

不同秸秆还田处理对旱地冬小麦土壤水分的影响

王燕培¹, 柴守玺¹, 陈玉章², 杨长刚¹, 常磊¹, 谭凯敏¹, 程宏波³, 黄彩霞⁴, 逢蕾¹

(1. 甘肃农业大学 农学院 干旱生境作物学国家重点实验室, 兰州 730070; 2. 贵州省毕节农业科学研究所, 贵州 毕节 551700
3. 甘肃农业大学 生命科学与技术学院, 兰州 730070; 4. 甘肃农业大学 工程学院, 兰州 730070)

摘 要:为了更全面地了解秸秆还田对土壤水分的影响,通过田间试验,分时期分土层研究了小麦和玉米两种秸秆在不同处理下还田对西北雨养农区冬小麦土壤水分的影响。结果表明:秸秆还田各处理土壤含水量的差异在时期上表现为前期大于后期,以越冬期的土壤墒情差异最大;在土层上表现为下层大于上层,以 120—150 cm 土层处理间差异最大。总体表现为:土壤含水量的差异随着生育时期的推进和土层加深而减小。同时,除小麦秸秆还田后不覆膜不镇压(T6)外其余秸秆还田处理的小麦产量和土壤水分利用效率均高于 CK。其中,玉米秸秆还田后小麦产量和土壤水分利用效率均高于小麦秸秆还田;秸秆还田不覆膜、镇压(T2,T5)高于不镇压(T3,T6)。全生育期 200 cm 土体墒情秸秆还田好于露地(CK),秸秆还田覆膜(T1,T4)好于不覆膜(T2,T3,T5,T6)。无论是增产还是保墒,秸秆还田和地膜覆盖组合模式是最好的。

关键词:秸秆还田;地膜覆盖;土壤水分;西北雨养农区

中图分类号:S512.1⁺1; S152.7⁺5

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2014)06-0164-07

Effect of Different Treatments with Straw Returning on Soil Water Content in Arid Field

WANG Yan-pei¹, CHAI Shou-xi¹, CHEN Yu-zhang², YANG Chang-gang¹,
CHANG Lei¹, TAN Kai-min¹, CHENG Hong-bo³, HUANG Cai-xia⁴, PANG Lei¹

(1. College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Gansu Provincial Key Lab of Aridland

Crop Science, Lanzhou 730070, China; 2. Institute of Agricultural Science, Bijie, Guizhou 551700, China;

3. College of Life Science and Technology, Gansu Agricultural University, Gansu Provincial Key Lab of Aridland

Crop Science, Lanzhou 730070, China; 4. College of Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: To comprehensively understand effects of straw returning on the soil water content, the effect of straw returning with wheat and maize under the different treatments on soil moisture of winter wheat in northwest rainfed agriculture was studied at different stages and soil layers in a field experiment conducted in Tongwei county, Gansu province. The results show that the differences in soil water content with straw returning in the early were larger than those in the late at different stages, the soil water content in winter period was the highest, the differences in soil water content in upper soil were greater than those in subsoil, which were the highest in 120—150 cm soil layer. In general, the difference was decreasing with the development of growth period and the soil layer depth. At the meantime, the yield and water use efficiency (WUE) of other treatments with straw returning were higher than those of control except for the treatment of wheat straw returning with no-express and no-film, in which the yield and WUE of treatment with maize straw returning were higher than with wheat straw returning, and straw returning with compaction and no-film were higher than with no-compaction and no-film. The soil water content of straw returning was higher than CK, that of straw returning with film was higher than with no-film. The combination of straw returning and film mulching was the best practice in terms of the rate of increasing yield and the soil water conversation.

Key words: straw returning; film mulching; soil water content; northwest rain-fed agriculture

收稿日期:2013-12-30

修回日期:2014-03-14

资助项目:公益性行业(农业)科研专项资助项目(201303104);现代农业产业技术体系建设专项资助项目(CARS-3-2-49)

作者简介:王燕培(1987—),女,河南滑县人,硕士,主要从事作物栽培与生理生态研究。E-mail:yanpei0710@163.com

通信作者:柴守玺(1962—),男,甘肃会宁人,教授,博士生导师,主要从事小麦栽培育种和生态生理研究。E-mail:sxchai@126.com

西北黄土高原的农田土壤是由黄土母质形成的,它具有较大的土壤水分贮存能力,为作物的生长发育提供了良好的环境,自然和人为活动的共同作用加剧了该区的水土流失。降雨的分布不均及有限的土壤水资源不合理的利用恶化了西部旱区的旱情。据相关资料表明,我国年均降雨增量自东南向西北递减,水分月蒸发率随气温而变化且越干旱地区影响越大,西北地区干旱形势被严重恶化,但现有产量水平还不到当地水分生产潜力的1/2。大量研究表明,地膜覆盖和秸秆还田可提高作物水分利用效率和产量^[1-3],仍有潜力。地膜覆盖虽能抑蒸保墒、使作物大幅增产^[4-6],但它的增产效应严重损耗了土壤肥力,特别是有机质^[7],如长期使用将恶化土壤的理化性状,加剧水土流失、减产^[8]。秸秆还田既充分利用资源,增强土壤抑蒸保墒和蓄水培肥性能,提高水分利用率,又不污染环境。

秸秆还田虽能保墒,但其保墒能力因还田材料和耕作措施的不同而异。现有覆盖保墒研究多是作物个别时期和较浅土层,缺乏对全生育期和更深土层的水分动态变化研究,很难全面认识秸秆还田后土壤水分在时空上动态变化。本研究通过不同还田材料分时期、分土层研究秸秆还田对土壤水分的影响,为提高作物水分利用率和产量提供理论依据,并找出适合西北旱区的秸秆还田方式。

1 试验材料与方法

1.1 试验地概况

该试验于2011年8月—2012年8月在甘肃省定西市通渭县常河镇进行。常河镇处于黄土高原西部边缘地带和西秦岭末端,属中温带半干旱地区。土壤为黄绵土,海拔1 590 m,年日照时数2 100~2 430 h,年均气温7.4℃,无霜期120~170 d。年均降水量444.2 mm,年蒸发量>1 500 mm,是典型的黄土高原雨养农业区。试验年度小麦生育期总降水量441.6 mm,其中2011年10—12月,分别降水29.3,16.9,5.4 mm,2012年1—6月分别降水3.4,19.4,18.7,43.0,140.3,165.2 mm。小麦生育期≥5 mm的有效降水量309.1 mm。

1.2 试验设计

本试验共设了7个处理,3次重复,区组随机排列,每个小区面积为40 m²(10 m×4 m)。其中秸秆还田处理共6个(T1—T6),无秸秆还田的露地种植为对照(CK)。各处理具体如下:

玉米秸秆还田+覆膜+播前镇压(T1):将长5 cm左右的玉米碎秆结合旋耕还田,镇压后,全膜覆土

穴播,土厚约1 cm。

玉米秸秆还田+不覆膜+播前镇压(T2):将长5 cm左右的玉米碎秆结合旋耕还田,镇压后,地面不覆膜。

玉米秸秆还田+不覆膜+播前不镇压(T3):将长5 cm左右的玉米碎秆结合旋耕还田,不镇压,地面不覆膜。

小麦秸秆还田+覆膜+播前镇压(T4):将长5 cm左右的小麦碎秆结合旋耕还田,其余处理同T1。

小麦秸秆还田+不覆膜+播前镇压(T5):将长5 cm左右的小麦碎秆结合旋耕还田,其余处理同T2。

小麦秸秆还田+不覆膜+不镇压(T6):将长5 cm左右的小麦碎秆结合旋耕还田,其余处理同T3。

露地对照(CK):露地平作,穴播,此处理无秸秆还田。

进行秸秆还田的小区秸秆还田量均为风干重4 500 kg/hm²;覆盖的地膜为天水天宝塑业生产的厚度为0.008 mm、宽幅为120 cm的高强度地膜;9月26日施肥:优质农家肥45 t/hm²,纯氮和P₂O₅各120 kg/hm²,所有肥料均结合整地一次性施入,各生育时期不再施肥;10月5日各处理均按187.5 kg/hm²的播量进行穴播,每穴8粒,穴距为15 cm,行距为20 cm,每小区共种20行,供试品种为甘肃农科院培育的高产优质新品种兰天26号。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 土壤含水量测定与计算 在小麦播种期、冬前分蘖期、越冬期、返青期、拔节期、抽穗期、开花期、灌浆初期、灌浆中期、完熟期,分别以0—20,20—40,40—60,60—90,90—120,120—150,150—180,180—200 cm共8个土层取土样,采用烘干法测定土壤含水量。其计算公式为:土壤含水量=(土壤鲜重—烘干土重)/烘干土重×100%。

1.3.2 作物耗水量与水分利用效率的计算

$$ET = SWD + P + I - D + W_g - R,$$

$$SWD = \gamma \cdot \alpha - \gamma \cdot \beta \quad (1)$$

$$WUE = Y/ET \quad (2)$$

公式(1)、(2)分别是作物生育期耗水量和水分利用效率的计算公式;其中,ET为小麦生育期的耗水量,SWD为生育期土壤水分变化量,P为≥5 mm有效降雨量,I表示灌溉量,D表示灌溉后土壤水向下层流动量,W_g表示深层地下水利用量,R表示地表径流,γ表示土壤容重,本试验各土层γ平均为1.25 g/cm³,α,β分别为某一生育阶段初始阶段和结束的土壤含水量。WUE为作物生育期水分利用效率,Y为作物经济产量,即收获的籽粒产量。由于本试验没

有灌溉条件,地下水位在 10 cm 以下,且无地表径流,因此, I,D,W_g 和 R 可忽略不计。

小麦成熟前一周,在每个小区中选取 3 个点估计单位面积的穗数。小麦成熟后,在每个小区中随机选取 20 株带回室内测定穗粒数、千粒重等农艺指标,其余的全部单打单收。

1.3.3 数据处理 试验数据处理及制图采用 Excel 2003,试验数据统计分析及各处理间的差异显著性检验采用 SPSS 统计分析软件进行分析。

2 结果分析与讨论

2.1 不同秸秆还田处理对冬小麦产量和水分利用效率的影响

小麦产量和水分利用效率因还田材料及还田后处理的不同而异。从表 1 可知,除 T6 外,其他秸秆还田处理均较 CK 增产、水分利用效率高。其中,玉米秸秆还田(T1,T2,T3)的小麦产量和水分利用效率分别较小麦秸秆还田(T4,T5,T6)高 9.88%和 8.95%;秸秆还田后不覆膜,镇压(T2,T5)较不镇压(T3,T6)增产 5.14%、水分利用效率高 2.75%,主要是因为镇压缩水了土壤孔隙,使土壤较坚实,减少了土壤水分的无效蒸发;秸秆还田后镇压,覆膜(T1,T4)较不覆膜(T2,T5)的产量和水分利用效率高

25.45%和 28.26%,原因为地膜覆盖阻碍了土壤水分与外界气体的交换,增加土壤温度、改善了土壤微环境,为小麦的生长发育创造了良好的环境。在所有处理中,秸秆还田和地膜覆盖组合模式增产显著,与翟胜^[9-10]的研究结果一致;玉米秸秆还田好于小麦秸秆还田与杨大晋^[11]在旱地玉米上的研究结果相反,这可能是秸秆覆盖的作物不同所致。有研究表明,秸秆经过雨水浸淋和微生物的腐解释放出的有毒物质渗出会抑制作物出苗及幼苗的生长发育^[12-13],致使秸秆还田减产^[14],玉米秸秆还田后的增产幅度高于小麦秸秆还田的具体原因还有待进一步研究。此外,秸秆还田能否增产还与播种质量、土壤墒情、土壤温度和养分有关^[15]。水分利用效率与增产趋势相同。

秸秆还田除显著增产外,也可减少作物对土壤水分的消耗、提高水分利用效率。如表 1 所示,除 T2 外,其他秸秆还田处理的耗水量均显著低于 CK,且极差为 18.66 mm。其中,秸秆还田后地膜覆盖对土壤水分的利用效率最高,减少单一地膜覆盖对深层土壤水分的过度消耗和对农田生态环境的污染,利于土壤的可持续利用。此外,秸秆还田不同处理下(除 T6 外)WUE 普遍高于 CK,由高到低依次为:还田后镇压覆膜(T1,T4)>还田后镇压不覆膜(T2,T5)>还田后不镇压不覆膜(T3,T6)。

表 1 不同处理对冬小麦籽粒产量、耗水量和水分利用效率的影响

处理	产量/ (kg·hm ⁻²)	耗水量/ mm	水分利用效率/ (kg·hm ⁻² ·mm ⁻¹)	与 CK 比较		
				产量/%	耗水量/mm	水分利用效率/%
T1	4685.2a	426.98b	10.97a	32.8	—10.12	35.95
T2	3939.9b	438.18a	8.99b	11.67	1.07	11.4
T3	3878.1b	418.44b	9.27b	9.92	—18.66	14.83
T4	4619.8a	420.26b	10.99a	30.95	—16.85	36.19
T5	3569.4c	425.18b	8.40c	1.17	—11.92	4.01
T6	3267.9d	425.78b	7.68d	—7.37	—11.32	—4.91
CK	3528.0c	437.10a	8.07cd			
平均	3926.9	427.42	9.2	11.31	—9.69	13.92
ASR	3993.38	425.8	9.38	13.19	—11.3	16.24
ASRFM	4652.48	423.62	10.98	31.87	—13.48	36.07
ASRPNF	3754.64	431.68	8.69	6.42	—5.42	7.71
ASRNPF	3573.02	422.11	8.47	1.28	—14.99	4.96
AMSR	4167.72	427.87	9.74	18.13	—9.24	20.72
AWSR	3819.05	423.74	9.02	8.25	—13.36	11.77
ASRF	4652.50	423.62	10.98	31.88	—13.49	36.07
ASRNF	3663.83	426.90	8.59	3.85	—10.21	6.33

注:ASR:秸秆还田均值;ASRFM:秸秆还田镇压覆膜均值;ASRPNF:秸秆还田镇压不覆膜均值;ASRNPF:秸秆还田不镇压不覆膜均值;AMSR:玉米秸秆还田均值;AWSR:小麦秸秆还田均值;ASRF:秸秆还田覆膜均值;ASRNF:秸秆还田不覆膜均值。

2.2 不同时期和不同土层土壤水分的时空差异

土壤含水量的变化是评价不同处理对土壤环境

影响的重要指标。土壤墒情总体为:秸秆还田后镇压覆膜(T1,T4)>还田后不镇压不覆膜(T3,T6)>还

田后镇压不覆膜(T2,T5)。从时期上(图 1)说,各处理间土壤含水量的差异表现为前期大于后期,以越冬期的土壤墒情差异最大;土层上表现为下层大于上层

(图 1),以 120—150 cm 土层处理间差异最大。总体表现为:土壤含水量的差异随着生育时期的推进和土层的加深减小。

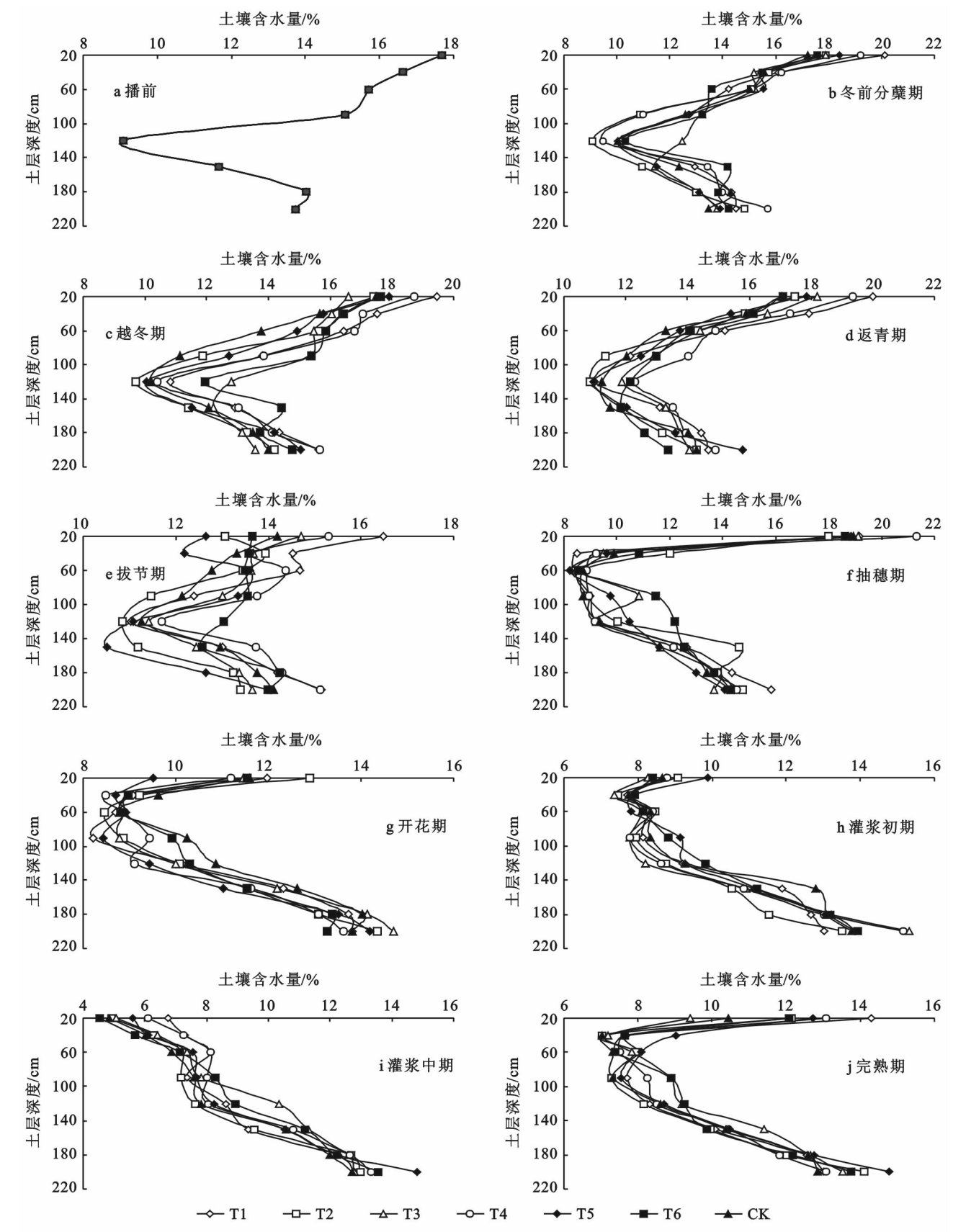


图 1 不同生育时期和土层的土壤含水量

与CK相比,秸秆还田明显改善了抽穗期前0—90 cm的土壤墒情,灌浆中期以后土壤墒情普遍高于CK;而90 cm以下除在开花期—灌浆初期秸秆还田处理土壤含水量普遍低于CK外,其他生育时期变化均不一致。具体来讲,冬前分蘖期秸秆还田土壤含水量随土层加深呈“高一低一高”的变化趋势;越冬期、返青期200 cm土体土壤含水量分别较CK高1.07%和0.61%;拔节期0—90 cm秸秆还田平均高于CK 0.56%,而90—200 cm平均较CK低0.11%;在抽穗期0—60 cm土壤水分消耗较多,60 cm以下土层墒情较好,比CK平均高0.47%;进入开花期以后,随着生育时期的推进和温度升高,土壤水分消耗加剧,直至灌浆初期秸秆还田的土壤含水量明显低于CK,开花期和灌浆初期秸秆还田0—200 cm土壤含水量分别比CK低0.56%和0.25%;灌浆中期和完熟期,秸秆还田各层土壤墒情好转,平均比CK高0.48%和0.56%。

还田后不同处理间分时期、分土层比较墒情。冬前分蘖期—抽穗期秸秆还田后镇压覆膜(T1,T4)0—60 cm和120—200 cm各土层墒情普遍好于镇压不覆膜(T2,T5)和不镇压不覆膜(T3,T6),且分别高出T2,T5和T3,T6 1.03%,0.96%和0.98%和0.75%;而60—120 cm土层还田后不镇压不覆膜(T3,T6)的墒情较好,且分别比镇压覆膜和镇压不覆膜平均高1.13%和1.54%。开花期秸秆还田后不镇压不覆膜0—200 cm的土壤含水量分别比镇压覆膜、镇压不覆膜高0.21和0.29%。灌浆中期—完熟期,0—60 cm镇压覆膜处理的土壤含水量普遍较高,60 cm以下不镇压不覆膜处理的墒情好。综上所述,秸秆还田后镇压覆膜(T1,T4)的保墒作用主要在生育前期,上层土壤;秸秆还田后不镇压不覆膜(T3,T6)60—150 cm土层的墒情较好;秸秆还田后镇压不覆膜(T2,T5)基本全生育期各土层含水量较低。

2.3 全生育期0—200 cm土壤平均含水量

全生育期0—200 cm土体平均含水量,除玉米秸秆还田镇压后不覆膜(T2)外,其余秸秆还田处理的土壤平均含水量均高于CK。其中,秸秆还田后不同处理的平均土壤含水量表现为:镇压覆膜(12.48%)的土壤含水量最高,镇压不覆膜(12.00%)的最低。不镇压不覆膜的土壤含水量高于镇压覆膜可能是冬小麦播期距秸秆还田时间较近,还田初期与冬小麦生育初期重叠,秸秆腐解与冬小麦生长间发生水分争夺^[8],造成底墒不足从而导致需水关键期水分亏缺。从不同覆盖材料看,小麦秸秆还田(36.91%)的土壤含水量好于玉米秸秆还田(36.67%)。

2.4 不同时期0—200 cm土壤平均含水量及动态变化

各处理间土壤含水量的差异随着生育时期的推进均表现为前期大于后期:越冬期前200 cm土体含水量缓慢升高且在13%~15.5%之间波动;返青期后,作物耗水加剧气温急剧升高增加了土壤水分的蒸发,含水量逐渐下降,灌浆中期跌至低谷,平均含水量在9%左右;完熟期,秸秆腐解向土壤释放的水分及降雨对土壤水分起到了补给作用。

秸秆还田后,200 cm土壤墒情在开花期以前、开花期—灌浆初期、灌浆中期—完熟期三阶段呈“增—减—增”的趋势。比较处理间200 cm土体墒情生育时期的变异系数,各处理依次为:T1(18.21%)>T4(18.20%)>T6(17.14%)>T3(16.83%)>T2(16.82%)>CK(16.55%)>T5(15.73%),显然秸秆还田后镇压覆膜加剧了土壤贮水的波动,覆膜处理的供水稳定性不如不覆膜的,麦秸还田的不如玉米秸秆还田的供水性稳定。

2.5 各土层全生育期平均含水量

无论秸秆还田与否,各土层全生育期含水量均随土层的加深呈现出高一低一高的变化趋势,90—120 cm土层的土壤含水量最低,说明作物对这一层次水分消耗最大。处理间的差异60—90 cm最大、150—180 cm最小,各土层变异系数依次为:60—90 cm(5.12%)>90—120 cm(4.70%)>0—20 cm(4.69%)>120—150 cm(3.16%)>180—200 cm(2.08%)>20—40 cm(1.93%)>150—180 cm(1.68%)。

各土层全生育期含水量以90 cm和180 cm为明显界限,90 cm以上及180 cm以下土层秸秆还田处理基本都高于CK,分别平均高出0.44%和0.45%,其中还田后镇压覆膜(T1,T4)分别比CK高0.75%和0.64%,还田后镇压不覆膜(T2,T5)分别高0.19%和0.51%,还田后不镇压不覆膜(T3,T6)分别高0.38%和0.18%;而90—180 cm土层秸秆还田虽然平均比CK低0.04%,其中只有T2,T5平均比CK低0.42%,T1,T4和T3,T6分别平均比CK高0.05%和0.24%。这说明秸秆还田能够缓解地膜覆盖所导致的深层土壤水分消耗加剧的不良负作用,并且对改善0—90 cm土壤水分状况效果明显。两种作物秸秆之间的作用效果比价发现,麦秸还田的保墒效果更好,尤其是耗水集中层60—150 cm比玉米秸秆还田高0.25%。

2.6 全生育期0—200 cm土层土壤贮水消耗量

从表2可见,各处理对0—200 cm土壤贮水的消耗量依次为:T2(129.06 mm)>CK(127.98 mm)>T1(117.86 mm)>T6(116.66 mm)>T5(116.06 mm)。

mm)＞T4(111.14 mm)＞T3(109.32 mm)。处理间最大相差 19.74 mm。

总体来讲,秸秆还田对土壤贮水的消耗小于 CK,秸秆还田后不同处理及 CK 对土壤贮水的消耗依次为:CK(127.98 mm)＞还田后镇压不覆膜(122.56 mm)＞还田后镇压覆膜(114.68 mm)＞还田后不镇压不覆膜(112.99 mm)。

比较各土层耗水量占 200 cm 土体总耗水量比例,发现土壤贮水消耗大部分集中在 0—90 cm 土层,0—90 cm 耗水比例平均为:还田后不镇压不覆膜(93.85%)＞还田后镇压不覆膜(87.07%)＞还田后镇压覆膜(85.79%)＞CK(85.09%),90—200 cm 耗水比例平均为:CK(14.91%)＞还田后镇压覆膜(14.30%)＞还田后镇压不覆膜(12.93%)＞秸秆还田后不镇压不覆膜(6.15%)。显然,秸秆还田减少了作物对深层土壤水分的消耗,充分利用了 0—90 cm

以上的土壤贮水。

进一步比较秸秆还田后不同处理与 CK 在各土层的耗水量,秸秆还田后镇压覆膜与 CK 的差异主要集中在 0—90 cm,0—90 cm 和 90—200 cm 分别较 CK 少耗水 10.77 mm 和 2.71 mm;秸秆还田后镇压不覆膜对 0—200 cm 各层次的耗水比较均衡,0—90 cm 和 90—200 cm 分别平均比 CK 少耗水 2.18 mm 和 3.24 mm;秸秆还田后不镇压不覆膜与 CK 的差异主要集中在 90—200 cm,0—90 cm 和 90—200 cm 分别较 CK 少耗水 2.86 mm 和 12.13 mm。这说明秸秆还田虽然减少了对土壤贮水的消耗,但还田后的不同处理对不同层次的耗水比例和耗水量不同,还田后覆膜增加了深层耗水比例和耗水量、还田后不镇压不覆膜则使 0—90 cm 的耗水比例和耗水量增加、秸秆还田后镇压不覆膜整个 200 cm 土体的耗水比例和耗水量与 CK 相差不大。

表 2 全生育期 0—200 cm 土层土壤贮水消耗量

处理	土层/cm								土壤贮水
	0—20	20—40	40—60	60—90	90—120	120—150	150—180	180—200	消耗量/mm
T1	27.36cd	23.35c	18.87c	28.91ab	1.69e	8.66a	6.61b	2.41b	117.86b
T2	31.98ab	25.89ab	21.18ab	29.64a	5.35a	7.97b	5.11c	1.93c	129.06a
T3	31.59ab	25.55b	20.80ab	27.12bcd	—4.76g	1.28f	5.31c	2.42ab	109.32b
T4	28.95c	23.46c	18.92c	26.43cd	3.85c	3.18d	5.31c	1.04d	111.14b
T5	30.25bc	26.37ab	20.35bc	27.77abc	3.08d	4.26c	6.63b	—2.64f	116.06b
T6	32.85a	27.41a	21.37ab	25.39d	0.52f	1.84e	6.79b	0.51e	116.66b
CK	32.17ab	26.56ab	22.10a	28.07abc	4.71b	4.12c	7.67a	2.59a	127.98a
平均	30.74	25.51	20.51	27.62	2.06	4.47	6.2	1.18	118.3
ASR	30.5	25.34	20.25	27.54	1.62	4.53	5.96	0.94	116.68
ASRFM	28.16	23.41	18.89	27.67	2.77	5.92	5.96	1.72	114.5
ASRPNF	31.12	26.13	20.76	28.7	4.21	6.12	5.87	—0.35	122.56
ASRNPF	32.22	26.48	21.08	26.25	—2.12	1.56	6.05	1.46	112.99
AMSR	30.31	24.93	20.28	28.56	0.76	5.97	5.68	2.25	118.75
AWSR	30.68	25.75	20.21	26.53	2.48	3.09	6.24	—0.36	114.62

3 结 论

(1) 不同秸秆还田处理对冬小麦产量和水分利用效率的影响:秸秆还田处理均可增产,秸秆还田和地膜覆盖组合模式(T1,T4)在增产和水分利用效率上最好;玉米秸秆还田好于小麦秸秆还田。

(2) 不同时期和不同土层的土壤水分的时空差异:从时期上说,各处理间土壤含水量的差异表现为前期大于后期,以越冬期的土壤墒情差异最大;在土层上表现为下层大于上层(图 1),以 120—150 cm 土层处理间差异最大。总体表现为:随着生育时期的推进,土壤含水量的差异越小,土层越深差异也越小。

(3) 全生育期 0—200 cm 土壤平均含水量:除玉米秸秆还田镇压后不覆膜(T2)外,其余秸秆还田处

理的土壤平均含水量均高于 CK。相同耕作措施平均土壤含水量依次为:还田镇压覆膜(12.48%)＞还田不镇压不覆膜(12.31%)＞还田镇压不覆膜(12.00%)。不同覆盖材料的平均土壤含水量的多少依次为,小麦秸秆还田(36.91%)＞玉米秸秆还田(36.67%)。总体来讲,全生育期 200 cm 土体的墒情秸秆还田好于露地(CK),小麦秸秆还田好于玉米秸秆还田。

无论是增产还是水分利用效率,秸秆还田和地膜覆盖相结合(T1,T4)的效果是最显著的。它减轻了单一的地膜覆盖带来的农田生态环境污染、缓解地膜覆盖后期高温阻碍作物灌浆的难题,同时也弥补了单一秸秆还田前期降温抑制作物幼苗生长的缺点。其中在秸秆还田各处理中,玉米秸秆还田较小麦秸秆还

田增产且水分利用效率高,而小麦秸秆还田较玉米秸秆还田的全生育期 200 cm 的土壤平均含水量高。

参考文献:

- [1] 张小红,张绪成.半干旱区旱地不同覆盖方式对糜子耗水和产量的影响[J].水土保持研究,2012,19(5):29-33.
- [2] Baye Berihum. Effect of mulching and amount of water on the yield of tomato under drip irrigation [J]. Journal of Horticulture and Forestry, 2011, 3(7): 200-206.
- [3] 袁玲,张宣,杨静,等.不同栽培方式和秸秆还田对水稻产量和营养品质的影响[J].作物学报,2013,39(2):350-359.
- [4] 李世清,李东方,李凤民,等.半干旱农田生态系统地膜覆盖的土壤生态效应[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2003,31(5):22-29.
- [5] 王进鑫,黄宝龙,罗伟祥.局部覆盖条件下干旱过程对土壤水分蒸发的影响[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2004,32(9):106-110.
- [6] Wang SS, Deng GY. A study on the mechanism of soil temperature in creasing under plastic mulch[J]. Agriculture Science China, 1991, 24(3): 74-78.
- [7] 李世清,李凤民,宋秋华,等.半干旱地区地膜覆盖对作

物产量和氮素效率的影响[J].应用生态学报,2001,12(2):205-209.

- [8] 薛少平,朱琳,姚万生,等.麦草覆盖与地膜覆盖对旱地可持续利用的影响[J].农业工程学报,2002,18(6):71-73.
- [9] 翟胜,梁银丽,王巨媛,等.地表覆盖对日光温室黄瓜生长发育及生理特性的影响[J].中国生态农业学报,2007,15(2):73-77.
- [10] 王婷,丁宁平,周海燕.秸秆还田方式对全膜双垄沟播玉米产量及土壤水分的影响[J].甘肃农业科技,2013(11):22-24.
- [11] 杨大晋.旱地玉米覆盖秸秆的增产效应研究[J].贵州农业科学,1996(5):15-20.
- [12] 张玉铭,马永清.麦秸覆盖夏玉米对其苗期生长发育的生化他感作用研究初报[J].生态学杂志,1994,13(3):70-72.
- [13] 卫新菊.小麦化感作用及其应用[J].小麦研究,2005,26(2):25-29.
- [14] 宋淑亚,刘文兆,王俊,等.覆盖方式对玉米农田土壤水分、作物产量及水分利用效率的影响[J].水土保持研究,2012,19(2):210-212,217.
- [15] 高亚军,李生秀.旱地秸秆覆盖条件下作物减产的原因及作用机制分析[J].农业工程学报,2005,21(7):15-19.

(上接第 163 页)

- [4] 李贵东,周云轩,田波,等.基于遥感和 GIS 的上海市滩涂湿地资源近期变化分析[J].吉林大学学报:地球科学版,2008,38(2):319-323.
- [5] 王芳,朱跃华.江苏省沿海滩涂资源开发模式及其适宜性评价[J].资源科学,2009,31(4):619-628.
- [6] 刘勇,黄海军,刘艳霞,等.基于 RS 和 GIS 的近代黄河三角洲滩涂变化分析[J].海洋科学,2012,36(2):82-87.
- [7] 牛明香,赵庚星.南四湖区湿地信息遥感提取技术研究[J].国土与自然资源研究,2004,10(1):51-53.
- [8] 蒋卫国,李京,王文杰,等.基于遥感与 GIS 的辽河三角洲湿地资源变化及驱动力分析[J].国土资源遥感,2005,17(3):62-66.
- [9] 宗秀影,刘高焕,乔玉良,等.黄河三角洲湿地景观格局动态变化分析[J].地球信息科学学报,2009,11(1):91-97.
- [10] 王薇,陈为峰,王燃葵,等.黄河三角洲新生湿地景观格局特征及其动态变化:以垦利县为例[J].水土保持研究,2010,17(1):82-87.
- [11] 张高生,李克勤,战立伟.现代黄河三角洲湿地动态变化及保护对策[J].生态环境学报,2009,18(1):394-398.
- [12] 黄翀,刘高焕,王新功,等.黄河流域湿地格局特征、控制因素与保护[J].地理研究,2012,31(10):1764-1774.
- [13] 金宝石,周葆华.安庆沿江湖泊近 20a 水域多时相动态

演变[J].国土资源遥感,2008(3):74-77,83.

- [14] 余瑞林,周葆华,刘承良.安庆沿江湿地景观格局变化及其驱动力[J].长江流域资源与环境,2009,18(6):522-527.
- [15] 周葆华,操璟璟,朱超平,等.安庆沿江湖泊湿地生态系统服务功能价值评估[J].地理研究,2011,30(12):2296-2304.
- [16] 刘杨杨,张行楠,徐双全,等.长江口滩涂地形冲淤分析研究[J].长江流域资源与环境,2010,19(11):1314-1322.
- [17] 叶庆华,田国良,刘高焕,等.黄河三角洲新生湿地土地覆被演替图谱[J].地理研究,2004,23(2):257-264,282.
- [18] 宁静,张树文,王蕾,等.资源型城镇土地退化时空特征分析:以黑龙江省大庆市为例[J].资源科学,2007,29(4):77-85.
- [19] 杨则东,陈有明,黄燕,等.长江安徽段泥沙淤积及湖泊湿地围垦遥感调查与监测[J].国土资源感,2010,86(S1):82-86.
- [20] 官兆宁,张翼然,官辉力,等.北京湿地景观格局演变特征与驱动机制分析[J].地理学报,2011,66(1):77-88.
- [21] 胡小贞,许秋瑾,蒋丽佳,等.湖泊缓冲带范围划定的初步研究:以太湖为例[J].湖泊科学,2011,23(5):719-724.