2006C$_1$04,2005C$_1$05);陕西省农业科技攻关(2005K01－G17－02);西北农林科技大学"青年学术骨干支持计划"
作者简介:于稀水(1977－),男,黑龙江北安人,硕士研究生,主要从事农业资源高效利用方面的学习和研究工作。E-mail:nwsuafyu@126.com
*通讯作者:廖允成(1969－),男,安徽六安人,教授,博士生导师,主要从事农业资源高效利用及农业生态方面的教学与研究工作。E-mail:yunchengliao@163.com

中国知网 https://www.cnki.net

10 月 1 日～10 月 4 日共降雨 92 mm,导致冬小麦种植后土壤含水量高,并由于土壤处于裸露状态,所以蒸发量大;3 月下旬气温和地温都已大幅度上升,太阳辐射开始增强,而叶面积和冠层覆盖度还比较小,所以棵间蒸发值较大;6 月上旬冬小麦成熟,叶片枯黄变小,冠层覆盖度也变小,6 月上旬的气温、地温也是小麦生育期温度最高的时期,且在 6 月 3 日降雨 41 mm,这些均导致 6 月上旬棵间蒸发较大。

2.2　逐日棵间蒸发累计量的变化

图 2 可以看到,三个处理棵间累积蒸发量的变化趋势也基本一致,秸秆覆盖对不覆盖有一定的抑制作用,抑制的幅度是多覆盖处理高于少覆盖处理。

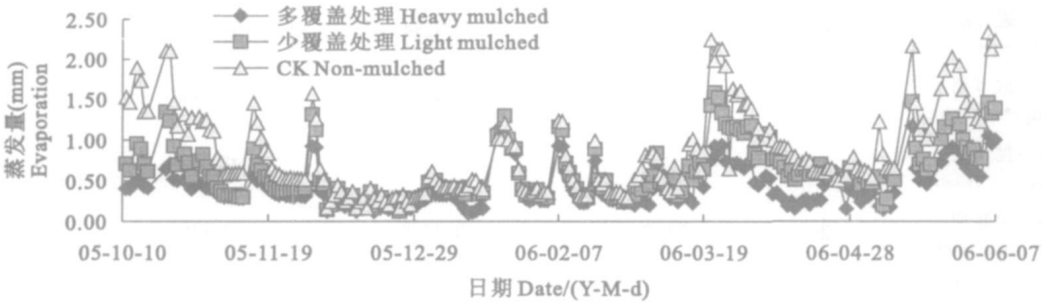

图 1　不同处理冬小麦棵间蒸发逐日变化

Fig.1　Daily variations of soil evaporation in winter wheat field under different treatment

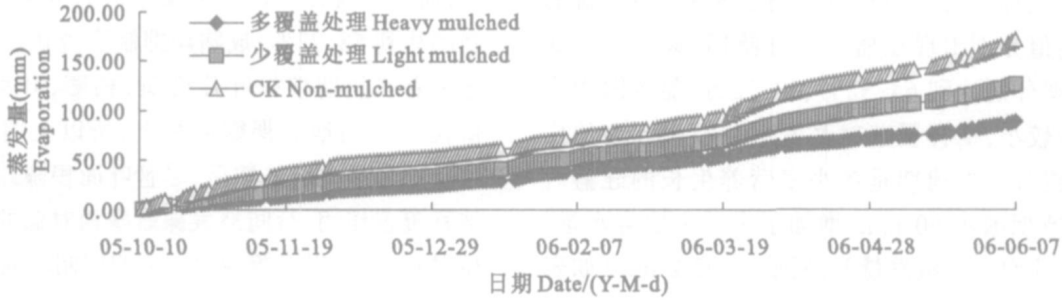

图 2　不同处理冬小麦棵间蒸发逐日累积变化

Fig.2　Daily cumulative variations of soil evaporation in winter wheat field under different treatment

2.3　不同生育时期棵间蒸发的变化

冬小麦 2005 年 10 月 11 日播种到 2006 年 6 月 8 日收获,全生育期共 241 d,共分播种～分蘖期、分蘖～越冬期、越冬～返青期、返青～拔节期、拔节～抽穗期、抽穗～灌浆期、灌浆～成熟期七个生育期。由表 1 可知,CK 日均棵间蒸发量大小为灌浆～成熟期>拔节～抽穗期>播种～分蘖期>返青～拔节期>分蘖～越冬期>抽穗～灌浆期>越冬～返青期,多覆盖日均棵间蒸发量为灌浆～成熟期>返青～拔节期>拔节～抽穗期>播种～分蘖期>分蘖～越冬期>抽穗～灌浆期>越冬～返青期,两个处理日均棵间蒸发量最大值均出现在灌浆～成熟期。因为这个时期气温、地温最高,冬小麦成熟叶片枯黄,覆盖度降低,且 6 月 3 日降雨 41 mm。CK 和多覆盖处理日均棵间蒸发量最低值出现时间也相同,最低值出现在越冬～返青期,由于这是温度和地温最低的时期。

2.4　不同生育时期覆盖对棵间蒸发抑制作用分析

由表 1 可知 CK 全生育期日均棵间蒸发量为 0.7092 mm,少覆盖日均棵间量为 0.5229 mm,多覆盖日均棵间量为 0.3665 mm,少覆盖比 CK 少蒸发 0.1863 mm,多覆盖比 CK 少蒸发 0.3427 mm,多覆盖比少覆盖少蒸发 0.1564 mm。

由图 3 可知,覆盖处理对 CK 抑制率相同点是:多覆盖对 CK 抑制率最大、播种～分蘖期抑制率最大、越冬～返青期抑制率最小。各个阶段多覆盖对 CK 抑制率分别为 64.32%,47.23%,24.01%,48.99%,58.22%,45.31%,54.34%,多覆盖对少覆盖抑制率分别为 35.03%,24.26%,17.63%,30.26%,49.20%,30.05%,27.40%,少覆盖对 CK 抑制率分别为45.08%,30.32%,7.75%,26.86%,17.76%,21.82%,37.10%。

中国知网 https://www.cnki.net

表1 不同覆盖处理各生育期日均棵间蒸发量

Table 1 The daily soil evaporation of growing stages under different straw mulching

生育期 Growing stages	天数 Days	降雨量(mm) Rainfall	多覆盖处理(mm) Heavy mulched treatment	少覆盖处理(mm) Light mulched treatment	CK(mm) Non-mulched treatment
播种～分蘖期 Seeding～tillering	32	23.3	0.3432	0.5282	0.9619
分蘖～越冬期 Tillerin～overwinter	20	3.3	0.3280	0.4331	0.6216
越冬～返青期 Overwinter～recovering	87	21.5	0.3254	0.3950	0.4282
返青～拔节期 Recovering～elongation	26	6.6	0.4162	0.5968	0.8159
拔节～抽穗期 Elongation～tassel	27	2.8	0.4145	0.8160	0.9922
抽穗～灌浆期 Tassel～grain-filling	20	21.7	0.3278	0.4686	0.5994
灌浆～成熟期 Grain-filling～maturity	29	83.65	0.4797	0.6607	1.0505
全生育期 The whole stage	241	162.85	0.3665	0.5229	0.7092

从各生育期的抑制率分布情况来看，多覆盖的抑制率高值分别出现在播种～分蘖期、拔节～抽穗期，抑制率分别达到64.32%、58.22%，前者因为作物覆盖度较小，秸秆覆盖对蒸发水分散失起到的作用最大，拔节～抽穗期是冬小麦营养生长的旺盛时期，在拔节期灌水60 mm，增加了表层土壤含水量，导致CK日均棵间蒸发量升高到0.992 2 mm(如表1)，而多覆盖日均棵间蒸发量只有0.414 5 mm，抑制率达到58.22%；成熟期抑制率也比较高，是因为冬小麦成熟期植株叶片变黄，枯萎，叶面积迅速降低，CK行间地表裸露面积大，所以土壤蒸发量大，覆盖处理进入成熟期后，尽管叶面积骤减，但由于有秸秆覆盖作用，行间地表裸露率相对低的多，蒸发量相对较小，所以多覆盖对CK的抑制率较大。

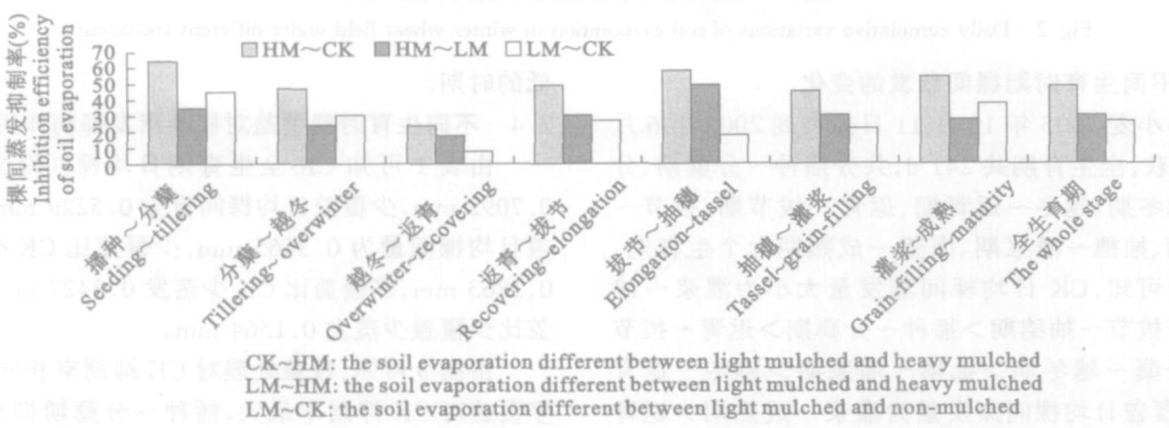

图3 不同覆盖处理对冬小麦棵间蒸发抑制率的影响

Fig.3 The influence of different straw mulching on the inhibition effciency of soil evaporation

3 结 论

1) 冬小麦棵间蒸发逐日变化表现为10月中旬、3月下旬和6月上旬蒸发量比较大，CK棵间蒸发量最大、少覆盖棵间蒸发量较少、多覆盖最小，并且三个处理在逐日变化和逐日累计有着相同变化趋势。

2) 在不同生育期，三个处理的日均棵间蒸发量

中国知网 https://www.cnki.net

最大值出现在灌浆～成熟期、最小值出现在越冬～返青期。

3) 覆盖处理对 CK 棵间蒸发量的最大抑制率出现在播种～分蘖期,最小抑制率均出现在越冬～返青期。全生育期少覆盖对 CK 抑制率为26.27%,多覆盖对 CK 抑制率为 48.32%,多覆盖对少覆盖抑制率为 29.91%。

4 讨　论

根据本试验可以得出黄土高原玉米秸秆覆盖对冬小麦全生育期的节水程度:6 000 kg 玉米秸秆覆盖冬小麦,与CK 相比可以节约 825.874 m^3/hm^2 水分;3 000 kg 玉米秸秆覆盖冬小麦,由于少覆盖没有完全覆盖地面,约有三分之一地面裸露,所以少覆盖对土壤蒸发的抑制作用没有多覆盖好,与 CK 相比可以节约 449.070 m^3/hm^2 水分;多覆盖处理相对于少覆盖处理可以节约 376.804 m^3/hm^2 水分。据 1996 年土地查细结果,黄土高原 1 142.74 万 hm^2 耕地,其中旱地 911.22 万 hm^2[13],如覆盖 6 000 kg 夏玉米秸秆可节水 752 552.9 万 m^3,3 000 kg 可节水 409 201.6 万 m^3,可以看出秸秆覆盖对黄土高原冬小麦棵间无效蒸发抑制效益是显著的。

参 考 文 献:

[1] 山　仑.黄土高原农业可持续发展的对策[A].陕西省农业厅,陕西省农学会.西部大开发与陕西农业发展研讨会论文集[C].西安:陕西科技出版社,2004.1－4.

[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] Vos J G M, Sumarni N. Integrate crop management of hot pepper under tropical low land conditions: effect of mulch on cropper for mance and production [J]. Journal Horticultural Science, 1997,72(3):415－424.

[4] Wang Huixiao, Liu Changming, Zhang Lu. Water saving agriculture in China: an over view [J]. Advancesin Agronomy, 2002, (75):135－168.

[5] 许翠平,刘洪禄,车建明,等.秸秆覆盖对冬小麦耗水特征及水分利用效率的影响[J].灌溉排水,2002,21(3):24－26.

[6] 朱自玺,赵国强,邓天宏,等.秸秆覆盖麦田水分动态及水分利用率研究[J].生态农业研究,2000,8(1):34－37.

[7] 逄焕成.秸秆覆盖对土壤环境及冬小麦产量状况的影响[J].土壤通报,1999,30(4):174－175.

[8] 江永红,宇振荣,马永良.秸秆还田对农田生态系统及作物生长的影响[J].土壤通报,2000,32(5):209－213.

[9] 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,1995.182－190.

[10] 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.

[11] 孙宏勇,刘昌明,张喜英,等.不同长度 Micro-lysimeter 对测定土壤蒸发的影响[J].西北农林科技大学(自然科学版),2003,31(4):167－170.

[12] 张海林,秦耀东,朱文珊.覆盖免耕土壤棵间蒸发的研究[J].土壤通报,2003,34(4):259－261.

[13] 廖允成,付增光,韩思明.黄土高原旱作农田降水资源高效利用[M].西安:陕西科学技术出版社,2003.10－15.

Study on the soil evaporation of winter wheat under different straw mulching

YU Xi-shui[1], LIAO Yun-cheng[1], YUAN Quan[2], WEN Xiao-xia[1]

(1. *College of Agronomy, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi* 712100, *China*;
2. *College of Environment and Resource, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi* 712100, *China*)

Abstract: An field experiment was carried out on cultivated loessial soil, study the effect of heavy straw mulching(6000 kg/hm^2), light straw mulching(3000 kg/hm^2) and no straw mulching on the soil evaporation of winter wheat. The results showed that daily variations of soil evaporation in winter wheat were more in the first ten days of October 2005, the last ten day of March and the middle ten days of June 2006 than other stages. The trend of daily variations and daily cumulative of soil evaporation were the same in all treatments. The most soil evaporation of non-mulching, heavy mulching and light mulching all appeared from grain-filling to maturity, and the least soil evaporation of all treatments appeared from over-winter to recovering. The inhibition efficiency of soil evaporation between mulched treatment and non-mulching from seeding to tillering was the highest, and that from over-winter to recovering was the lowest. The effect of inhibition efficiency of soil evaporation under heavy mulching was the best.

Keywords: straw mulching; winter wheat; soil evaporation; inhibition efficiency of soil evaporation

中国知网　https://www.cnki.net