

秸秆条施对土壤水分运移分布的影响

胡彬¹, 程东娟¹, 张洁²

(1. 河北工程大学 水电学院, 河北 邯郸 056021;

2. 河北省唐山市曹妃甸区农业畜牧水产局, 河北 唐山 063200)

摘要:通过室内试验,研究了秸秆条施深度对一维垂直入渗情况下土壤水分入渗和分布的影响。结果表明,①秸秆条施深度对累计入渗量有影响,相同入渗时间下不同条施深度的累计入渗量大小顺序为:深6 cm宽4 cm>深4 cm宽4 cm>深2 cm宽4 cm>不施秸秆;②秸秆条施深度对垂直湿润锋运移距离大小顺序与累积入渗量大小顺序相同;③不同秸秆条施深度的土壤含水率的分布规律相似,土壤含水率等值线在秸秆条施附近近似呈半圆形,在湿润锋附近近似为直线,且距离秸秆条施处越远,土壤含水率分布曲线越密集;相同入渗时间下,深6 cm宽4 cm处理土壤平均含水率最高,其次是深4 cm宽4 cm处理。秸秆条施深度对于土壤水分运移分布有影响。

关键词: 秸秆; 土壤水分; 入渗

中图分类号: S156.2

文献标志码: A

doi:10.13522/j.cnki.ggps.2017.01.005

胡彬,程东娟,张洁. 秸秆条施对土壤水分运移分布的影响[J]. 灌溉排水学报,2017,36(1):29-32.

0 引言

我国是秸秆资源量最为丰富的国家之一,并且随着农作物面积的增大秸秆量也在不断增加。充分高效利用秸秆资源不仅有利于生态环境的改善,还有助于推动农业农村经济的可持续发展^[1]。

目前,秸秆最直接的利用方式就是秸秆覆盖或者秸秆直接还田。秸秆覆盖就是把秸秆直接放置在土壤的表层上面,形成土地保护层。相对于无秸秆覆盖来讲,秸秆覆盖可以有效地抑制土壤中水分的蒸发,起到节水保墒的作用^[2-4]。同时秸秆覆盖技术操作简单、方便实用、成本低廉。根据秸秆覆盖所具有的良好特性,使得秸秆覆盖技术能够在我国大面积的推广和应用,并且取得了良好的效果。为此,国内外学者针对秸秆覆盖对土壤水分运移特性的影响进行了大量的研究,发现秸秆覆盖能够减少土壤水分的无效蒸发、蓄水保墒、减少杂草的生长、改善土壤肥力^[5-8]。秸秆条施理论上就是在作物旁开挖成沟槽,在沟槽内施放秸秆,灌溉时,水分能够快速通过沟槽渗入到作物根系,有效地减少了地面的湿润面积,增强了土壤的通透性,有利于作物的养分吸收和水分利用。而秸秆条施对土壤水分运移特性的影响的研究鲜见。为此,以秸秆作为覆盖材料,研究秸秆条施对土壤水分运移的影响,以期为农田秸秆条施提供一定理论依据。

1 材料与方法

为了研究秸秆条施深度对土壤水分运移分布影响,在室内进行了秸秆条施入渗模拟试验,试验装置如图1所示。试验土槽由有机玻璃板制成,长×宽×高为20 cm×15 cm×30 cm。土样为壤土,土壤初始含水率为8.0%。土样经过风干、粉碎、过2 mm筛子,按照预定的土壤体积质量(1.34 g/cm³)分层(5 cm厚)装入试验土箱。根据入渗的对称性,装好土后,试验设4种处理,分别为不施秸秆不开挖沟槽(对照试验)以及在土槽中心开挖半沟,沟形状采用宽度一定(4 cm),深度分别为2、4、6 cm。在沟内放入密度相同的秸秆并压实。所有处理均采用一次性灌水(3 L),灌水方法采用漫灌形式。灌水入渗开始后,用秒表计时,分别于1、3、5、7、10、15、30和45 min时观测土壤湿润过程,并在土槽上记录水面下降刻度,当灌水时间达到45 min时

收稿日期:2015-10-13

基金项目:河北省科学技术研究与发展项目(14227002D);国家自然科学基金项目(50579064)

作者简介:胡彬(1989-),男。硕士研究生,主要从事节水灌溉、农业水资源利用与水环境方面研究。E-mail: 549314890@qq.com

通信作者:程东娟(1975-),女。教授,博士,主要从事农业节水及水土环境方面研究。E-mail: handanchengdongjuan@126.com

结束试验,在土箱一侧描绘出不同时刻所对应的湿润锋运移位置。水分入渗结束后,在土壤剖面沿水平和垂直2个方向按 $2.5\text{ cm}\times 2.5\text{ cm}\times 2.5\text{ cm}$ 网格取土,用烘干法测定土壤含水率。根据取土网格所在的中点在坐标系中的横纵坐标值及对应的含水率,用Surfer软件绘制土壤含水率等值线图。

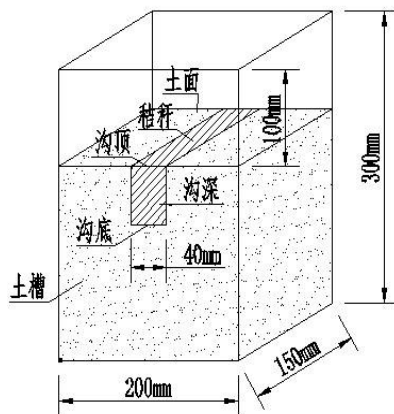


图1 土壤水分入渗模拟装置

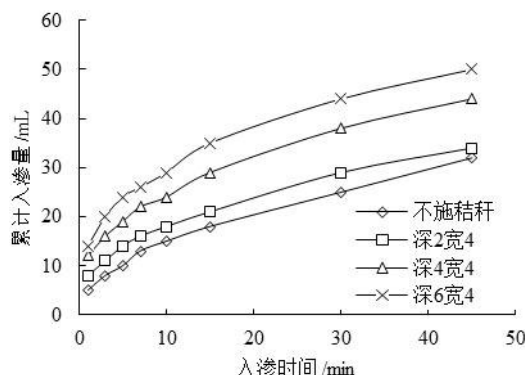


图2 不同秸秆条施深度下土壤累计入渗量随时间变化曲线

2 结果与分析

2.1 秸秆条施深度对累积入渗量的影响

图2为不同秸秆条施深度下,土壤累计入渗量随时间变化曲线。由图2可以看出,不同秸秆条施深度下累计入渗量均随着时间延长而增大。秸秆条施深度对土壤累计入渗量大小有影响,相同入渗时间下,累计入渗量大小顺序为深6 cm宽4 cm>深4 cm宽4 cm>深2 cm宽4 cm>不施秸秆,不同秸秆条施深度下土壤累积入渗量大小之间的差异随着入渗时间延长越来越明显。

经分析,可用幂函数拟合不同秸秆条施深度下土壤累计入渗量与时间的关系,其拟合结果为:①不施秸秆, $I=4.819t^{0.489}$, $R^2=0.996$;②深2 cm宽4 cm, $I=7.560t^{0.387}$, $R^2=0.994$;③深4 cm宽4 cm, $I=11.24t^{0.349}$, $R^2=0.991$;④深6 cm宽4 cm, $I=13.82t^{0.336}$, $R^2=0.998$ (式中: I 为累计入渗量(mm); t 为入渗时间(min); R^2 为决定系数)。

2.2 不同秸秆条施对土壤湿润锋运移影响

图3为不施秸秆,秸秆条施为深2 cm宽4 cm,深4 cm宽4 cm,深6 cm宽4 cm情况下湿润锋运移曲线。由图3可以看出,灌水后水分入渗3 min时,不施秸秆的湿润锋垂直方向运移距离为4 cm;深2 cm宽4 cm垂直方向运移最大距离为5.8 cm;深4 cm宽4 cm垂直方向运移最大距离为8.1 cm;深6 cm宽4 cm垂直方向运移最大距离为10 cm。在入渗10 min时,不施秸秆的湿润锋垂直方向运移距离为7 cm;深2 cm宽4 cm垂直方向运移最大距离为8.3 cm;深4 cm宽4 cm垂直方向运移最大距离为10.6 cm;深6 cm宽4 cm垂直方向运移最大距离为12.7 cm。因此,施放秸秆的湿润锋运移速度要比不施秸秆要快,随着时间的推移,在水分入渗30 min后湿润锋运移速度趋于平稳。

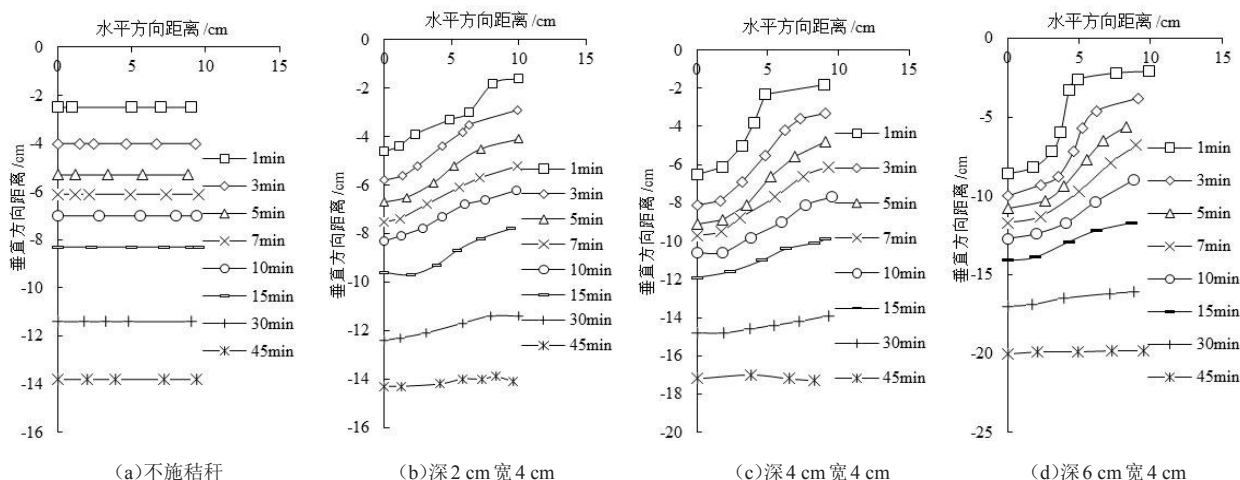


图3 不同秸秆条施方式下湿润锋运移曲线图

由图3还可以看出,秸秆不同条施湿润锋运移距离随时间的变化趋势一致,在入渗初期的时候,湿润锋

运移距离随时间变化的幅度较大,曲线较陡,随着时间的延长,湿润锋运移距离随时间的变化幅度逐渐减小,曲线逐渐变缓。在相同水平湿润距离下,秸秆不同条施深度的垂直湿润运移距离不相同,从运移距离大小顺序来看,秸秆条施深6 cm宽4 cm>深4 cm宽4 cm>深2 cm宽4 cm>不施秸秆。入渗结束时,有秸秆条施处理的湿润锋较不施秸秆时差异明显,秸秆条施深6 cm宽4 cm、深4 cm宽4 cm、深2 cm宽4 cm处理的湿润锋较不施秸秆时分别增加了6、3.5和0.8 cm。这可能是因为秸秆之间堆积相对疏松,导致秸秆条施处理水分进入土壤的入渗面增大。与对照相比,秸秆条施深6 cm宽4 cm、深4 cm宽4 cm、深2 cm宽4 cm处理入渗面积分别增加了180、120、60 cm²。随着秸秆条施深度的增加,加快了水分的入渗,土壤入渗量增多,导致湿润锋的运移距离增加。

2.3 不同秸秆条施对土壤含水率分布影响

图4分别为不同条施方式下不同秸秆条施深度土壤含水率分布等值线图(水平方向为 X ,垂直方向为 Y)。从图4可看出,在不同条施深度下,土壤含水率的分布规律基本相似。在条施秸秆附近,土壤含水率等值线分布比较稀疏,而在湿润锋的附近分布则较为密集,表明土壤含水率在秸秆附近变化较小,在远离秸秆的地方变化较大。在0~10 cm土层范围内,不施秸秆、深2 cm宽4 cm、深4 cm宽4 cm、深6 cm宽4 cm土壤含水率变化范围分别为27.1%~22.76%、27.2%~22.94%、27.35%~25.33%、28.32%~27.25%。在10~20 cm土层范围内,不施秸秆、深2 cm宽4 cm、深4 cm宽4 cm、深6 cm宽4 cm土壤含水率变化范围分别为22.76%~8%、22.94%~8%、25.33%~8%、27.25%~14%。

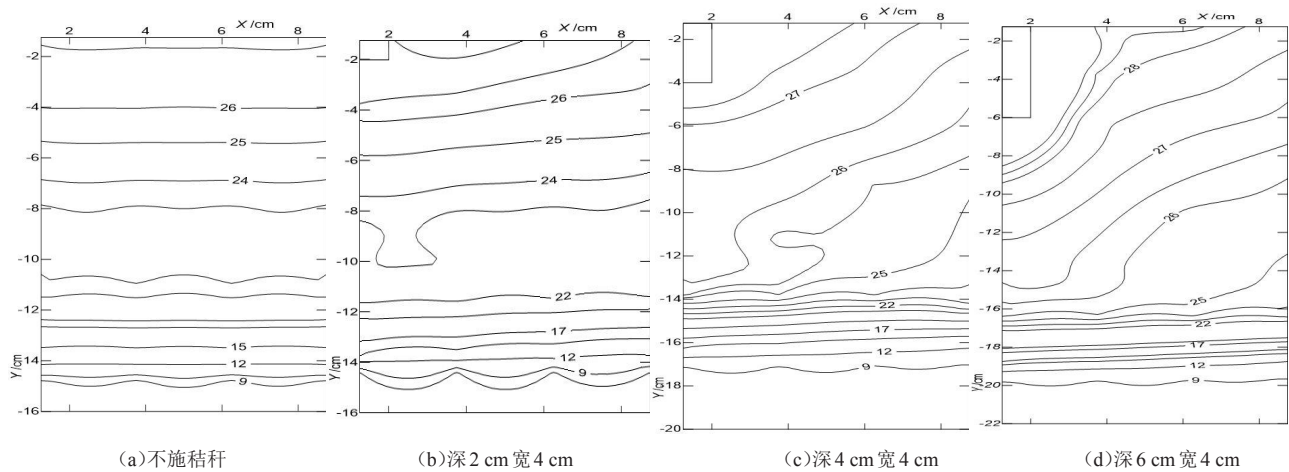


图4 不同秸秆条施方式下土壤含水率等值线图(单位:%)

从图5、图6可以看出,在垂直和水平方向上随着秸秆条施深度的增加,土壤含水率逐渐增大;在垂直方向上,随着距离土槽中心距离的增大,土壤含水率逐渐减小。在水平方向上,对照土壤含水率相同,其他处理随着距离土槽中心距离的增大,土壤含水率呈现减小趋势。

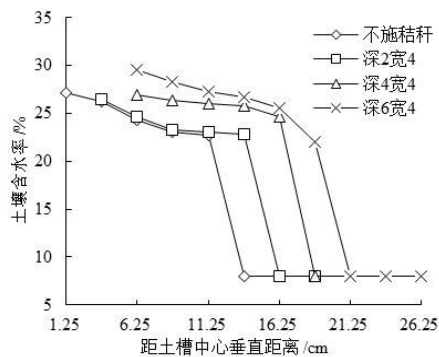


图5 不同秸秆条施在垂直方向的土壤含水率

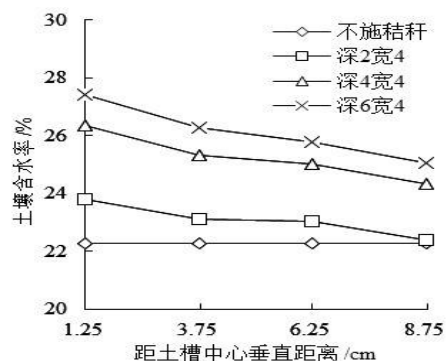


图6 不同秸秆条施在水平方向的土壤含水率

采用克里斯琴森公式计算秸秆不同条施深度下土壤含水率的均匀系数,经计算,不施秸秆、深2 cm宽4 cm、深4 cm宽4 cm、深6 cm宽4 cm土壤含水率均匀系数分别为85.5%、90.6%、94.7%和95.8%。结果表明相同水平湿润距离下,秸秆的条施明显提高了土壤水分分布的均匀性。

3 结 论

1)在相同的入渗时间下不同秸秆条施方式的累积入渗量大小顺序为:深6 cm宽4 cm>深4 cm宽4 cm>深2 cm宽4 cm>不施秸秆。秸秆条施深度对垂直湿润锋的影响与累积入渗量的影响相似。

2)不同秸秆条施深度的土壤含水率分布规律相似,土壤含水率等值线在秸秆条施附近近似呈半圆形,在湿润锋附近近似为直线,且距离秸秆条施处越远,土壤含水率分布曲线越密集,土壤含水率在秸秆附近最大,随着远离秸秆距离的增大而减小。相同入渗时间下,秸秆条施深度越大其土壤平均含水率越高。并且条施深度增加,水分入渗越快,从而能够有效提高水分的利用率。

3)结合不同秸秆条施方式下的累积入渗量、湿润锋运移特性、土壤含水率分布及均匀系数可以得出:有秸秆条施要优于无秸秆条施。由于本试验为室内模拟试验,在应用到大田时,应考虑土壤类型、作物类型、降雨情况等因素下秸秆条施对土壤水分动态变化及作物耗水规律等的影响,以及考虑不同的措施(如覆膜,添加肥料)下秸秆条施对土壤水肥运移规律的影响。

参考文献:

- [1] 王志芳. 秸秆还田是建立良好农业生态系统重要措施[J]. 中国农机化, 2003 (6): 14-16.
- [2] 姚宝林, 景明, 施炯林. 留茬覆盖免耕条件下土壤休闲期节水效应研究[J]. 西北农业学报, 2008, 17(2): 122-125.
- [3] 赵小蓉, 蒲波, 李浩, 等. 秸秆覆盖栽培对油菜土壤含水率和产量的影响[J]. 西南农业学报, 2010, 23 (2): 354- 358.
- [4] YANG Yanmin, LIU Xiaojing, LI Weiqiang, et al. Effect of different mulch materials on winter wheat production in desalinized soil in Heilonggang region of North China[J]. Journal of Zhejiang University Science B, 2006, 7(11): 858-867.
- [5] 赵聚宝, 梅旭荣, 薛军红. 秸秆覆盖对旱地作物水分利用效率的影响[J]. 中国农业科学, 1996, 29(2) : 59-66.
- [6] 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, 2001, 32(5): 209-212.
- [7] 刘玉含, 张展羽, 伊德里萨, 等. 农田秸秆覆盖技术及其发展趋势分析[J]. 水利经济, 2007, 25(2): 53-56.
- [8] 王兆伟, 郝卫平, 龚道枝, 等. 秸秆覆盖量对农田土壤水分和温度动态的影响[J]. 中国农业气象, 2010(2): 244-250.

Influence of Straw Row Application on Moisture Migration Distribution

HU Bin¹, CHENG Dongjuan¹, ZHANG Jie²

(1. Hebei University of Engineering College of Water Conservancy and Hydropower, Handan 056021, China; 2. Hebei Province, Tangshan City Caofeidian District Agricultural Bureau of Animal Husbandry and Fisheries, Tangshan 063200, China)

Abstract: Through indoor soil bin experiment, straw row application depth was studied in a one-dimensional vertical infiltration under the influence of soil water infiltration and distribution. The results showed that straw row application depth affected the cumulative infiltration amount, in the same infiltration time under different row application the depth, the cumulative infiltration amount order was 6 cm deep 4 cm wide > 4 cm deep 4 cm wide > 2 cm deep 4 cm wide > don't put the straw; Straw row application transport rate of the vertical wetting front was the same with that of the cumulative infiltration; The depth of straw different row application distribution regularity of soil moisture content was similar, the soil moisture content contour lines were approximate semicircle near the straw row application and was straight near the wetting front, the greater the distance at the straw row application farther, soil moisture distribution curve were more intensive; With the same infiltration time, the highest average soil moisture content was 6 cm deep 4 cm wide, the second was 4 cm deep 4 cm wide. Straw row application depth has influence on the soil water movement and distribution

Key words: straw; soil moisture; infiltration

责任编辑: 陆红飞