

不同种植方式下冬小麦土壤水分动态变化研究

郝兰春¹, 王焱¹, 毕建杰², 叶宝兴², 刘建栋³

(1. 山东省泰安市气象局, 山东泰安 271000; 2. 山东农业大学, 山东泰安 271018; 3. 中国气象科学研究, 北京 10081)

摘要 [目的]探索华北地区冬小麦不同种植方式下土壤水分的动态变化规律。[方法]以冬小麦济麦20为材料,按平作、平作覆盖秸秆、起垄覆盖地膜3种植方式,用中子水分仪测定冬小麦田不同土壤深度的水分变化。[结果]结果表明,3种植方式下0~30 cm土壤层田间水分变化均呈现“先降后升再降再升”的W型变化。不同处理的土壤水分含量在灌溉后下降幅度是平作>垄膜>秸秆覆盖;冬小麦拔节期~灌浆期,土壤水分含量高低顺序是秸秆覆盖>垄膜>平作。在冬小麦的全生育期,30~60 cm土壤水分含量均是秸秆覆盖>平作>起垄覆盖,60~90 cm土壤水分动态变化呈下降趋势。[结论]秸秆、塑料薄膜覆盖均有良好的保持土壤表层水分作用,30~60 cm的土壤水分变化幅度较大。降水及灌溉对土层中层土壤水分影响较大,而降水及灌溉水不易影响下层土壤水分(60~90 cm)。为华北地区的农业干旱监测调控提供了理论依据。

关键词 冬小麦;种植方式;土壤含水率;水分利用率;干旱监测

中图分类号 S152.7 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)22-10451-03

Study on Dynamics of Soil Water Content of Winter Wheat to Different Cropping patterns

HAO Lan-chun et al (Meteorological Bureau of Taian, Shandong Province, Taian, Shandong 271000)

Abstract [Objective] The research aimed to explore the soil water dynamics of winter wheat under different planting patterns in North China. [Method] With Jimai 20 of winter wheat as the materials and the flat-planting, covering flat-planting with straw mulching and covering bed-planting with flim mulching patterns as cropping patterns, the water changes of different soil depth in winter wheat fields were determined by neutron moisture meter. [Result] The results showed that the amount of soil water storage from 0-30 cm deep soil profile emerged W-type changes under three cropping patterns. The soil water content of different treatments after irrigation was the flat-planting > covering bed-planting with flim mulching > straw mulching. The soil water content from jointing stage to filling stage was straw mulching > covering bed-planting with flim mulching > the flat-planting. During the whole growth period of winter wheat, 30-60 cm soil water content was straw mulching > the flat-planting > covering bed-planting with flim mulching, and 60-90 cm soil water content declined. [Conclusion] Straw and plastic film mulching had the good role of soil surface moisture, and 30-60 cm of soil moisture changed in larger. Rainfall and irrigation influenced the middle layer of soil moisture largely and didn't affect the lower soil moisture. The research provided the theoretical basis for the agriculture drought monitoring in North China.

Key words Winter wheat; Cropping patterns; Soil moisture; Water use efficiency; Drought monitoring

植物的抗旱性是一个非常复杂的性状,其抗性机理迄今尚未完全明确^[1-2]。水分是植物生长发育的基础,灌溉是建立在充分利用当地自然降水和供水条件下,最大限度地提高水资源的利用效率^[3]。研究者大多从降水和灌溉的角度研究应对作物干旱的方法^[4-6],但作物生长生育主要通过根系从土壤中不断吸收水分,保证作物的水分供应,因而土壤水分的多少必然影响到作物的生长和发育,影响到水分利用效率。在一定范围内,随着土壤水分条件的改善,作物水分利用效率不断上升,但超过该范围后,再增大土壤含水量,作物水分利用率反而下降^[4]。关于种植方式对冬小麦土壤水分动态变化方面的研究甚少。因此,在国家“十一五”科技支撑项目和泰安市科技局项目的资助下,笔者开展了该方面的研究。

1 材料与方法

1.1 试验田概况 试验设在山东农业大学农学试验站。该站位于山东省中部(116°02'E,35°38'N),平均海拔300 m,土壤为灰棕壤,是典型的季风气候区,降水年内分布不平衡,冬春季节降水较少,占15%~20%。年平均气温13.2℃,日照2 607 h,无霜期192 d,≥0℃积温4 849℃。

1.2 材料

1.2.1 供试材料。冬小麦品种济麦20,来源于山东省农业科学院。

1.2.2 供试仪器。CNC100型中子仪(北京仪器三厂)。

1.3 试验设计 设3种栽培方式:平作、平作覆盖秸秆(玉米)、起垄覆盖膜,2个灌溉水平:干旱和灌溉,共6个处理的池栽试验,详见表1。3次重复,随机区组排列。池栽小区面积10 m²,池与池之间水泥路宽15 cm,冬小麦行距25 cm。基肥3 000 kg/hm²,其中含N、P₂O₅、K₂O分别为300、115、125 kg/hm²。设置防雨旱棚,当降水时,按下电源开关,防雨旱棚即对整个处理区进行遮盖,减少雨水的影响。2007年10月10日播种。播种后打深孔1 m,均匀布置各个处理,埋入铝钢管。在播种期、返青前期、返青期、拔节期、孕穗期、开花期、灌浆期、乳熟期8个时期,用中子仪测定0~30、30~60、60~90 cm的土壤层的水分含量。用玉米秸秆在冬小麦出苗后均匀覆盖于行间,用量6 000 kg/hm²。覆膜起垄的在垄上覆膜,膜的侧面播种,播种量120 kg/hm²。灌溉水量用表计量,在拔节期(2008年4月8日)和灌浆期(2008年5月10日)灌溉2次,每次灌溉6×10³ m³/hm²。

表1 试验设置
Table 1 Test setting

处理 Treatment	栽培方式 Cultivation pattern	灌溉方式 Irrigation method
1-1	平作 Level culture	干旱 Drought
1-2	平作 Level culture	灌溉 Irrigation
2-1	平作+秸秆 Level culture + straw	干旱 Drought
2-2	平作+秸秆 Level culture + straw	灌溉 Irrigation
3-1	垄作 Ridge culture	干旱 Drought
3-2	垄作 Ridge culture	灌溉 Irrigation

基金项目 国家“十一五”科技支撑项目(2006BAD04B01);泰安市科技局项目(2006-2008)。

作者简介 郝兰春(1971-),女,山东泰安人,工程师,主要从事农业气象研究。

收稿日期 2009-02-23

2 结果与分析

2.1 0~30 cm 土壤水分的动态变化 以不同生育时期为横坐标,以0~30 cm的土壤含水量为纵坐标作图(图1),可见冬小麦在全生育期内,0~30 cm土壤水分变化呈现“先下降一再上升一再下降一再上升”的W字形变化趋势。干旱处理的冬小麦的土壤水分含量一直呈下降趋势。灌溉处理的变化趋势3个处理基本相同,灌溉后的土壤水分迅速上升,很快又开始下降,但不同处理间土壤的含水量在灌溉后下降的幅度差异明显,表现为平作>起垄覆盖膜>秸秆覆盖平作。在返青期(2008年3月10日)之前,由于3个处理均未灌溉,所以各个处理的土壤水分均呈下降趋势,但起垄覆盖膜的土壤水分含量最高,平作秸秆覆盖的次之,平作的最小。拔节期灌溉,土壤水分含量的高低顺序是平作秸秆覆盖膜>起垄覆盖膜>平作。灌溉后起垄覆盖膜的土壤水分增加幅度最大。灌浆期灌溉土壤水分含量的高低顺序与拔节期的相似。无论是干旱还是灌溉,平作的土壤水分在0~30 cm全生育期一直是最低的。

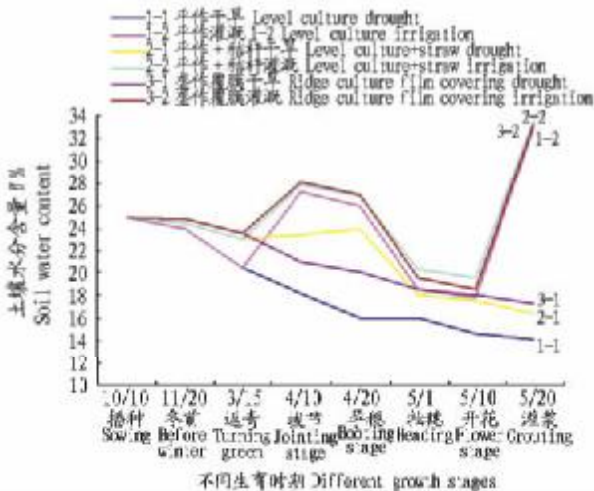


图1 不同种植方式下0~30 cm冬小麦田土壤水分动态变化
Fig.1 Changes of soil water content in 0~30 cm later under different plant modes of winter wheat

2.2 30~60 cm 土壤水分的动态变化 以不同生育时期为横坐标,以30~60 cm的土壤含水量为纵坐标作图(图2),可见在30~60 cm土壤层,无论是干旱还是灌溉,冬小麦全生育期土壤水分含量均为秸秆覆盖>平作>起垄覆盖膜。与0~30 cm土壤水分变化相比,开花后干旱处理的30~60 cm土层的土壤含水量波动较大。干旱处理的3个种植方式土壤含水量均呈持续下降趋势。灌溉处理的土壤水分含量增加,但不如表层(0~30 cm)的增加明显。

2.3 60~90 cm 土壤水分的动态变化 以不同生育时期为横坐标,以60~90 cm的土壤含水量为纵坐标作图(图3),可见冬小麦田60~90 cm土壤水分的动态变化有随着生育期下降趋势。但与0~30,30~60 cm相比较,下降速度非常缓慢,各处理以小麦拔节期和灌浆期为转折点,60~90 cm土壤水分变化受灌溉水的影响也具有“M”型的变化趋势,上升的幅度和下降的幅度均比上层土壤的小。干旱处理的水分呈持续下降趋势,灌溉后各处理的土壤水分含量也没有增加,这表明灌溉对土壤60~90 cm土层的水分影响不大。秸秆覆盖和地膜覆盖对60~90 cm的土壤水分保水效果也不

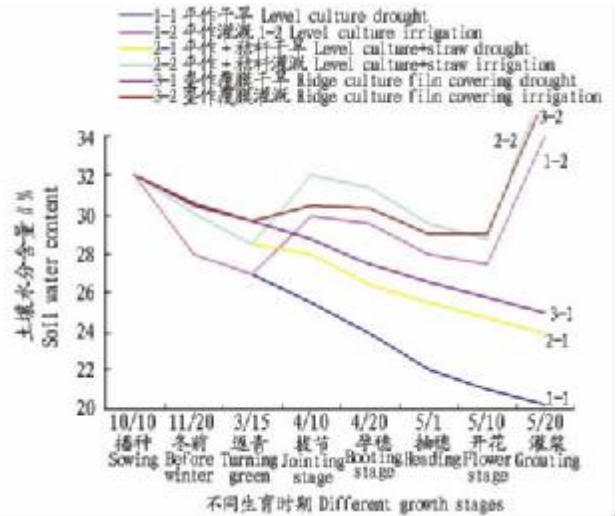


图2 不同种植方式下30~60 cm冬小麦田土壤水分动态变化
Fig.2 Changes of soil water content in 30~60 cm later under different plant modes of winter wheat

明显。

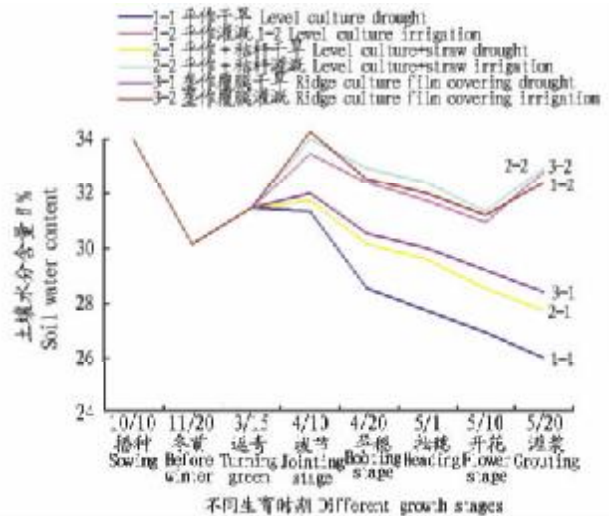


图3 不同种植方式下60~90 cm冬小麦田土壤水分动态变化
Fig.3 Changes of soil water content in 60~90 cm later under different plant modes of winter wheat

2.4 不同种植方式对冬小麦农艺性状的影响 不同种植方式冬小麦的农艺性状见表2。试验结果表明,膜垄处理的基本苗最少,平作与秸秆覆盖的基本苗基本相同。冬前分蘖以垄膜处理的最强,平作次之,秸秆覆盖的最少。春季最大分蘖以平作最高,秸秆覆盖最少。不同种植方式下,小穗数、穗长、粒数、千粒重、不孕小穗数及穗下节间长度均表现差异。在相同种植方式下,灌溉的处理的小穗数、穗长、穗粒重、千粒重、产量均高于干旱的。灌溉条件下,不同种植方式比较,膜垄处理的穗数、穗粒数虽然较少,但千粒重、产量最高。秸秆覆盖虽然保水,但易造成春季地温低,虽然穗数、穗粒数较多,但千粒重低。在干旱条件下,平作使不孕小穗数增加最多,其次为秸秆覆盖,最少为膜垄。干旱导致冬小麦生育后期植株的早衰,从而引起产量下降。

3 小结与讨论

3.1 不同种植方式的节水保墒作用 灌溉处理从拔节期至灌浆期,土壤表层0~30 cm土壤水分动态变化均是秸秆覆盖处理>膜垄>平作处理,说明秸秆覆盖、薄膜起垄覆盖有

表 2 不同种植方式对冬小麦农艺性状的影响

Table 2 Effects on the winter wheat agronomic characters

处理 Treatment	基本苗 个/10 m ² Basic seedling	小穗数/ 个/10 m ² Spikelet number	穗长 cm Ear length	穗粒数 个 Grain number per ear	千粒重 g 1 000-grain weight	不孕小穗数 个 Infertiled spikelet number	产量 kg/10 m ² Yield	穗下第 1 节间 cm First internode of ear	穗下第 2 节间 cm Second internode of ear	冬前最大分蘖 个/10 m ² Largest tillering before winter	春季最大分蘖 个/10 m ² Largest tillering in spring
1-1	230	685.4	11.50	33.2	39.2	3.0	8.2	23.1	12.5	135	224
1-2	230	860.1	12.40	37.1	43.3	1.5	9.3	25.5	14.6	135	224
2-1	233	705.2	10.60	36.5	40.4	2.4	8.1	24.3	13.7	119	208
2-2	233	650.2	11.70	42.7	44.1	1.1	8.6	24.8	14.0	119	208
3-1	205	645.1	11.60	38.6	44.3	1.5	8.4	25.0	13.8	140	213
3-2	205	696.0	11.51	39.8	46.0	1.5	10.0	25.2	14.1	140	213

较好的保水作用。比较不同处理 0~30 cm 土壤水分含量动态变化可看出,开花后 30~60 cm 土壤水分干旱处理的土层含水量较灌溉处理的显著下降,说明干旱处理可导致 30~60 cm 土壤层含水量的波动较大。主要原因可能是冬小麦生育前期干旱引发小麦根系向下扎,迫使冬小麦对土壤深层水分的吸收。

60~90 cm 土壤层次水分的变化表明,不同处理、不同种植方式的土壤水分变化呈下降趋势,不过下降的速度较为缓慢。灌溉处理和干旱处理对比,土壤水分变化不大,表明灌溉或自然降水对该层土壤影响差异较小,同时冬小麦根系在该层次吸收的水分所占比例也较小。在黄淮海地区,冬小麦耗水生育前期主要以蒸发为主,小麦拔节至完全封行后蒸腾才是主要耗水。因此,最大限度地抑制前期蒸发耗水对冬小麦减少耗水提高水分利用效率具有重要现实意义。

在返青期前 0~30 cm 土层,各处理间水分含量是起垄覆膜 > 秸秆覆盖 > 平作;返青后灌溉处理和干旱处理的均是秸秆覆盖 > 平作 > 起垄覆膜。表明起垄覆膜具有较好的保墒作用,抑制土壤的蒸发。冬小麦进入旺长期后,秸秆覆盖的效果大于起垄覆盖膜的保水效果。

3.2 不同种植方式对冬小麦农艺性状的影响 不同种植方式对冬小麦的农艺性状有显著的影响。在相同水分条件下,起垄覆膜的冬小麦早期生育期提前,秸秆覆盖的生育期滞后,成熟的最晚。在相同种植方式下,灌溉处理可延迟冬小麦的早衰,干旱会导致冬小麦的早衰,因而干旱使产量下降。

相同水分不同种植方式的处理间比较,起垄覆膜可以充分利用土壤中的水分,虽然穗数、穗粒数较少,但灌溉充分,干物质积累多,生育期相对延长,因而千粒重最高、产量最高。秸秆覆盖引起地温偏低,抑制了小麦正常生长发育。后期造成贪青晚熟,灌浆不充分,干物质积累少,高温逼熟,千

粒重下降。但穗数、穗粒数增加,单株生产能力增强,因为不能建立合理的群体结构,导致产量下降。平作处理介于两者之间。

3.3 不同种植方式在华北地区的应用前景 冬小麦栽培的根本目的是获得优质高产。只有建立科学合理的群体结构,才能够实现高产,采取的各种种植方式只是一种手段而已。在华北地区,农业用水已经到了将灌溉水作为调控水的程度了,因而不可能浇 4~5 次水。

不同种植方式下冬小麦土壤水分动态变化研究结果表明,秸秆、塑料薄膜覆盖均有良好的保持土壤表层水分作用。30~60 cm 的土壤水分变化幅度较大,降水及灌溉对土层中层土壤水分影响较大,而降水及灌溉水不易影响下层土壤水分(60~90 cm),为华北地区的农业干旱监测调控提供了理论依据。

对冬小麦的抗旱机制,浇拔节水和灌浆水、秸秆覆膜、起垄覆膜等种植方式相结合,秸秆覆盖和起垄覆膜的农艺措施与田间小气候、作物产量提高程度等问题,尚有待进一步深入研究。

参考文献

- [1] 许静,鲁晓红,陈松柏,等. 秸秆覆盖对坡耕地土壤性状和马铃薯产量的影响[J]. 中国农学通报,2006,22(6):333-336.
- [2] 王立秋,靳占忠,曹敬山,等. 水肥措施对冬小麦产量及其构成因素的影响[J]. 麦类作物学报,1996(6):40-43.
- [3] 杨荣光,毕建杰,张兴强,等. 干旱胁迫对冬小麦后期旗叶荧光参数的影响研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(4):1340-1342.
- [4] 张衍华,毕建杰,杨荣光,等. 水分调控对鲁麦 18 号生物产量形成影响的研究[J]. 山东气象,2004,24(4):19-20.
- [5] 马金宝,毕建杰,白清俊,等. 宽垄沟灌覆膜条件下土壤水分侧向入渗特征[J]. 灌溉排水学报,2006,25(6):27-29.
- [6] 白莉萍,林而达,饶敏杰. 不同试点灌溉方式对冬小麦产量和品质的影响[J]. 生态学报,2005,25(4):917-922.

(上接第 10442 页)

(2) 20 穴/m² 的移栽密度下,各处理水稻产量普遍高于同一施肥水平 18 穴/m² 的处理,其中,龙粳 14 和龙粳 18 在 165 kg/hm² 施氮水平下产量最高,龙粳 20 在 180 kg/hm² 施氮水平下产量最高;龙粳 14 和龙粳 18 的出米率与施肥量无明显关系,而龙粳 20 的出米率随施氮量的增加略有升高;施氮量

为 165~180 kg/hm² 时,3 个品种的最佳移栽密度为 20 穴/m²。

(3) 高肥量导致水稻着粒密度和千粒重降低,穗长减小。

参考文献

- [1] 秦志列,王术,王伯伦. 不同穗型水稻产量形成及物质生产分析[J]. 中国农学通报,2006,4(4):181-184.
- [2] 陆巍,曹树青,翟虎渠,等. 水稻剑叶叶源量极其与产量性状关系的研究[J]. 南京农业大学学报,2001,24(1):1-4.