

滴灌方式对南疆沙区成龄红枣土壤水分的影响

胡家帅, 王振华*, 郑旭荣, 陈文娟, 扁青永
(石河子大学 水利建筑工程学院, 新疆 石河子 832000)

摘要:【目的】确定南疆沙区红枣适宜的滴灌制度和滴灌方式。【方法】以7 a生矮化密植骏枣树为材料,设置枣树根部1个滴头灌水和多点滴灌灌水2种滴灌方式,每种方式设置3个灌水量(900、1 050、1 200 mm),进行了田间小区试验。【结果】多点滴灌方式下,不同灌水量土壤剖面水分分布有显著规律,表现为50 cm以上土层同层水平距离20 cm土壤含水率小于水平距离40 cm,50 cm以下土层则相反。110 cm土层以下单点滴灌土壤水分显著高于多点滴灌,110 cm以上土层单点滴灌土壤水分显著低于多点滴灌。受灌水量和滴灌方式的影响,同一处理不同土层土壤水分随时间推移其变化规律并不一致。【结论】单点滴灌与多点滴灌土壤水分分布规律差异显著,但耗水量无显著差异。

关键词: 红枣; 滴灌; 灌水量; 土壤水分

中图分类号: S275.6; S274.1

文献标志码: A

doi: 10.13522/j.cnki.ggps.GP201608120002

胡家帅,王振华,郑旭荣,等. 滴灌方式对南疆沙区成龄红枣土壤水分的影响[J]. 灌溉排水学报,2019,38(4):43-47.

0 引言

枣(*Ziziphus jujuba* Mill),鼠李科枣属植物,是受人们喜爱的药食兼用果品之一,同时也是一种重要的经济林树种。2008年以来,新疆红枣产业迅猛发展,资料显示^[1-2],截至2014年底,新疆红枣种植面积已达 43×10^4 hm²,跃居全国第一,占全国总面积的近1/3;其中,新疆农一师地区最多,种植面积达 14×10^4 hm²。但是新疆红枣灌溉水利用效率普遍较低,红枣的灌溉管理依旧停留在农民凭经验灌溉阶段,农一师地区 12.67×10^4 hm²的红枣都是传统的漫灌方式。传统的漫灌方式不但严重浪费水资源,而且难以对水肥精准调控,致使红枣果实品质差,严重限制新疆红枣产业的发展。传统的漫灌灌溉方式早已不适用于缺水形势日益严峻的新疆地区,推广应用先进的滴灌方式,提高红枣灌溉水利用效率迫在眉睫^[3-5]。

近年来,针对红枣灌溉问题,开展了一系列节水灌溉技术研究。研究表明,在干旱区采用滴灌灌水技术可以有效提高灌溉水利用效率,对红枣的生长、产量和果实品质均具有促进作用^[6-8]。尽管有关红枣滴灌研究成果已较多,但关于漫灌改滴灌的研究较少。为此,以南疆沙区红枣为研究对象,研究漫灌改滴灌条件下不同滴灌处理对红枣土壤水分的影响,以求确定南疆沙区红枣漫灌改滴灌时适宜的滴灌灌水量和滴灌方式。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验于2015年6—10月在新疆阿拉尔市第一师灌溉试验站进行。地理坐标为北纬40°37′—40°38′,东经81°1′—81°13′,平均海拔1 100 m,属于暖温带极端大陆性干旱荒漠气候,无霜期为201 d,极端最高气温为41℃,极端最低气温为-33.2℃。垦区年均太阳辐射为600.5 kJ/cm²,年均日照时间为2 550.5 h。年均降水量为61.4 mm,年均蒸发量为2 218.7 mm。试验区土壤体积质量为1.37 g/m³,田间持水率为24.24%,地下水埋深大于3.5 m。灌溉水源为地下水。

收稿日期:2016-08-12

基金项目:国家科技支撑计划项目(2014BAC14B01)

作者简介:胡家帅(1991-),男,硕士研究生,主要从事节水灌溉理论与技术研究。E-mail: 515497576@qq.com

通信作者:王振华(1979-),男,教授,博士生导师,博士,主要从事干旱区节水灌溉理论与技术研究。E-mail: wzh2002027@163.com

1.2 试验材料

以第一师灌溉试验站内7 a生矮化密植骏枣树为试验材料,枣树2008年种植,2009年嫁接。株行距0.8 m×2.0 m,枣树经修剪株高约1.2 m。试验前该地块多年连续漫灌,2014年灌溉定额为1 500 mm,于2015年6月初改为滴灌,7月初开始进行观测。改滴灌后肥料随水滴施。其他管理与当地漫灌枣园相同。试验地土壤基本物理参数见表1。

表1 试验地土壤基本物理参数

土层/cm	体积质量/ (g·cm ⁻³)	土壤质地	土壤各级颗粒占比/%						
			≤0.001 mm	0.001 mm<d	0.002 mm<d	0.01 mm<d	0.05 mm<d	0.1 mm<d	0.25 mm<d
				≤0.002 mm	≤0.01 mm	≤0.05 mm	≤0.1 mm	≤0.25 mm	≤0.5 mm
0~150	1.37	砂壤土	9.02	19.35	21.02	38.86	6.12	1.86	1.12

注 d为指土壤粒径。

1.3 试验设计

滴灌管铺设为1行2管,即在树行二侧20 cm处各布置1根滴灌管。试验设2种灌溉方式:①枣树根部单点灌溉(M1),即每根滴灌管与枣树根部对应只有1个滴头灌水,滴头流量为4 L/h;②多点滴灌灌水(M2),即常规滴灌灌水方式,滴头流量4 L/h,滴头间距20 cm。

2种滴灌方式均设置3个灌水量:900 mm(W1)、1 050 mm(W2)和1 200 mm(W3),灌水量依据该果园2014年灌溉定额1 500 mm的60%、70%和80%而定,设置滴灌次数14次。另外,试验以漫灌为对照(CK)(灌水量1 500 mm),共有7个处理,即M1W1、M1W2、M1W3、M2W1、M2W2、M2W3和CK,每个处理3次重复。具体试验设计见表2。

表2 试验设计

处理	萌芽期		新稍期		花期		膨大期		白熟期		完熟期	
	灌水量/mm	灌水次数	灌水量/mm	灌水次数	灌水量/mm	灌水次数	灌水量/mm	灌水次数	灌水量/mm	灌水次数	灌水量/mm	灌水次数
M1W1	82.5	1	82.5	2	180	3	180	3	300	4	75	1
M1W2	90	1	90	2	225	3	225	3	330	4	90	1
M1W3	105	1	105	2	255	3	255	3	360	4	120	1
M2W1	82.5	1	82.5	2	180	3	180	3	300	4	75	1
M2W2	90	1	90	2	225	3	225	3	330	4	90	1
M2W3	105	1	105	2	255	3	255	3	360	4	120	1
CK	200	1	200	1	350	2	350	2	400	2	0	0

注 表中灌水量指该阶段总的灌水量。“0430”指4月30日,其他类推,下同。

1.4 测定项目与方法

各处理每次灌水的灌水量由水表计量。采用CPW503DR中子仪测定距离枣树20、40 cm处土壤不同土层含水率(10、20、30、40、50、70、90、110、130、150 cm),每次灌水前后24 h进行测定。

1.5 数据处理

数据用Excel 2010、SPSS 19.0统计处理,用Excel 2010绘图。

2 结果与分析

2.1 不同滴灌方式土壤水分剖面变化

图1是红枣8月1日灌水后各滴灌处理灌水前24 h土壤水分剖面变化情况。由图1可知,单点滴灌方式下,低、高水与中水处理土壤剖面水分差异明显,低、高水处理表现为110 cm土层以上同层水平距离20 cm土壤含水率大于水平距离40 cm,110 cm土层以下同层水平距离20 cm土壤含水率小于水平距离40 cm;中水处理表现为40~90、130 cm土层以下同层水平距离20 cm土壤含水率小于水平距离40 cm,其他则相反。多点滴灌方式下,低、中、高水处理土壤剖面水分规律性一致,表现为50 cm以上土层同层水平距离20 cm土壤含水率小于水平距离40 cm,50 cm土层以下相反。随灌水量的增加,不同滴灌方式土壤剖面水分差异显著,低水处理50 cm土层以上同层土壤含水率单点滴灌方式高于多点滴灌方式,130 cm土层以下单点滴灌土壤含水率明显高于130 cm土层以上,而多点滴灌130 cm土层上下土壤含水率基本一致;中水处理土层深度90 cm以下土壤含水率明显高于低、高水处理,单点滴灌150 cm土层土壤含水率最大,而多点滴灌130 cm土层土壤含水率最大,随土层深度增加土壤含水率明显减小;高水处理50 cm土层以上范围单点滴灌与多点滴灌土壤水分分布无明显差异,70 cm土层处单点滴灌与多点滴灌土壤含水率均最大,但多点滴灌土壤含水率显著高于单点滴灌,90 cm土层以下范围土壤含水率表现为单点滴灌高于多点滴灌。

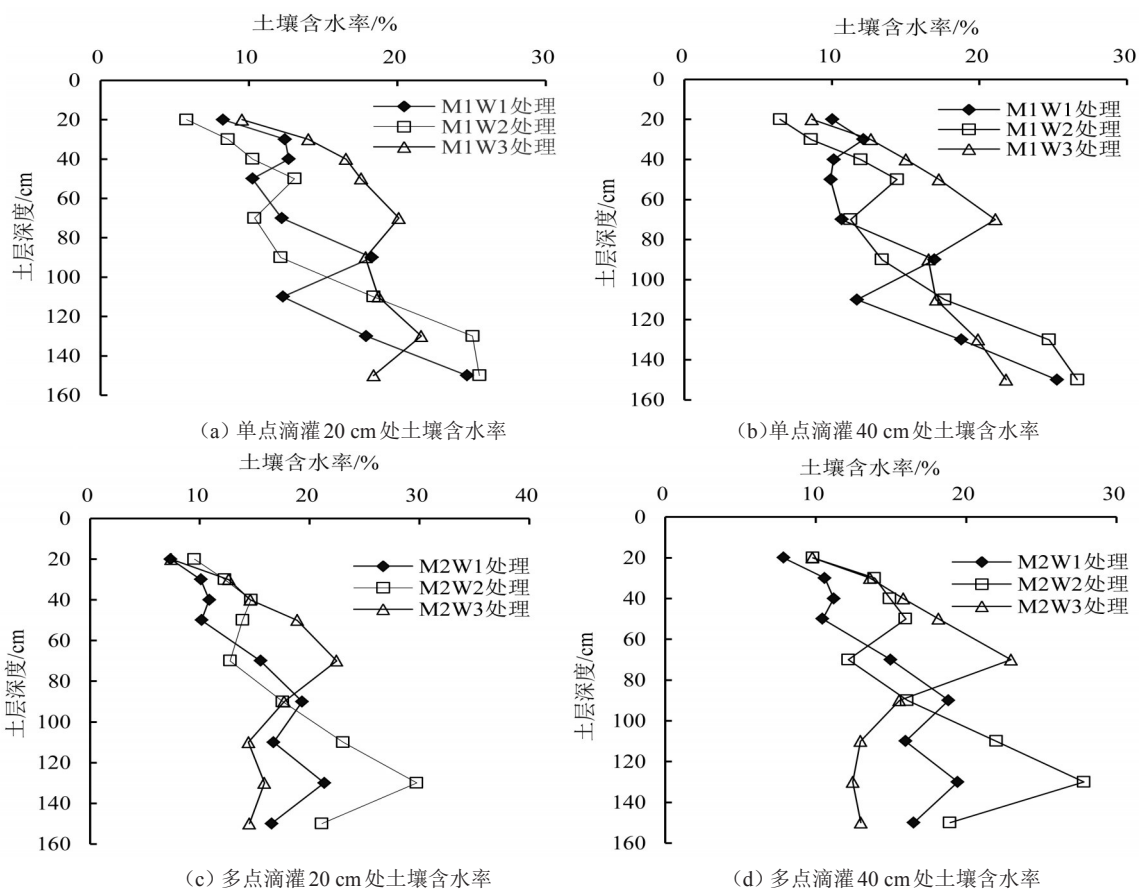


图1 不同滴灌灌水方式土壤水分剖面变化

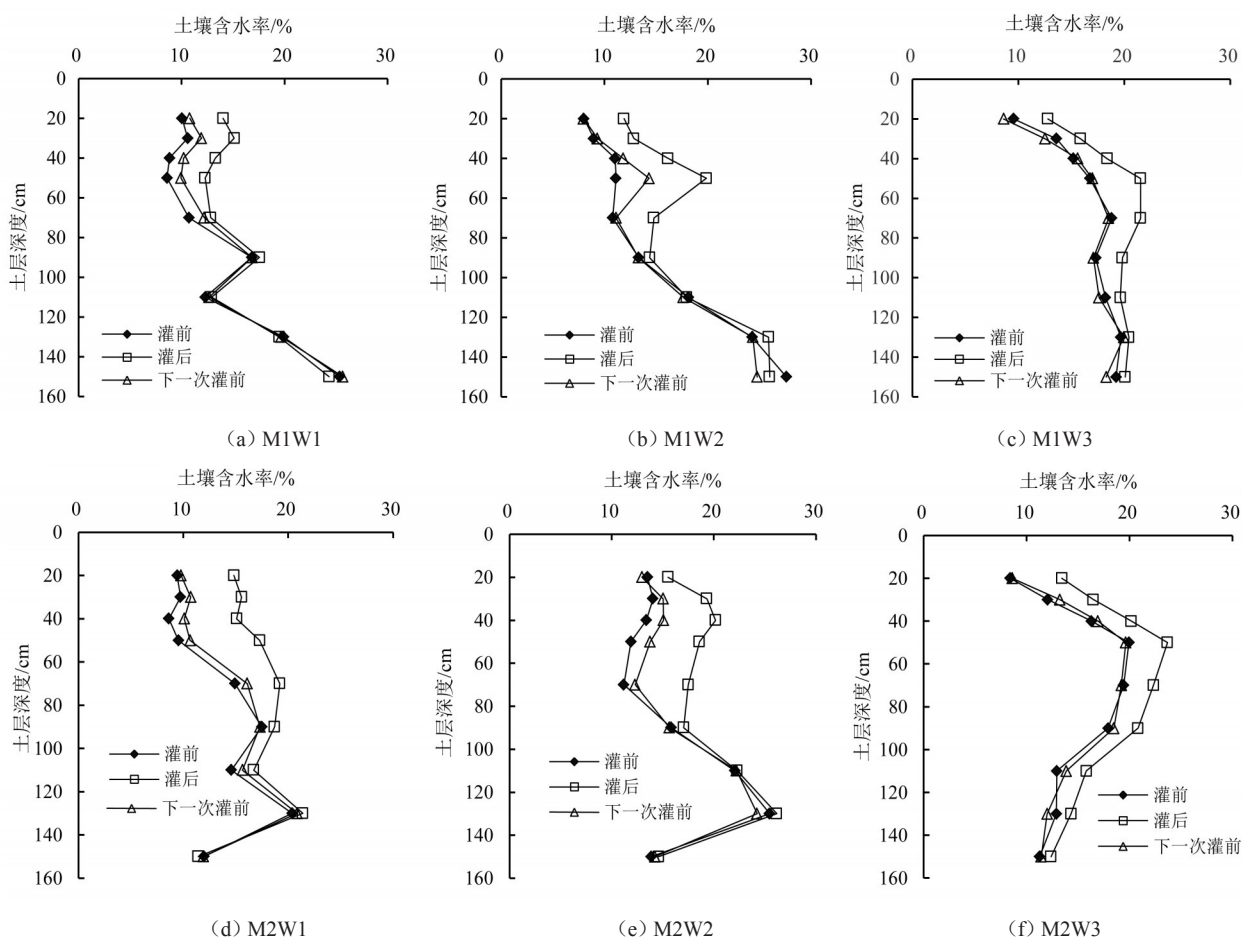


图2 不同滴灌灌水方式下灌水前后土壤水分分布

2.2 不同滴灌方式一次灌水前后土壤水分变化

图2是红枣8月12日前后24 h各滴灌处理灌水前后(水平距离40 cm处)土壤水分垂直方向的分布情况。由图2可知,灌水后随土壤水分消耗,直到下一次灌水前,M1W1、M1W2、M2W1、M2W2处理土壤水分差值明显,M1W1处理土壤水分差值范围为70 cm以上土层,M1W2处理土壤水分差值范围为土层深度40~70 cm,M2W1处理土壤水分差值范围为土层深度20~50 cm,M2W2处理土壤水分差值范围为土层深度30~70 cm,说明采用低、中水滴灌可以保证红枣根系部分处于含水率相对较高的湿润区。不同滴灌方式,灌水量对灌水前后土壤水分垂直分布影响明显,单点滴灌方式下,当灌水量从900 mm递增到1 050、1 200 mm时,土壤含水率明显增加的土层下限由50 cm变化到70、90 cm,呈逐渐加深趋势;灌后土壤含水率随灌水量增加而增加,土壤含水率明显增加的土层内灌后最大含水率分别为M1W1处理30 cm处土层15%,M1W2处理50 cm土层处20%,M1W3处理50~70 cm土层处21%。多点滴灌方式下,当灌水量从900 mm递增到1 050、1 200 mm时,土壤含水率明显增加的土层下限由70 cm变化到90、110 cm,呈逐渐加深趋势;灌后土壤含水率随灌水量增加而增加,土壤含水率明显增加的土层内灌后最大含水率分别为M2W1处理70 cm土层处19%,M2W2处理40 cm土层处20%,M2W3处理50 cm土层处24%。M1W3和M2W3处理150 cm土层处土壤含水率仍有明显增加,可能会增加土壤水分的深层渗漏和肥料流失,降低水肥利用效率。

图3是CK一次灌水前后24 h土壤水分分布图。由图3可知,漫灌方式下土壤含水率随土层增加而增加,且土层越深增加越明显;相比滴灌,CK在150 cm土层处土壤含水率仍有明显增加,土壤含水率明显增加的下限已经超过测量范围。

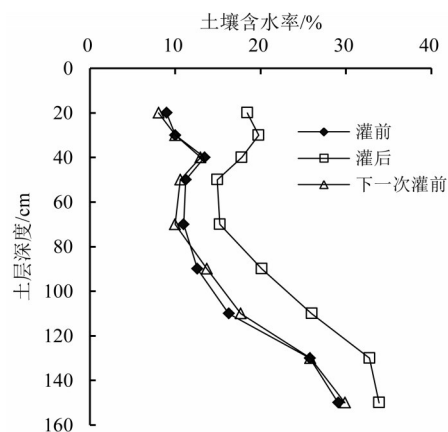


图3 漫灌灌水前后土壤水分分布

2.3 漫灌改滴灌红枣土壤水分动态变化

表3是0~150 cm土层土壤水分动态。由表3可知,不同土层土壤水分随时间推移其变化规律并不一致,M1W1和M2W1处理土壤含水率在各土层均表现为随时间推移整体呈逐渐增大趋势;M2W2和M2W3处理土壤含水率在各土层均表现为随时间推移整体呈逐渐减小趋势;M1W2处理土壤含水率在各个土层段均表现为随时间推移20~50 m土层整体呈逐渐增加趋势,60~110 cm土层基本一致,120~150 cm土层整体呈逐渐减小趋势;M1W3处理土壤含水率在各个土层段均表现为随时间推移20~50 cm和120~150 cm土层整体呈逐渐减小趋势,60~110 cm土层整体呈逐渐增加趋势。在0~150 cm土层内,随时间推移枣树耗水量逐渐增加,M1W1、M1W2、M2W1和M2W2处理土壤平均含水率随时间推移呈整体逐渐减小趋势;而M1W3和M2W3处理土壤平均含水率随时间推移呈整体逐渐增大趋势,可能是由于灌水量大、入渗深度深引起;M2W2处理在各个时间点土壤平均含水率最高,M1W1处理次之;说明在0~150 cm土层内灌水量与土壤平均含水率无正相关关系,增大灌水量并不能有效提高土壤含水率。20~50 cm土层内,低水处理土壤含水率多点滴灌与单点滴灌差别不大,中、高水处理土壤含水率多点滴灌明显高于单点滴灌。60~110 cm土层内,高水处理土壤含水率单点滴灌高于多点滴灌,低中水处理土壤含水率单点滴灌明显低于多点滴灌。120~150 cm土层内,所有处理土壤含水率均表现为单点滴灌高于多点滴灌。单点滴灌主要增加110 cm土层以下土壤含水率,多点滴灌主要增加110 cm土层以上土壤含水率。

表3 不同灌水处理0~150 cm土壤含水率

处理	0~150 cm土层				20~50 cm土层				60~110 cm土层				110~150 cm土层			
	0721	0803	0815	0824	0721	0803	0815	0824	0721	0803	0815	0824	0721	0803	0815	0824
M1W1	20.40	19.99	18.72	18.98	14.19	15.53	15.67	14.89	14.21	16.33	16.69	17.30	20.29	22.05	20.79	23.01
M1W2	19.43	18.92	18.49	18.23	12.96	13.42	14.15	14.05	16.97	16.38	16.66	16.28	28.37	26.95	24.67	24.37
M1W3	16.23	17.97	17.72	18.40	16.92	16.31	15.92	16.32	14.21	20.44	19.75	20.31	22.95	23.22	20.50	20.30
M2W1	18.31	16.96	16.44	16.33	14.55	15.73	14.98	15.10	16.46	17.95	17.43	18.14	15.96	17.19	17.66	18.90
M2W2	20.17	20.84	19.92	19.62	16.83	18.78	17.50	16.89	18.93	19.29	18.00	19.02	24.75	24.46	24.26	22.95
M2W3	15.66	16.96	16.69	17.38	18.18	17.64	17.43	17.26	19.81	18.79	18.32	18.27	16.95	14.45	13.56	13.46

表4是不同灌水处理红枣耗水量的动态变化。由表4可知,同种滴灌方式下耗水量均随灌水量的增加而增加,不同程度消耗了土壤贮水量。各处理耗水强度在观测期内随时间变化规律性一致,表现为减小、增

大、减小再增大,红枣膨大初期(7月26日—8月1日)各处理耗水强度最大。相同灌水量,单点滴灌与多点滴灌耗水量无明显差异,但二者土壤水分分布规律差异显著,这与不同滴灌方式下红枣根系分布有密切关系。

表4 不同灌水处理红枣耗水量动态变化

时间	M1W1处理		M1W2处理		M1W3处理		M2W1处理		M2W2处理		M2W3处理	
	耗水量/mm	耗水强度/(mm·d ⁻¹)	耗水量/mm	耗水强度/(mm·d ⁻¹)	耗水量/mm	耗水强度/(mm·d ⁻¹)	耗水量/mm	耗水强度/(mm·d ⁻¹)	耗水量/mm	耗水强度/(mm·d ⁻¹)	耗水量/mm	耗水强度/(mm·d ⁻¹)
0713-19	59.34	9.89	69.72	11.62	80.22	13.37	58.32	9.72	69.54	11.59	79.02	13.17
0719-26	58.80	8.40	77.14	11.02	85.54	12.22	58.52	8.36	76.09	10.87	85.33	12.19
0726-0801	60.36	10.06	76.56	12.76	87.42	14.57	59.88	9.98	75.54	12.59	87.12	14.52
0801-11	83.90	8.39	100.00	10.00	108.30	10.83	84.70	8.47	99.10	9.91	107.20	10.72
0811-19	60.56	7.57	75.92	9.49	87.44	10.93	60.96	7.62	77.12	9.64	86.96	10.87
0819-27	73.92	9.24	81.84	10.23	90.80	11.35	75.68	9.46	83.52	10.44	90.08	11.26
0827-0904	81.12	10.14	89.04	11.13	98.00	12.25	82.88	10.36	90.72	11.34	97.28	12.16

3 结 论

- 1)单点滴灌与多点滴灌土壤剖面水分分布差异显著,其中,多点滴灌表现为50 cm以上土层同层水平距离20 cm土壤含水率小于水平距离40 cm,50 cm土层以下则相反。单点滴灌主要增加110 cm土层以下土壤水分,多点滴灌主要增加110 cm土层以上土壤水分。
- 2)无论是单点滴灌还是多点滴灌,灌水后随土壤水分消耗,直到下一次灌水前,900、1 050 mm灌水量各处理土壤水分存在明显差异。
- 3)受灌水量和滴灌方式的影响,900、1 050 mm灌水量各处理土壤水分随时间推移呈逐渐降低趋势,但同一处理不同土层段土壤水分随时间推移其变化规律并不一致。所有处理中,多点滴灌1 050 mm灌水量在0~150 cm土层范围内土壤含水率最高。

参考文献:

[1] 初乐,吴茂玉,朱风涛,等. 新疆地区红枣产业现状及发展建议[J]. 农产品加工(学刊), 2012(4):110-113.

[2] 漆联全. 新疆红枣产业的现状、要求及其发展趋势[J]. 新疆农业科学, 2010, 47(s2):8-12.

[3] 刘国宏,谢香文,蒋岑. 干旱区不同水分指标下限对成龄红枣生长和产量的影响[J]. 新疆农业科学, 2011, 48(1):94-98.

[4] 玉苏甫·买买提,阿娜尔古丽·拜克热,阿丝叶·阿布都力米提. 新疆红枣产业发展现状及问题对策[J]. 安徽农学通报, 2015(14):11-13.

[5] 周和平,翟超,孙志锋,等. 新疆水资源综合利用效果及发展变化分析[J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(1):95-100.

[6] 游磊,马英杰,洪明,等. 不同灌水处理对灰枣产量、水分利用效率及品质的影响研究[J]. 节水灌溉, 2015(6):18-21.

[7] 王兴鹏,姚宝林,王龙,等. 红枣不同灌水方式对土壤水分与产量影响研究[J]. 节水灌溉, 2011(12):23-25.

[8] 胡安焱,董新光,魏光辉,等. 滴灌条件下水肥耦合对干旱区红枣产量的影响[J]. 灌溉排水学报, 2010, 29(6):60-63.

Response of Water Dynamics in Sandy Soils to Different Drip Irrigations at Jujube Orchard in Southern Xinjiang

HU Jiashuai, WANG Zhenhua*, ZHENG Xurong, CHEN Wenjuan, BIAN Qingyong

(College of Water Conservancy and Architecture Engineering, Shihezi University, Shihezi 832000, China)

Abstract: 【Objective】The purpose of this work is to experimentally investigate soil water changes in sandy soil to different drip irrigation in southern Xinjiang. 【Method】The experiment was conducted in a 7-A dwarf jujube orchard. We considered two irrigation methods: one was to irrigate each jujube with one drip emitter and the other was to irrigate the tree with multiple emitters, with each method having three irrigation amounts: 900, 1 050 and 1 200 mm. 【Result】Irrigation amount under multi-emitter method affected soil moisture distribution, with the water content within the 20 cm horizontal distance above 50 cm depth lower than that within the 40 cm horizontal distance below 50 cm depth. Below 110 cm depth, soil water content under single-emitter irrigation was higher than that under multi-emitter irrigation. With time elapsing, however, the spatiotemporal soil water distribution under different irrigation method and amount changed and there was no simple relationship to describe them. 【Conclusion】Irrigation methods impact soil moisture distribution, but not the water consumption by the crop.

Key words: red jujube; drip irrigation method; irrigation amount; soil water content

责任编辑:白芳芳