

# 不同播种量和秸秆覆盖量对冬小麦生产的影响

王丽明 (北京城市学院城市建设学部, 北京 100083)

**摘要** [目的]研究秸秆覆盖对冬小麦生理生态特征和水分利用效率的综合影响,寻求最佳覆盖措施,从而达到提高冬小麦产量和水分利用效率的目的。[方法]设置6个处理:多播多盖、多播少盖、多播对照、常播多盖、常播少盖、常播对照,秸秆覆盖量少覆盖为3 000 kg/hm<sup>2</sup>,多覆盖为6 000 kg/hm<sup>2</sup>,播种量多播量为225 kg/hm<sup>2</sup>,常播量为150 kg/hm<sup>2</sup>,分析冬小麦田的土壤水分、土壤温度、土壤蒸发、冬小麦生物量和水分利用效率情况。[结果]秸秆覆盖对于表层土壤的保墒作用比对深层土壤明显,多播量少覆盖处理保墒效果相对较好,其土壤蒸发也最小,冬小麦叶面积指数明显比其他处理大。另外,适量秸秆覆盖可以有效调节土壤温度变化。秸秆覆盖不一定能增产,但明显地减小了冬小麦田的总耗水量,相应地提高了水分利用效率;多播量对产量提高有一定贡献;因此考虑播量和覆盖量的综合效应,多播量少覆盖相结合能够在一定程度上提高产量和水分利用效率。[结论]加大播种量并适量覆盖秸秆有利于提高冬小麦产量并且节约用水,还可以提高农民的经济效益。

**关键词** 播种量;覆盖量;冬小麦

**中图分类号** S512.1<sup>+</sup>1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)09-03804-05

## Effects of Different Sowing-straw mulching Amount on Winter Wheat Production

WANG Li-ming (Institute of City Construction, Beijing City University, Beijing 100083)

**Abstract** [Objective] The aim was to study the effects of different sowing-straw mulching amount on physiological and ecological characteristics and water use efficiency of winter wheat, to find the best mulching measures, and then to reach the goal of improving yield and water use efficiency of winter wheat. [Method] Six treatments were designed, more sowing-more mulching, more sowing-less mulching-, more sowing-no mulching, normal sowing-more mulching, normal sowing-less mulching, normal sowing-no mulching, thereinto, the straw mulching amount of less mulching and more mulching was 3 000, 6 000 kg/hm<sup>2</sup>, resp., the more and normal sowing amount was 225, 150 kg/hm<sup>2</sup>, resp., to analyze soil water content, soil temperature, soil evaporation, biomass and water use efficiency of winter wheat of different treatments. [Result] Straw mulching had more obvious soil moisture preservation effect to surface layer soil than that to deep layer soil, more sowing-less mulching treatment's effect was relatively better, and its soil evaporation amount was also the least, and its winter wheat leaf area index was evident bigger than that of the other treatments. Otherwise, suitable straw mulching adjusted soil temperature change efficiently. Straw mulching might not be able to increase yield, but evidently decreased the total water consumption of winter wheat field, accordingly improving water use efficiency; more sowing had some contribution for improving yield; so considering sowing-mulching amount's comprehensive effect, combining more sowing amount with less mulching density improved yield and water use efficiency in a certain degree. [Conclusion] The more sowing amount and proper mulching density increases winter wheat yield and saves irrigation water, and farmers can get more benefit at the same time.

**Key words** Sowing amount; Mulching density; Winter wheat

近年来,为了应对农业用水紧张问题和解决北方农民秋冬季焚烧秸秆造成空气污染问题,很多学者都提出将作物秸秆粉碎撒在田间以减少土壤蒸发的做法,同时也开展了一系列研究。

秸秆覆盖的主要优点在于覆盖材料充足,成本低,见效快,适用范围广,而且不污染土壤,没有负面影响,具有用养结合,经济效益、生态效益和社会效益都比较显著的特点,是解决我国北方干旱、半干旱地区土壤“旱”与“薄”的有效途径之一。华北平原有着非常丰富的作物秸秆资源,在该地区可以充分利用现有的资源在农田中进行秸秆覆盖,即用上茬作物的秸秆、落地的茎叶、糠皮和残茬等附属物进行覆盖,这样不仅可以解决秸秆的处理问题,使农民不再焚烧秸秆造成环境的污染,同时还可以培肥土壤,因为植株的残茬留在土壤中经微生物的降解后会改善土壤结构,增加孔隙度,增加有机质含量,防止土壤长期使用化肥引起的板结问题,获得经济效益和生态效益的双赢。

众多学者都报道,秸秆覆盖能够节水增产、提高冬小麦

的水分利用效率<sup>[1-5]</sup>。杜尧东等对冬小麦田秸秆覆盖的小气候效益进行了研究,认为秸秆覆盖能够改善麦田近地层的湍流热交换,减缓土壤热通量变化,平抑地温的变化,提高植株间湿度,从而减小土壤蒸发<sup>[6]</sup>。Narender等也报道,秸秆覆盖能减弱到达土壤表面的辐射和风速,隔断蒸发面与下层土壤的毛管联系,减弱土壤空气与大气间湍流交换强度,从而抑制土壤蒸发<sup>[7]</sup>。很多研究试验也证明,秸秆覆盖对土壤蒸发的抑制作用非常明显<sup>[8-9]</sup>,同时可以增大土壤含水量,提高冬季土壤温度,利于冬小麦越冬,保水保肥保温<sup>[10-13]</sup>。

但是秸秆覆盖仍存在一些不利因素,如覆盖在春季有降温作用,推迟土壤温度的回升,从而推迟冬小麦的返青生长,导致覆盖的冬小麦在返青期有缺苗现象,加上覆盖的保墒效应,致使后期冬小麦贪青徒长,最终影响产量<sup>[14]</sup>。因此,探索和研究如何合理应用玉米秸秆覆盖冬小麦的措施,达到节水增产的目的具有很重要的现实意义。为了减小秸秆覆盖对产量的影响,笔者设计了2种播种量和3种覆盖量的综合处理方式,研究不同播种量和不同秸秆覆盖量对冬小麦生理生态特征和水分利用效率的综合影响,寻求最佳覆盖措施,从而达到提高冬小麦产量和水分利用效率的目的。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验于2009~2010年冬小麦生长季在中国科学院栾城农业生态系统试验站进行。该站位于太行山

**基金项目** 北京市财政“北京城市学院城市建设类专业群综合改革研究”(PXM2012\_014202\_000193)。

**作者简介** 王丽明(1973-),女,河北秦皇岛人,讲师,博士,从事资源开发与环境保护、节水农业学等方面的研究,E-mail: docmm\_wang@126.com。

**收稿日期** 2013-03-21

前平原,属暖温带半湿润、半干旱季风气候,区域内地势开阔,土地平整,土层深厚,土质良好,有机质含量高,蓄水能力强,属于典型的华北平原高产农区。

**1.2 不同播种量和覆盖量试验** 用玉米秸秆覆盖不同播种量(密度)的冬小麦田,把玉米秸秆切成5~10 cm的小段,于播种后顺着小麦垅均匀地撒在冬小麦田里,起到保温、减少蒸发的作用。

试验分2种播量:多播量,225 kg/hm<sup>2</sup>,即加密播量50%;正常播量,150 kg/hm<sup>2</sup>。每种播量按不同覆盖情况又分3种:多覆盖(6 000 kg/hm<sup>2</sup>)、少覆盖(3 000 kg/hm<sup>2</sup>)和对照(无覆盖)。因此共有6种处理:多播多盖、多播少盖、多播对照、常播多盖、常播少盖、常播对照。每种处理有至少3个重复以保证试验结果的准确性。试验地共分20个小区,每个小区面积为5 m×6 m。每个播量下设2列,每列5小区。多播量设在左边2条地,少播量设在右边2条地。中间2条地的每个小区安装有中子管,以便测量土壤水分。每个处理用4个内径为10 cm的小蒸散仪测量土壤蒸发量。

**1.3 测定项目及方法** 主要在返青到收获期间观测以下各性状。

**1.3.1 蒸散量。**利用大型蒸散仪测定每日的蒸散量和用水分平衡法计算阶段的蒸散量。大型蒸散仪是利用2 d间观测到的重量的差异求得蒸散量的变化。而水分平衡法是利用某段时间内降雨、灌溉和土壤含水量的变化值计算得到,公式为:

$$ET = P + I + \Delta W$$

式中, $ET$ 为蒸散耗水量(mm); $P$ 为降水量(mm); $I$ 为灌溉水量(mm); $\Delta W$ 为计算时段内土壤储水量的减少量(mm)。由于该地区地下水位很低,可以不考虑地下水的影响,即土壤水下渗和毛管上升水,同时试验小区内部的地表径流也可以忽略不计。该项目的观测从冬小麦播种开始到收获结束。

**1.3.2 土壤蒸发量。**采用自制的小蒸散仪置于冬小麦行间直接测定土壤蒸发。小蒸散仪由PVC管制成(选择PVC材料是为了尽量减少热传导的影响),内径10.4 cm,高15.0 cm,置于冬小麦行间。每次取土时,用人力将其垂直压入土壤获取原状土,以塑料胶带封底,称重,放回事先固定在田间的外套中。为操作方便且不改变土壤结构,用内径略大(约12.0 cm)的PVC管制成外套固定于行间。小蒸散仪内的土体每3~4 d更换1次,降雨或灌溉后1 d左右,待水分基本下渗后更换土体,以便使小蒸散仪内部土壤水分状况与周围土壤一致。每天傍晚用精度为1 g的天平称重,利用前后2 d 2次称量的重量差和小蒸散仪的表面积、水的密度换算,得出日蒸发量,公式为:

$$E = a \times \Delta W$$

式中, $E$ 为日蒸发量(mm); $a$ 为计算系数,对于直径为10.4 cm的小蒸散仪, $a=0.11772$  mm/g; $\Delta W$ 为前后2 d称重之差(g)。

**1.3.3 土壤含水量。**用英国产IH-II型中子水分探测仪插入试验小区中事先安装好的中子管中测定每20 cm的土壤

含水量,农田测深均达2 m,每隔7 d观测1次。用TDR(时域反射仪,用于测定土壤水分)或烘干法(土钻法)测定表层土壤含水量,每5 d左右观测记录。该观测从冬小麦播种即开始进行,一直到收获结束。

**1.3.4 叶面积、生物量。**在每个小区密度测点附近选取20个株,取样后及时运回实验室,分别按器官(茎、叶、黄叶、穗)分类装入样本袋。其中,叶片采用面积法测定叶面积:用直尺或坐标纸沿叶片主脉量取每片叶的长度和叶片最宽处的宽度,得出各叶片乘积,再乘以叶片校正系数(小麦为0.83),计算得单茎叶面积,与1 m<sup>2</sup>茎数相乘得叶面积指数。将样本袋放入101-2A型电热鼓风干燥箱内加温,先用110℃高温杀青1 h,然后将温度控制在80℃左右,烘烤12~24 h后,分别称取各器官的干重。叶面积的测定时间间隔为7~9 d,生物量每3 d测量1次。

**1.3.5 土壤表层温度。**用曲管温度计和自测的optic系统(WQG-16,湖南气象设备中心)测定不同处理土壤0(表层)、5、10 cm深度的温度,每隔1 h测定1次。

**1.3.6 气象要素。**试验点附近有气象观测场,AMRS-I气象辐射自动观测系统(机械工业部长春气象仪器研究所)观测距离地面2 m处每隔1 h的温度、湿度、风和日照等气象要素。

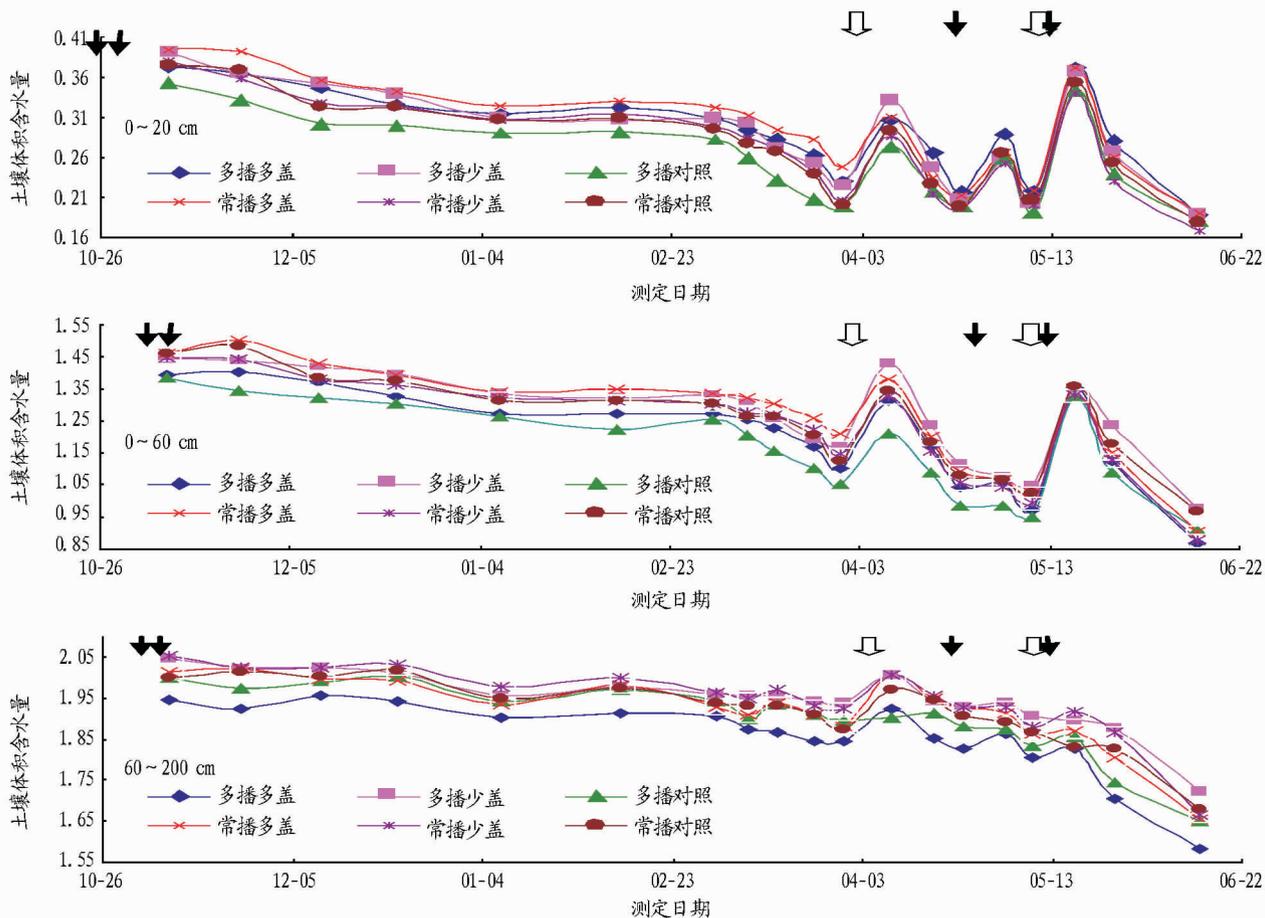
**1.3.7 考种、测产。**在冬小麦收获后每个处理随机选择10株作物进行考种,包括生物量、株高、穗数、穗粒重等指标。收获时每个小区除去四周1 m保护行,进行产量的实测。

## 2 结果与分析

**2.1 冬小麦田土壤水分条件分析** 图1显示,不同播种量和覆盖量处理冬小麦田0~20、0~60、60~200 cm深度土壤体积含水量从播种到收获期间的季节变化均表现为播种~返青期间缓慢下降、返青~灌浆期间下降较明显、灌浆~成熟期间迅速下降的趋势,这是小麦处于不同生长阶段对水分需求量不同以及灌溉和降雨条件不同的结果。但是播种~灌浆期间0~20、0~60 cm深度土壤含水量下降幅度比60~200 cm深度明显,说明前期小麦还是主要由根系吸收土壤浅层的水分供给需求,而灌浆~成熟期由于缺少降水、不再灌溉,小麦只得靠根系吸收土壤深层的水分满足其大量的需求。而且由于覆盖和根系的截留,3月30日和5月11日的2次灌溉和5月16日1次26.5 mm的降雨对60~200 cm深度土壤水分没有很明显的影

响。由于中子水分仪无法对表层土壤含水量进行观测,因此在冬小麦拔节、灌浆、成熟3个主要生育期内,用TDR法和取土烘干法对覆盖和播量各处理的表层(0~10 cm)土壤含水量进行了测定,每1~7 d测1次。图2即为不同播量和覆盖量下麦田表层土壤含水量在3个生育期内的总和。由图2可知,除灌浆期外,基本上各个时期表层土壤含水量都是多覆盖>少覆盖>对照,灌浆期可能是由于小麦叶面积较大,地表裸露很少,覆盖对表层土壤保墒作用就不明显。

总体来看,不同处理间在各个深度土壤水分条件变化规律为:无论是多播种量还是正常播种量处理,在0~20、0~60 cm深度均表现为覆盖处理土壤含水量大于对照(不覆盖),



注:图中↓表示大于10 cm的降雨,∩表示灌溉。

图1 不同播量和覆盖量下冬小麦田土壤水分条件变化

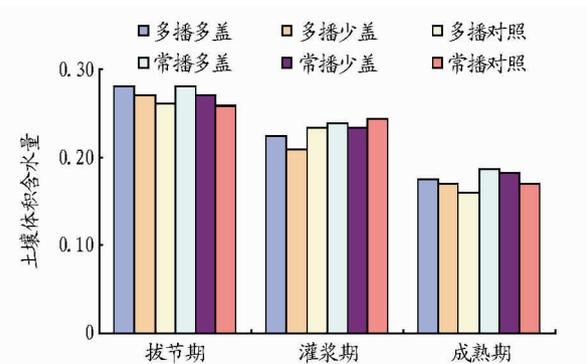


图2 不同播量和覆盖量下冬小麦田表层土壤含水量

说明覆盖对于浅层土壤具有保墒作用。然而对于60~200 cm深度,多播量和正常播量的多覆盖处理土壤含水量都较低,原因可能在于:虽然地表覆盖大量秸秆一定程度上抑制了土壤水分的蒸发,但也同时截留了到达地表的降雨和灌溉水,使之无法下渗到土壤深处,因此,采用秸秆覆盖措施时并不是覆盖量越多就越好。

表1为不同播量和覆盖量处理在播种~返青和返青~收获阶段各层土壤含水量平均值与相应的对照比较(之所以如此划分是考虑到播种~返青期间无灌溉,且是小麦长势显著不同的2个阶段),可以看出,只有多播量少覆盖处理各层各阶段土壤含水量均高于对照,这一点在图1中也有所反

映。可见,多播量少覆盖处理的保墒效果比较好。

表1 不同播量和覆盖量处理条件下土壤含水量与对照区的比较

土层深度		%			
cm	生育阶段	多播多盖	多播少盖	常播多盖	常播少盖
0~20	播种~返青	12.27	12.30	9.73	10.07
	返青~收获	12.18	7.98	4.88	-4.07
0~60	播种~返青	3.31	7.27	2.81	-0.76
	返青~收获	4.22	10.87	-6.09	-3.13
60~200	播种~返青	-2.51	1.48	-0.15	1.43
	返青~收获	-1.86	3.82	0.43	1.50

**2.2 冬小麦田土壤温度分析** 玉米秸秆覆盖冬小麦田后由于覆盖层对太阳直接辐射和地面有效辐射的拦截、吸收,使土壤接受太阳辐射大大减少,对土壤温度产生明显的影响。下面分析不同覆盖量条件下土壤温度的变化情况。

图3为不同播量和覆盖量处理下冬小麦田在全生育期内各月份的土壤积温(因冬季土壤冻结没有列出缺失的12、1和2月的数据),其中,10月份为小麦播种后20 d的数据,6月份为小麦收获前13 d的数据,可以看出,在苗期和越冬期前期覆盖处理,尤其是少覆盖处理2个深度的土壤积温值高于对照,10 cm深度更为明显,这也说明少覆盖在越冬期保温效果好。而在返青~收获期间,覆盖处理的积温均低于对照,这在返青期的5 cm深度表现最明显,并且积温是对照>少覆

盖 > 多覆盖,说明多覆盖在春季的降温作用较明显。

对各个处理土壤总积温进行分析,多覆盖、少覆盖、对照 5 cm 深度总积温分别为 1 802.5、1 816.6、1 882.4 °C,10 cm 深度分别为 1 829.2、1 912.7、1 881.1 °C,说明多覆盖处理 2 个深度总积温均最小。

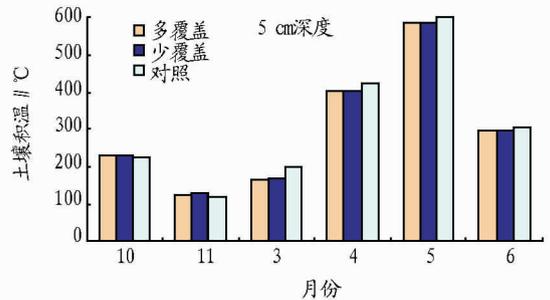
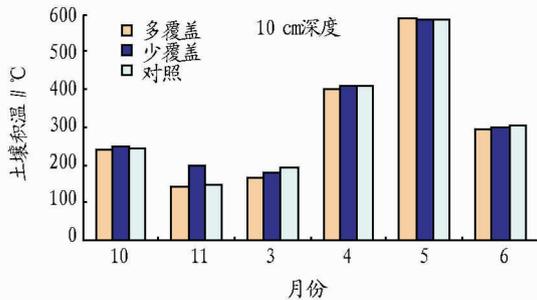


图3 不同播量和覆盖量处理下冬小麦田土壤积温

**2.3 冬小麦田土壤蒸发分析** 在 4~6 月份,秸秆覆盖和播种量对冬小麦土壤蒸发的影响如图 4 所示。其中,4 月份测量了 10 d 土壤蒸发的数据,5 月份测量了 18 d 土壤蒸发的数据,6 月份测量了 5 d 土壤蒸发的数据,累计共 33 d 土壤蒸发的数据。从图 4 可以看出,无论是正常播量还是多播量,土壤蒸发规律为不覆盖 > 少覆盖 > 多覆盖,而且不覆盖和少覆盖之间的差别比少覆盖和多覆盖之间的差别大得多,这说明秸秆覆盖对土壤蒸发有明显的抑制作用,多覆盖比少覆盖更能抑制土壤蒸发。

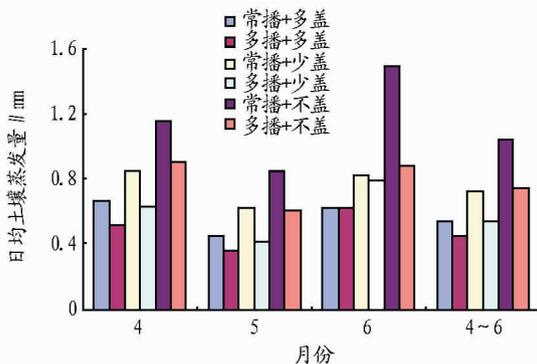


图4 覆盖和播量对各月份日均土壤蒸发量的影响

在同等秸秆覆盖量的情况下,多播量处理比正常播量处理的土壤蒸发小,说明多播量有利于抑制土壤蒸发。多播量各覆盖处理之间土壤蒸发的差别比正常播量各覆盖处理之间土壤蒸发的差别小,原因是多播量处理的作物密度大于正常播量处理,多播量处理冬小麦的冠层覆盖度和叶面积均大于正常播量处理,多播量在一定程度上起到了与秸秆覆盖相似的抑制土壤蒸发的效果。多播量对土壤蒸发的抑制作用在无秸秆覆盖时体现得最为明显,如图 4 所示,在 4~6 月份的柱形图里,常播 + 不盖处理的土壤蒸发比多播 + 不盖处理的土壤蒸发大得多。在各个月份里,4 和 6 月份的日均土壤蒸发值较大,5 月份的日均土壤蒸发值较小,原因可能是 5 月份的叶面积大于 4 和 6 月份。所以,同时采用多播量和多覆盖的措施,可以收到抑制土壤蒸发的最佳效果。

综上,在越冬期和返青期,秸秆覆盖对土壤温度的影响最为明显,在其他生育期影响较小。越冬期少覆盖处理保温效果好,返青期秸秆覆盖推迟地温回升对冬小麦的正常生长不利。所以,在实施秸秆覆盖时,应尽量避免或减弱秸秆覆盖对冬小麦返青期的降温效应,秸秆覆盖量不应过大。

**2.4 冬小麦生物量分析** 图 5 为 2009 年度从返青期到成熟期每隔 3~5 d 观测的小麦地上部分干物质积累情况,其中密度生物量即单位面积内的生物量干重。从总的趋势来看,各个处理冬小麦生物量的迅速增长开始于拔节期,到乳熟期基本达到最大值。另外,多播少盖处理冬小麦密度生物量从拔节期开始就一直比其他处理高,而正常播量少覆盖处理密度生物量一直最小,这一趋势与前述冬小麦叶面积和干物重分配趋势相似,说明多播量少覆盖处理下的冬小麦生长状况较好。

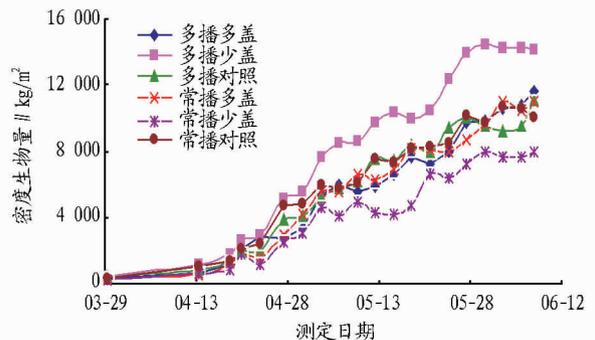


图5 不同播量和覆盖量处理冬小麦密度生物量变化

**2.5 冬小麦水分利用效率和经济效益分析** 表 2 为 2 个年度不同播量和覆盖量处理冬小麦收获的情况。其中,2009 年度春季由于冬小麦病虫害十分严重,对产量有所影响,因此试验获得的产量数据偏低。2010 年度产量相对较高。2 个年度收获的具体情况也不同。

从是否覆盖和覆盖量的多少对产量的影响来看,2 个年度产量大体表现出对照 > 少覆盖 > 多覆盖的规律,说明秸秆覆盖不一定能增产,这与陈素英等<sup>[14]</sup>和翟军海等<sup>[15]</sup>的研究结果相似,与前述众多结果相反,可能是覆盖物、覆盖时间和覆盖量不同的原因,还有待进一步探讨。在相同覆盖量条件下,除个别处理外,多播量处理产量多数大于正常播量处理。从全生育期冬小麦田总耗水量来看,则表现为少覆盖 < 多覆盖 < 对照,说明覆盖能起到减小冬小麦田耗水量的作用,而且不同处理间比较,2 个年度均为多播少盖处理麦田耗水量最低。从水分利用效率来看,2 个年度大体表现为多播处理

> 常播处理,少盖处理 > 多盖处理,而且多播少盖处理的水分利用效率在 2009 年度最高,2010 年度虽不是最高但其耗水量很小,其对减少耗水量的贡献弥补了对产量的负面影

响。从冬小麦千粒重和收获指数来看,覆盖处理似乎起到了负面的作用,应该是覆盖在返青期的降温作用推迟冬小麦的生育期导致穗粒发育不充分的结果。

表 2 2 个年度不同播量和覆盖量处理冬小麦收获情况

年度		土壤水含量/mm	灌溉量/mm	降雨量/mm	总耗水量/mm	产量/kg/m <sup>2</sup>	WUE/kg/m <sup>3</sup>	千粒重/g	收获指数
2009	多播多盖	129.8	226.7	171.4	528.0	0.418 9	0.793	29.9	0.412
	多播少盖	132.1	211.0	171.4	514.5	0.423 4	0.823	30.1	0.429
	多播对照	142.3	211.0	171.4	524.7	0.430 8	0.821	32.1	0.419
	常播多盖	137.3	226.7	171.4	535.4	0.348 9	0.652	28.9	0.426
	常播少盖	137.6	211.0	171.4	520.0	0.370 0	0.712	29.4	0.425
	常播对照	135.9	211.0	171.4	518.3	0.383 6	0.740	30.0	0.421
2010	多播多盖	177.9	145.0	199.9	522.8	0.612 8	1.172	47.5	0.399
	多播少盖	159.6	145.0	199.9	503.5	0.617 7	1.227	47.9	0.419
	多播对照	165.3	145.0	199.9	510.1	0.669 7	1.313	46.5	0.409
	常播多盖	183.2	145.0	199.9	528.1	0.647 1	1.225	47.8	0.421
	常播少盖	190.6	145.0	199.9	535.5	0.612 2	1.143	47.4	0.423
	常播对照	173.5	145.0	199.9	517.4	0.664 2	1.284	46.9	0.411

从经济的角度进行分析,多播少盖处理比当地农民普遍采用的常播对照处理平均节水 102.9 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。现阶段华北平原绝大部分地区的冬小麦田都采用常播对照的种植方式,若都改成多播少盖的种植方式,按华北平原作物总播种面积 1.3 × 10<sup>7</sup> hm<sup>2</sup> 计算,可节水 1.34 × 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>,可以满足 6 × 10<sup>5</sup> 人口的年用水量,如果用这些水来灌溉粮食,按 0.89 kg/m<sup>3</sup> 计,可生产粮食 1.5 × 10<sup>9</sup> kg。

### 3 结论与讨论

(1) 不同播量和覆盖量下冬小麦田土壤整体水分条件从播种到收获的变化表现出下降的总趋势,不同生育期内下降幅度不同;播种到返青期间,秸秆覆盖麦田表层土壤含水量最高比对照田高 12.3%,而深层土壤含水量则接近或低于对照,因此,覆盖对于表层土壤的保墒作用比对深层土壤作用明显,多播量(225 kg/hm<sup>2</sup>)少覆盖(3 000 kg/hm<sup>2</sup>)处理保墒效果相对较好。

(2) 越冬期和返青期秸秆覆盖对土壤温度的影响最为明显,覆盖有延缓地温变化的作用,覆盖量越大效果越明显;冬季多覆盖的保温作用仅限于表层土壤,少覆盖对上下土层的保温作用都比较理想;返青期覆盖会推迟地温回升,多覆盖处理表现更明显,对冬小麦的正常生长不利,因此覆盖量以 3 000 kg/hm<sup>2</sup> 为宜。

(3) 秸秆覆盖能明显减小土壤蒸发,多覆盖比少覆盖更能抑制土壤蒸发;在同等秸秆覆盖量的情况下,多播量处理更有利于减小土壤蒸发,多播多盖处理比常播对照 33 d 少蒸发 19.7 mm 的水;不同处理间比较来看,多播量少覆盖处理土壤蒸发最小。

(4) 不同播种量和覆盖量处理的冬小麦叶面积指数差别较大,多播量少覆盖处理冬小麦叶面积指数明显比其他处理大,最多差 1.3。

(5) 从最终产量来看,秸秆覆盖不一定增产,因此对覆盖是否有利于增产还有待于进一步探讨。但秸秆覆盖明显地减小了冬小麦田的总耗水量,相应地提高了产量水平的水

分利用效率;多播量对产量提高有一定贡献,因此考虑播量和覆盖量的综合效应,多播量少覆盖相结合能够在一定程度上提高产量和水分利用效率,由于品种的不同,2 个年度里分别为 0.823 和 1.227 kg/m<sup>3</sup>,节水效果比较明显。

综上,冬小麦播种过程中适当加大播种量并且进行适量的秸秆覆盖不仅可以保水保肥保温,还可以提高产量,节约用水,增加农民的经济效益。当然,此次仅为 2 年的试验结果分析,今后还应该继续进行相关试验分析。

### 参考文献

- [1] 周凌方,周刘宗,徐梦雄,等. 农田秸秆覆盖节水效应研究[J]. 生态农业研究,1996,4(3):49-52.
- [2] 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.
- [3] MELLOULI H J, van WESEMAEL B, POESEN J, et al. Evaporation losses from bare soils as influenced by cultivation techniques in semi-arid regions[J]. Agricultural Water Management, 2000, 42:355-369.
- [4] 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生产率的影响[J]. 灌溉排水,2002,21(3):24-27.
- [5] 于舜章,陈雨海,周勋波,等. 冬小麦期覆盖秸秆对夏玉米土壤水分动态变化及产量的影响[J]. 水土保持学报,2004,18(6):175-178.
- [6] 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.
- [7] NARENDER K, SANKHYAN N, PRITAM K, et al. Effects of phosphorus, mulch and farm yard manure on soil moisture and productivity of maize in mid hills of Himachal Pradesh[J]. Research on Crops, 2001, 2(2):116-119.
- [8] 王会肖. 砂土土壤田间蒸发的测定与模拟[J]. 中国农业气象,1997(18):29-35.
- [9] 沈彦俊. 土壤-作物-大气系统水能通量及界面调控初步研究[D]. 石家庄:中国科学院石家庄农业现代化研究所,1998:89-92.
- [10] 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.
- [11] 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效率研究[J]. 生态农业研究,2000,8(1):34-37.
- [12] 杨俊伟. 干旱半干旱地区冬小麦秸秆覆盖试验初报[J]. 甘肃农业科技,2004(4):25-27.
- [13] 刘文乾,杨富位,杨俊伟. 半干旱山区冬小麦秸秆覆盖栽培条件下土壤水分及增产效果研究[J]. 甘肃农业,2004(2):30-31.
- [14] 陈素英,张喜英,刘孟雨. 玉米秸秆覆盖麦田下的土壤温度和土壤水分动态规律[J]. 中国农业气象,2002,23(4):34-37.
- [15] 翟军海,凌莉,高亚军,等. 补充灌溉、氮素营养与秸秆覆盖对冬小麦生长及产量的影响研究[J]. 中国生态农业学报,2004,12(1):130-132.