

滴灌条件下骏枣根系分布特征及根际土壤水分变化研究

郑强卿, 陈奇凌, 李 铭, 王晶晶

(新疆农垦科学院 林园所, 新疆 石河子 832000)

摘 要:以 7 a 生骏枣园为研究对象, 分析了滴灌条件下骏枣根系分布特征和相同滴头流量不同滴灌时间沙地土壤水分动态的变化特征, 以期为研究骏枣对水分的需求特性和提高沙地水分的利用率提供参考。结果表明: 滴灌条件下骏枣的根系分布较浅, 粗根的比例较大, 细根较少, 根系主要集中在 20~40 cm 处, 占总根系的 55.51%; 沙地骏枣成龄枣园的滴灌时间控制在 24 h 左右, 土壤中水分的富集区集中在 50~60 cm 深处, 含水量相对稳定且保持的时间较长, 无渗漏, 不影响更深层次土壤水分的上移, 有利于骏枣根系的垂直生长及根系对水分的高效合理利用。

关键词:滴灌; 骏枣; 根系; 土壤水分

中图分类号:S 665.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)22-0177-04

水分因子是影响植物生存、生长发育和环境对植被支持力的关键因素, 直接影响到沙区退化生态系统的恢复和重建^[1], 特别是在水资源极度匮乏的西北干旱地区, 提高水资源利用率尤为重要。滴灌技术作为一种水分高效利用技术已在新疆干旱区得到广泛应用, 在开发利用沙漠、戈壁荒滩发展特色林果业中发挥着举足轻重的作用。近年来, 国内外市场热销新疆红枣, 使得新疆红枣产业效益优势突显, 特别是新疆地区光照充足、昼夜温差大、降水少、空气湿度低, 在果实成熟期不易引起裂果和烂果, 是相对内地其它枣产区的一个重要优势^[2], 因此新疆已成为新兴的优质干枣生产基地。但该地区由于降水量少, 不能满足枣树的生理需要, 而通过滴灌条件下的人工水分补偿技术可解决枣树对水分的需求。目前, 有关红枣滴灌方面的研究很多^[3-8], 且主要集中在化肥需求规律与产量之间的关系等方面, 而有关滴灌条件下典型沙漠区红枣种植园的土壤水分变化规律的报道较少。该试验主要从土壤水分的时空变化特征来判断滴灌条件下土壤中水分的富集区域与枣树主要根系分布区域是否一致, 一方面解决目前生产中盲目性的效仿作物灌溉所造成枣树根系上移, 部分种植区在极端低温年份易受冻害现象; 另一方面控制灌溉量, 防

止水资源浪费以及灌水过量引发植株生长过旺, 产量调控目标不易实现等矛盾。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于新疆和田皮墨垦区 224 团, 地处塔克拉玛干沙漠南缘, 属典型温带大陆干旱性气候, 自然条件极为恶劣, 生态环境十分脆弱。年扬沙浮尘天气超过 260 d, 年均降水量 35 mm, 年蒸发量 2 480 mm。年总辐射 607.39 kJ/cm², 年光合有效辐射 303.90 kJ/cm², 而全年中气温≥10℃期间的有效辐射达 210.97 kJ/cm²。4~9 月累计日照时数达 1 460.8 h, 日照率 61%; 无霜期 201 d, 日平均气温≥10℃天数 208 d, ≥10℃积温 4 297.0℃, 6~9 月平均日温差 13.4℃。

1.2 试验材料

以树势一致成行(栽植密度 1 m×4 m)的 7 a 生骏枣园为研究对象; 供试土壤为砂壤土。试验地安装滴灌系统, 距离枣树根系 50 cm 铺设 2 条滴灌管进行灌溉, 管长 75 m, 滴头流量 2.2 L/h, 压力达 1.2~1.5 个大气压。每小区面积 900 m², 毛管直径 16 mm, 内镶式滴灌管, 工作压力为 0.1 MPa。

1.3 试验方法

检查滴灌和滴头工作是否达标后, 在滴头滴水 2、4、6、8、10、12 h 时, 采用 TDR 法分别沿滴头水平方向、垂直方向对 10、20、30、40 cm 等不同层次土壤进行含水量测定; 同时在滴头滴水 24 h 后停水, 沿滴灌管线及垂直滴灌管线方向选 3 个有代表性的测点, 使用 DIVINER 仪测定 0~120 cm 土壤含水量, 垂直方向 10 cm 为 1 层,

第一作者简介:郑强卿(1980-), 男, 硕士, 助理研究员, 现主要从事果树栽培与果树生理等研究工作。E-mail: zhengqq369@163.com.

责任作者:陈奇凌(1970-), 男, 本科, 副研究员, 现主要从事林木栽培与生理生态等研究工作。E-mail: Cql619@163.com.

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2011BAD48B03)。

收稿日期:2013-07-31

水平方向每 30 cm 为 1 个观测点进行土壤含水率测定。

1.4 项目测定

从伐桩开始,以伐桩为中心,1.0 m 长为半径取一圆平面,然后从该圆平面开始,按不同土壤层次(20 cm 划分 1 层,共挖 4 层)挖出全部土壤,将各层所有根全部拣净,并按层次分别装入自封袋带回实验室内,在孔径 0.1 mm 筛中仔细把根上所附着的泥土冲洗干净并分层分级称重。为便于区别根系的不同功能,该试验在根系研究中采用分级的方法,将根系按照根系粗度(d)分为 4 级,即: $d > 0.8$ cm、 0.6 cm $< d < 0.8$ cm、 0.2 cm $< d < 0.4$ cm 和 $d < 0.2$ cm。

表 1

滴灌条件下骏枣根系分布特征及比例关系

Table 1

The proportion relation and root distribution characteristics of the Junzao under drip irrigation

| 土层厚度 Soil thickness /cm | 分布量 Root number of distribution /g·株 ⁻¹ | 所占比例 The percentage of root/% | d>0.8 cm | | 0.4 cm<d<0.6 cm | | 0.2 cm<d<0.4 cm | | d<0.2 cm | |
|-------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| | | | 生物量 Biomass /g·株 ⁻¹ | 百分比 Percentage /% | 生物量 Biomass /g·株 ⁻¹ | 百分比 Percentage /% | 生物量 Biomass /g·株 ⁻¹ | 百分比 Percentage /% | 生物量 Biomass /g·株 ⁻¹ | 百分比 Percentage /% |
| 0~20 | 119.20 | 16.68 | 79.88 | 11.18 | 16.15 | 2.26 | 12.49 | 1.75 | 10.68 | 1.49 |
| 20~40 | 396.76 | 55.51 | 104.62 | 14.64 | 181.57 | 25.40 | 73.27 | 10.25 | 37.30 | 5.22 |
| 40~60 | 168.12 | 23.52 | 92.37 | 12.92 | 56.80 | 7.95 | 11.67 | 1.63 | 7.28 | 1.02 |
| 60~80 | 30.63 | 4.29 | 30.63 | 4.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 合计 | 714.71 | — | 307.50 | 43.02 | 254.52 | 35.61 | 97.43 | 13.63 | 55.26 | 7.73 |

2.2 不同滴水时间湿润峰的变化特点

由图 1 可以看出,在滴水 2 h 后,土壤垂直方向 0~20 cm 深处的土壤体积含水量有明显的变化,深度在滴头正下方 20 cm 处的土壤体积含水量最高为 23.80%。10 cm 深处沿水平方向湿润层的外围在 20 cm 处,土壤体积含水量为 17.40%,20 cm 深处沿水平方向湿润层的外围在 10 cm 处,土壤体积含水量 22.50%。由图 2 可知,滴水 4 h 后,滴头下方垂直方向土壤湿润层范围扩大到 30 cm,水平方向湿润层外围仍在 20 cm 处。土壤体积最大含水量位于滴头下方垂直方向 20 cm 处,最大值为 33.1%,其次是 10 cm 和 30 cm 处,40 cm 处土壤体积含水量基本保持稳定。因此,滴水 2~4 h 过程中,土壤水分既有水平方向的运移,也有垂直方向的扩散,且 20 cm 上下处是土壤水分富集区。

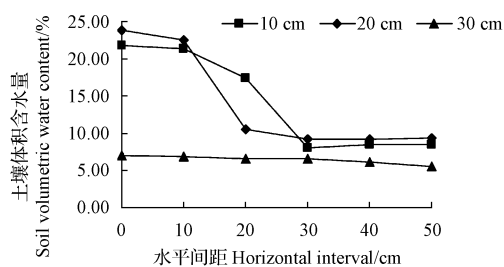


图 1 滴水 2 h 湿润峰特点

Fig. 1 Characteristic of the wetting front after water dripping two hours

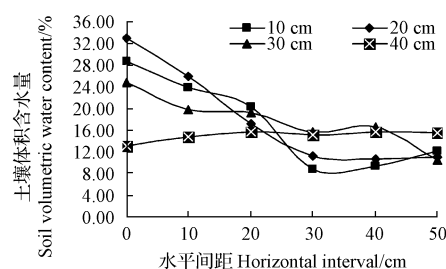


图 2 滴水 4 h 湿润峰特点

Fig. 2 Characteristic of the wetting front after water dripping four hours

由图 3 可以看出,滴水 6 h 后,滴头下方垂直方向土壤湿润层范围扩大到 40 cm,最大体积含水量 0~30 cm 内基本相等。水平方向湿润层扩展速度剧烈,原因在于于

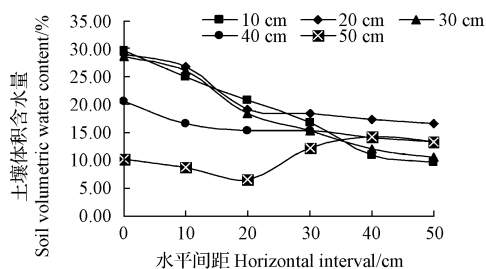


图 3 滴水 6 h 湿润峰特点

Fig. 3 Characteristic of the wetting front after water dripping six hours

土壤垂直深度 30 cm 处分布一层粗沙层,粗沙空隙较大,水分运移速率较快。由图 4 可知,最大土壤体积含水量位于沿水平方向 50 cm 垂直深度 20 cm 处,最大值为 16.50%,滴水 8 h 后,垂直方向土壤水分变化较大的区域不在滴头正下方,而是沿水平方向 20~40 cm 范围内,此范围内垂直深度 10~30 cm 处的土壤体积含水量变化剧烈。因此,滴水 6~8 h 过程中,土壤水分运动以水平方向为主,垂直方向变化较缓慢。滴水 8 h 后土壤垂直深度 30 cm 处的土壤体积含水量已达到了田间持水量的 80%。

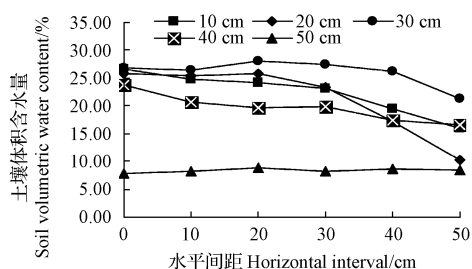


图 4 滴水 8 h 湿润峰特点

Fig. 4 Characteristic of the wetting front after water dripping eight hours

由图 5 可以看出,在滴水 10 h 后,滴头下方垂直方向土壤湿润层范围扩大到深度 50 cm,最大土壤体积含水量位于 30 cm 处,最大值为 29.20%,水平方向湿润层外围仍在 40 cm 处。沿滴头水平方向 10~40 cm 范围内,垂直深度 10~30 cm 内的土壤体积含水量均在逐渐升高。垂直深度 40 cm 沿水平方向 10 cm 处的体积含水量提高较显著,其余均不明显。由图 6 可知,滴水 12 h 后,垂直方向土壤水分变化较大的区域仍是沿水平方向 10~40 cm 范围内,此范围内垂直深度 10~50 cm 处的土壤体积含水量变化剧烈,均在上升。因此,滴水 10~12 h 过程中,土壤水分运动主要以水平方向为主,垂直方向变化较缓慢,同样 30 cm 处土壤体积含水量此时仍然最大,说明滴灌 12 h 后,土壤水分富集区集中于 30 cm 处。

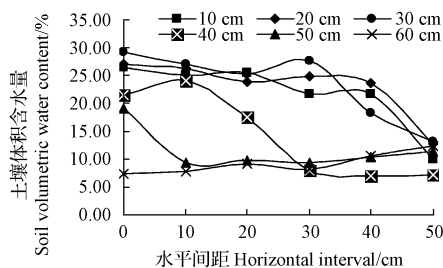


图 5 滴水 10 h 湿润峰特点

Fig. 5 Characteristic of the wetting front after water dripping ten hours

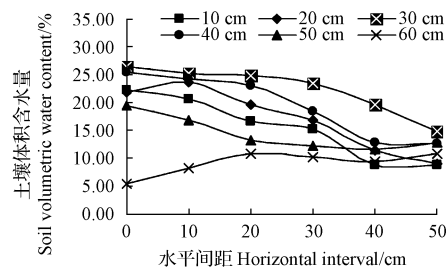


图 6 滴水 12 h 湿润峰特点

Fig. 6 Characteristic of the wetting front after water dripping twelve hours

2.3 停水后土壤水分再分布特点

由图 7 可以看出,停水 2 h 后,土壤深度 10~40 cm 处土壤体积含水量均缓慢下降,且相对含水量较高。50 cm 处的含水量持续稳定相对较高,达到了田间持水量的 75% 左右,但此时 60 cm 处的体积含水量急速上升,直到停水 24 h 后才达到最大。土壤深度 70~120 cm 处的体积含水量相对较低且保持稳定。由此表明,滴灌时间控制在 24 h 左右,土壤中水分的富集区在 50~60 cm 深处,含水量相对稳定且保持的时间较长,同时又无渗漏或影响更深层次土壤水分的上移。

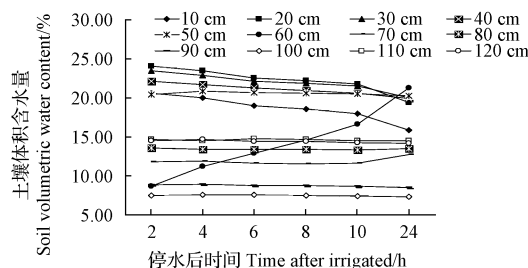


图 7 停水后土壤水分再分布特点

Fig. 7 The characteristic of soil water redistribution after irrigated

3 讨论与结论

枣树根系的分布与树龄、栽培方式和土壤类型有关,一般在 15~40 cm 土层内分布最多,约占总根量的 75%。树冠下为根系的集中分布区,约占总根量的 50%~70%^[9]。该研究结果表明,滴灌条件下骏枣的根系主要集中在 20~40 cm 处,占总根系的 55.51%,直径在 0.4~0.6 cm 的根系占 25.40%,其次是直径大于 0.8 cm 的根系占 14.64%。因此滴灌条件下沙地骏枣的根系分布较浅,粗根的比例较大,细根较少。

根系的分布依土壤质地、耕作方法和肥水条件不同而有变化。尤其滴灌是局部灌溉,土壤湿润体的大小决定作物地上部分和地下部分的生长状况^[10],土壤湿润体形状不仅受灌水量、滴头流量的限制,也受滴水时间的限制^[11]。该研究结果表明,在灌水量和滴头流量一定的

情况下,滴水 2~4 h 过程中,土壤水分既有水平方向的运移,也有垂直方向的扩散,但水分在垂直方向上的变化速率较快,且供水处的土壤含水量最大。滴水 6~8 h 过程中,土壤水分运动以水平方向为主,垂直方向变化较缓慢。此时土壤深度 30 cm 处的土壤体积含水量达到了田间持水量的 80%,已处于饱和状态。滴水 10~12 h 过程中,滴头正下方土壤水分已渗入 50 cm 处,但土壤水分运动主要以水平方向为主,垂直方向变化较缓慢,同样 30 cm 处土壤体积含水量此时仍然最大,这与刘雪芹等^[12]的研究结果一致。滴灌条件下沙地土壤水分在滴灌开始后,湿润峰所到之处土壤含水量在较短的时间内会有较大的增加,并在不同的含水量下达到稳定,在整个湿润体内,各点处稳定的土壤含水量不完全相同,供水点处的土壤含水率最高,距供水点越远,含水率越低。

在滴灌过程中,由于稳定的水源供给,湿润体内的土壤含水量普遍较高。当滴灌停止后,土壤水分在自身重力、吸引力梯度的作用下会继续向外扩散运动,也就是土壤水分的再分布^[13]。该研究结果表明,停水开始后饱和区的土壤含水量开始下降。稳定层 50 cm 处的土壤含水量持续稳定相对较高,达到了田间持水量的 75% 左右,但湿润层 60 cm 处的体积含水量急速上升,直到停水 24 h 后才达到最大。土壤深度 70~120 cm 处的体积含水量相对较低且保持稳定。

综上所述,通过滴灌条件下骏枣根系分布特征及根际土壤水分变化研究结果表明,沙地骏枣成龄枣园的滴灌时间控制在 24 h 左右,土壤中水分的富集区在 50~60 cm

深处,含水量相对稳定且保持的时间较长,无渗漏不影响更深层次土壤水分的上移,同时有利于骏枣根系的垂直生长及根系对水分的高效合理利用。

参考文献

- [1] 石莎,马风云,刘立超,等.沙坡头地区不同植被结构对沙地土壤水分的影响[J].中央民族大学学报(自然科学版),2004,13(2):137-145.
- [2] 朱锐.新疆枣树栽培适宜品种及关键技术的调查研究[D].北京:北京林业大学,2010.
- [3] 吴普特,汪有科,辛小桂,等.陕北山地红枣集雨微灌技术集成与示范[J].干旱地区农业研究,2008,26(4):1-6.
- [4] 柴仲平,王雪梅,孙霞,等.滴灌条件下红枣生育期需肥特性研究[J].西南农业学报,2010,23(2):493-496.
- [5] 李发永,王龙,严晓燕.微咸水滴灌条件下氮素在红枣根区的分布特征研究[J].塔里木大学学报,2010,22(1):8-13.
- [6] 马俊华,张福德.哈密大枣膜下滴灌育苗技术[J].西北园艺,2010(2):14-15.
- [7] 蒋岑,刘国宏,谢香文,等.干旱区成龄红枣微灌技术研究[J].新疆农业科学,2009,46(2):332-337.
- [8] 胡安焱,魏光辉,董新光,等.干旱区幼龄枣树滴灌耗水规律研究[J].人民黄河,2011,33(6):95-99.
- [9] 周俊义,刘孟军.枣优良品种及无公害栽培技术[M].北京:中国农业出版社,2007.
- [10] Nakayama F, Buck D. Trickle irrigation for crop production-design, operation and Management[M]. Elsevier Science Publishers; B V, 1986: 19, 68, 108.
- [11] Lubana P P S, Narda N K. Modelling soil water dynamics under trickle emitters-a review[J]. Agric Engng Res, 2001, 78(3): 217-232.
- [12] 刘雪芹,范兴科,马甜.滴灌条件下砂壤土水分运动规律研究[J].灌溉排水学报,2006,25(3):56-59.
- [13] 刘雪芹,范兴科.滴灌条件下土壤水分再分布过程研究[J].干旱地区农业研究,2006,27(4):42-45.

Study on Root Distribution Characteristics and Changes of Rhizosphere Soil Moisture Under Drip Irrigation of Junzao

ZHENG Qiang-qing, CHEN Qi-ling, LI Ming, WANG Jing-jing

(Institute of Gardens, Xinjiang Academy of Land and Reclamation Sciences, Shihezi, Xinjiang 832000)

Abstract: Taking 7 years Junzao orchard as research object, the water requirement characteristics to improve the sand moisture utilization rate of Junzao under drip irrigation were studied, and the root distribution characteristics and the dynamic change characteristics of soil water with sameness emitter and different drip irrigation time were analyzed. The results indicated that they were the shallower of root system distribution, the proportion of thick roots were larger than fine root, all of them were mainly in the 20~40 cm and accounted 55.51% of total root system. When the drip irrigation time was controlled at about 24 h in Junzao grown-up orchard, it was focused on 50~60 cm with soil water enrichment zone, volumetric water content was relatively stable and kept for a long time. More important was no leakage and the deeper soil water does not move up. It benefited vertical growth of root system and rational and high effective utilization of agricultural water resources.

Key words: drip irrigation; Junzao; root system; soil moisture