

# 不同灌水处理对干旱区滴灌核桃树土壤温度的影响

赵经华, 洪明, 马英杰, 陈凯丽

(新疆农业大学 水利与土木工程学院, 乌鲁木齐 830052)

**摘要:**为探究不同灌水处理对干旱区滴灌核桃树土壤温度的影响,通过大田小区试验,研究 6 年生核桃树在不同灌水处理(灌水定额为 15 mm 滴灌  $C_1$ ;灌水定额为 30 mm 滴灌  $C_2$ ;灌水定额为 45 mm 滴灌  $C_3$ ;灌水定额为 30 mm 涌泉灌  $C_4$ )对核桃树土壤温度的影响。结果表明:灌前 0—20 cm 的含水率对 0—20 cm 的土壤温度有显著影响,灌前 20—40 cm 的含水率对 0—40 cm 的土壤温度有显著影响;灌后 0—20 cm 土壤含水率对 0—40 cm 的土壤温度的影响要显著大于 20—40 cm 的土壤含水率对其影响。各处理各土层日均土壤温度在各生育期都呈单峰曲线。 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  处理各层日均土壤温度随着深度增大呈先增大而后减小的趋势,而  $C_4$  处理的涌泉灌各层日均温度随着深度增大呈减小趋势,且  $C_4$  处理各层灌前灌后土壤温度变化幅度最大。由于灌溉方式不同,灌后  $C_4$  处理土壤温度要小于  $C_2$  处理。综合考虑土壤温度、产量及品质情况,灌溉定额为 435 mm( $C_2$ )处理的土壤温度最稳定,产量最高,品质最好,是最有益的处理。试验结果将对核桃土壤温度和最优灌溉制度研究,提供一定的理论依据。

**关键词:**滴灌; 土壤温度; 含水率; 核桃树

中图分类号: S664.1; S152.8

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2019)06-0327-07

## Effect of Different Irrigation Treatments on Soil Temperature of Walnut Tree Irrigated by Drip Irrigation in Arid Area

ZHAO Jinghua, HONG Ming, MA Yingjie, CHEN Kaili

(College of Water Conservancy and Civil Engineering, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

**Abstract:** Based on field experiment and theoretical analysis, the effects of different irrigation treatments (The drip irrigation with the irrigation quotas of 15 mm, 30 mm, 45 mm and the bubble irrigation with an irrigation quota of 30 mm, corresponding to  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ , respectively) on soil temperature of 6-year-old walnut trees were studied. The results showed that: the water content of 0—20 cm had a significant effect on the soil temperature of 0—20 cm before irrigation, the water content of 20—40 cm had a significant effect on the soil temperature of 0—40 cm before irrigation, and the effect of soil moisture content of 0—20 cm on the soil temperature of 0—40 cm after irrigation was significantly greater than that of soil moisture of 20—40 cm; the average daily soil temperature of each soil layer showed a single peak curve at each growth stage, the average daily soil temperature of treatments of  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  increased first and then decreased with the increase of soil depth, while that of bubble irrigation layer of  $C_4$  treatment decreased with the increase of soil depth, and the change of soil temperature was the largest after irrigation in each layer of  $C_4$  treatment. Because of different irrigation methods, the soil temperature of  $C_4$  treatment was lower than that of  $C_2$  treatment. Considering the soil temperature, yield and quality, the irrigation quota of 435 mm (treatment  $C_2$ ) was the most stable, the highest yield, the best quality, which was the most beneficial quota. The results of the experiment will provide theoretical basis for the establishment of soil temperature and optimal irrigation system of walnut.

**Keywords:** drip irrigation; soil temperature; moisture content; walnut tree

作物良好的生长需要适宜的土壤环境,而土壤水分和温度的适宜范围是土壤环境的重要参数。当土壤水分和温度环境不在适宜范围内时,作物的生长明显下降。土壤温度的高低对作物生长和土壤环境有着诸多的影响,其中包括作物的根系、土壤的物理和化学性质、微生物活动和营养元素的结构形态等等。当土壤温度升高时,土壤明显加快了化学反应,同时各种盐类的溶解能力也会随着温度的提高而提高。随着土壤中水分的运动以及土壤中二氧化碳与空气中氧气两者之间的转换加快,养分的有效释放量也越来越多,这些改变使得微生物活动越来越活跃,从而加剧根系对水分以及养分的吸收利用;反之,当土壤温度降低时,微生物活动将会受到明显的抑制,有机质中的矿物元素分解速度也随之降低,这非常不利于养分的释放<sup>[1]</sup>。目前,国内外关于土壤温度的研究很多,最为主要和常见的是对于各种有利于作物生长的水热环境措施的研究。覆膜、覆盖方式、耕作方式、灌水等都是对田间的土壤温度有调控作用的主要措施<sup>[2-9]</sup>,其中对于灌水定额和灌水方式的研究相对较少。干旱地带中的绿洲农业主要依赖于灌溉,它对农业生产的影响十分显著。灌溉后,土壤的含水率会明显增加,土壤温度也随着土壤含水率的改变而发生变化,两者之间相互影响且形成了一定的特有规律<sup>[10]</sup>。在一定的土壤条件下,灌水方法及灌水制度(灌水量和灌水频率)是土壤中水、热分布情况的主要决定性因素<sup>[11]</sup>。通过大量的研究,Sharmasarkar等<sup>[12]</sup>认为灌水方法不仅是土壤中水分的分布状况的决定性因素,还影响着土壤表面及以下的温度和湿度,从而影响着土壤的微气候环境。本文以新疆阿克苏核桃为研究对象,探讨不同灌水处理对土壤温度的影响,以期对新疆南疆核桃最优灌溉制度的建立具有一定的指导意义。

表1 核桃生育期

生育阶段	萌芽期	开花结果期	果实膨大期	硬核期	油脂转化期	成熟期	落叶期
日期/(月-日)	04-05—4-14	04-15—05-09	05-10—06-03	06-04—07-05	07-06—08-31	09-01—09-25	09-26—10-30

### 1.3 参数测定

(1) 气象因子的测定:利用美国 SPECTRUM 公司生产的 watchdog 2000 系列自动气象站观测太阳辐射、气温、相对湿度、风速及降雨量等气象资料,每 30 min 记录一次数据。

(2) 土壤温度:在距树 50 cm 处布置温度传感器,利用美国 Fourtec 公司生产的 MicroLite U 盘式温度记录仪分别记录土壤深度为 5,10,20,30,40 cm 的地温,每 30 min 记录 1 次数据。

(3) 土壤含水率的测定:在树行间分别距树 0.5,1.0,1.5 m 布置 3 个测点,在棵间分别距树 0.5,1.0 m

## 1 试验材料与方法

### 1.1 试验区概况

试验区位于新疆阿克苏地区红旗坡新疆农业大学林果试验基地内,距市区 13 km,地理位置为东经 80°14',北纬 41°16',海拔 1 133 m。该基地地处天山中段的托木尔峰南麓,塔里木盆地北缘,属于典型的温带大陆性气候,多年平均年日照时数 2 855 ~ 2 967 h,无霜期达 205~219 d,多年平均降水量 42.4~94.4 mm,多年平均气温 11.2℃,年有效积温为 3 950℃。试验地面积为 0.13 hm<sup>2</sup>,地下水埋深在 6 m 以下,土壤质地为含砾石砂土。

供试核桃树栽植于 2008 年,果树南北行向种植,品种为温 185,株行距 2 m×3 m,种植密度 1 667 株/hm<sup>2</sup>,株高 3.8~4.2 m,树体矮小,树冠紧凑。试验时间为 2015 年 4—10 月。

### 1.2 试验方法

试验共设 4 个处理,分别为灌水定额 15 mm 滴灌(C<sub>1</sub>)、灌水定额 30 mm 滴灌(C<sub>2</sub>)、灌水定额 45 mm 滴灌(C<sub>3</sub>)和灌水定额 30 mm 涌泉灌(C<sub>4</sub>)。滴灌管直径为 16 mm,滴头流量为 3.75 L/h,滴头间距为 50 cm,每行树下布设两根滴灌管,分别距树左右 50 cm 处;涌泉灌为直径 20 mm,灌水器流量为 20 L/h,滴头间距为 100 cm,每行树下布置一根涌泉灌管,涌泉灌处理下,每棵树下有两个灌水器。各处理分别有 3 组重复。各处理均采用当地实际的灌溉制度,灌溉次数相同,均在萌芽期春灌 1 次(75 mm),开花期灌水 1 次,果实膨大期灌水 2 次,硬核期灌水 3 次,油脂转换期 2 次,冬灌 1 次(120 mm)。各处理全生育期合计灌溉定额分别是:315 mm(C<sub>1</sub>),435 mm(C<sub>2</sub>),555 mm(C<sub>3</sub>),435 mm(C<sub>4</sub>)。核桃生育期见表 1。

布置 2 个测点,每个测点深度都测到 1.2 m(图 1)。每次灌水前后采用德国产的 TRIME-IPH 土壤水分测定仪测 1 次土壤含水率,降雨前后加测 1 次。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同灌水处理对土壤日均温度的影响

从表 2 可以看出,土壤温度统计特征值的变化,各处理的各层地温差异明显。各处理的各层地温平均温度的最大值均在 20℃左右。涌泉灌处理的土壤温度规律与滴灌差异较明显,滴灌处理各层日均土壤温度随着深度增大呈先增大而后减小的趋势,而涌泉

灌处理各层日均温度随着深度增大呈减小趋势。这是因为滴灌由于滴头流量较小,灌溉时间较长,以及太阳辐射热传递等原因,使滴灌最高温度出现在 20—25 cm 处。而涌泉灌是以小股水流方式出水,这使得水分在土壤中向下渗透的速度相对较快,水平方向渗透速度较慢。这使得近地表水分相对滴灌较少。含水量直接影响土壤的比热容,水分含量低的土壤温度会偏高,5 cm 处日均土壤温度达到最大。在 5—10 月期间,滴灌各处理的土壤日均温度变化规律一致,

各处理地温都在 6~27℃ 波动。各滴灌处理各层土壤温度变化幅度随着深度增加呈减小趋势,这是因为随着土层深度的增加,土壤环境因外界影响的强度减小而保持相对稳定的状态,变异性小,变异指标相对较低。而涌泉灌处理的各层土壤温度变化幅度随深度呈先增大而后减小的趋势,且涌泉灌相对滴灌处理日均土壤温度较稳定。在滴灌处理中,20 cm 处土壤特征值出现反常,C<sub>1</sub>处理除 20 cm 以外的各层日均温度的方差、标准差、变异系数比其他处理都低。

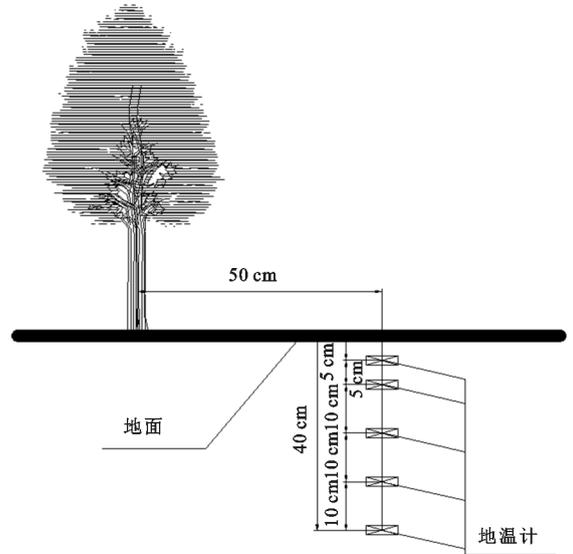
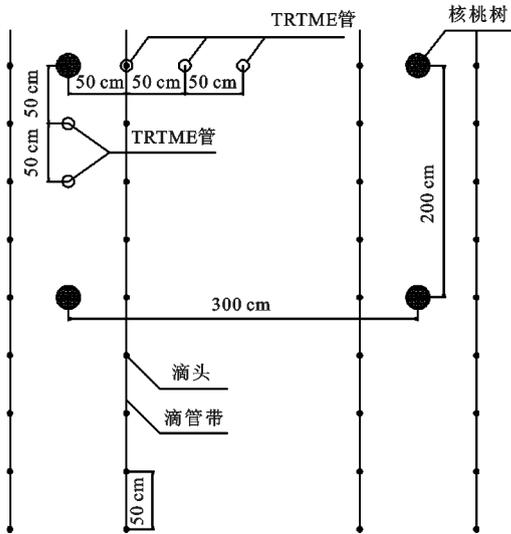


图 1 trime 及温度传感器布置

表 2 土壤日均温度统计特征值

处理	最大值/℃	最小值/℃	平均变幅/℃	平均值/℃	方差/℃	标准差/℃	变异系数
C <sub>1-5</sub>	26.16	7.12	19.04	17.85	4.12	2.03	0.11
C <sub>1-10</sub>	25.77	7.73	18.04	18.00	3.91	1.98	0.11
C <sub>1-20</sub>	25.15	8.40	16.75	18.05	3.65	1.91	0.11
C <sub>1-30</sub>	24.21	14.84	9.38	19.44	2.12	1.46	0.07
C <sub>1-40</sub>	23.79	9.56	14.24	17.89	3.15	1.77	0.10
C <sub>2-5</sub>	27.66	6.77	20.90	18.72	4.34	2.08	0.11
C <sub>2-10</sub>	27.06	6.99	20.08	18.56	4.17	2.04	0.11
C <sub>2-20</sub>	26.39	16.13	10.26	20.52	2.32	1.52	0.07
C <sub>2-30</sub>	25.81	12.93	12.88	19.12	3.14	1.77	0.09
C <sub>2-40</sub>	25.01	8.51	16.50	18.29	3.50	1.87	0.10
C <sub>3-5</sub>	27.85	6.39	21.46	19.12	4.69	2.17	0.11
C <sub>3-10</sub>	27.27	7.62	19.66	19.41	4.32	2.08	0.11
C <sub>3-20</sub>	26.17	13.31	12.87	20.03	3.01	1.73	0.09
C <sub>3-30</sub>	25.38	8.90	16.47	18.82	3.61	1.90	0.10
C <sub>3-40</sub>	25.04	9.59	15.45	18.78	3.37	1.84	0.10
C <sub>4-5</sub>	27.40	16.32	11.08	20.67	2.95	1.72	0.08
C <sub>4-10</sub>	26.92	13.54	13.38	19.63	2.95	1.72	0.09
C <sub>4-20</sub>	25.86	9.31	16.55	18.78	3.44	1.86	0.10
C <sub>4-30</sub>	25.30	9.71	15.58	18.65	3.27	1.81	0.10
C <sub>4-40</sub>	24.98	10.40	14.57	18.74	3.10	1.76	0.09

注:C<sub>1-5</sub>表示 C<sub>1</sub>处理土壤深度为 5 cm 处温度,以此类推。

## 2.2 不同灌水处理对各层土壤温度的影响

由图 2—3 可知,各处理 5 cm 处土壤温度呈单峰曲

线,在油脂转化期土壤温度达到最大,平均达到 23℃,且土壤温度波动较其他土层幅度大,这是因为近地表土壤

温度受气温影响最大。各处理 5 cm 处土壤温度在不同生育期差异较大,差幅可以达到 10℃。在油脂转化期时,C<sub>4-5</sub>处理比 C<sub>1-5</sub>处理地温高近 3℃,其他时期各处理

土壤温度差异不大。各生育期的各处理土壤温度随着灌溉定额的增加而增加,呈现先增加而减小的趋势且差幅约为 1℃,在灌溉定额为 30 mm 处达到最大。

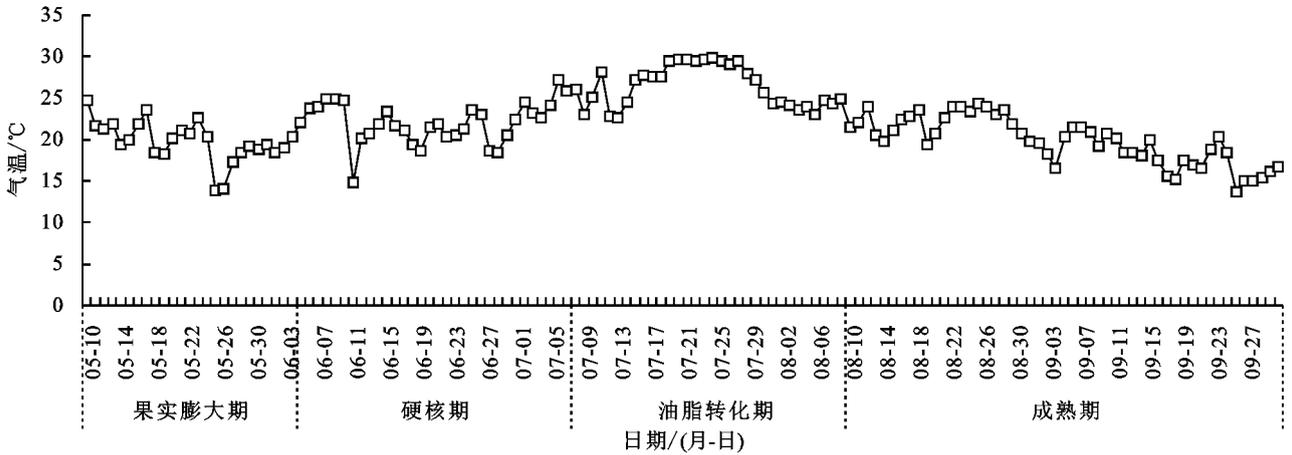


图2 不同生育期的气温

各处理 10—20 cm 处土壤温度随时间呈单峰曲线,都在油脂转化期土壤温度达到最大,平均达到 23℃。各处理的土壤温度在果实膨大期、硬核期波动不大,在 18~21℃波动。各处理在油脂转化期、成熟期、落叶期地温波动较大,在 12~23℃波动。C<sub>3-10</sub>处理在成熟期、落叶期土壤温度低于 C<sub>4-10</sub>近 0.3℃和 3℃;C<sub>3-20</sub>在成熟期低于 C<sub>4-20</sub>处理 0.4℃。C<sub>3</sub>处理的 10 cm,20 cm 的地温除上述的出现变动,剩下的在整个生育期内土壤温度都比其他处理高 3%~8%。各处理的各生育期在 30 cm,40 cm 处地温差异不大,差幅在 1℃左右。

各处理各土层土壤温度在各生育期都呈单峰曲线,都在油脂转化期(温度达到全年最高)土壤温度达到最大,且波动幅度随着深度的增加而减小。这同时说明气温对于 0—40 cm 的土壤温度都有影响,且随着深度的增加影响程度减小。整个生育期 C<sub>3</sub>处理的各层土壤温度基本都大于其他处理,且 C<sub>3</sub>处理与 C<sub>2</sub>处理的各层土壤温度差异不大。

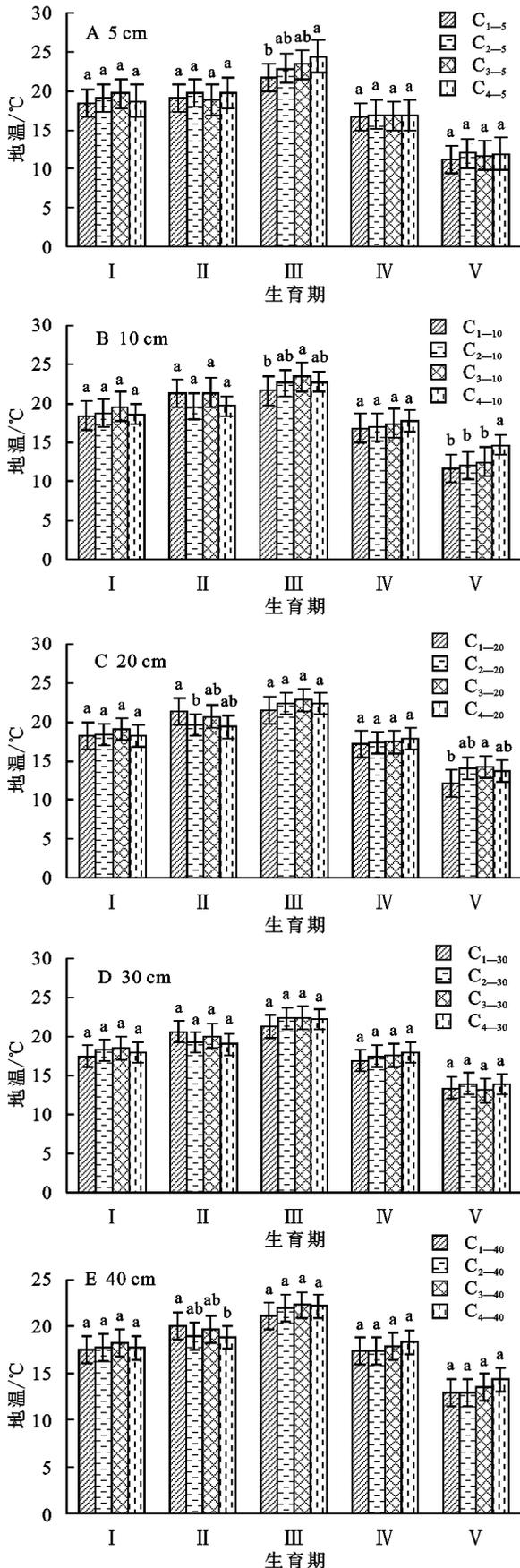
### 2.3 各层灌前灌后土壤含水率与各层土壤温度变化关系

由表 3 可知,无论灌前还是灌后,0—20 cm 土壤温度与 20—40 cm 土壤温度显著相关,这是因为太阳辐射的能量源源不断地输送到地球表面,通过大气与土壤界面以热量的形式交换来实现,这就形成大气—上层土壤—下层土壤之间不断能量传递过程<sup>[13]</sup>,所以呈显著相关。灌前 0—20 cm 含水率与灌后 0—20 cm 含水率显著相关。灌前 0—20 cm 含水率与 0—40 cm 的灌后土壤温度达到显著相关;灌前 20—40 cm 的含水率与灌前 0—40 cm 的土壤温度显著相关。灌后 0—20 cm 含水率与 0—20 cm 灌后地温达到极显著相关,与灌后 20—40 cm 的土壤温度达到显著相关。经上述研究研究表明,无论是灌前还是灌后,土壤 0—20 cm 的含水率对灌后 0—20 cm 的土壤温度影响是巨大的,都呈显著正相关。灌前 20—40 cm 含水率对灌前 0—40 cm 的土壤温度显著相关;灌后 20—40 cm 的土壤含水率对 0—40 cm 灌后土壤温度存在低水平相关且并不显著。

表3 各层灌前灌后土壤含水率与各层土壤温度之间的 person 相关

项目	0—20 cm	20—40 cm	20—40 cm	0—20 cm	0—20 cm	20—40 cm	20—40 cm
	灌后土壤温度	灌前土壤温度	灌后土壤温度	灌前含水率	灌后含水率	灌前含水率	灌后含水率
0—20 cm 灌前土壤温度	0.800	0.979*	0.900	0.900	0.800	0.969*	0.969*
0—20 cm 灌后土壤温度		0.700	0.987*	0.973*	0.999**	0.700	0.800
20—40 cm 灌前土壤温度			0.800	0.700	0.700	0.976*	0.983*
20—40 cm 灌后土壤温度				0.976*	0.983*	0.800	0.900
0—20 cm 灌前含水率					0.961*	0.800	0.800
0—20 cm 灌后含水率						0.600	0.700
20—40 cm 灌前含水率							0.900

注:\*代表显著相关,\*\*代表极显著相关。



注: I 为果实膨大期, II 为硬核期, III 为油脂转化期, IV 为成熟期, V 为落叶期, 相同生育阶段不同字母代表在 0.05 层级各处理差异性显著。

图 3 不同灌水处理的各层土壤温度

### 2.4 不同灌水处理对各层灌前灌后土壤温度变化

如图 4 所示,以 7 月 25 日灌前土壤温度和 7 月 27 日灌后土壤温度为例。各处理的灌前土壤温度都比灌后土壤温度高,且各层土壤温度灌前灌后日变化规律一致。各层土壤温度都随着时间呈近似三角函数曲线在变化,且幅度随着土层深度的增加而减小。在 1 日内土壤温度变化存在最大值、最小值,可将土壤温度变化过程分为上升与下降 2 个阶段。且土壤温度下降的速率明显小于其上升的速率。土壤温度变化随着土层深度具有明显的滞后现象。各处理 5—10 cm 的土壤最低温度出现在 10:30 左右,20 cm 土壤最低温度出现在 12:30 左右,30 cm 土壤最低温度出现在 14:30 左右。40 cm 土壤最低温度出现在 16:30 左右。最高温度同理。由此可得深度每增加 10 cm 土壤温度滞后 2 h<sup>[14]</sup>。各层土壤温度灌前灌后具体变化特征及其变化过程如下:

(1) 各处理 5 cm 土壤温度变化规律。各处理 5 cm 处土壤温度日变化波动最剧烈。C<sub>1</sub> 处理与 C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> 处理的灌前土壤温度在各时段有明显差异,温度低 0.8~1.8℃。灌后, C<sub>1</sub> 处理比灌前土壤温度下降了 8%~17%; C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> 处理的土壤温度差异不大,都下降了 7%~14%。C<sub>4</sub> 处理的土壤温度在灌前灌后变化幅度最大,灌后的土壤温度下降了 10%~20%。各处理灌前灌后土壤温度各时段变化幅度也有差异,幅度大小依次是: 0:00—6:00 > 6:00—16:00 > 16:00—0:00。

(2) 各处理 10 cm 土壤温度变化规律。C<sub>1</sub> 处理灌前土壤温度明显比 C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> 处理低 0.6~2℃。C<sub>3</sub> 处理的灌前土壤温度在 3:00—18:00 比其他处理都高,在 18:00—0:00 期间 C<sub>2</sub> 处理的灌前土壤温度比其他处理高。灌后 C<sub>3</sub> 土壤温度最高,比 C<sub>1</sub> 处理高 1.5~4℃,比 C<sub>2</sub> 处理高 0.6~1.7℃,比 C<sub>4</sub> 处理高 1.15~3.74℃。C<sub>1</sub> 处理和 C<sub>4</sub> 处理灌后土壤温度差异不大。C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> 处理灌后土壤温度分别下降了 7%~16%, 6%~12%, 4%~7%, 9%~18%。

(3) 各处理 20—40 cm 土壤温度变化规律。各处理 20—40 cm 灌前灌后土壤温度变化幅度都随着深度逐渐减小。C<sub>1</sub> 处理在 20, 30, 40 cm 处灌后土壤温度分别下降了 6.5%~12.78%, 5%~9%, 3.8%~5.5%, 且相对其他处理温度一直最低。C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> 处理的 20—40 cm 灌后土壤温度都比 C<sub>1</sub> 处理的土壤温度高。C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> 处理 20—40 cm 灌前灌后土壤温度变化差幅比另外两个处理要小很多。C<sub>2</sub> 处理的 20—40 cm 灌前土壤温度最高。在 20, 30, 40 cm 处灌后土壤温度分别下降了 5%~9%, 4%~5%, 3.1%~3.5%。C<sub>3</sub> 处理的 20—40 cm 灌后土壤温度最高。在 20, 30, 40 cm 处灌后土壤温度分别下降了 2%~5%, 0.3%~

3%, 0~2%。C<sub>4</sub>处理灌前灌后土壤温度变化幅度最大,在20,30,40 cm处灌后土壤温度分别下降了8%~12%,6%~9%,2.2%~6%。

各处理灌前灌后的各层土壤温度变化幅度都随着深度逐渐减小,这是主要因为随着土层深度的增加受太阳辐射的影响而减小。灌前C<sub>1</sub>处理各层土壤温度都低于其他处理,且差异较大。C<sub>2</sub>,C<sub>3</sub>处理在20—40 cm的灌后土壤温度都比C<sub>1</sub>的灌前处理略大。说明C<sub>1</sub>灌水处理不益于土壤温度。C<sub>2</sub>处理与C<sub>3</sub>处理各层的灌前灌后土壤温度差异不大。灌后各层的土壤温度低于C<sub>2</sub>,C<sub>3</sub>处理的各层的灌后土壤温度,且土壤温度相差较大。C<sub>3</sub>处理的灌前灌后的各层土壤温度变化幅度要略小于C<sub>2</sub>处理。C<sub>3</sub>处理在0—10 cm的灌前土壤温度要比其他处理都大,C<sub>2</sub>处理在10—40 cm的灌前土壤温度比其他处理都大。C<sub>4</sub>处理灌前土壤温度和C<sub>2</sub>,C<sub>3</sub>处理的土壤温度相近。C<sub>4</sub>处理的各层灌前灌后土壤温度变化幅度最大,虽然C<sub>4</sub>处理和C<sub>2</sub>处理是相同的灌水定额,但由于灌水方式的不同,涌泉灌向下渗透速度要比滴灌快,造成在相同灌溉定额条件下,C<sub>4</sub>处理灌后的土壤含水率明显小于C<sub>2</sub>处理(表4),最终C<sub>4</sub>处理土壤温度要小于C<sub>2</sub>处理。但随着土壤蒸发、核桃树的消耗,C<sub>4</sub>处理与C<sub>2</sub>处理的含水率相近,这使得C<sub>4</sub>,C<sub>2</sub>处理在灌后很长一段时间后土壤温度又相近。上述研究表明灌水定额和灌溉方式对土壤温度的影响是巨大的。

### 3.5 不同灌水处理对核桃产量及品质的影响

由表5可知,不同灌溉量与灌水方式均对产量有显著影响。在相同灌水方式不同灌水定额下,C<sub>2</sub>处理的产量分别高于C<sub>1</sub>,C<sub>3</sub>处理39.43%,23.12%,单个核桃质量也呈现显著差异,仍以C<sub>2</sub>处理为最大。在不同灌水方式相同灌水定额下,与C<sub>4</sub>处理相比,C<sub>2</sub>处理产量显著高于C<sub>4</sub>处理48.14%。单个核桃质量也呈现显著差异,以C<sub>2</sub>处理为最大。因此在不考虑果实品质的前提下,C<sub>2</sub>处理灌溉制度下的核桃产量最多。

研究表明核桃主要成分有脂肪、蛋白质、维生素、碳水化合物及微量元素等营养成分<sup>[15]</sup>,这些营养成分决定了核桃果实的品质。C<sub>1</sub>处理各项品质指标显著小于其他处理,表明灌水量较少时易造成果实品质显著降低,影响经济效益。灌水量较大时(C<sub>3</sub>处理)虽然促使蛋白质含量提升,但影响果实的脂肪含量与出仁率,与C<sub>2</sub>处理相比,分别下降了2.25%,3.52%。当改变灌水方式后,其变化结果,与C<sub>3</sub>处理相似。

因此,综合对比,在考虑产量与各项品质指标的前提下,C<sub>2</sub>处理对核桃产量与品质最有益。

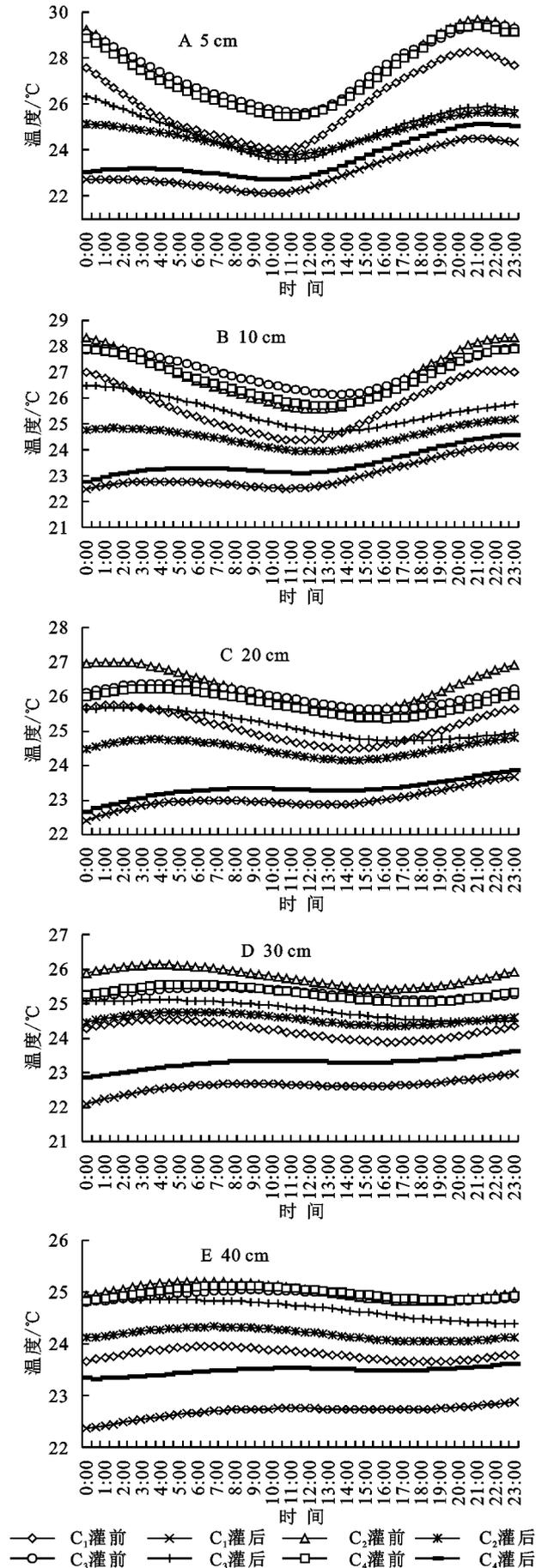


图4 不同灌水处理对各层灌前灌后的土壤温度日变化

表 4 灌前灌后各处理土壤含水率

%

土层深度/cm	灌前 C <sub>1</sub>	灌前 C <sub>2</sub>	灌前 C <sub>3</sub>	灌前 C <sub>4</sub>	灌后 C <sub>1</sub>	灌后 C <sub>2</sub>	灌后 C <sub>3</sub>	灌后 C <sub>4</sub>
0—20	6.33	9.23	10.96	8.06	9.45	18.55	21.83	11.48
20—40	7.15	12.93	12.77	11.80	6.96	15.23	13.11	12.29

表 5 不同灌水处理的核桃产量及品质

处理	单个核桃 质量/g	产量/ (kg·hm <sup>-2</sup> )	出仁率/ %	脂肪/ %	蛋白质/ %
C <sub>1</sub>	9.04a	2273.40a	64.50a	66.60a	19.60a
C <sub>2</sub>	12.38b	3169.90b	67.40b	68.20b	19.80b
C <sub>3</sub>	11.62,ab	2574.70c	65.11a	66.70c	20.40c
C <sub>4</sub>	11.37ab	2139.80a	65.05a	66.80b	20.20b

注:同列数据不同字母表示在  $p < 0.05$  水平差异显著。

### 3 结论

(1) 涌泉灌处理的日均土壤温度规律与滴灌差异较明显,滴灌处理各层日均土壤温度随着深度增大呈先增大而后减小的趋势,最高温度出现在 20—25 cm 处;涌泉灌处理各层日均温度随着深度增大呈减小趋势,5 cm 处日均土壤温度达到最大。

(2) 各处理各土层土壤温度在各生育期都呈单峰曲线,都在油脂转化期(温度达到全年最高)土壤温度达到最大。C<sub>3</sub>处理与 C<sub>2</sub>处理的各层日均土壤温度差异不大。C<sub>2</sub>处理的各层日均温度的方差、标准差、变异系数比其他处理都低,而 C<sub>1</sub>处理最高。

(3) 刚灌水结束后,灌后土壤含水率对土壤温度影响是显著的,灌后 0—20 cm 土壤含水率对 0—40 cm 的土壤温度的影响要显著大于 20—40 cm 的土壤含水率对其影响。在灌后的一段时间内,土壤水分经过土壤蒸发、核桃树消耗以及深层渗漏,土壤含水量在各土层发生了变化,对各层土壤温度的影响也发生了相应的变化。此时,0—20 cm 的含水率对 0—20 cm 的土壤温度有显著影响,对 20—40 cm 的土壤温度,有一定的影响但并没有达到显著水平。20—40 cm 的含水率对 0—40 cm 的土壤温度有很大影响,并呈显著水平。

(4) 综合考虑土壤温度、产量及品质情况,灌溉定额为 435 mm(C<sub>2</sub>)处理的土壤温度最稳定,产量最高,品质最好,是最有益的处理。

#### 参考文献:

[1] 陈军.果树生长与土壤条件的关系探析[J].现代农业科

技,2010(9):155-156.

- [2] 马忠明,白玉龙,薛亮,等.不同覆膜栽培方式对旱地土壤水热效应及西瓜产量的影响[J].中国农业科学,2015,48(3):514-522.
- [3] 王秀领,阎旭东,徐玉鹏,等.不同耕作方式对春玉米土壤水分、温度及产量的影响[J].玉米科学,2017,25(3):87-93.
- [4] 李玉玲,张鹏,张艳,等.旱区集雨种植方式对土壤水分、温度的时空变化及春玉米产量的影响[J].中国农业科学,2016,49(6):1084-1096.
- [5] 于庆峰,苗庆丰,史海滨,等.秸秆覆盖量对土壤温度和春玉米耗水规律及产量的影响[J].水土保持研究,2018,25(3):111-116.
- [6] 刘秀位,苗文芳,王艳哲,等.冬前不同管理措施对土壤温度和冬小麦早期生长的影响[J].中国生态农业学报,2012,20(9):1135-1141.
- [7] 杨宏羽,李欣,王波,等.膜下滴灌油葵土壤水热高效利用及高产效应[J].农业工程学报,2016,32(8):82-88.
- [8] 陈丽娟,张新民,王小军,等.不同土壤水分处理对膜上灌春小麦土壤温度的影响[J].农业工程学报,2008,24(4):9-13.
- [9] 龚雪文,李仙岳,史海滨,等.番茄、玉米套种膜下滴灌条件下农田地温变化特征[J].生态学报,2015,35(2):489-496.
- [10] 张建兵,熊黑钢,李宝富,等.干旱区农田土壤水分地温变化规律及其相互关系[J].干旱地区农业研究,2013,31(2):127-133.
- [11] 王建东,龚时宏,高占义,等.滴灌模式对农田土壤水氮空间分布及冬小麦产量的影响[J].农业工程学报,2009,25(11):68-73.
- [12] Sharmasarkar F C, Sharmasarkar S, Miller S D, et al. Assessment of drip and flood irrigation on water and fertilizer use efficiencies for sugarbeets[J]. Agricultural Water Management, 2001,46(3):241-251.
- [13] 王卫华,王全九,刘建军.南疆棉花苗期覆膜地温变化分析[J].干旱地区农业研究,2011,29(1):139-145.
- [14] 姜国军,王振华,郑旭荣.北疆滴灌复种大豆田土壤温度分布特征[J].西北农业学报,2014,23(4):45-51.
- [15] 赵经华,赵付勇,付秋萍,等.不同灌水模式对核桃树产量及品质的影响[J].灌溉排水学报,2017,36(2):81-86.