

不同滴灌下限对南疆枣树土壤水分变化及水分利用率的影响

水涌¹, 王亮², 何宗铃¹, 焦灰敏¹, 桑玉伟¹, 刘泽辉^{3*}

¹新疆生产建设兵团第一师农业科学研究所, 新疆 阿拉尔

²新疆农垦科学院, 新疆 石河子

³新疆阿拉尔国家农业科技园区, 新疆 阿拉尔

收稿日期: 2023年10月5日; 录用日期: 2023年11月8日; 发布日期: 2023年11月15日

摘要

以8年生“骏枣”为研究对象, 研究滴灌枣树在不同滴灌下限土壤水分的变化特征。试验结果表明: 滴灌枣树的需水关键期是花期、坐果期和果实膨大期, 枣树坐果期、果实膨大期是需水高峰期。不同滴灌下限垂直方向上不同土层土壤水分含量差异极显著。不同处理均表现为0~40 cm土壤含水量高于40~60 cm土壤含水量。0~40 cm土壤含水量与40 cm以下土壤含水量差异极显著。处理3 (85%田间持水量下限)的水分利用效率分别比处理2 (70%田间持水量下限)、处理1 (55%田间持水量下限)提高了28.87%、58.23%。在枣树需水关键期, 滴灌时间为土壤含水量达到85%田间持水量下限(0~60 cm土壤平均田间持水量), 开始滴灌, 滴灌间隔为6~7天一次; 成熟期为达到55%的田间持水量下限, 开始滴灌。连续滴灌1 d为好。适宜的滴灌下限有利于提高枣树的水分利用效率。在枣树花期、坐果期、果实膨大期85%田间持水量下限有利于提高枣树的水分利用效率, 亦可获得较高的产量。

关键词

枣树, 滴灌下限, 土壤水分, 水分利用率

The Impact of Different Drip Irrigation Thresholds on Soil Moisture Changes and Water Use Efficiency in Jujube Trees in Southern Xinjiang

Yong Shui¹, Liang Wang², Zongling He¹, Huimin Jiao¹, Yuwei Sang¹, Zehui Liu^{3*}

¹Institute of Agricultural Sciences, Agricultural Division 1, Xinjiang Production and Construction Corps, Alar

*通讯作者。

文章引用: 水涌, 王亮, 何宗铃, 焦灰敏, 桑玉伟, 刘泽辉. 不同滴灌下限对南疆枣树土壤水分变化及水分利用率的影响[J]. 农业科学, 2023, 13(11): 1038-1047. DOI: 10.12677/hjas.2023.1311142

Xinjiang

²Xinjiang Academy of Agricultural Reclamation Sciences, Shihezi Xinjiang³Alaer National Agricultural Science and Technology Park, Alaer XinjiangReceived: Oct. 5th, 2023; accepted: Nov. 8th, 2023; published: Nov. 15th, 2023

Abstract

Taking the 8-year-old “Junzao” as the research object, this study investigated the characteristics of soil water changes under different drip irrigation thresholds for drip-irrigated jujube trees. The results showed that the key periods of water demand for drip irrigation jujube trees were the flowering period, fruit setting period, and fruit expansion period. The fruit setting period and fruit expansion period of jujube trees were the peak periods of water demand. The soil moisture content in different soil layers in the vertical direction under different drip irrigation lower limits was significantly different. Different treatments showed that the soil moisture content in the 0~40 cm layer was higher than that in the 40~60 cm layer. The difference between soil moisture content at 0~40 cm and below 40 cm is extremely significant. The water use efficiency of treatment 3 (lower limit of 85% field capacity) increased by 28.87% and 58.23% compared to treatments 2 (lower limit of 70% field capacity) and 1 (lower limit of 55% field capacity), respectively. During the critical period of water demand for jujube trees, the drip irrigation time should be started when the soil moisture reaches the lower limit of the field capacity (0~60 cm average field capacity of soil), and the drip irrigation interval is 6~7 days; The mature period is to reach the lower limit of 55% field water holding capacity, and then start drip irrigation. Continuous drip irrigation for 1 day is better. The appropriate amount of drip irrigation for the growth period of jujube trees is 380 m³/667 m². The appropriate lower limit of irrigation is beneficial to improving the water use efficiency of jujube trees. A lower limit of 85% field capacity during the flowering, fruit setting, and fruit expansion stages of jujube trees is beneficial for improving water use efficiency and achieving higher yields.

Keywords

Jujube Tree, Lower Limit of Drip Irrigation, Soil Moisture, Water Use Efficiency

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Open Access

1. 引言

枣树原产我国[1], 在我国栽培历史悠久, 是我国特有的经济树种之一[2]。新疆红枣种植面积 20 万 hm² 左右, 占全国红枣种植总面积的近三分之一, 位居第一, 产量占全国总产量的 50% 以上, 加之新疆得天独厚的光热资源优势造就的无与伦比的果实品质, 是当地农民增收的重要途径[3] [4], 成为新疆各族人民的“红色富民产业”。水是制约干旱区灌溉农业可持续发展的重要因素, 滴灌作为一种新型节水灌溉技术在干旱、半干旱地区得到广泛应用, 灌溉水利用效率可达 95% 以上[5] [6]。新疆南部地区水资源极度匮乏, 红枣缺少合理的科学灌溉施肥技术, 影响红枣的生长、产量和生产效益[7] [8], 实现滴灌条件下水肥的合理利用是提高红枣生长、产量和水肥利用率的关键因素[9] [10]。目前, 对红枣滴灌方面的研究很多[11] [12], 但主要集中在水肥需求规律与产量等方面, 而对不同滴灌下限对枣树土壤水分动态规律的

报道不多[13] [14] [15], 本试验研究滴灌枣树在不同滴水下限土壤水分的变化特征, 为制定合理的红枣滴灌灌溉制度提供依据。通过合理灌溉, 因地制宜地调节水分和肥料, 使水肥产生协同作用, 达到“以水促肥”和“以肥促水”的目的, 实现枣树生产节水节肥、稳产高效, 为枣树产业的可持续发展奠定基础。

2. 材料与方法

2.1. 试验地概况

试验在新疆阿拉尔农科所一号地枣园进行, 该试验地位于塔里木河冲积平原二级阶地, 平均海拔 1100 米, 属暖温带大陆干旱荒漠气候区, 降水稀少, 光照时间长, 年均气温 10.7℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 4113℃, 无霜期 220 天, 年日照 2900 余小时, 4~10 月每天平均日照长 9.5 小时, 多年平均降水量为 67 mm, 平均蒸发量 2110 mm。土壤属灌耕草甸土, 质地为壤土, 试验地平坦、整齐、肥力中等偏低, 在本垦区具有代表性。于枣树春灌水后三月份取土检测, 试验地 0~60 cm 土壤容重平均为 1.36 g/cm³, 土壤田间持水量平均 24.4% (体积含水量), 地下水埋深 1.2 m 左右。试验区土质基本情况见表 1。

Table 1. Soil texture in experimental plots

表 1. 试验地土壤质地组成

土层 (cm)	容重 (g/cm ³)	土壤粒径比例(%)				土壤类型
		<0.002 mm	0.002~0.050 mm	0.050~2.000 mm	>2.000 mm	
0~10	1.38	7.5	57.0	35.5	0	粉砂壤土
10~20	1.33	7.0	62.4	30.6	0	粉砂壤土
20~30	1.40	7.2	65.0	27.8	0	粉砂壤土
30~40	1.40	6.8	60.6	32.6	0	粉砂壤土
40~50	1.35	3.2	16.7	80.1	0	壤砂土
50~60	1.32	1.1	11.6	87.3	0	细砂

2.2. 试验设计

试验枣园中骏枣株距 1.2 m, 行距 1.5 m, 约 330 株/亩。树龄为 7~9 年生嫁接苗。根据试验观测数据得出骏枣生育期可划分为 6 个时期, 分别为萌芽展叶期(4 月 10 日至 5 月 10 日)、花期(5 月 10 日至 6 月 20 日)、坐果期(6 月 5 日至 7 月 10 日)、果实膨大期(7 月 10 日至 8 月 20 日)、成熟期(8 月 20 日至 10 月 10 日)。

试验分一年完成。共设 3 个处理: 处理 1: 55% 田间持水量下限; 处理 2: 70% 田间持水量下限; 处理 3: 85% 田间持水量下限。每个处理重复 3 次。每个处理 0.47 亩。

灌溉方式为滴灌, 用单翼迷宫式滴灌带, 采用一行两管模式滴灌, 滴灌管距树 15 cm, 滴孔距 20 cm, 流量 3.6 L/h, 生育期施肥采用滴灌随水施肥的方式。于春灌后第一次滴水前每个小区选 2 个点, 在枣树行间挖 0~60 cm 深坡面, 每个点距树 50 cm, 分六层 0~10 cm, 10~20 cm, 20~30 cm, 30~40 cm, 40~50 cm, 50~60 cm 测土壤含水量(体积含水量)。以体积含水量的平均值作为田间持水量, 各处理田间持水量下限作为滴灌下限控制指标, 当各处理土壤 0~60 cm 深度的平均体积含水量低于下限时, 开始灌水, 每次灌量 30 m³。

试验将枣树生育期划分为 5 个阶段。萌芽展叶期不进行水分控制以促进枣叶萌发。花期、坐果期和果实膨大期、成熟期采用土壤水分控制下限进行控制灌溉。选取 55%、70%、85% 这 3 个土壤水分控制

下限指标。枣树各生育期土壤水分下限控制见表2、枣树生育期各处理灌水量表3。

体积含水量的测定使用水分温度电导率测量仪(奥作)每天一次测定枣树土壤含水量。从5月至8月中旬结束。

Table 2. Lower limit of soil moisture control during the growth period of jujube trees

表 2. 枣树各生育期土壤水分控制下限

各生育期土壤水分控制下限(占田间持水量的百分比)%					
试验处理	萌芽展叶期 (4月10日至 5月10日)	花期 (5月10日至 6月20日)	坐果期 (6月5日至 7月10日)	果实膨大期 (7月10日至 8月20日)	成熟期 (8月20日至 10月10日)
处理1		55	55	55	55
处理2	不进行水分控制	70	70	70	55
处理3		85	85	85	55

Table 3. The amount of irrigation water for different treatments during the growth period of jujube trees ($\text{m}^3/667 \text{ m}^2$)

表 3. 枣树生育期各处理灌水量($\text{m}^3/667 \text{ m}^2$)

试验处理	萌芽展叶期 (4月10日至 5月10日)	花期 (5月10日至 6月5日)	坐果期 (6月5日至 7月10日)	果实膨大期 (7月10日至 8月20日)	成熟期 (8月20日至 10月10日)	生育期合计
处理1	60	60	90	90	20	320
处理2	60	60	120	90	20	350
处理3	60	60	120	120	20	380

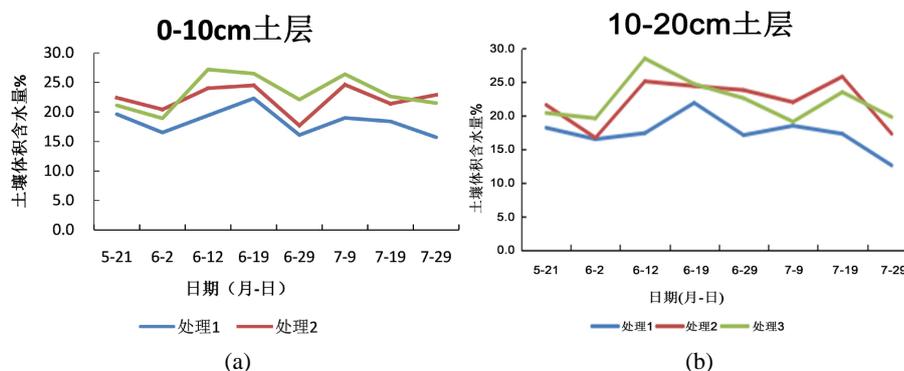
1) 用水分温度电导率测量仪测量的土壤体积含水量(x)与烘干法测土壤体积含水量(y)之间的线性函数关系为 $y = 1.439x - 2.2541$ $R^2 = 0.8133$ 。

2) 数据分析方法 采用 Excel 进行数据整理, 方差分析和多重比较。

3. 结果与分析

3.1. 各处理对不同土层土壤含水量变化影响

图1是枣树花期、坐果期、果实膨大期不同处理0~60 cm 土层土壤含水量变化情况。



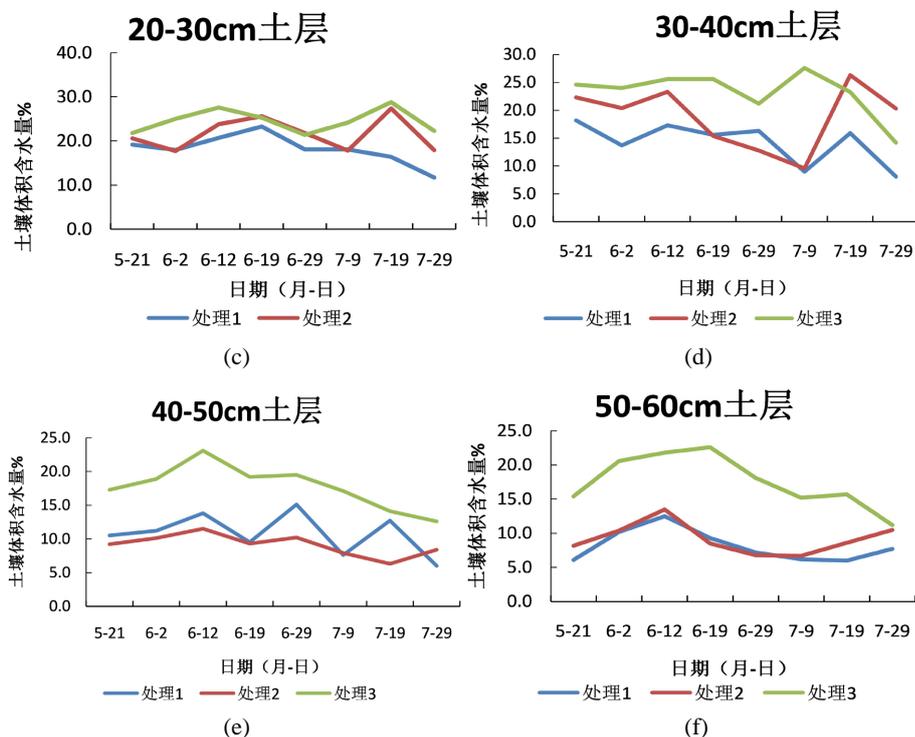


Figure 1. Changes in soil moisture content in each treatment layer

图 1. 各处理土层土壤含水量变化

由图 1 可知, 0~10 cm 土层中, 各处理土壤水分变化平缓, 各处理土壤水分在盛花期、结果期和果实膨大期有不同程度的下降趋势, 处理 1 (55%田间持水量下限)的土壤水分低于其他处理。处理 2 (70%田间持水量下限)和处理 3 (85%田间持水量下限)的土壤水分相差不大。

10~20 cm 土层中, 各处理在坐果期和果实膨大期土壤水分变化强烈。处理 3 (85%田间持水量下限)坐果期土壤水分明显下降。处理 1 (55%田间持水量下限)在坐果期、果实膨大期土壤水分有下降趋势, 土壤水分低于其他处理。

20~30 cm 土层中, 各处理土壤水分在果实膨大期变化强烈。处理 3 (85%田间持水量下限)在坐果期和果实膨大期土壤水分变化强烈。处理 1 (55%田间持水量下限)和处理 2 (70%田间持水量下限)土壤水分在果实膨大期变化剧烈, 处理 1 (55%田间持水量下限)和处理 2 (70%田间持水量下限)土壤水分变化极差值分别为 9.6%、11.6%。处理 1 (55%田间持水量下限)生育期土壤水分呈下降趋势。

30~40 cm 土层中, 各处理土壤水分变化强烈, 在果实膨大期水分变化尤为强烈。处理 1 (55%田间持水量下限)和处理 3 (85%田间持水量下限)土壤水分在坐果期和果实膨大期都呈逐渐下降趋势。处理 1 (55%田间持水量下限)和处理 2 (70%田间持水量下限)在果实膨大期早期土壤水分有短暂上升趋势, 果实膨大中期以后土壤水分呈下降趋势。

40~50 cm 土层中, 各处理土壤水分都呈下降趋势, 土壤水分在坐果期、果实膨大期下降趋势明显。处理 3 (85%田间持水量下限)土壤水分与处理 1 (55%田间持水量下限)和处理 2 (70%田间持水量下限)土壤水分差异明显, 土壤水分高于其他两个处理。

50~60 cm 土层中, 各处理土壤水分变化平缓, 处理 3 (85%田间持水量下限)土壤水分与处理 1 (55%田间持水量下限)和处理 2 (70%田间持水量下限)土壤水分差异明显, 土壤水分高于其他两个处理, 处理 3 (85%田间持水量下限)在坐果期和果实膨大期土壤水分下降趋势明显。

从各处理 0~60 cm 土壤水分含量变化可以看出枣树土壤水分在坐果期、果实膨大期土壤水分变化强烈，果实膨大期土壤水分变化尤其剧烈，说明枣树坐果期、果实膨大期是需水高峰期，需水较多。随着土层的加深，在 40~50 cm、50~60 cm 土层深度处理 1 (55%田间持水量下限)和处理 2 (70%田间持水量下限)土壤水分下降趋势明显，有缺水趋势。

3.2. 各处理不同灌水时间对垂直方向土壤水分变化影响

取枣树花期、坐果期的两次灌水周期内，不同处理 0~60 cm 土壤含水量的平均值，绘制不同灌水后时间(天)各处理垂直方向土壤水分变化规律图。

由图 2 可知，滴灌 1d 后，各层土壤水分均迅速增加，尤其是 0~40 cm 以上土层，40 cm 以下土壤含水量有个陡降，说明枣树的根系主要分布在 40 cm 土层，需水量高，导致 40 cm 以下土壤含水量急剧下降。滴灌后随着时间的推移，各土层土壤含水量都逐渐下降，与 40 cm 以上土层土壤含水量相比 40 cm 以下土层土壤含水量下降快。

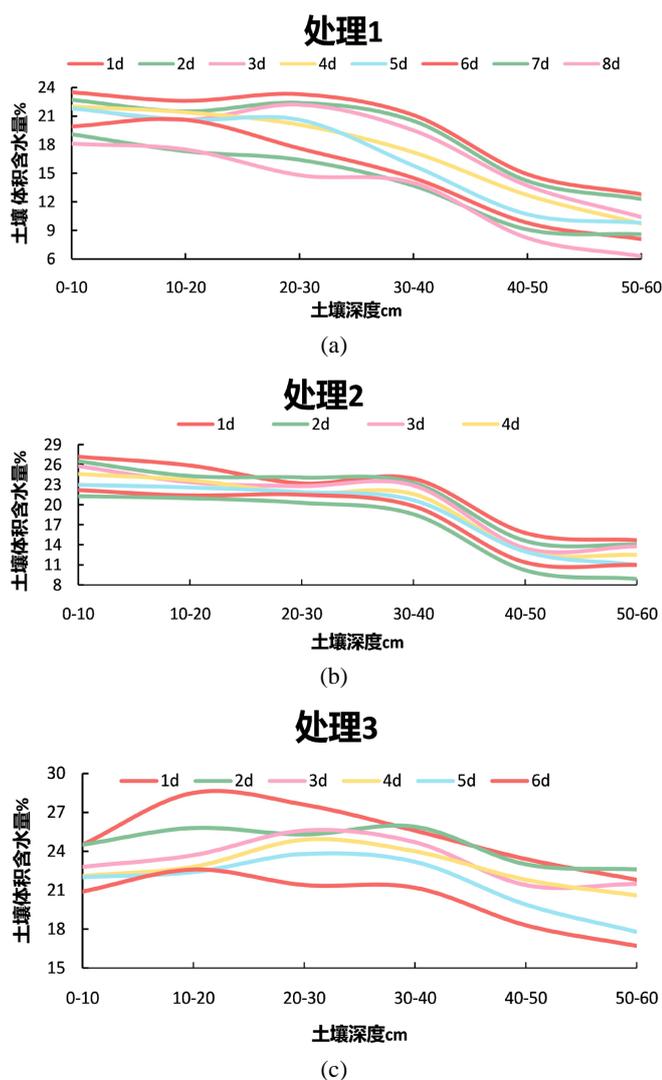


Figure 2. Change of soil moisture in the vertical direction of each treatment
图 2. 各处理垂直方向土壤水分变化

由图 2(a)可知, 处理 1 (55%田间持水量下限), 灌水周期为 8 d, 滴灌后土壤水分主要分布在 0~40 cm 土层中, 滴灌后第 1 d, 0~60 cm 土壤平均含水量为 19.7%, 滴灌后第 4 d, 0~60 cm 土壤平均含水量为 17.2%, 滴灌后第 8 d, 0~60 cm 土壤平均含水量下降为 13.2%, 为田间持水率的 55%。达到 55%田间持水率灌溉下限, 需要进行下一轮滴灌。40 cm 以下土层含水量下降幅度很快, 滴灌后第 8 d, 40~50 cm 和 50~60 cm 降幅分别为滴灌后第 1 d 的 45.0%和 50.8%, 有缺水症状。

由图 2(b)可知, 处理 2 (70%田间持水量下限), 灌水周期为 7 d, 滴灌 1 d 后, 各层土壤水分均迅速增加, 尤其是 0~40 cm 以上土层。0~60 cm 土壤平均含水量达到 21.8%。滴灌 4 d 后, 0~60 cm 土壤平均含水量下降为 19.5%, 滴灌 7 d 后, 0~60 cm 土层土壤含水量进一步下降到 17.0%, 达到 70%田间持水率灌溉下限, 需要进行下一轮滴灌。40 cm 以下土层含水量下降幅度一般, 滴灌后第 7 d, 40~50 cm 和 50~60 cm 降幅分别为滴灌后第 1 d 的 35.4%和 39.5%。

由图 2(c)可知, 处理 3 (85%田间持水量下限), 灌水周期为 6 d。滴灌 1 d 后, 60 cm 以上土壤水分均迅速增加, 0~60 cm 土壤平均含水量 25.2%, 滴灌 4 d 后, 0~60 cm 土壤平均含水量下降为 22.4%, 滴灌 6 d 后, 0~60 cm 土壤平均含水量下降为 20.2%, 达到 85%田间持水量下限, 需要进行下一轮灌溉。40 cm 以下土层含水量下降幅度慢, 滴灌后第 6 d, 40~50 cm 和 50~60 cm 降幅分别为滴灌后第 1 d 的 21.8%和 23.4%。

3.3. 各处理对垂直方向不同土层土壤水分差异性影响

Table 4. Comparison of soil moisture differences in different soil layers in the vertical direction of each treated soil

表 4. 各处理土壤垂直方向不同土层土壤水分差异性比较

土层深度(cm)	处理 1 (%)	处理 2 (%)	处理 3 (%)
0~10	18.2aA	25.1aA	22.2bcA
10~20	17.3aA	22.7bA	22.5bA
20~30	18.6aA	22.9abA	24.9aA
30~40	13.7bB	18.3bA	23.1abA
40~50	10.8cC	8.8cB	17.1cB
50~60	8.4cC	9.3cB	17.8cB

注: 同一列不同小写字母表示在 $P < 0.05$ 水平差异显著, 同一列不同大写字母表示在 $P < 0.01$ 水平差异显著。

不同处理垂直方向上不同土层土壤水分含量差异极显著($F = 32.495, P < 0.01$)。由表 4 可知, 随着土层加深, 土壤水分含量都呈现减小的趋势, 不同处理均表现出在 0~40 cm 土壤水分含量高于 40~60 cm 土壤含水量。0~40 cm 土壤含水量与 40 cm 以下土壤含水量差异极显著。说明土壤 40 cm 以下是枣树根部富集区, 是主要吸收土壤水分区域。

处理 1 (55%田间持水量下限)土壤水分含量, 20~30 cm 土壤含水量最高为 18.6%, 50~60 cm 土壤含水量最低为 8.4%。在 0~30 cm 土壤含水量与 30 cm 以下土壤含水量差异极显著, 30~40 cm 与 40~50 cm 土壤水分含量差异极显著。40~50 cm 与 50~60 cm 土壤水分含量差异不显著。处理 1 (55%田间持水量下限) 0~60 cm 土壤水分含量都比其他两个处理低, 30 cm 以下各层土壤水分含量比上一层分别降低 26.3%、21.2%、22.2%。说明 30 cm 以下是枣树需水区域, 比其他两个处理提高了一层, 不能满足枣树的需水, 55%处理滴水量不足。

处理 2 (70%田间持水量下限)土壤水分含量, 0~10 cm 土壤含水量最高为 25.1%, 40~50 cm 土壤含水量最低为 8.8%。0~10 cm 与 10~20 cm 差异显著, 10~20 cm 与 20~30 cm、30~40 cm 土壤水分含量差异不显著。0~40 cm 土壤含水量与 40 cm 以下土壤水分含量差异极显著。处理 2 (70%田间持水量下限)在 40~60 cm 土壤水分含量很低, 40 cm 以下土壤含水量 8.8%比上一层土壤含水量 18.3%降低 51.9%, 降低幅度过大, 说明此处理也存在滴水量不足的风险。

处理 3 (85%田间持水量下限)水分含量, 20~30 cm 土壤含水量最高为 24.9%, 40~50 cm 土壤含水量最低为 17.1%。0~20 cm 与 20~30 cm 土壤差异显著, 0~40 cm 土壤水分含量与 40 cm 以下土壤含水量差异极显著。处理 3 (85%田间持水量下限)水分含量, 0~60 cm 土壤水分含量比其他两个处理高。40 cm 以下土壤含水量 17.1%比上一层土壤含水量 23.1%降低 26%, 降低幅度平缓, 40~60 cm 土壤平均体积含水量保持在田间持水量的 70%左右, 才能满足枣树的需水要求。

3.4. 各处理对枣树水分利用效率的影响

各处理枣树水分利用效率如表 5 所示, 不同滴灌下限对提高枣树水分利用效率有较大影响。各处理水分利用效率由大到小为: 处理 3 (85%田间持水量下限)、处理 2 (70%田间持水量下限)、处理 1 (55%田间持水量下限)。处理 3 (85%田间持水量下限)的水分利用效率分别比处理 2 (70%田间持水量下限)、处理 1 (55%田间持水量下限)提高了 28.87%、58.23%, 处理 3 (85%田间持水量下限)的产量分别比处理 2 (70%田间持水量下限)、处理 1 (55%田间持水量下限)提高了 40.0%、87.9%, 在枣树花期、坐果期、果实膨大期 85%田间持水量下限有利于提高枣树的水分利用效率。

Table 5. The impact of various treatments on the water use efficiency of jujube trees

表 5. 各处理对枣树的水分利用效率影响

处理	耗水量 ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)	总产量 ($\text{Kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	水分利用效率 ($\text{Kg} \cdot \text{m}^3$)
处理 1	4800	7583.5	1.58
处理 2	5250	10176.1	1.94
处理 3	5700	14247.6	2.50

4. 讨论

此枣园的枣树建园以来灌溉模式一直是滴灌方式, 土壤质地为壤土。挖土壤剖面可知, 枣树的主根主要分布在土壤 40 cm 以下。与漫灌枣园相比, 由于滴灌少量多次的特点, 根系在 40 cm 土层容易获得充足的供水, 导致枣树的主根层上移。研究表明, 枣树滴灌后, 随着土层加深, 土壤水分含量都呈现减小的趋势, 不同处理均表现出 0~40 cm 土壤水分含量高于 40~60 cm 土壤含水量。0~40 cm 土壤含水量与 40~60 cm 土壤含水量差异极显著[16]。说明土壤 40 cm 以下土层是枣树根部富集区, 是主要吸收土壤水分区域。这和郑强卿等的研究一致[17]。

研究表明, 当枣树花期、坐果期、果实膨大期为 85%土壤田间持水量下限时, 土壤 40~60 cm 土层体积含水量 17.4%是田间平均持水量的 70%左右, 才能保证枣树根部富集区土壤水分的供应。这和郑强卿等的研究一致: 土壤深处 40~60 cm 土层体积含水量的恒定控制在田间最大持水量的 65%左右是保证根系富集区土壤水分供应能力的关键。

研究表明, 滴灌 1 d 后, 各层土壤水分均迅速增加, 尤其是 0~40 cm 以上土层, 40 cm 以下土壤含水量有个陡降, 说明枣树的根系主要分布在 40 cm 以下土层, 需水量较高, 导致 40 cm 以下土壤含水量急

剧下降。滴灌后随着时间的推移, 土壤水分在枣树的需水及土壤水分蒸发作用下, 土壤水分含量逐渐减小, 各土层土壤含水量都逐渐下降, 与 40 cm 以上土层土壤含水量相比, 40 cm 以下土层土壤含水量下降快。大约间隔滴灌 7~10 天左右, 土壤水分含量逐渐回落到滴水前土壤含水量附近, 但是温度和降雨对土壤含水量变化有大的影响, 一般来说, 新疆南部地区 6 月、7 月、8 月以前符合此规律, 4 月、5 月、9 月由于平均气温低, 地表蒸发量相对小, 滴灌后土壤含水量的下降会相对再延迟一段时间。同时土壤质地不同, 滴灌完成后土壤含水量的下降速度也不同, 沙土地快, 粘土地慢。因此, 新疆南部地区枣树的滴水规律, 在枣树需水关键期, 花期、坐果期和果实膨大期, 滴灌间隔为沙土地 5 天左右, 壤土 6~7 天左右, 粘土地 10 天左右一次, 滴灌的时间萌芽期为 70% 土壤田间持水量下限, 花期、坐果期为 85% 土壤田间持水量下限, 成熟期为 55% 土壤田间持水量下限, 连续滴灌 1 d 为好。

5. 结论

综上所述, 研究表明, 1) 在枣树需水关键期, 滴灌时间为土壤含水量达到 85% 田间持水量下限, 开始滴灌, 滴灌间隔为 6~7 天一次; 成熟期为达到 55% 的田间持水量下限, 开始滴灌。连续滴灌 1 d 为好, 枣树生育期适宜的滴灌水量为 $380 \text{ m}^3/667 \text{ m}^2$ 。

2) 适宜的滴灌下限有利于提高枣树的水分利用效率。在枣树花期、坐果期、果实膨大期 85% 田间持水量下限有利于提高枣树的水分利用效率, 亦可获得较高的产量。

基金项目

新疆生产建设兵团第一师科技项目“阿拉尔垦区滴灌条件下红枣水肥耦合效应研究示范”(2016TF03)。

参考文献

- [1] 曲泽州, 王永蕙. 中国果树志. 枣卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993: 2-6.
- [2] 解进宝, 解秉旭. 枣树丰产栽培管理技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 1998: 2-3.
- [3] 迪丽娜尔·叶尔山, 张桂芝, 刘慧芹. 和田玉枣产业现状、存在问题与发展对策[J]. 天津农林科技, 2021, 280(2): 28-29.
- [4] 吴翠云, 常宏伟, 林敏娟, 等. 新疆枣产业发展现状及其问题探讨[J]. 北方果树, 2016(6): 41-44.
- [5] 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.
- [6] 王雨, 李占林, 斯琴, 王允栋. 新疆枣产业现状及发展建议[J]. 落叶果树, 2020, 52(3): 28-30.
- [7] 李宏, 张志刚, 郑朝辉, 等. 南疆红枣林地不同流量对滴灌土壤水分运移特征的影响[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(8): 171-174.
- [8] 玉苏甫·买买提, 阿娜尔古丽·拜克热, 等. 新疆红枣产业发展现状及问题对策[J]. 安徽农学通报, 2015, 21(14): 11-13+41.
- [9] 王振华, 扁青永, 李文昊, 李朝阳. 南疆沙区成龄红枣水肥一体化滴灌的水肥适宜用量[J]. 农业工程学报, 2018, 34(11): 96-104.
- [10] 尹飞虎, 等. 滴灌-随水施肥技术理论与实践[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2013: 263-274.
- [11] 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.
- [12] 马军勇, 郑国玉, 等. 不同灌水下限对灰枣树生长及水分利用效率的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2020, 38(2): 58-61+92.
- [13] 花东来, 陈奇凌, 等. 枣园滴灌条件下土壤水分含量日变化特征的研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(6): 3310-3313.
- [14] 郑强卿, 陈奇凌, 等. 滴灌枣需水规律及灌溉制度[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(11): 187-189.
- [15] 胡家帅, 王振华, 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.

-
- [16] 郑强卿, 陈奇凌, 王晶晶. 滴灌骏枣花期土壤水分动态变化及对光合作用的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2019(11): 27-3
- [17] 郑强卿, 陈奇凌, 李铭, 等. 滴灌条件下骏枣根系分布特征及根际土壤水分变化研究[J]. 北方园艺, 2013(22): 177-180.