文章编号:1672-3317(2015)03-0044-04

玉米叶混掺对土壤水分入渗的影响

郑 健[1,2]，王 燕[1]，蔡焕杰[2]，万吉祥[1]，李志军[2]

(1.兰州理工大学 西部能源与环境研究中心，兰州 730050；
2.西北农林科技大学 旱区农业水土工程教育部重点实验室，陕西 杨凌 712100)

摘　要：通过不同玉米叶混掺比例及混掺层埋深的垂直入渗试验，并以纯土为对照，研究玉米叶混掺对累积入渗量、入渗率及剖面含水率等的影响。结果表明，处理间土壤水分特征曲线差异明显；相同土壤水吸力下，添加玉米叶的土壤含水率均高于纯土处理，且添加 3%玉米叶的土壤保水性明显优于添加 1%玉米叶；土壤密度一定时，累积入渗量均表现为纯土＞1%玉米叶处理＞3%玉米叶处理；添加 3%玉米叶对剖面含水率的影响高于 1%玉米叶。

关　键　词：玉米秸秆；土壤水分特征曲线；累积入渗量；土壤含水率

中图分类号：S152.7　　文献标志码：A　　doi:10.13522/j.cnki.ggps.2015.03.009

郑健，王燕，蔡焕杰，等.玉米叶混掺对土壤水分入渗的影响[J].灌溉排水学报，2015，34(3)：44-47.

我国西北地区干旱少雨、气候干燥、地表蒸发量大，农田土壤以砂壤土居多，通气透水性较好，易于耕种，但其保水能力较差，土温变化快[1]。秸秆还田技术是改善农田生态环境、现代灌溉农业、旱作农业的重大措施[2]。在土壤中混掺植物混掺物能够改善土壤的物理结构和持水能力[3-5]，但研究植物混掺物不同埋深及混掺比例的共同作用对土壤入渗的影响研究鲜见。为此，通过不同的混掺比例及混掺层埋深的垂直入渗试验，以纯土为对照，研究植物混掺对累积入渗量、入渗率及剖面含水率等特征参数的影响，分析产生差异的原因和机理。以期为干旱区秸秆还田对土壤水分运移的影响研究提供一定理论参考。

1　材料与方法

试验于 2012 年 10 月在西北农林科技大学旱区农业水土工程教育部重点开放实验室内进行。供试土壤采自甘肃景泰地区，土壤风干后过 2 mm 筛备用，并采用土壤筛进行土壤粒径分析，如表 1 所示。按照中国土壤分类标准，供试土壤属于砂壤土，俗称黄绵土。试验所用混掺物为西北地区种植面积最大、易获得、腐烂后可增加土壤肥力的玉米叶，将玉米叶风干后粉碎成 2 cm×2 cm 大小备用。

表 1　供试土壤粒径组成

粒径/mm	＜2	＜1	＜0.05	＜0.01	＜0.001
质量分数%	100	99.46	80.26	23.13	10.06

供试土壤设计干土壤密度为 1.35、1.40 g/cm^3，植物混掺质量比例为 1%和 3%，供水水头控制为 4 cm，混掺物为玉米叶，混掺层埋深设置 5～10、10～15 cm(以土层表面为起始点，混掺层设置厚度为 5 cm)，并以相同土壤密度的纯土作为对照。试验开始时用秒表计时，同时记录马氏瓶上水位刻度和湿润锋位置，此后每隔一段时间记录 1 次时间及相应的马氏瓶刻度和湿润锋推进位置，当下渗到土柱高度的 2/3 左右时结束，试验结束后，从土表下 1 cm 处开始每隔 3 cm 分层取土测定 1、4、7、10、13、16、19、22 cm 处土壤含水率，部分处理因入渗速率慢，入渗时间较长，湿润锋未推进到 22 cm 深处，故 22 cm 未取。

试验开始前，将土样置于水中进行饱和处理，然后采用高速恒温冷冻离心机(日立 CR21G)测定土壤水分特征曲线，试验结束后放入烘箱内在 105 ℃下烘 8 h，测定土壤含水率。每处理重复 2 次，取平均值作为结果。

收稿日期：2013-09-01

基金项目：国家自然科学基金项目(51369014)；旱区农业水土工程教育部重点实验室访问学者基金项目；兰州理工大学博士基金项目(0906ZXC121)

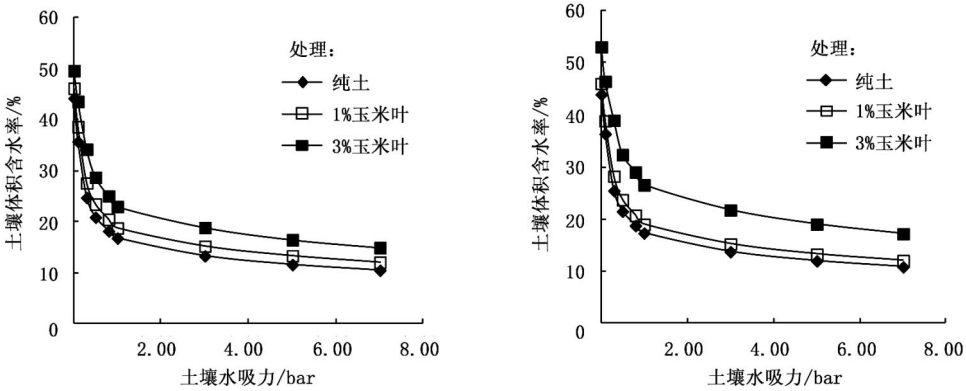
作者简介：郑健(1981-)，男，新疆阿克苏人。副教授，博士，主要从事农业水土工程方面的研究。E-mail：zhj16822@126.com

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2 结果与分析

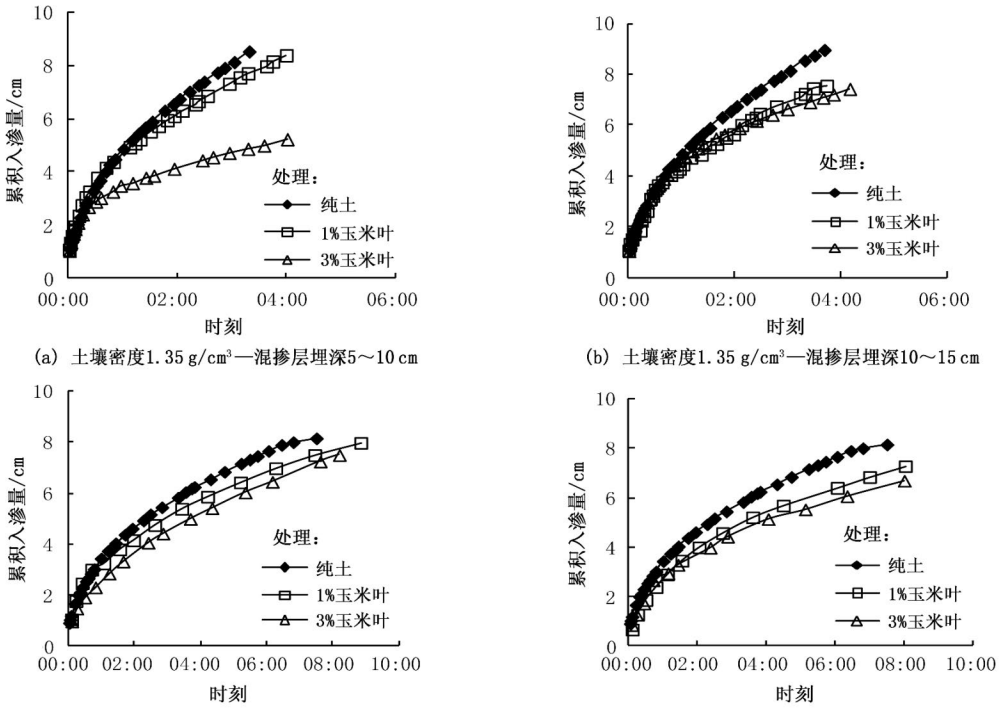
2.1 混掺物对土壤水分特征曲线的影响

不同处理下土壤水分特征曲线如图 1 所示。由图 1 可知，低吸力阶段，各处理下土壤含水率下降均较快，土壤水分特征曲线较陡，随土壤水吸力逐渐增大，曲线呈现变缓趋势，且各处理土壤水分特征曲线差异明显，说明玉米叶的加入对土壤孔隙大小分布有一定影响，提高了土壤保水能力；相同土壤水吸力下，添加植物混掺物处理的土壤含水率均高于纯土处理；添加 3%玉米叶处理的土壤保水性明显优于添加 1%玉米叶处理。可见，在土壤中添加一定比例的玉米叶可以提高土壤的保水能力。这是因为：低吸力阶段，土壤含水率减小较快，排水主要在大孔隙中进行；随着吸力增大，水分特征曲线逐渐变缓，土体排水也由大孔隙排水转为中小孔隙排水；吸力较高阶段，只有小孔隙中能保留部分水分，土体对水分吸持能力较强，土壤含水率变化较小，曲线形态趋于平缓。



(a) 土壤密度1.35 g/cm³　　(b) 土壤密度1.40 g/cm³

图 1　不同处理土壤水分特征曲线



(a) 土壤密度1.35 g/cm³—混掺层埋深5～10 cm　　(b) 土壤密度1.35 g/cm³—混掺层埋深10～15 cm

(c) 土壤密度1.40 g/cm³—混掺层埋深5～10 cm　　(d) 土壤密度1.40 g/cm³—混掺层埋深10～15 cm

图 2　不同混掺比例下累积入渗量历时的变化

2.2 混掺比例及埋深对累积入渗量的影响

2.2.1 混掺比例对累积入渗量的影响

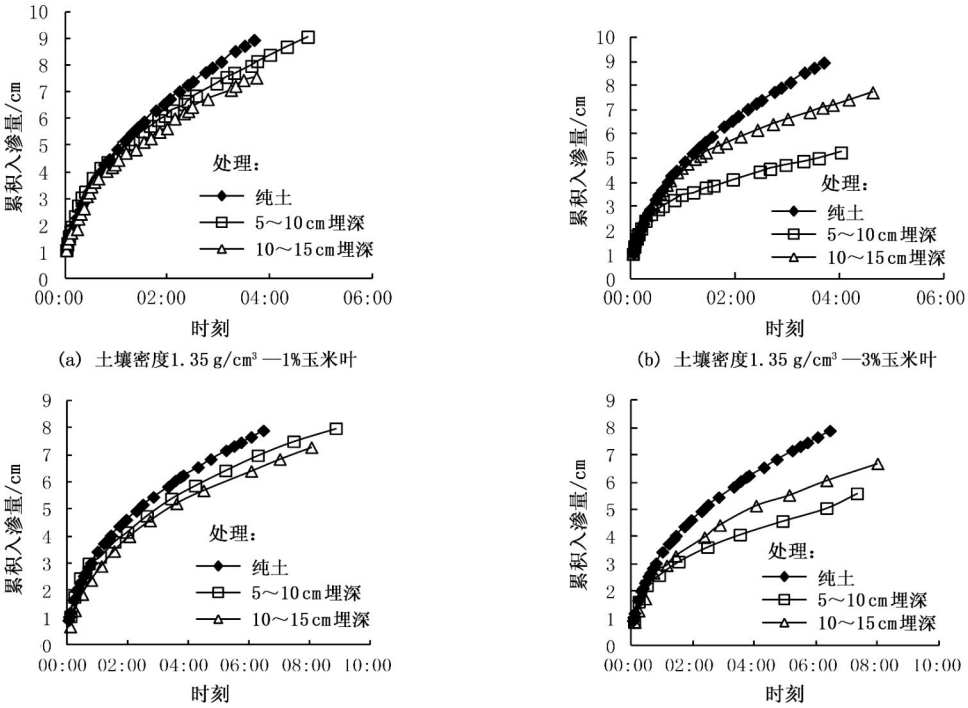
埋深一定时，不同混掺比例对 2 种土壤设计密度的土壤累积入渗量的影响如图 2 所示。由图 2 可以看出，累积入渗量表现为纯土＞1%玉米叶处理＞3%玉米叶处理，说明植物混掺层的设置对土壤水分的入渗存

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

在一定的阻滞作用。这是因为：在土壤中加入一定比例的植物混掺物，改变了土壤中孔隙的大小及分布；同时，玉米叶的片状结构增加了土壤水分的渗径，并且玉米叶一定的吸水能力也阻碍了土壤水分扩散运动，在很大程度上减缓了水分的入渗速度，使土壤水分保持在作物耕层，有利于作物的吸收利用。这对改善含沙量较大、深层渗漏比较严重的西北旱地土壤的保水能力具有一定借鉴作用。

2.2.2　埋深对累积入渗量的影响

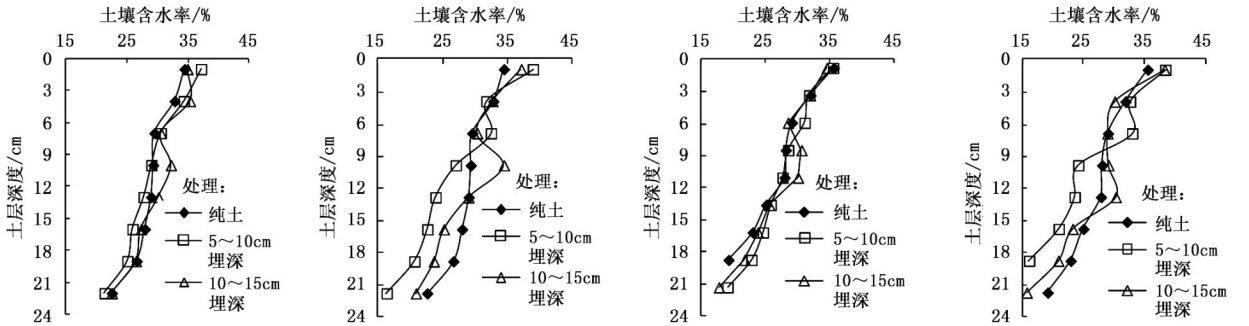
混掺比例一定时，不同埋深对 2 种土壤设计密度的土壤累积入渗量的影响如图 3 所示。由图 3 可知，混掺比例为 1%时，累积入渗量表现为纯土＞5～10 cm 埋深＞10～15 cm 埋深，处理间差异较小，这是因为混掺量较小，在 5～10 cm 设置的混掺层对土壤水分的入渗影响不大，而初始土壤水分入渗速率较大，但随着水分的入渗，入渗速率逐渐降低，10～15 cm 混掺层对土壤水分下渗的影响较在 5～10 cm 混掺层明显；混掺比例为 3%时，累积入渗量表现为纯土＞10～15 cm 埋深＞5～10 cm 埋深，处理间差异较大这是由于混掺量较大，在 5～10 cm 埋深层中形成致密层，阻滞了水分的运移，同时，玉米叶的片状结构增加了土壤水分渗径，对水分的运移也产生较大阻碍。添加 3%玉米叶对累积入渗量的影响大于添加 1%玉米叶。



(a) 土壤密度1.35 g/cm³—1%玉米叶　(b) 土壤密度1.35 g/cm³—3%玉米叶

(c) 土壤密度1.40 g/cm³—1%玉米叶　(d) 土壤密度1.40 g/cm³—3%玉米叶

图 3　不同埋深下的累积入渗量随入渗历时的变化



(a) 土壤密度1.35 g/cm³—1%玉米叶　(b) 土壤密度1.35 g/cm³—3%玉米叶　(c) 土壤密度1.40 g/cm³—1%玉米叶　(d) 土壤密度1.40 g/cm³—3%玉米叶

图 4　不同处理剖面含水率分布

2.3　混掺比例及埋深对剖面含水率分布的影响

灌水结束后，不同处理下剖面含水率的分布如图 4 所示。从图 4 可以看出，埋深一定时，3%添加比例对剖面含水率的影响高于 1%混掺比例，1%混掺比例对土壤剖面含水率影响不大；如土壤密度为 1.35 g/cm³，1%、3%混掺比例、纯土时，5～10 cm 埋深处理的 5～10 cm 处土壤含水率分别为 30.55%、32.43%、

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

29.53%，3%混掺比例的土壤含水率明显大于1%混掺比例。在混掺层区域形成高含水率区，通过混掺层后土壤含水率下降较快，且3%混掺比例处理较1%混掺比例处理明显；如土壤密度为1.40 g/cm^3，3%混掺比例时，5～10、10～15 cm埋深处理相对应位置均出现含水率增大，而后迅速降低的现象，5～10 cm埋深处理5～10 cm处含水率为33.03%，纯土含水率为29.03%，通过混掺层后其含水率下降到24.18%；10～15 cm埋深处理10～15 cm处含水率为30.32%，纯土含水率为27.90%，通过混掺层后其含水率下降到23.26%。可见，植物混掺层阻滞土壤水分下渗、提高局部土壤含水率的效果良好。

3 结 论

1)玉米叶的加入对土壤孔隙大小分布有一定影响，提高了土壤的保水能力，且添加3%玉米叶的土壤保水性明显优于添加1%玉米叶。

2)土壤密度一定时，累积入渗量表现为纯土＞1%玉米叶处理＞3%玉米叶处理；混掺比例为1%时，累积入渗量表现为纯土＞5～10 cm埋深＞10～15 cm埋深，处理间差异较小；混掺比例为3%时，累积入渗量表现为纯土＞10～15 cm埋深＞5～10 cm埋深，处理间差异较大；添加3%玉米叶对累积入渗量的影响大于添加1%玉米叶。

3)相同埋深时，3%混掺比例对剖面含水率的影响高于1%混掺比例，1%添加比例对土壤剖面含水率的影响不大；土壤水分下渗过程中受到混掺层的影响，在混掺层区域形成高含水率区，通过混掺层后其土壤含水率下降较快，且3%混掺比例处理较1%混掺比例处理明显。

参考文献：

[1] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京：中国农业出版社，2000.

[2] 龚振平，杨悦乾. 作物秸秆还田技术与机具[M]. 北京：中国农业出版社，2012.

[3] Oh S, Lu N, Kim Y K, et al. Relation between the soil Water characteristic curve and the suction stress characteristic curve: experimental evidence from residual soils[J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 2012,138(1): 47-57.

[4] Barzegar A R, Youse A, Daryashenas A. The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat[J]. Plant and Soil, 2002, 24(7): 295-301.

[5] 王燕，郑健，冀宏，等. 植物混掺物对甘肃景泰砂壤土入渗过程的影响[J]. 农业机械学报，2010,41(1):63-67.

Effect of Maize Leaves Additive on Soil Water Infiltration

ZHENG Jian[1,2], WANG Yan[1], CAI Huanjie[2], WAN Jixiang[1], LI Zhijun[2]

(1. Western China Energy & Environment Research Center, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China;
2. Key Laboratory of Agricultural Soil and Water Engineering in Arid and Semiarid Areas,
Ministry of Education, Northwest A&F University, Yangling 712100, China)

Abstract: The vertical infiltration experiments indoor under different mass percents of maize leaves additive and different placing depth in soil were conducted to study the influence on the cumulative infiltration, infiltration rate and soil water distribution in profile with the pure soil as the control. Results showed that the differences of soil water characteristic curve bewteen treatments were obvious; At the same soil water suction, soil water contents in the treatments with maize leaves additive were higher than that in pure soil, and the water retention ability in treatment with 3% maize leaves was better than that in 1% treatment. The cumulative water infiltration was that pure water＞1% maize leaves treatment＞3% maize leaves treatment, and the effect of 3% maize leaves on soil water content in profile was more obvious than that of 1% maize leaves.

Key words: maize straw; soil water characteristic curve; cumulative infiltration; soil water content

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net