

不同灌水方式对沙地枸杞土壤水分及产量的影响

刘晓丽¹, 马理辉^{2,3*}, 岩晓莹¹, 杨荣慧^{2,4}, 訾浩⁵

(1.西北农林科技大学 水利与建筑工程学院, 陕西 杨凌 712100;

2.神木县绿箐农庄科技有限公司, 陕西 神木 719300; 3.西北农林科技大学 水土保持研究所,

陕西 杨凌 712100; 4.西北农林科技大学 资源与环境学院, 陕西 杨凌 712100;

5.陕西神木德源农业综合开发有限公司, 陕西 神木 719300)

摘要:【目的】确定根际环形多点源滴灌技术的应用效果。【方法】以陕北沙地枸杞为研究对象, 采用小区灌水试验, 将根际环形多点源滴灌与地表滴灌、涌泉根灌下对比, 研究了不同灌水方式对土壤湿润锋垂直分布范围、土壤含水率、枸杞产量的影响。【结果】地表滴灌下 69% 的土壤湿润体位于地表 0~20 cm, 涌泉根灌下 72.2% 的土壤湿润体位于根系主要分布层, 根际滴灌下土壤湿润体 100% 位于枸杞主要根系层; 地表滴灌和涌泉根灌、根际滴灌产量比不灌溉枸杞分别增产 2 075、3 145、4 150 kg/m², 水分利用率分别提高了 22.4%、41.9%、60.2%; 净收入高低排序为根际滴灌>涌泉根灌>地表滴灌, 分别比不灌溉处理提高了 193.1%、126.3%、81.2%, 单位水产值达到了 15.0、13.3、11.5 元/m³。【结论】根际环形多点源滴灌的水分湿润范围更适宜于沙质土壤的经济林, 是减少地表蒸发损失和深层渗漏的有效技术措施, 该技术在沙地经济林生产中有广阔的推广应用前景。

关键词: 根际环形多点源滴灌; 地表滴灌; 涌泉根灌; 土壤水分; 枸杞

中图分类号: S275.6

文献标志码: A

doi: 10.13522/j.cnki.gggs.2019234

刘晓丽, 马理辉, 岩晓莹, 等. 不同灌水方式对沙地枸杞土壤水分及产量的影响[J]. 灌溉排水学报, 2020, 39(2): 10-15.

LIU Xiaoli, MA Lihui, YAN Xiaoying, et al. Effect of different irrigation method on sandy soil moisture and yield of wolfberry [J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2020, 39(2): 10-15.

0 引言

相比沟灌和畦灌等灌溉方式, 滴灌灌水利用率能提高 20%~40%^[1]。地表滴灌将水滴到土壤表面并渗入到土壤中, 由于湿土表面的蒸发损失比干土高 10%~35%, 因此, 相比地表滴灌, 地下滴灌将毛管埋入土中, 避免了表层土壤湿润, 减少了土面蒸发, 可进一步提高灌水利用率^[2]。但是, 地下滴灌的出水口埋在土壤中, 当停止灌溉时, 管道内产生负压, 出水口容易吸入土、产生堵塞, 而且不易检修^[3]。吴普特等^[4]提出涌泉根灌技术, 通过微管将水直接灌到植物根部, 既减少地面蒸发、又避免了负压吸土产生的堵塞。然而, 果树根系范围大, 每棵树如果只设置 1~2 处滴灌出水口, 长时间灌溉可造成根系向水性生长^[5-6], 不利于果树均衡发育。因此, 在涌泉根灌的基础上提出根际环形多点源滴灌技术, 将滴灌管围绕树干 1 圈、埋入土中, 该布置方式既能减少地面蒸发损

失、将水灌到植物根部, 又能多处供水满足果树生长需要。

土壤表层湿润时间越长、土壤蒸发量越大^[7]。果树的主要根系层位于 0~40 cm 土层。将灌溉水直接输送到地表以下的根系层, 既能减少蒸发损失、又能避免深层渗漏, 是提高灌溉水利用率的关键。本文旨在定量比较地表滴灌、涌泉根灌、根际多点源滴灌这 3 种灌水方式土壤湿润体垂直分布范围的差异, 以及相同灌水量对枸杞产量的影响, 从而为推广应用根际环形多点源滴灌技术提供一定的数据支撑。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

2017 年在陕西省神木市锦界镇枸杞示范园开展小区试验。枸杞对环境适应性较强, 耗水量大, 对温度、光照、土壤要求不严格, 可在沙地上种植。试验地属温带大陆性季风半旱草原气候, 春季干旱秋季涝, 风沙霜冻加冰雹, 无霜期短, 温差大, 日照充足, 降雨少。寒季略长于热季, 富日照, 少降水, 多风沙。当地年平均降雨量 390 mm 左右, 多集中在 7—9 月, 年平均气温 8.6℃, 年极端最高气温 38.4℃, 极端最

收稿日期: 2019-09-07

基金项目: 陕西省科技统筹创新工程计划项目(2016KTCL02-04); 西北农林科技大学试验示范站(基地)科技创新与成果转化项目

作者简介: 刘晓丽(1978-), 女, 高级实验师, 主要从事水土资源高效利用研究。E-mail: 404270234@qq.com

通信作者: 马理辉(1979-), 男, 副研究员, 主要从事滴灌水肥一体化研究。E-mail: gjzmlh@126.com

低气温-29℃。无霜期 146 d 左右,平均日照时间 2 815 h。试验地土壤类型为壤质砂土,土壤保水保肥性能差。试验前枸杞园 0~30 cm 耕层土壤的基本性状为:有机质量为 5.42 g/kg,有效氮量为 14.58 mg/kg,有效磷量为 12.41 mg/kg,速效钾量为 87 mg/kg, pH 值为 8.0。试验材料为 3 a 生枸杞(品种为“宁杞一号”),栽植株行距 1 m×2 m,栽植密度为 5 000 株/hm²。试验地土壤体积质量随土层深度呈上升趋势,0~20、20~30、30~50、50~70、70~100 cm 土层的土壤体积质量分别为 1.40、1.56、1.55、1.58、1.60 g/cm³。

1.2 试验设计

以不灌溉为对照(CK),设置 3 种灌溉方式:地表滴灌、涌泉根灌、根际环形多点源滴灌(以下简称

根际滴灌)。地表滴灌将内镶式滴灌管(滴头间距 0.5 m、滴头流量 3 L/h)放置在地表,水滴在土壤表面、入渗到土壤中,每株 2 个滴头,如图 1(a)所示。涌泉根灌是用 φ4PE,管一头连接稳流器(每棵树 1 个稳流器,流量 6 L/h),另一头插入一个预先打好的孔中(孔深 30 cm、直径 5 cm),将水滴入孔中,如图 1(b)所示。根际滴灌是围绕树干挖沟,沟深 30 cm,将内镶式滴灌管(滴头间距 0.5 m、滴头流量 3 L/h)绕圈放入沟中、用土填埋,每株 4 个滴头,如图 1(c)所示。在同一枸杞园进行灌水小区试验,小区长 8 m(包括 4 行枸杞)、宽 6 m(每行 6 株枸杞),每个小区面积为 48 m²,每种灌溉方式 3 个重复,共计 12 个小区。

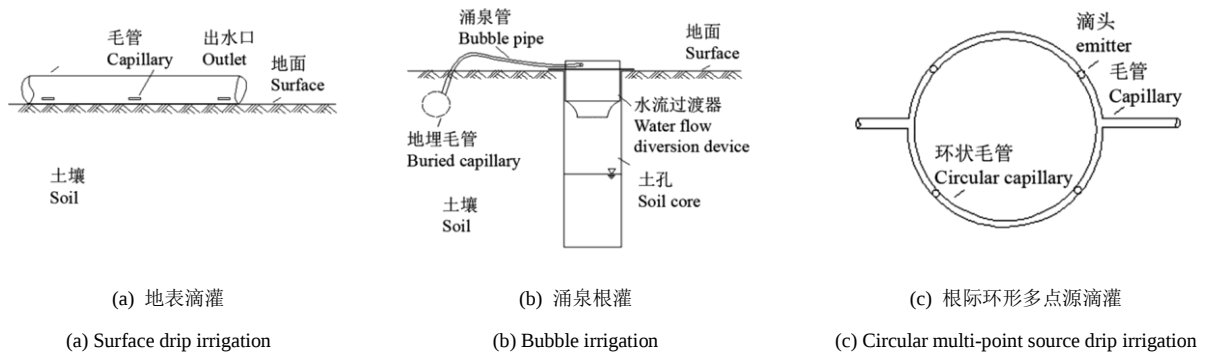


图 1 灌溉方式示意图

Fig.1 Schematic diagram of irrigation method

从 4 月开始到 8 月底,共灌溉 8 次(灌水时间分别为 4 月 18 日、5 月 1 日、5 月 25 日、6 月 10 日、6 月 25 日、7 月 10 日、7 月 30 日、8 月 15 日),灌水总量 720 m³/hm²,每次单株枸杞的灌水量为 0.018 m³,地表滴灌和涌泉根灌的单次灌水时长为 3 h,根际滴灌的单次灌水时长为 1.5 h。

1.3 观测指标与数据分析

观测指标包括:土壤质量含水率、土壤湿润体垂直分布范围、鲜果产量。灌溉结束 2 h 后,在灌水小区沿滴灌管方向、离滴头 25 cm 处用土钻分层取土,每 10 cm 一个土层,测定深度 100 cm,采用烘干法测定不同土层质量含水率。在同一灌水小区,离滴头 25 cm 远的其他位置,地表滴灌处理沿滴灌管的方向,以相邻 2 个滴头为界,在水平方向上,每隔 10 cm 为 1 个取样点,垂直向下 0~80 cm,每 10 cm 取 1 个样。根际滴灌处理以 1 个滴头为起始,沿 2 个滴头连线的方向,在水平方向上,每隔 10 cm 向下取土样,取 50 cm 水平距离,10 cm 为 1 个土层深度,直到 80 cm 深度。涌泉根灌处理以土孔圆心为中心、沿毛管布置方向,水平方向上每隔 10 cm 向下取土样,10 cm 为 1 个土层深度,直到 80 cm 深度。烘干法获得土壤水分数据,在 Surfer 16.0 软件中绘制土壤水分等值线图,并用灰度填充,以此表达土壤湿润体的分布状况。

每个灌水小区固定 3 株枸杞树,成熟时的果实全部采摘,用称质量法分别测定单株树的鲜果质量,将每次的鲜果质量累加得到单株树的鲜果总质量。数据采用 DPS9.3 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同灌溉方式土壤湿润体垂直分布范围

图 2 为不同灌溉方式土壤湿润体分布情况。从图 2 可以看出,地表滴灌的湿润范围集中在 0~29 cm 土层,涌泉根灌的湿润范围集中在 26~62 cm 土层,根际滴灌的湿润范围集中在 21~48 cm 土层。由土壤水分蒸发过程的研究可知^[8],当环境条件一致时,地表 0~20 cm 土层越湿润,其蒸发速率越大,蒸发损失越高。地表滴灌有 69%的土壤湿润体位于地表 0~20 cm,由于每株树有 2 个滴头,土壤湿润体形成以滴头为中心的 2 个湿润体。由于涌泉根灌的孔深 30 cm、根际滴灌埋深 30 cm,涌泉根灌和根际环形多点源滴灌下土壤湿润体垂直分布均位于 20 cm 以下,也就减少了土壤水分高强度的蒸发。涌泉根灌由于只有 1 个出水口,土壤湿润体形成 1 个椭球体,而根际环形多点源滴灌下土壤湿润体分别以滴头为中心,形成较明显的 2 个椭球体。土壤湿润体的大小与形状对作物生长起关键性作用^[9]。李润淮等^[10]的研究表明,枸杞根系密

集区的垂直分布在地表下 20~40 cm 的土层。以 50 cm 为灌水入渗的最大深度,涌泉根灌 27.8%的水分入渗超出了根系主要分布层,而根际滴灌 100%水分位于根系主要分布层。考虑土壤水分高强度蒸发层、

根系主要分布层 2 方面的限制,根际滴灌一方面减少了高强度的蒸发损失,另一方面降低了深层渗漏,是干旱半干旱区深根性经济林提高水分利用效率的有效技术措施。

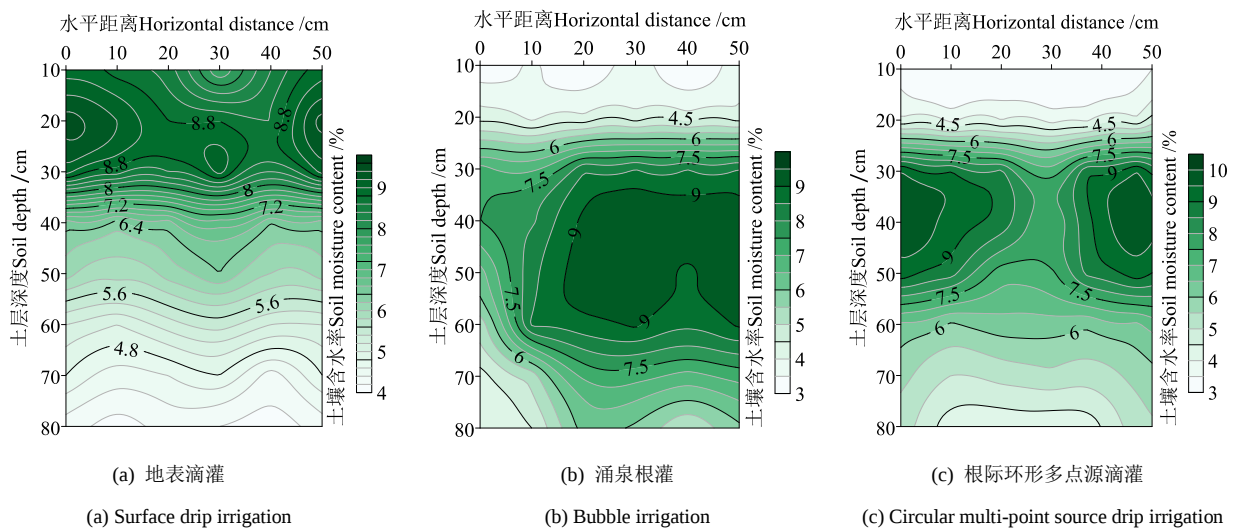


图 2 土壤湿润体分布图

Fig.2 Distribution of soil wetted volume

2.2 不同灌溉方式对土壤水分的影响

灌水 2 h 后的土壤水分状况如图 3 所示。

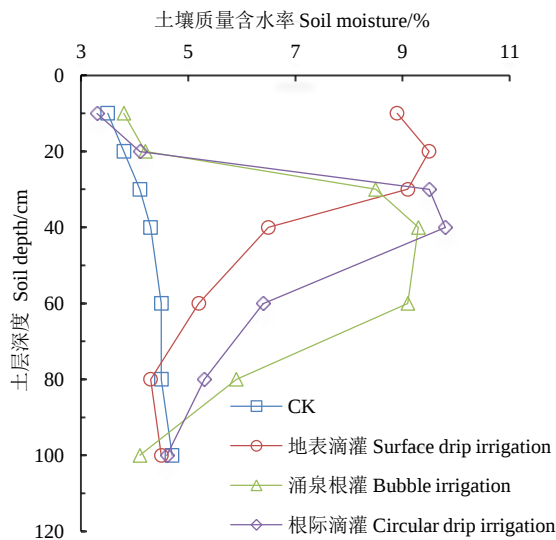


图 3 灌水 2 h 后的土壤水分状况

Fig.3 Soil moisture after 2 h irrigation

由图 3 可知,不灌溉沙地地表受蒸发影响,土壤含水率非常低,20 cm 以下的土壤含水率略高于地面。地表滴灌 3 h 后,水分能够入渗到 30 cm 深度的土层中,10~20 cm 土层的含水率最高,达到 9.5%。涌泉根灌和根际环形多点源滴灌方式下地表土壤的含水率没有增加,涌泉根灌的湿润中心位于 26~62 cm 之间,土壤水分最高值 9.3%,而根际环形多点源滴灌其土壤水分最高值为 9.8%,其原因涌泉根灌历时 3 h,而根际多点源环形滴灌历时 1.5 h,灌水时间越长,

水分入渗得就越深、水分扩散分布得更均匀。从不同灌溉方式下土壤分层含水率分析认为,地表滴灌水入渗到枸杞主要根系层是有限的,而涌泉根灌和根际滴灌水分能够完全到达主要根系分布层。

2.3 不同灌溉方式下产量和水分利用率 WUE

虽然枸杞抗旱性强,但是枸杞产量与充足的水分和养分成正比^[11]。采用地表滴灌和涌泉根灌、根际滴灌等灌水方式对 3 a 生沙地枸杞进行灌水试验,初步结果表明灌溉处理比不灌溉获得了增产,如表 1 所示。增产幅度最大的是根际滴灌技术。地表滴灌和涌泉根灌、根际滴灌产量比不灌溉枸杞分别增产 2 075、3 145、4 150 kg/hm²,水分利用率分别提高了 22.4%、41.9%、60.2%。

2.4 不同灌溉方式的经济效益

根据不同灌溉方式所耗费的材料量计算,地表滴灌、涌泉根灌、根际滴灌的基础设施一次性投入分别为 15 000、15 000、19 500 元/hm²。虽然基础设施投入大致相同,但因田间输水管和滴头使用折旧年限不同,不同灌溉方式的年折算成本有一定差异。地表滴灌毛管放置在地面,易老化,使用期为 7 a,涌泉根灌稳流器橡胶膜质量不稳定,使用期为 5 a。根际滴灌输水管埋入土中,抗老化,使用折旧期为 10 a。比较不同灌溉方式一次性投入后的年折算成本以及其他生产成本,详细列入表 2。从表 2 可以看出,果实采摘费用最高,由于根际滴灌的产量最高,所以其采摘费用最高、总计成本最高。而涌泉根灌的灌溉设施年折旧费最高,但总成本排在根际滴灌之后。结合不

同灌水方式的投入成本与产出效益，从表 3 可以看出， 分别比对照提高了 193.1%、126.3%和 81.2%，单位净收入高低排序为根际滴灌＞涌泉根灌＞地表滴灌， 水产值达到了 15.0、13.3 和 11.5 元/m³。

表 1 不同灌溉技术增产效益比较

Table 1 Comparison of yield on different irrigation method

灌溉方式 Irrigation method	降水量 Rainfall/ (m ³ hm ⁻²)	灌溉水量 Irrigation/ (m ³ hm ⁻²)	产量 Yield/ (kg hm ⁻²)	WUE/ (kg m ⁻³)
不灌溉 (CK) Non-irrigation	3 972	0	4 650	1.17
地表滴灌 Surface drip irrigation	3 972	720	6 725	1.43
涌泉根灌 Bubble irrigation	3 972	720	7 795	1.66
根际滴灌 Circular drip irrigation	3 972	720	8 800	1.88

表 2 不同灌水方式生产成本

元/hm²

Table 2 Comparison of cost on different irrigation method

yuan/hm²

灌溉方式 Irrigation method	灌溉设施年折旧费 Annual depreciation of irrigation facility	采摘费用 Picking cost	农资费 Agricultural materials cost	土地使用费 Land-use fee	劳力费 Labor fee	抽水电费 Pumping power fee	合计 Total
不灌溉 (CK) Non-irrigation	0	18 600	6 000	1 950	3 000	64.8	29 614.8
地表滴灌 Surface drip irrigation	2 143	26 900	6 000	1 950	3 000	64.8	40 057.8
涌泉根灌 Bubble irrigation	3 000	31 180	6 000	1 950	3 000	64.8	45 194.8
根际滴灌 Circular drip irrigation	1 950	35 200	6 000	1 950	3 000	64.8	48 164.8

注 枸杞采摘费 4 元/kg；劳力费按 20 个工作日，每个工作日按 150 元计算。

Note Wolfberry picking fee was 4 yuan/kg with 20 working days and 150 yuan/d.

表 3 不同灌水方式投入产出经济效益

元/hm²

Table 3 Economic benefit of different irrigation method

yuan/hm²

灌水方式 Irrigation method	产量 Yield	毛收入 Gross income	支出合计 Total expenditure	净收入 Net income	单位水产值 Water output
不灌溉 (CK) Non-irrigation	4 650	37 200	29 614.8	7 585.2	9.4
地表滴灌 Surface drip irrigation	6 725	53 800	40 057.8	13 742.2	11.5
涌泉根灌 Bubble irrigation	7 795	62 360	45 194.8	17 165.2	13.3
根际滴灌 Circular drip irrigation	8 800	70 400	48 164.8	22 235.2	15.0

注 枸杞鲜果单价 8 元/kg。Note Wolfberry fresh fruit was 8 yuan/kg.

3 讨论

干旱半干旱地区水资源短缺，水分是制约该区农林生产的关键因子。干旱半干旱地区水分利用效率可提高的潜力很大，与不灌溉相比，少量灌溉水只要运用恰当，可以产生明显的效果^[12]。陕北长城沿线风沙土土质疏松，黏粒量较低、持水性差，不利于雨水、灌溉水的留存^[13]。因此，如何提高有限水量的灌溉水利用率，是该区农林生产过程中用水管理的关键。滴灌比沟灌、畦灌的灌溉水利用率已经有了较大的提高^[1]。为了进一步提高滴灌的灌溉水利用率，本研究提出根际环形多点源滴灌技术。

根系是植物吸收水分的主要器官，枸杞的适应性较强，耗水量大，枸杞根系具有明显的趋水性，合理灌水是提高枸杞产量和品质的根本途径^[14]。枸杞的主要根系层位于 20~40 cm 土层，决定了其所能利用水分的土层范围。本研究中不同灌水方式导致水分在土壤中的分布空间不同，地表滴灌仅有部分土壤水分入渗到枸杞主要根系层，而涌泉根灌和根际环形多点源

滴灌水能够完全到达主要根系分布层，能有效地供给枸杞根系水分，满足枸杞不同生长阶段的水分需求。同时，涌泉根灌的湿润中心较根际环形多点源滴灌的湿润中心下移 10 cm 左右，而土壤水分最高值较根际环形多点源滴灌土壤水分最高值略小。原因可能是由于该区土壤类型为壤质砂土，土壤保水保肥性能差，涌泉根灌每次灌水时间为 3 h，较根际多点源滴灌灌水时间长，土壤水分易产生深层渗漏所致。

张效星等^[15]研究表明地表滴灌时猕猴桃在不同灌水量时对产量影响较小，WUE 随灌水量的减小反而增加，猕猴桃产量仅下降 0.09%~6.24%，水分利用效率却提高到 23.16%。而本研究得出根际多点源滴灌与地表滴灌在同样灌水量条件下产量增加了 30.9%，WUE 提高了 31.5%。WUE 随产量的增加而增加。地表滴灌、涌泉根灌和根际环形多点源滴灌枸杞产量和 WUE 比不灌溉枸杞均有大幅提高，根际环形多点源滴灌技术获得了更高的水分利用效率，达到了 1.88 kg/m³。这是因为根际环形多点源滴灌技术与地表滴灌相比，将同样的水量输送到植物的主要根系

层,减少了表层土壤湿润产生的蒸发损失;与涌泉根灌相比,将同样的水量分配到植物的四周,相对减少了次灌水时间、缩短了水分入渗时间,相应地也就减少了水分深层渗漏量。

根际环形多点源滴灌技术尽管生产成本较高,但是获得的经济效益最大,其单位水产值分别是不灌溉的 1.6 倍,是地表滴灌处理的 1.3 倍,是涌泉根灌的 1.1 倍。研究认为该技术是干旱缺水地区经济林栽培的一种有效水分管理措施,建议在干旱半干旱区沙地经济林栽培中广泛推广应用该技术。

4 结 论

1) 根际环形多点源滴灌的水分湿润范围基本处于枸杞主要根系层,更适宜于沙质土壤的经济林,是减少地表蒸发损失和深层渗漏的有效技术措施。

2) 枸杞耗水量大,水分管理在其生产管理中占重要地位。根际环形多点源滴灌下枸杞产量和水分利用率显著提高,该技术是一种适合沙地经济林栽培管理的有效用水管理措施,在干旱半干旱沙地经济林生产中有广阔的推广应用前景。

参考文献:

- [1] 陈雷. 节水灌溉是一项革命性的措施[J]. 节水灌溉, 1999(1): 1-6.
CHEN Lei. Water-saving irrigation is a revolutionary measure [J]. Water Saving Irrigation, 1999(1): 1-6.
- [2] 狄美良. 地下滴灌技术[J]. 节水灌溉, 2002(5): 33-34.
DI Meiliang. Subsurface drip irrigation [J]. Water Saving Irrigation, 2002(5): 33-34.
- [3] 黄兴法, 李光永. 地下滴灌技术的研究现状与发展[J]. 农业工程学报, 2002,18(2): 176-181.
HUANG Xingfa, LI Guangyong. Present situation and development of subsurface drip irrigation[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2002,18(2): 176-181
- [4] 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.
WU Pute, WANG Youke, XIN Xiaogui, et al. Integration and demonstration of the date micro-irrigation technology in the hilly of Shanbei[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2008,26(4): 1-6.
- [5] 乔英, 孙建, 孙三民, 等. 滴灌对塔里木灌区骏枣根系分布的影响研究[J]. 节水灌溉, 2012(3): 21-24.
QIAO Ying, SUN Jian, SUN Sanmin, et al. Study on root distribution of jujube under drip irrigation in tarim irrigation area [J]. Water Saving Irrigation, 2012(3): 21-24.
- [6] 晏清洪, 王伟, 任德新, 等. 滴灌湿润比对成龄库尔勒香梨树根系分布的影响[J]. 灌溉排水学报, 2011,30(2): 63-66.
YAN Qinghong, WANG Wei, REN Dexin, et al. Effects of wetted percentage on the root redistribution of mature korla fragrant pear trees under drip irrigation[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2011, 30(2): 63-66.
- [7] 钟芳, 李正平, 宋耀选, 等. 黄土高原西部土壤蒸发实验研究[J]. 中国沙漠, 2006, 26(4): 608-611.
ZHONG Fang, LI Zhengping, Song Yaoxuan, et al. Experimental study on soil moisture evaporation in western loess plateau[J]. Journal of Desert research, 2006, 26(4): 608-611.
- [8] 唐朝生, 施斌, 顾凯. 土中水分的蒸发过程试验研究[J]. 工程地质学报, 2011, 19(6): 875-881.
TANG Chaosheng, SHI Bin, GU Kai. Experimental investigation on evaporation process of water in soil during drying [J]. Journal of Engineering Geology, 2011, 19(6): 875-881.
- [9] 何振嘉. 涌泉根灌单点源入渗湿润体特性研究[J]. 灌溉排水学报, 2018, 37(增 1): 34-37.
HE Zhenjia. Characteristics of Wetting Body under Bubbled-root Irrigation PointSource Infiltration[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2018, 37(supp.1): 34-37.
- [10] 李润淮. 枸杞高产栽培技术[M]. 北京: 中国盲文出版社, 2000.
LI Runhuai. High yield cultivation techniques of lycumbbarbarum [M]. Beijing: Chinese Braille press, 2000.
- [11] 康超, 杨柳, 王昊, 等. 滴灌条件下不同氮磷耦合对叶用枸杞产量及其构成的影响[J]. 灌溉排水学报, 2018, 37(11): 26-30.
KANG Chao, YANG Liu, WANG Hao, et al. Effects of the ratio of nitrogen and phosphorus concentrations in drip fertigation on yield and yield components of Chinese wolfberry[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2018, 37(11): 26-30.
- [12] 山仑. 我国西北地区植物水分研究与旱地农业增产[J]. 植物生理学通讯, 1983(5): 7-10.
SHAN Lun. Study on plant moisture and yield in dryland agriculture in northwest china [J]. Plant Physiology Communications, 1983(5): 7-10.
- [13] 蒋定生, 郭胜利. 水力治沙造田与沙区农业可持续发展[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998: 76.
JIANG Dingsheng, GUO Shengli. Water control from desert to land and sustainable development of sand agriculture [M]. Beijing: .Chinese Water Power Press, 1998: 76.
- [14] 程良, 尹娟, 尹亮, 等. 宁夏中部干旱区滴灌条件下枸杞耗水规律研究[J]. 灌溉排水学报, 2017, 36(7): 22-26.
CHENG Liang, YIN Juan, YIN Liang, et al. Water consumption of wolfberry under drip irrigation in central arid region of Ningxia Province[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2017, 36(7): 22-26.
- [15] 张效星, 樊毅, 崔宁博, 等. 不同灌水量对滴灌猕猴桃光合、产量与水分利用效率的影响[J]. 灌溉排水学报, 2019, 38(1): 1-7.
ZHANG Xiaoxing, FAN Yi, CUI Ningbo et al. The effect of drip-irrigation amount on photosynthesis, yield and water use efficiency of kiwifruit [J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2019, 38(1): 1-7.

Effect of Different Irrigation Method on Sandy Soil Moisture and Yield of Wolfberry

LIU Xiaoli¹, MA Lihui^{2,3*}, YAN Xiaoying¹, YANG Ronghui^{2,4}, ZI Hao⁵

(1.College of Water Resources and Architectural Engineering, Northwest A & F University, Yangling 712100, China;

2.Green Farm Technology Ltd, Shenmu 719300, China; 3.Institute of Soil and Water Conservation,

Northwest A & F University, Yangling 712100, China; 4.College of Resources and Environment, Northwest A & F University,

Yangling 712100, China; 5.Agricultural Comprehensive Development Ltd of Deyuan, Shenmu 719300, China)

Abstract: 【Objective】We aimed to determine the effect of circular multi-point source drip irrigation in rhizosphere.

【Method】We studied the vertical distribution range of soil wetting front, soil moisture and yield of wolfberry under different irrigation methods of surface drip irrigation, bubble irrigation and circular multi-point source root drip irrigation using soil core method in Shenmu county located in north Shaanxi province. 【Result】69% of soil wetting zone distributed in 0~20 cm soil layer with surface irrigation, 72.2% distributed in main root layers with bubble irrigation, while the whole soil wetting zone distributed in main root layers with circular multi-point source root drip irrigation, respectively. The wolfberry yield had increased by 2 075 kg/hm², 3 145 kg/hm² and 4 150 kg/hm², water use efficiency had increased by 22.4%, 41.9% and 60.2%, net income had increased by 81.2%, 126.3% and 193.1%, water economic benefits had reached 11.5, 13.3 and 15.0 yuan/m³ with surface drip irrigation, bubble irrigation and circular multi-point source root drip irrigation compared with those without irrigation. 【Conclusion】The soil moisture wetting volume of circular multi-point source root drip irrigation is more suitable for economic forest in sandy soil, which is an effective technical measure to reduce surface evaporation and deep percolation, and it could be applied widely in economic forest in sandy soil.

Key words: circular multi-point source drip irrigation; surface drip irrigation; bubble irrigation; soil moisture; wolfberry

责任编辑：韩 洋