

箭杆杨-乌拉尔甘草复合种植模式土壤水分特征研究

唐 诚,王 翠,杨 繁

(石河子大学 农学院,新疆 石河子 832000)

摘 要:以“箭杆杨-乌拉尔甘草”复合种植模式为研究对象,通过烘干称重法测定 2 种带间距模式下不同月份水平及垂直方向土壤水分含量,研究其时间、空间变化特征。结果表明,垂直方向上,0~20 cm 土壤含水量最低,随深度增加,含水量逐步上升,窄间距模式各层土壤含水量低于宽间距模式。水平方向上,离杨树行的距离越远,土壤含水量呈现出上升趋势,窄间距模式同样低于宽间距模式。不同月份宽、窄间距模式各测点垂直方向土壤水分随着深度的增加土壤含水量也逐渐升高。水平方向宽带和窄带都表现出在 5 月和 8 月含水量的波动性比较明显,而 10 月含水量变化比较稳定。

关键词:箭杆杨;乌拉尔甘草;复合种植;土壤水分

中图分类号:S753.59 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2015)05-0133-05

Soil Moisture Characteristics under Intercropping Pattern of *Populus nigra* var. *thevestina*-*Glycyrrhiza uralensis*

TANG Cheng, WANG Cui, YANG Fan

(Agricultural College, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000, China)

Abstract: Soil water contents were measured in horizontal and vertical directions in different months in the soils intercropped with *Populus nigra* var. *thevestina*-*Glycyrrhiza uralensis*. In vertical direction, the soil water content of 0—20 cm layer was low. With the increase of the depth, soil water content gradually increased. The soil water content of each layer in narrow spacing cropped pattern was lower than the wide spacing pattern. In horizontal direction, the farther from poplar lines, the higher in soil water content, and narrow spacing patter was lower than wide spacing patter. In different months, vertical soil water content of each measuring point in wide and narrow spacing patterns gradually increased with the depth increased. In May and August, moisture content in horizontal direction changed significantly. However, it was relatively stable in October.

Key words: *Populus nigra* var. *thevestina*; *Glycyrrhiza uralensis*; intercropped planting; soil water content

杨树(*Populus*)是我国人工林的主要用材树种和防护林树种之一^[1]。杨树-甘草复合经营作为林农复合种植模式的一种,既是一个特殊的生态系统,又是一种特殊的经营模式。箭杆杨(*Populus nigra* var. *thevestina*)是新疆干旱风沙区实施退耕还林工程选择的乡土树种之一,在新疆适应性强,生长速度

快,木材产量高。乌拉尔甘草(*Glycyrrhiza uralensis*)作为重要的中药材,其经济价值潜力巨大。

杨树吸收根总量的 84%集中在土层 40~100 cm 处^[2]。甘草根系在土层中分布的鲜质量比例看,生长 3 年的甘草根系主要分布在 0~50 cm 深的土层中,0~50 cm 土层集中了甘草根系总鲜质量的

93.17%,干质量的 92.81%^[3]。植被根系作为植被吸收土壤水分和养分的主要通道,其分布空间直接影响到植被拥有土壤水分和营养空间的大小^[4-7],复合模式下不同带间距决定了地下根系的不同分布空间,其林地土壤水分的垂直和水平变化特征存在着很大差异^[8]。

杨树-甘草复合模式下土壤水分如何变化,目前鲜见相关报道。本研究从准噶尔盆地南缘“箭杆杨-乌拉尔甘草”复合种植模式入手,研究 2 种复合种植模式下土壤水分的时空变化特征,为这一复合种植模式水资源的高效利用提供技术支持和理论指导。

1 研究区概况

试验在新疆生产建设兵团农业第八师 149 团 14 连(44°47'N、86°04'E)进行,该团位于新疆玛纳斯河东岸,准噶尔盆地南缘,团场处于天山山前冲积平

原与古尔班通古特沙漠南缘交接处,地势东南高西北低,东西宽 20.27 km,南北长 41.72 km,总面积 341.6 km²,海拔 337~359.7 m。气候干燥,年平均降水量 117 mm,年蒸发量 2 731 mm,日照总时间 2 752 h,平均风速 2.7 m/s,全年以西北风和北风居多。试验地土壤类型为沙壤土,含碱性 2%。该团场水土资源丰富,拥有耕地 10 128 hm²^[9]。

2 试验设计与研究方法

2.1 试验设计

试验区栽植 2 年生杨树,株行距为 1.5 m×1.5 m,杨树栽植两行,杨树带与杨树带之间相距 7.2 m(图 1)和 14.4 m 2 种模式(杨树种植同 7.2 m,中间甘草带为其 2 倍宽),带间种植甘草,地膜宽 1.45 m,膜上宽 1.2 m,膜间距 20 cm。一膜种植 4 行甘草,甘草株行距为 0.05 m×0.3 m。

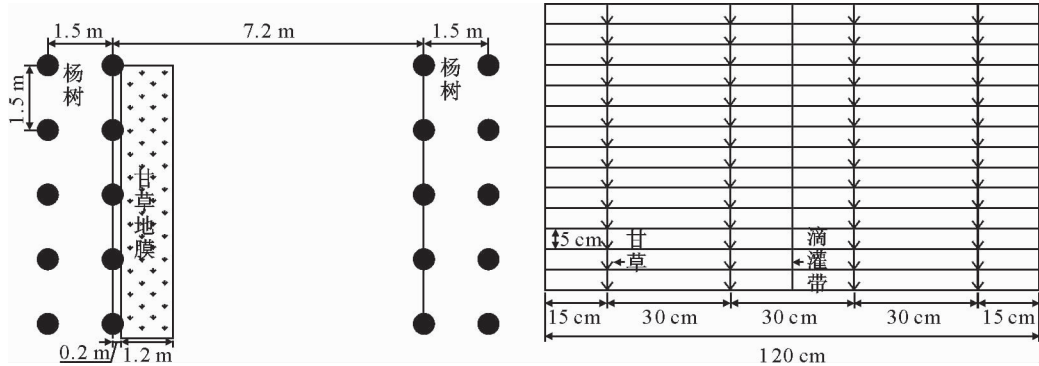


图 1 窄行种植示意图

Fig. 1 Planting diagram of narrow spacing pattern

2.2 研究方法

2.2.1 测点设置 窄行取样点设置:根据薄膜宽度及甘草带宽,及滴灌带位置,设置 6 个采样点,分别为两行杨树中间(测点 1);距离行间 75、155、225、295、365 cm 和 435 cm,分别为测点 2、3、4、5、6。宽行取样点设置:根据薄膜宽度及甘草带宽,及滴灌带位置,设置 11 个采样点,分别为两行杨树中间(测点 1);距离行间 75、155、225、295、365、435、505、575、645、715 cm 和 785 cm,分别为测点 2、3、4、5、6、7、8、9、10、11。

2.2.2 土壤水分测定 试验区降雨量极小,试验区每 15 d 灌水 1 次,灌水量为每次 750 m³/hm²,每次采样在灌水前 2 d 进行。

分别于每年 5、8、10 月在各测点位置取样,土壤样品的采集使用土钻采取,取样深度为 0~100 cm,每 20 cm 采集土样,重复 3 次。采集土样后现场用塑料密封袋封装,尽快带回室内。土壤含水量测定采用烘干称重法,烘干温度为 105℃,烘干时间为 10

h 以上,烘干前后土重用高精度电子天平称量^[10]。并同时在各样点埋入 PR2-6 土壤水分剖面测定仪进行土壤水分测量。

3 结果与分析

3.1 2 种模式土壤含水量总体特征分析

图 2 表明,垂直方向上,7.2 m、14.4 m 带间距 2 种模式下土壤含水量在 0~100 cm 范围内,随着土层垂直深度的增加各层土壤含水量逐渐升高。除 60~80 cm 层外,7.2 m 带宽的各层土壤含水量都低于 14.4 m 带宽模式。

图 3 表明,水平方向上,不同的带间距影响到土壤水分含量,窄行模式土壤含水量低于宽行模式。杨树行间的含水量大于杨树下。宽行模式中,随着离杨树带的距离越远,土壤含水量变现出增长趋势,在 155~435 cm 处于平稳阶段,435~715 cm 表现出明显上升现象,说明宽带的中央位置土壤含水量基本不受杨树带的影响。

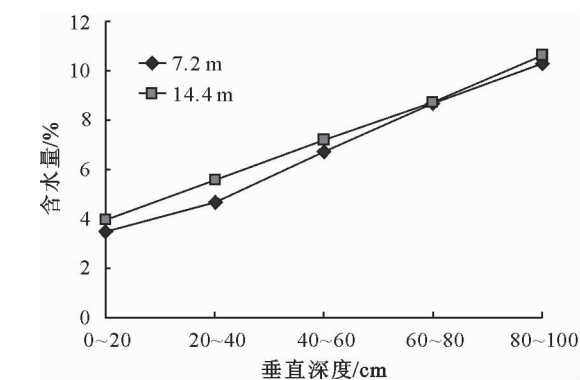


图 2 土壤水分垂直分布特征

Fig. 2 Vertical distribution characteristics of soil water content

3.2 窄行不同时期土壤含水量变化

由图 4 可以看出,5 月、8 月、10 月间土壤垂直含水量基本表现为随深度增加,含水量逐渐上升。5 月份杨树行间含水量大于杨树下,随着离杨树带距离增加,含水量逐渐上升,但测点 4(295 cm)后规律性不很明显,0~20 cm 含水量下降,但其他各层则先升后降。8 月份随着水平距离增加,表现为升一

降一升一降的波动变化中,且波动幅度较大,10 月份 6 个测点的土壤含水量波动不大。

对比不同月份土壤含水量,发现 5 月份的土壤含水量较 8 月份和 10 月份都大,这是因为 5 月份为植物生长初期,土壤蒸发量小,杨树、甘草叶面积指数较低,对土壤水分的需求也相对较小所导致,这与马长明^[11]的研究结果相似。

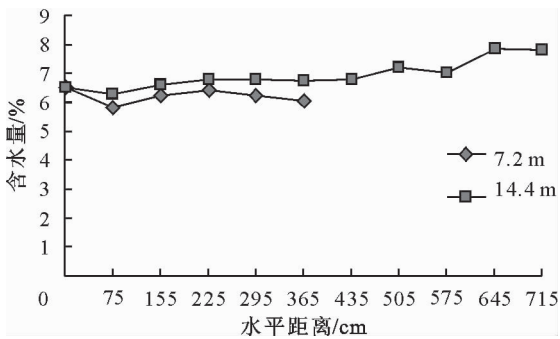


图 3 土壤水分水平分布特征

Fig. 3 Horizontal distribution characteristics of soil water content

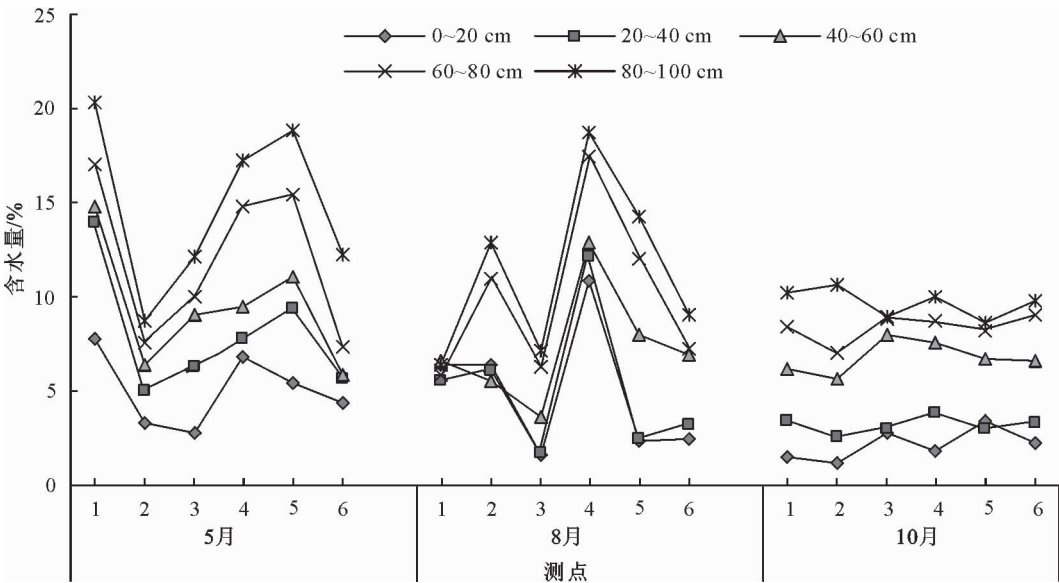


图 4 窄行各月土壤含水量特征

Fig. 4 Soil water content characteristics of narrow spacing pattern in each month

3.3 宽行不同时期土壤含水量变化

从图 5 可以发现,宽行模式下,5 月份、10 月份土壤含水量垂直分布规律性比较明显,表现为随着深度增加,土壤含水量逐渐上升,8 月份,各层土壤含水量规律性不强,60~80 cm 和 80~100 cm 在 0~365 cm 这个水平距离比较接近,随着离杨树带的距离增加,60~80 cm 含水量大于 80~100 cm 土层。

同一土层的含水量表现为随着离杨树距离的增加,5 月份为波动变化,8 月份 0~20、20~40、40~60 cm 3 层为波动变化,且基本为上升过程,60~80

cm 和 80~100 cm 2 层为上升趋势。10 月份土壤含水量各层在水平方向上变化不大。

4 结论与讨论

影响土壤水分空间分布的因素很多^[12-14](土壤类型、种植密度、灌溉量等),在林农复合模式中,林木和农作物的耗水特性及其种植模式对水分分布空间差异性有显著影响,本研究中,箭杆杨林龄较小,根系分布范围浅而窄,甘草为人工播种 2 年生,根系分布亦尚浅,杨树和甘草吸水主要在土壤 0~40 cm

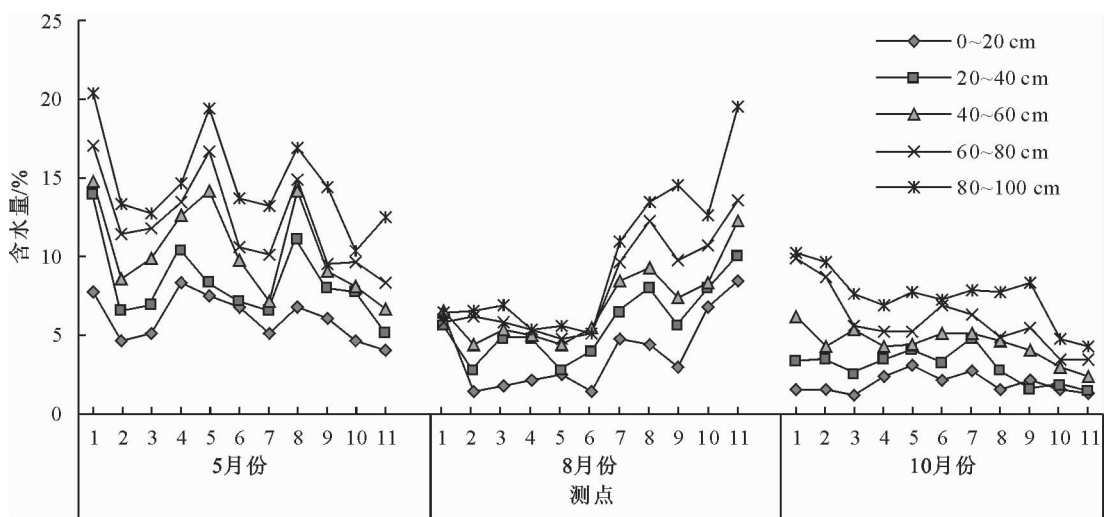


图 5 宽行各月土壤含水量特征

Fig. 5 Soil water content characteristics of wide spacing pattern in each months

层,对下层土壤水分影响较小。总体来看,土壤垂直方向上随着深度增加,土壤含水量逐渐上升。同一垂直层窄行含水量低于宽行。水平方向上表现为离杨树带越远,含水量逐渐上升。此结论与云雷^[15]的研究结果一致,但与 YOU W Z^[16]研究结论相反。

土壤水分季节动态受到地上植被的生长动态、降雨量、灌水量、土壤蒸发等因素影响^[17-18]。本试验区位于沙漠-绿洲过渡带,4月份土壤解冻后,植被开始生长,5月是植被快速生长期,8月是该区域气温最高时期,土壤蒸发强烈,10月气温下降,植物叶片逐渐脱落,对土壤水分的利用程度下降。对比宽、窄带宽模式不同月份土壤水分垂直方向的动态变化,可以看到随着土层垂直深度的增加其土壤含水量也逐渐升高。水平方向动态变化来看,5月和8月含水量的波动性比较明显,而10月含水量变化比较稳定。

参考文献:

[1] 富丰珍,徐程扬,李广德.我国杨树林农复合经营现状及存在的问题[J].西北林学院学报,2010,25(2):221-224.
FU F Z, XU C Y, LI G D. Current situations and problems in the agroforestry management model of poplar plantation in China[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010,25 (2):221-224. (in Chinese)

[2] 徐红梅,汤景明,鲁黎,等.杨树农林复合经营研究进展[J].湖北林业科技,2013,42(6):45-48,52.
XU H M, TANG J M, LU L, et al. The research progress of poplar agroforestry management[J]. Hubei Forestry Science and Technology,2013,42(6):45-48,52. (in Chinese)

[3] 安文芝,祝玲敏,谢建军,等.栽培甘草根系分布规律及生物量的研究[J].草业科学,2007,24(7):51-54.
AN W Z, ZHU L M, XIE J J, et al. Study on the root distri-

bution pattern and biomass of the cultivated *Glycyrrhiza uralensis*[J]. Pratacultural Science, 2007,24(7):51-54. (in Chinese)

[4] 曹扬,赵忠,渠美,等.刺槐根系对深层土壤水分的影响[J].应用生态学报,2006,17(5):765-768.
CAO Y, ZHAO Z, QU M, et al. Effects of *Robinia pseud-oacacia* roots on deep soil moisture status[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2006,17(5):765-768. (in Chinese)

[5] 安慧,韦兰英,刘勇,等.黄土陵区油松人工林和白桦天然林细根垂直分布及其与土壤养分的关系[J].植物营养与肥料学报,2007,13(4):611-619
AN H, WEI L Y, LIU Y, et al. Distribution characters of fine root of artificial *Pinus tabulaeformis* and natural *Betula platyphylla* forests and their relation to soil nutrients in Hilly Loess Regions[J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2007, 13(4): 611-619. (in Chinese)

[6] 李建林,冯起,司建华,等.极端干旱区胡杨根系分布对土壤水分的响应[J].干旱区资源与环境,2009,23(11):186-190.
LI J L, FENG Q, SI J H, et al. Response of root distribution of *Populus euphratica* Oliv. to soil moisture content in extreme arid region[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment,2009, 23(11):186-190. (in Chinese)

[7] 云雷,毕华兴,任怡,等.晋西黄土区核桃玉米间作界面土壤水分变化规律及其对玉米产量的影响[J].西北林学院学报,2010,25(1):47-51.
YUN L, BI H X, REN Y, et al. Soil moisture distribution and the effects to grain production in walnut-maize agroforestry system on the Loess Plateau in West Shanxi Province[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25 (1): 47-51. (in Chinese)

[8] 许德生,赵翠平,德永军,等.不同带间距柠条林林地土壤水分变化特征[J].内蒙古农业大学学报:自然科学版,2008,29(4):55-57.
XU D S, ZHAO C P, DE Y J, et al. Soil moisture changing patterns of *Caragana* and grass compound model with different spacing[J]. Journal of Inner Mongolia Agricultural Universi-

ty,2008,29(4):55-57. (in Chinese)

[9] 农八师 149 团棉花全部实现机械采收[J]. 新疆农机化,2011,(5):13-13.

[10] 赵景波,王长燕,岳应利,等. 西安地区人工林土壤干层与水分恢复研究[J]. 自然资源学报,2007,22(6):890-895.
ZHAO J B, WANG C Y, YUE Y L, *et al.* The research on the dried layer and the moisture restoration of the soils in the planted forests in Xi'an area[J]. Journal of Natural Resources, 2007,22(6):890-895. (in Chinese) (in Chinese)

[11] 马长明. 基于耗水特征的农林复合模式研究——以河北平山退耕区为例[D]. 北京:北京林业大学,2007.

[12] 潘占兵,李生宝,郭永忠,等. 不同种植密度人工柠条林对土壤水分的影响[J]. 水土保持研究, 2004,11(3):265-267.
PAN Z B, LI S B, GUO Y Z, *et al.* Effect of planting density of caragana intermedia on soil moisture[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2004,11(3):265-267. (in Chinese)

[13] 曹红霞,康绍忠,何华. 蒸发和灌水频率对土壤水分分布影响的研究[J]. 农业工程学报,2003,19(6):1-4.
CAO H X, KANG S Z, HE H. Effects of evaporation and irrigation frequency on soil water distribution[J]. Transactions of the CSAE, 2003,19(6):1-4. (in Chinese)

[14] 张娟,宋维峰,彭永刚,等. 元阳梯田水源区林地土壤水分时空变异性研究[J]. 西北林学院学报,2014,29(2):49-53.
ZHANG J, SONG W F, PENG Y G, *et al.* Studies on spatial and temporal variations of soil moisture in forest in water source area of Yuanyang terrace[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2014,29(2):49-53. (in Chinese)

[15] 云雷,毕华兴,任怡,等. 晋西黄土区果农间作界面土壤水分分布[J]. 东北林业大学学报,2009,37(9):70-73,78.
YUN L, BI H X, REN Y, *et al.* Soil moisture distribution at fruit-crop intercropping boundary in the loess region of Western Shanxi[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2009,37(9):70-73,78. (in Chinese)

[16] YOU W Z, ZENG D H, LIU M G. Spatial and temporal variations of soil moisture in three types of agroforestry boundaries in the Loess Plateau, China [J]. Journal of Forestry Research, 2010,21(4):415-422.

[17] 孔亮,蒙宽宏,陈宇,等. 黑龙江省东部山地灌木林土壤水分动态变化[J]. 东北林业大学学报,2005,33(5):44-46.
KONG L, MENG K H, CHEN Y. Soil water dynamic of several species of shrubs in east mountainous areas of Heilongjiang province[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2005, 33(5):44-46. (in Chinese)

[18] 王贺年,余新晓,李铁涛. 北京山区林地土壤水分动态变化[J]. 山地学报,2011,29(6):701-706.
WANG H N, YU X X, LI T T. Soil water dynamics of four advantage forest in Beijing mountain area[J]. Journal of Mountain Science,2011,29(6):701-706. (in Chinese)

(上接第 38 页)

[17] 曹帮华,巩其亮,齐清. 三倍体毛白杨苗期不同配方施肥效应的研究[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2004,35(4):512-516.
CAO B H, GONG Q L, QI Q. Study of Effects of different fertilizer scheme on seedlings of triploid *Populus tomentosa* [J]. Journal of Shandong Agricultural University:Nat. Sci., 2004,35(4):512-516. (in Chinese)

[18] 王奇峰,徐程扬. 氮、磷对 107 杨叶片光合作用的影响[J]. 西北林学院学报,2007,22(4):9-12.
WANG Q F, XU C Y. Effects of nitrogen and phosphorus on photosynthesis of *Populus × euramerlcana* cv. “74/76”[J]. Journal of Northwest Forestry University,2007,22(4):9-12. (in Chinese)

[19] 童贯和. 不同供钾水平对小麦旗叶光合速率日变化的影响[J]. 植物生态学报,2004,28(4):547-553.
TONG G H. The effect of different levels of potassium nutrition on the diurnal variation of photosynthetic rates of wheat flag leaves[J]. Acta Phytoecologica Sinica,2004,28(4):547-553. (in Chinese)

[20] 孙骞,杨军,张绍阳,等. 钾营养对中华猕猴桃叶片光合作用及叶绿素荧光的影响[J]. 安徽农业大学学报,2007,34(2):256-261.
SUN Q, YANG J, ZHANG S Y, *et al.* Potassium nutrition on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in *Actinidia chinensis* planch leaves[J]. Journal of Anhui Agricultural University,2007,34(2):256-261. (in Chinese)