

# 秸秆覆盖农田的小气候特征和增产机理研究

方文松, 朱自玺, 刘荣花, 马志红, 师丽魁

(河南省气象科学研究所, 中国气象局农业气象保障与应用技术重点开放实验室, 河南 郑州 450003)

**摘要:** 利用2000~2002年的试验资料和2002~2003年的示范推广资料, 对秸秆覆盖的农田小气候和增产机理进行分析。结果表明: 秸秆覆盖对农田近地层气温、空气湿度和地温均产生明显影响, 但对风速的影响不明显; 秸秆覆盖可使地表层显热通量增大, 潜热通量和土壤热通量减小, 从而使土壤蒸发受限; 由于覆盖抑制土壤表面蒸发, 使土壤水分无效消耗减少, 增加前期土壤水分积累, 有利于植株后期蒸腾, 使水分消耗从物理过程向生理过程转化, 从无效消耗向有效消耗转化, 从而增加作物产量, 提高水分利用效率。秸秆覆盖可使冬小麦增产8.08%~10.71%, 水分利用效率提高3.5%~8.4%; 夏玉米增产6.08%~11.97%, 水分利用效率提高7.8%~14.4%。

**关键词:** 秸秆覆盖; 冬小麦; 夏玉米; 小气候特征; 增产机理

**中图分类号:** S162.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)06-0123-06

覆盖是一种传统的农业蓄水保墒措施, 其方式有地膜覆盖、秸秆覆盖和残茬覆盖等许多种, 其中秸秆覆盖是目前应用较为广泛、技术比较成功的一种, 其取材方便、价格低廉、易于操作, 非常适合我国国情。过去对秸秆覆盖的研究多集中在调节土壤水肥、改良土壤结构、减少秸秆焚烧对环境造成污染等方面<sup>[1~3]</sup>, 而对秸秆覆盖影响农田小气候, 促使农田耗水从物理过程向生物学过程转化, 从而提高水分利用效率和农田经济效益方面的研究不多。本文根据小区试验资料和大田示范应用资料, 着重从秸秆覆盖对冬小麦、夏玉米田小气候影响方面进行研究, 探讨覆盖农田土壤水分消耗的规律和实质, 揭示其促进作物增产的机理。

## 1 试验设计与方法

### 1.1 试验地点

秸秆覆盖试验于2000~2002年在郑州市南郊河南省气象科学研究所试验基地进行, 试验地土壤类型为砂壤土, 中等肥力, 0~160 cm平均土壤容重为1.49 g/cm<sup>3</sup>, 凋萎湿度为4.3%, 田间持水量为29.3%。2001年度郑州地区冬小麦生育期间, 降水前期适宜、后期偏少, 旱情严重, 温度前期偏低, 后期偏高; 夏玉米生育期间前、后期降水少, 中期多, 总量偏少, 气温正常略偏高; 2002年度冬小麦和夏玉米生育期间, 降水偏少, 气温偏高。

示范推广于2002~2003年在商丘夏邑县农场和西华泛区农场、新乡获嘉县农场进行。夏邑县农

场土壤类型为沙壤土, 肥力中等; 泛区农场土壤类型为砂土, 肥力中等; 获嘉县农场土壤类型为壤土, 肥力中等。2003年度冬小麦生育期间, 河南省大部分地区降水量偏少, 气温略偏高; 夏玉米生育期间降水前期少, 中后期略偏多, 大部分地区气温偏低。

### 1.2 试验设计

河南省气象科学研究所试验基地每个试验小区设3个重复, 每重复面积为11 m<sup>2</sup>, 分别设覆盖(mulching)和对照(CK)两种处理。其它农场均设示范和对照处理, 示范面积13 334 m<sup>2</sup>左右, 对照面积不限, 管理措施依当地传统管理措施进行。冬小麦覆盖时间在越冬开始(12月22日前后), 夏玉米覆盖时间在播种后、出苗前。覆盖物为麦秸或玉米秸, 覆盖量为4 500 kg/hm<sup>2</sup>。

### 1.3 测定项目和方法

1.3.1 测定项目 试验小区每月8号、18号、28号用中子仪测定土壤湿度, 深度160 cm; 在小麦拔节期(3月20日前后)和玉米拔节期(7月20日前后), 对0、5、10、15、20 cm地温进行逐日连续观测, 并选择晴天进行全天候的小气候观测, 观测项目为地面和覆盖物上10、20、50 cm高度(冬小麦)和10、20、40、70 cm高度(夏玉米)的空气温度、湿度、风速等; 其它农场示范和对照地块同期用土钻取土测墒, 深度为100 cm, 每10 cm一层。作物收获时进行取样考种、田间测产(示范及对照田采用五点取样法, 每点面积1 m×1 m), 收获后测定实产, 然后对产量构成要素和实际产量进行分析。

收稿日期: 2009-04-27

基金项目: 科技部农业科技成果转化资金项目(05EFN217400415, 2006GB24160426)

作者简介: 方文松(1968-), 男, 河南禹州人, 高工, 主要从事农田土壤水分和干旱研究。E-mail: fwsyf@126.com。

1.3.2 热量平衡各分量的计算方法 试验田小气候的计算采用我国热平衡台站常用的热量平衡法。地表面热量平衡方程为<sup>[4]</sup>:

$$R = H + LE + Q_s \quad (1)$$

式中,  $R$  为辐射平衡;  $H$  为显热通量;  $LE$  为潜热通量;  $Q_s$  为土壤热通量。

在非中性稳定条件下, 湍流交换系数  $K$  的计算使用 M. И. 布德柯法<sup>[4]</sup>:

$$K = \frac{\kappa^2 (u_2 - u_1)}{\ln \left[ \frac{Z_2}{Z_1} \right]} \left[ 1 + \frac{T_1 - T_2}{(u_2 - u_1)^2} \ln \left[ \frac{Z_2}{Z_1} \right] \right] Z \quad (2)$$

式中,  $K$  为  $Z$  高度处湍流交换系数 ( $\text{m}^2/\text{s}$ );  $\kappa$  为卡曼常数, 通常取 0.38;  $T_1$ 、 $T_2$  和  $u_1$ 、 $u_2$  分别为高度  $Z_1$ 、 $Z_2$  的气温 ( $^{\circ}\text{C}$ ) 和风速 ( $\text{m}/\text{s}$ ),  $Z$  为  $Z_1$  和  $Z_2$  之间的某一高度 ( $\text{m}$ )。

将其代入显热通量的表达式:

$$H = -\rho C_p K \frac{\partial T}{\partial Z} \quad (3)$$

经转换, (3) 式可变为:

$$H = \frac{5 \rho C_p K_{0.2} (T_1 - T_2)}{\ln \left[ \frac{Z_2}{Z_1} \right]}$$

$$\text{或 } H = \frac{2.5 \rho C_p K_{0.4} (T_1 - T_2)}{\ln \left[ \frac{Z_2}{Z_1} \right]} \quad (4)$$

式中,  $\rho$  为空气密度,  $\rho = 0.00129 \text{ g}/\text{m}^3$ ;  $C_p$  为定压比热,  $C_p = 1.008 \text{ J}/(\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ;  $K$  为湍流交换系数 ( $\text{m}^2/\text{s}$ );  $\frac{\partial T}{\partial Z}$  为温度垂直梯度 ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ );  $K_{0.2}$  和  $K_{0.4}$  分别为 20 cm 和 40 cm 高度处的湍流交换系数;  $T_1$ 、 $T_2$  分别为高度  $Z_1$  和  $Z_2$  高度处的温度。

同样, 潜热通量的表达式可转化为:

$$LE = \frac{2.5 \rho L K_{0.2} (q_1 - q_2)}{\ln \left[ \frac{Z_2}{Z_1} \right]}$$

$$\text{或 } LE = \frac{2.5 \rho L K_{0.4} (q_1 - q_2)}{\ln \left[ \frac{Z_2}{Z_1} \right]} \quad (5)$$

式中,  $E$  为蒸发的水量 ( $\text{g}$ );  $L$  为蒸发潜热 ( $\text{J}/\text{g}$ ),  $L = 2508 \text{ J}/\text{g}$ ;  $q$  为空气比湿 ( $\text{g}/\text{kg}$ )。

土壤热通量的表达式为:

$$G = C \rho (S_1 - K_s S_2 / 0.1) / \tau \quad (6)$$

其中

$$S_1 = 20 \times (0.082 \Delta T_0 + 0.333 \Delta T_5 + 0.175 \Delta T_{10} + 0.156 \Delta T_{15} + 0.004 \Delta T_{20}) \quad (7)$$

$$S_2 = \frac{\tau}{2} (T_{(20, t1)} - T_{(10, t1)} + T_{(20, t2)} - T_{(10, t2)}) \quad (8)$$

式中,  $C$  为土壤比热 [ $\text{J}/(\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ];  $\rho$  为土壤容重 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ );  $\tau$  为两次观测的时间差, 即  $t_2 - t_1$ , 单位为  $\text{s}$ ;  $k_s$  为土壤导热系数 ( $\text{cm}^2/\text{s}$ ); 对于砂壤土而言,  $k_s = 0.007$ ;  $\Delta T_0$ 、 $\Delta T_5$ 、 $\Delta T_{10}$ 、 $\Delta T_{15}$  和  $\Delta T_{20}$  分别为 0、5、10、15 和 20 cm 处相邻两次观测的地温差值 (后次减前次);  $T_{(20, t1)}$ 、 $T_{(10, t1)}$  和  $T_{(20, t2)}$ 、 $T_{(10, t2)}$  分别为 20 cm 和 10 cm 处在  $t_1$  和  $t_2$  时间观测到的地温。

## 2 结果与分析

### 2.1 秸秆覆盖对近地层气象要素的影响

由于覆盖物导热率和反射率与裸露农田不同, 加之粗糙度亦发生变化, 从而改变了农田地表的热学和动力学性质, 使近地层空气温度、湿度、风和地温分布均发生明显的变化。

2.1.1 覆盖对近地层气温的影响 地面覆盖秸秆后, 导热率变小, 反射率增大, 使近地层的空气温度明显升高。小麦田 10 cm 高度气温覆盖田比对照田最高可偏高  $1.3^{\circ}\text{C}$ , 玉米田最高可偏高  $2.6^{\circ}\text{C}$ 。这种差异随着高度的增加而减小, 且在上午表现得较为明显, 13:00 以后覆盖与对照地段的温差减小 (图 1)。玉米田也表现出同样趋势。

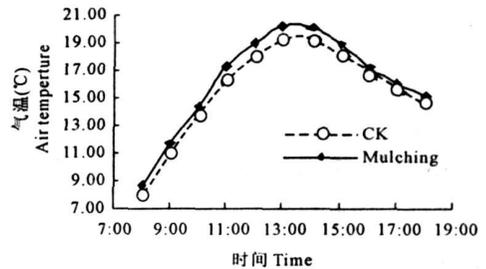


图 1 小麦田 10 cm 高度气温日变化曲线

Fig. 1 Temperature daily change curve at 10 cm in wheat field (March 22, 2002)

2.1.2 覆盖对近地层空气湿度的影响 由于覆盖物阻碍了土壤水分向空气中逸散的通道, 从而使得覆盖地段近地层的水汽压明显低于对照地段, 差异在 11:00 以后表现尤为明显, 在 13:00~14:00 时, 10 cm 高度处小麦对照田水汽压比覆盖田偏高 2.0 hPa (图 2), 玉米田偏高 1.9 hPa。随着高度的增加, 覆盖与对照地段水汽压的差异逐渐减小。

2.1.3 覆盖对近地层风速的影响 地面覆盖秸秆后, 会使近地层的粗糙度增大, 从而使空气的扰动增强, 所以覆盖地段株间风速应大于对照地段株间风速, 但由于小气候观测是在小麦和玉米拔节前后进行, 株植高度已较高, 观测表明覆盖与对照地段风速差异不甚明显。

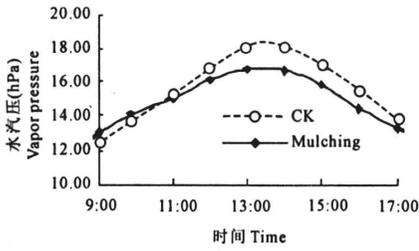


图 2 小麦田 10 cm 高度水汽压日变化曲线

Fig. 2 Vapor pressure daily change curve at 10 cm in wheat field (March 22, 2002)

2.1.4 覆盖对地温的影响 由于覆盖物具有很小的导热率, 阻挡了太阳辐射向地面的传播, 所以白天能明显降低地面温度。由图 3 可见, 小麦田从 8:00 至 18:00 覆盖比对照田普遍偏低, 在中午 14:00 左右偏低最多, 达 9.1℃, 8:00~18:00 平均偏低 3.1℃。玉米田 0 cm 地温覆盖比对照田最高偏低 5.9℃, 从 8:00 至 19:00 平均偏低 2.3℃。这种差异随着土壤深度的增加而减小, 且覆盖田地温日变化曲线的位相滞后于对照田。

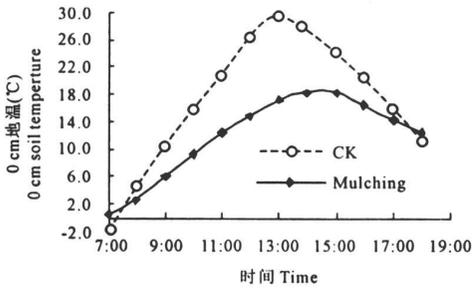


图 3 小麦田 0 cm 地温日变化曲线

Fig. 3 Soil temperature daily change curve at 0 cm in wheat field (March 19, 2002)

## 2.2 秸秆覆盖对热量平衡各分量的影响

农田施行秸秆覆盖后, 在地面和空气之间形成了一个疏松的隔离层, 切断了土壤与大气的直接联系, 阻挡了土壤水分向大气的自由逸散, 从而改变了近地面的水热状况。根据田间试验测定结果, 利用公式(2)分别计算得到小麦田 20 cm 高度处和玉米田 40 cm 高度处湍流交换系数日变化曲线(图 4, 图 5)。从图中可以看出, 覆盖农田的湍流交换系数明显大于非覆盖农田。这是由于覆盖层切断了空气与土壤的直接接触而造成近地层空气明显增温, 加强了热力湍流的结果。

湍流交换系数的差异必然影响到近地层的热量交换, 使显热通量发生变化。根据试验测定结果, 利用公式(4)计算得到的显热通量日变化曲线(图 6,

图 7)。可以看出, 秸秆覆盖农田用于空气增温的热量远大于未覆盖农田。

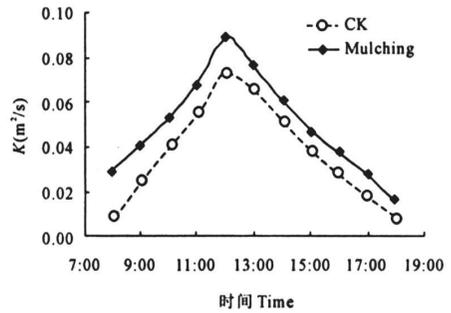


图 4 小麦田 20 cm 高度 K 值日变化曲线

Fig. 4 K value daily change curve at 20 cm in wheat field (March 22, 2002)

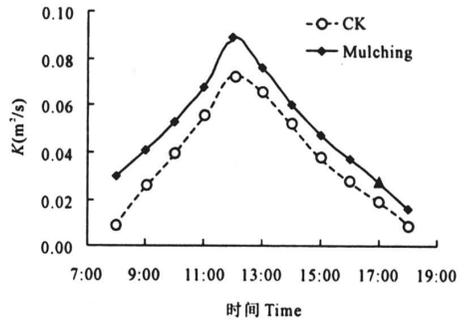


图 5 玉米田 40 cm 高度 K 值日变化曲线

Fig. 5 K value daily change curve at 40 cm in maize field (July 18, 2002)

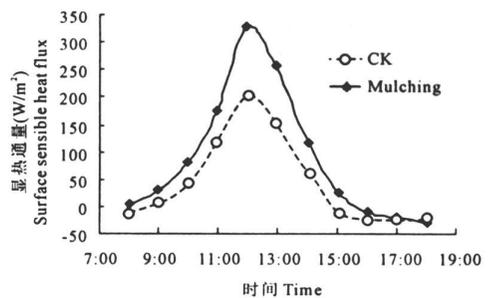


图 6 小麦田显热通量日变化曲线

Fig. 6 Sensible heat flux daily change curve in wheat field (March 22, 2002)

类似于显热通量, 根据小气候测定结果分别计算覆盖与不覆盖田用于蒸发的潜热通量和用于土壤增温的土壤热通量。结果表明, 秸秆覆盖农田的潜热通量、土壤热通量均明显小于对照农田, 表明秸秆覆盖农田比对照农田用于蒸发和土壤增温的热量小, 亦即蒸发掉的水分比对照农田要少<sup>[5,6]</sup>

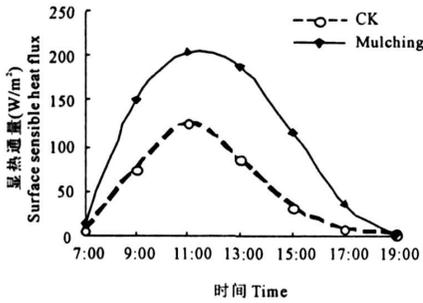


图 7 玉米田显热通量日变化曲线

Fig. 7 Sensible heat flux daily change curve in maize field (July 18, 2002)

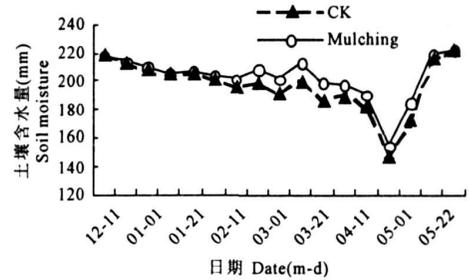


图 8 覆盖与对照小麦田 0~100 cm 土层含水量

Fig. 8 Soil moisture changed from 0 to 100 cm using straw mulching or not in wheat field(2001~2002, 郑州)

### 2.3 秸秆覆盖对土壤水分状况的影响

从热量平衡分析得知,由于覆盖减少了蒸发耗热,因此有较多的水分被保存在土壤中,从而增大了土壤含水量<sup>[7,8]</sup>。试验结果表明,从覆盖后开始,覆盖田土壤含水量比对照田逐渐增多,至拔节期达到最大值。此后,土壤含水量差值逐渐减小(图 8)。据试验,秸秆覆盖麦田 100 cm 深土层的增墒效果约为 2.4%~4.5%,秸秆覆盖玉米田增墒效果约为 2.7%~7.6%。

### 2.4 秸秆覆盖对作物生长状况的影响

土壤—植物—大气是一个连续的整体,秸秆覆盖田前期积累的土壤水分必将被作物所利用,使其营养生长加快,叶面积增大,干物质积累的增多。试验表明,小麦抽穗之前,对照田叶面积指数与覆盖田无明显差异;抽穗以后,覆盖田叶面积指数较对照田有所增加;进入灌浆期后,对照田绿叶面积减少得较快,而覆盖田绿叶面积衰减较缓,延长了光合有效期,为作物后期灌浆和产量形成提供了更为有利的

### 2.5 秸秆覆盖对作物耗水过程的影响

覆盖条件下由于土壤含水量的变化影响了作物的生长状况,因而也影响到作物各生育阶段的耗水<sup>[9]</sup>。试验表明(表 1),冬小麦自秸秆覆盖始到小麦抽穗期间,其旬耗水量均低于对照麦田。因为在苗期,植株尚未遮蔽行间,土壤蒸发是构成麦田水分消耗的主项。抽穗后覆盖田由于土壤含水量较大,植株生长旺盛,叶面积指数较对照田大。在冠层完全覆盖地面的情况下,作物蒸腾成为水分消耗的主项,因此覆盖麦田耗水量大于对照麦田。同理,在玉米生长前期,覆盖田的耗水量比裸地偏小,玉米拔节后,情况则发生相反的变化,覆盖田的耗水量比对照偏大。说明了覆盖改变了作物耗水模式,即减少前期蒸发,增加后期蒸腾,从而促进了干物质的积累,使水分消耗从物理过程向生理过程转化,从无效消耗向有效消化转化,对提高作物水分利用效率十分有益。

表 1 冬小麦、夏玉米阶段耗水量(mm)(2001~2003 年,郑州)

Table 1 The staged water consumption of winter wheat and summer maize(mm)(2001~2003,Zhengzhou)

处理 Treatment	冬小麦 Winter wheat				夏玉米 Summer maize			
	播种~覆盖 Planting~ mulching	覆盖~抽穗 Mulching~ tasseling stage	抽穗~成熟 Tasseling stage~ maturity stage	合计 Total	播种~拔节 Planting~ jointing stage	拔节~抽雄 Jointing stage~ tasseling stage	抽雄~成熟 Tasseling stage~ maturity stage	合计 Total
覆盖 Mulching	69.4	237.8	125.9	433.1	62.0	153.2	112.8	328.1
对照 CK	71.4	252.1	107.5	431.0	73.4	136.5	116.4	326.3
差异 Difference	2.0	-14.3	18.6	2.1	-11.4	16.7	-3.6	1.7

从表 1 中也可看出,就全生育期的总耗水量而言,覆盖与对照农田差异不大。因此,覆盖技术只使前期蓄积的土壤水分用于后期,而最终并不能使土壤含水量显著增加。

### 2.6 秸秆覆盖对产量和产量性状的影响

秸秆覆盖为作物生长提供了良好的水分条件,同时也创造了一个适宜于作物生长的小气候环境,还可以培肥地力,增加土壤微生物数量,改善表层土壤物理结构,增加土壤透气性,减少田间杂草<sup>[1~3]</sup>,

这些效应最终通过作物产量和产量性状表现出来(表2)。对于小麦而言,由于覆盖使土壤水分状况发生改善,对小麦分蘖、穗分化和籽粒灌浆有一定的影响,从而影响到产量;对玉米来说,覆盖对出苗率、

雌雄穗分化、开花授粉和灌浆产生一定的影响,从而影响到产量。根据各示范田的资料统计,小麦田秸秆覆盖的增产效果为8.08%~10.71%;玉米田覆盖的增产效果为6.08%~11.97%。

表2 小麦、玉米产量性状分析表

Table 2 The analysis of yield characteristic of winter wheat and summer maize(2002~2003年)

地点 Place	处理 Treatment	冬小麦 Winter wheat				夏玉米 Summer maize			
		密度 Density (穗/hm <sup>2</sup> )	穗粒数 Grains per spike	千粒重 1000-grain weight (g)	实产 Yield (kg/hm <sup>2</sup> )	密度 Density (株/hm <sup>2</sup> )	株籽粒数 Grains per plant	百粒重 100-grain weight (g)	实产 Yield (kg/hm <sup>2</sup> )
商丘 Shangqiu	覆盖 Mulching	633.0	28.0	41.4	6406.5	57000	446.3	37.6	8518.5
	对照 CK	595.5	27.5	39.6	5787.0	57000	432.2	35.1	7608.0
	增长率(%) Increase range	6.30	1.82	4.55	10.71	0.00	3.26	7.12	11.97
泛区 Fanqu	覆盖 Mulching	705.0	34.8	42.28	8175.0	65805	407.3	30.51	7291.5
	对照 CK	687.0	32.5	41.90	7564.5	65505	406.0	28.97	7480.5
	增长率(%) Increase range	2.62	7.08	0.92	8.08	0.46	0.33	5.32	6.08
获嘉 Huoja	覆盖 Mulching	639.0	36.0	41.90	6144.0	54750	485.8	37.85	8212.5
	对照 CK	619.5	35.4	41.15	5607.0	54750	424.3	34.65	7480.5
	增长率(%) Increase range	3.27	1.69	1.82	9.58	0.00	14.49	9.24	9.79

## 2.7 秸秆覆盖对水分利用效率的影响

由前面的分析可知,秸秆覆盖田与对照田全生育期总耗水量相差不大,但产量有所增加,最终使水分利用效率明显提高。试验表明,冬小麦覆盖田的水分利用效率可达1.21~1.57 kg/m<sup>3</sup>,比对照田提高3.5%~8.4%;夏玉米覆盖田的水分利用效率可达1.94 kg/m<sup>3</sup>~2.14 kg/m<sup>3</sup>,比对照田提高7.8%~14.4%。

## 3 结论

试验和示范结果表明:农田施行秸秆覆盖,对农田近地层气温、空气湿度和地温均产生明显影响,但对风速的影响不甚明显。秸秆覆盖改变了农田近地面的水热状况,使地表层显热通量增大,潜热通量和土壤热通量减小,在作物生长前期能够抑制土壤表面蒸发,增加土壤水分积累,促进作物后期蒸腾,使水分消耗从物理过程向生理过程转化,从无效消耗向有效消耗转化,提高了水分利用效率。秸秆覆盖可延长作物功能叶的光合有效期,促进干物质的积累,对作物的籽粒数和粒重产生影响,使冬小麦增产8.08%~10.71%,水分利用效率提高3.5%~8.4%;夏玉米增产6.08%~11.97%,水分利用效率

提高7.8%~14.4%。因此,从理论和实践上来说,秸秆覆盖是一种行之有效的保墒、增产和提高水分利用效率的农艺措施。

## 参考文献:

- [1] 吕晓男,陆允甫.覆盖对改善土壤的物理性状和春玉米产量影响的研究初报[J].土壤通报,1994,25(3):102-103.
- [2] 逢焕成.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.
- [3] 韩鲁佳,闫巧娟,刘向阳.中国农作物秸秆资源及其利用现状[J].农业工程学报,2002,18(3):87-91.
- [4] 翁笃鸣,陈万隆,沈觉成,等.小气候和农田小气候[M].北京:农业出版社,1981:30-114.
- [5] 朱自玺,赵国强,邓天宏,等.覆盖麦田的小气候特征[J].应用气象学报,2000,11(增刊):112-118.
- [6] 朱自玺,方文松,赵国强,等.麦秸和残茬覆盖对夏玉米农田小气候的影响[J].干旱地区农业研究,2000,18(2):19-24.
- [7] Steiner J L. Crop residue effects on water conservation[C]// Unger P W. Managing Agriculture Residues. Boca Raton, Florida, USA: Lewis Publishers, 1994: 41-76.
- [8] 王龙昌,贾志宽.北方旱区农业节水技术[M].西安:世界图书出版公司,1998:77-85.
- [9] 周凌云,徐梦雄.秸秆覆盖对麦田耗水与水分利用效率影响的研究[J].土壤通报,1997,(5):205-210.

## Study on microclimate characters and yield-increasing mechanism in straw mulching field

FANG Wen-song, ZHU Zi-xi, LIU Rong-hua, MA Zhi-hong, SHI Li-kui  
(He'nan Institute of Meteorology, Key Laboratory of Agrometeorological Safeguard and Application Technique, CMA, Zhengzhou 45003, China)

**Abstract:** Taking use of experimental data from 2000~2002 and demonstration & popularization information from 2002~2003, the paper analyzed the microclimate feature and its yield-promoting mechanism under straw mulching. The results showed that: straw mulching had dramatic effects on temperature of field's surface layer, air humidity and soil temperature, but wind speed. Straw mulching increased surface sensible heat flux, but decreased latent heat flux and soil heat flux, so the soil evaporation was restricted. As soil surface evaporation was restricted by covering, the ineffective consumption of soil water was decreased, and accumulation was increased accordingly. This was helpful for plant transpiration in later stage, and for water consumption transforming from physical process to physiological process, and from invalid consumption to availability. So straw mulching could increase yield and advance water use efficiency. For winter wheat, straw mulching enabled yield increasing and water use efficiency by 8.08%~10.71% and 3.5%~8.4% respectively, and for summer maize, it promoted yield and water use by 6.08%~11.97% and 7.8%~14.4% respectively.

**Keywords:** straw mulching; winter wheat; summer maize; microclimate characters; yield-increasing mechanism

(上接第 122 页)

## Impact of straw mulching and no-tillage on soil water characteristics of paddy field in hilly area of Sichuan basin

LIU Ding-hui<sup>1,2</sup>, CHEN Shang-hong<sup>1</sup>, SHU Li<sup>1</sup>, ZHANG Yu-lan<sup>3</sup>, ZHANG Ji<sup>1</sup>  
(1. Soil and Fertilizer Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu, Sichuan 610066, China;  
2. Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014, China;  
3. National Institute of Measurement and Testing Technology, Chengdu, Sichuan 610021, China)

**Abstract:** Seasonal drought is a terrible problem for sustainable development of agriculture in hilly area of Sichuan basin. This study aims to answer the effect of straw mulching and no-tillage on soil moisture keeping of paddy field. Using pressure membrane method, we determined the soil characteristic curve of paddy field soil under straw mulching and no-tillage in Sichuan basin, and analyzed the dynamic characteristic of soil water energy. The results showed that the relationship between soil suction and soil water content could be simulated with the power function  $\theta = a S^b$ . The soil equivalent pore diameter of aeration porosity of the 10~20 cm soil layer increased under straw mulching and no-tillage and the inactive porosity reduced compared with ck. The water binding capacity and storage capacity of plough layer was improved under straw mulching. The increase of soil organic matter after straw returned to paddy field improved soil capillary porosity and soil available water, and the capacity of soil drought resistance and water supplying were also enhanced under straw mulching. The capacity of soil drought resistance was different between two kinds of tillage operations, and the effect of no-tillage was better than that of tillage at intervals.

**Keywords:** straw mulching; no-tillage; soil water characteristic curve; equivalent pore diameter; specific soil water capability