

不同灌溉保墒措施对杏园土壤水分动态及耗水量的影响

王伟军, 王 红, 张爱军, 张瑞芳, 周大迈

(河北农业大学 山区研究所, 国家北方山区农业工程技术研究中心, 河北 保定 071001)

摘 要:以山区杏树为试材,通过田间试验研究了4种灌溉保墒措施(常规灌溉、滴灌、滴灌覆膜和控滴覆膜)对杏园土壤水分动态、耗水量、杏产量及水分利用效率的影响。结果表明:滴灌覆膜措施不仅节约了灌水量,而且提高了水分利用效率,是杏树灌溉保墒的一种有效措施。在杏收获前期,增加灌水量可以提高土壤含水率。在整个生育期内,与常规灌溉比较,滴灌覆膜、滴灌和控滴覆膜处理节约灌水量达49.85%、49.85%和62.46%。滴灌覆膜处理水分利用效率最高,为7.934 g/m³。

关键词:滴灌;覆膜;土壤含水率;耗水量

中图分类号:S 662.207⁺.1 文献标识码:A 文章编号:1001-0009(2011)12-0001-04

在干旱、半干旱地区中的河北、山西、甘肃等省水资源利用效率虽已超过50%,但仍属于缺水类型^[1]。太行山区的丘陵地区主要分布在太行山东侧山前地带海拔100~500 m石灰岩或片麻岩地带,降雨量少,干旱明显,水资源供需矛盾尖锐。因此,推行节水农业是解决该地区水资源缺乏的重要途径。目前,国内外已有不少科研工作者将滴灌技术应用到小麦、玉米等粮食作物^[2-4]以及棉花、果树等经济价值较高的作物^[5-9]。此外还有学者研究了地膜覆盖对玉米田^[10]以及烟草地、山地李园等土壤含水量变化的影响^[11-12]。但对在滴灌基础上覆膜对杏树生长的影响研究较少,该研究旨在为杏园采用合理灌溉保墒措施提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在河北省唐县游家佐村的杏园,地处保定西部,太行山东麓,海拔153 m,年降雨量521 mm,年平均气温12.1℃,无霜期192 d,年日照时数2 430 h。供试杏树品种为“金太阳”,树龄5 a,株行距3 m×3 m。土壤为壤质褐土,供试土壤基本理化性质见表1。

1.2 试验设计

试验设计为滴灌、滴灌覆膜、控滴覆膜和常规灌溉

(CK)4个处理。选择树势均匀一致的杏树,每3株为1个处理,3次重复,处理之间设隔离树,随机区组排列。

表1 供试土壤基本理化性质

Table 1 Basic physical and chemical properties of tested soil					
土层深度 Soil layers / cm	有机质 Organic mater / g·kg ⁻¹	全氮 Total N / g·kg ⁻¹	全磷 Total P / g·kg ⁻¹	全钾 Total K / g·kg ⁻¹	容重 Bulk density / g·m ⁻³
0~20	7.24	1.24	0.32	18.33	1.37
20~40	7.44	1.08	0.36	19.47	1.45
40~60	6.94	1.05	0.40	19.30	1.53
60~80	7.09	0.99	0.42	20.57	1.44
80~100	6.28	0.90	0.37	19.65	1.59

滴灌装置由自制水包和输液管组成,2个滴头埋置于距树冠60 cm的两侧,埋置深度为15 cm,流量为1.5 L/h;常规灌溉(CK)为大水漫灌型;滴灌覆膜为在滴灌基础上覆盖农用地膜,覆盖范围以树冠为中心,覆盖面积为1.2 m×1.2 m;控滴覆膜是在滴灌基础上控制滴灌用水量,灌溉时间及灌溉次数和灌水量见表2,在12月11日进行冬灌(大水漫灌),灌水量均为33.4 mm。春季果树花期前施基肥,硬核期追肥,施肥方法采用环状深沟施肥,田间管理同大田。

表2 不同灌溉保墒措施的灌水量

Table 2 Irrigation amount of different irrigation and soil moisture conversation treatments				mm
处理 Treatments	阶段灌溉量 Stage irrigation amounts		灌溉总量 Sum irrigation amounts	
	4月4日	4月30日		
CK	33.3	33.3	100	
滴灌(DD)	16.7	16.7	66.8	
滴灌覆膜(PMDI)	16.7	16.7	66.8	
控滴覆膜(PMRDI)	16.7	8.3	58.4	

第一作者简介:王伟军(1983-),男,硕士,河北康保人,现主要从事植物营养生态方面的研究工作。E-mail: wang_076650@yahoo.com.cn。
责任作者:周大迈(1957-),男,河北安平人,研究员,博士生导师,现从事旱作农业和土壤农化等方面的研究工作。
基金项目:国家北方农业工程技术研究中心开放课题资助项目(2008002)。
收稿日期:2011-03-30

1.3 测定方法

1.3.1 土壤含水量测定 在每个小区布设中子管, 用 L-520 型智能中子仪分 6 层(10、20、40、60、80、100 cm)测定土壤含水率(体积含水率)。每 10~15 d 测定 1 次。

1.3.2 土壤耗水量测定 $E_t = P + I + \Delta S$, $\Delta S = \sum (\Delta \theta_i \times Z_i)$ 式中, E_t 为土壤耗水量(mm), P 为降水量(mm), I 为灌水量(mm), ΔS 为土壤贮水量变化量(mm), θ_i 为土壤某一层体积含水率(%), Z_i 为土层厚度(cm), i 为土壤层次。

2 结果与分析

2.1 土壤水分动态变化规律

降雨是影响土壤含水量变化的主要因素之一, 由

图 1 可知, 在杏收获(6 月 15 日)前期, 试验地降雨量少, 而降水主要集中在 6 月下旬至 8 月, 对杏树果实产量没有太大影响。

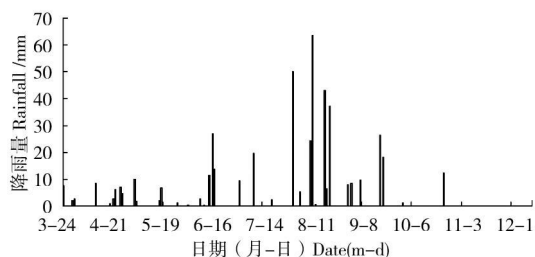


图 1 2010 年试验地降雨量

Fig. 1 Rainfall amounts in experimental station of 2010

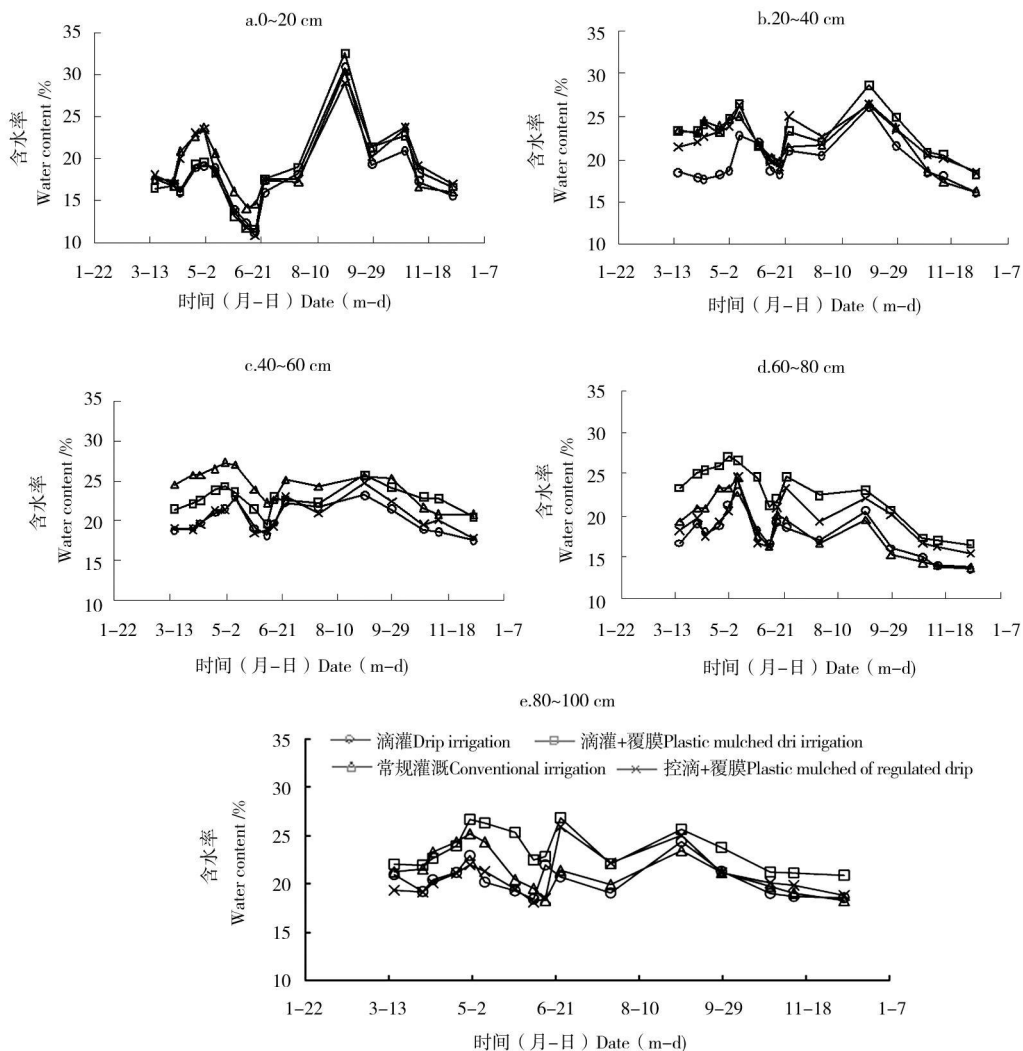


图 2 不同灌溉保墒措施 100 cm 土层内土壤含水率的动态变化曲线

Fig. 2 Dynamics of soil water in different layers under different irrigation and soil moisture conservation treatments

注: 图示中 a~d 的图例与 e 中相同。

Note: The figure a~d and figure e were the same legend

4 种不同灌溉保墒措施对土壤水分动态变化影响见图 2, 滴灌措施下 0~100 cm 土壤含水率整体低于滴灌+覆膜处理。在收获(6 月 15 日)前期 0~60 cm 土层中, 常规灌溉和滴灌覆膜处理含水量接近, 略高于控滴覆膜和滴灌处理, 说明灌水及覆膜措施对土壤含水量有明显的影响。在 6 月 24 日以后, 滴灌覆膜与控滴覆膜措施下的土壤含水率较接近, 高于常规灌溉和滴灌, 说明覆膜可以防止水分蒸发。由此可见, 灌溉覆膜处理, 可以更好地保持土壤中水分, 提供作物生长发育所需要的水分。

2.2 不同灌溉保墒措施对杏树耗水的影响

由表 3 可知, 杏树生育期有效降水量为 471.5 mm, 而在杏树收获(6 月 15 日)前, 其降水量为 84.7 mm, 占年降水量的 18.0%。总灌水 3 次, 在收获前灌水 2 次。常规灌溉、滴灌、滴灌覆膜和控滴覆膜的灌水量分别是

66.6、33.4、33.4 和 25 mm, 与常规灌溉比较, 滴灌覆膜、滴灌和控滴覆膜处理节约灌水量分别是 49.85%、49.85%和 62.46%。在 12 月 10 日进行冬灌, 灌水量均为 33.4 mm。4 种不同灌溉保墒措施下耗水量在杏树一次速长时期均是最低, 而在硬核期常规灌溉的耗水量明显高于其它处理, 常规灌溉、滴灌、滴灌覆膜及控滴覆膜的耗水量分别是 43.22、8.29、14.28 和 9.83 mm。5 月中旬进入二次速长期, 其耗水量进入第 2 个高峰, 4 种处理的耗水量分别是 75.33、65.69、69.40 和 73.67 mm。在整个生育期内, 随灌水量的增加, 耗水量也随之增加, 常规灌溉、滴灌覆膜、滴灌和控滴覆膜在全生育期的总耗水量分别是: 580.04、532.56、527.46 和 513.95 mm, 滴灌覆膜、滴灌、控滴覆膜耗水量较常规灌溉分别减少 8.18%、9.06%和 11.39%。由此可见, 滴灌覆膜措施可以提高水分利用效率。

表 3 不同处理对杏树生育期耗水量的影响

Table 3 Effects of different treatments on water consumption amount of apricot trees

名称 Name	萌芽、花期 Blooming stage	一次速长期 The first fast growing stage	果实硬核期 Fruit core hardening stage	二次速长期 成熟期 The second fast growing stage-Maturity stage	成熟期 落叶休眠期 Maturity Stage-dormancy stage	全生育期 The whole growth stage
起止日期(月-日) Start-ending dates(m-d)	3-17~4-13	4-14~4-29	4-30~5-8	5-9~6-15	6-16~12-10	—
CK	降雨量/mm 26.5 灌水量/mm 33.3 耗水量/mm 41.29	21.8 — 10.68	11.7 33.3 43.22	24.7 — 75.33	386.8 33.4 409.52	471.5 100 580.04
滴灌(DI)	灌水量/mm 16.7 耗水量/mm 44.56	— 9.67	16.7 8.29	— 65.69	33.4 399.25	66.8 527.46
滴灌覆膜(PMDI)	灌水量/mm 16.7 耗水量/mm 38.63	— 11.43	16.7 14.28	— 69.40	33.4 398.82	66.8 532.56
控滴覆膜(PM RDI)	灌水量/mm 16.7 耗水量/mm 36.22	— 5.15	8.3 9.83	— 73.67	33.4 389.08	58.4 513.95

2.3 不同灌溉保墒措施对杏产量与水分利用效率影响

由表 4 可看出, 不同灌溉保墒措施下杏折合成 1 hm² 产量由大到小的顺序为对照、滴灌覆膜、滴灌和控滴覆膜, 对照处理的单果重为 36.75 g, 比滴灌覆膜处理小, 但单株产量最高为 9.79 kg, 控滴覆膜处理的单果重、单株产量均是最低, 分别为 34.68 g 和 8.29 kg。

表 4 不同灌溉保墒措施对杏产量及水分利用效率影响

Table 4 Effects of different irrigation and soil moisture conversation treatments on yield and water use efficiency of apricot trees

处理 Treatments	单果重 Fruit weight/ g	单株产量 Yield of single-plant /kg	折合 1 hm ² 产量 Yield of 1 hm ² / kg	耗水量 Water consumption /mm	水分利用效率 WUE /kg·m ⁻³
CK	36.75	9.79	10 878	170.52	6.379
滴灌(DI)	36.09	9.10	10 111	128.21	7.886
滴灌覆膜(PMDI)	40.04	9.55	10 611	133.74	7.934
控滴覆膜(PM RDI)	34.68	8.29	9 211	124.87	7.376

4 种不同处理方式下的耗水量由大到小的顺序为对照、滴灌覆膜、滴灌、控滴覆膜处理。而水分利用效率由大到小的顺序为滴灌覆膜、滴灌、控滴覆膜和对照处理, 分别为 7.934、7.886、7.376、6.379 kg/m³, 滴灌覆膜、滴灌、控滴覆膜水分利用效率分别比对照高 24.38%、23.62%和 15.63%。说明在杏树收获前期, 灌水可以提高果实产量, 以滴灌覆膜处理水分利用效率最高。

3 结论

杏树收获前期(6 月 15 日)0~60 cm 各个土层, 常规灌溉含水量最高, 而在收获后期滴灌覆膜与控滴覆膜含水量高于常规灌溉和滴灌处理。在整个生育期内, 与常规灌溉比较, 滴灌覆膜、滴灌和控滴覆膜处理节约灌水量分别是 49.85%、49.85%和 62.46%, 随灌水量的增加, 杏树耗水量随之增加, 滴灌覆膜、滴灌、控滴覆膜耗水量较常规灌溉分别减少 8.18%、9.06%和 11.39%。不同灌溉保墒措施下杏产量大小顺序是常规灌

溉、滴灌覆膜、滴灌和控滴覆膜, 滴灌覆膜产量为 $10\ 611\ \text{kg}/\text{hm}^2$, 水分利用效率最高, 为 $7.934\ \text{kg}/\text{m}^3$ 。

控滴覆膜处理下果实产量最低, 为 $8.29\ \text{kg}$, 说明在杏树硬核期应对杏树提高足够水分以供生长发育。

滴灌覆膜是杏园较好的节水灌溉保墒措施, 它能够满足作物所需水分, 又能提高水分利用效率, 可以在太行山地区杏园生产中推广应用。

参考文献

[1] 水利电力部水利水电规划设计院. 中国水资源利用[M]. 北京: 水利电力出版社, 1989.
[2] 尹光华, 蔺海明. 旱地春小麦集雨补灌增产机制初探[J]. 干旱地区农业研究, 2001, 19(2): 55-60.
[3] 侯连涛, 焦念元, 韩宾, 等. 不同覆盖方式对土壤水分分布的影响[J]. 灌溉排水学报, 2007, 26(1): 47-50.
[4] 李久生, 杜珍华, 栗岩峰. 壤土特性空间变异对地下滴灌水氮分布及夏玉米生长的影响[J]. 中国农业科学, 2008, 41(6): 1717-1722.

[5] 危常州, 马富裕, 雷咏雯, 等. 棉花膜下滴灌根系发育规律的研究[J]. 棉花学报, 2002, 14(4): 209-214.
[6] 马孝义, 康绍忠, 王凤翔, 等. 果树地滴灌灌水技术田间试验研究[J]. 西北农业大学学报, 2000, 28(1): 57-61.
[7] 李光永, 王小伟, 黄兴法, 等. 充分灌与调亏灌溉条件下桃树滴灌的耗水量研究[J]. 水利学报, 2001(9): 55-58.
[8] 员学锋, 吴普特, 汪有科. 秸秆覆盖桃树地生态效应及桃树的生长状况[J]. 农业工程学报, 2007, 23(1): 91-94.
[9] 李巧珍, 郝卫平, 龚道枝, 等. 不同灌溉方式对苹果园土壤水分动态、耗水量和产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(2): 128-133.
[10] 员学锋, 吴普特, 汪有科. 地膜覆盖保墒灌溉的土壤水、热以及作物效应研究[J]. 灌溉排水学报, 2006, 25(1): 25-29.
[11] 王丽萍, 汪耀富, 王伯武, 等. 覆盖集水措施对烟田土壤水分时空分布和利用效率的影响[J]. 水土保持学报, 2005, 19(5): 117-119.
[12] 王进, 欧毅, 谢永红, 等. 山地李园树盘覆盖效应研究[J]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2006, 28(4): 601-605.

Effects of Different Irrigation and Soil Moisture Conversation Treatments on Soil Water Dynamics and Water Consumption in Apricot Orchard

WANG Wei-jun, WANG Hong, ZHANG Ai-jun, ZHANG Rui-fang, ZHOU Da-mai

(Research Institute of Mountainous Areas Agriculture University of Hebei, State Research Center for Agri-Engineering Technology in Northern Mountainous Region, Baoding, Hebei 071001)

Abstract: Through four different irrigation and soil moisture conversation treatments: conventional irrigation, drip irrigation, plastic mulched drip irrigation and plastic mulched of regulated drip irrigation on the field experiment of mountainous apricot orchard had carried out. The experiment was to evaluate the effects of these treatments on soil water content, water consumption, water use efficiency and yield of apricot trees. The results showed that, plastic mulched drip irrigation method not only saved the water amount, but also increased water use efficiency. Therefore, plastic mulched drip irrigation treatment was an effective method to keep soil moisture for apricot trees. before the harvest stage, the added irrigation quantity could increase water content. During growth period, compared to the conventional irrigation, the plastic mulched drip irrigation, drip irrigation and plastic mulched of regulated drip irrigation saved water by 49.85%, 49.85% and 62.46%, respectively. The plastic mulched drip irrigation treatment of water use efficiency was $7.934\ \text{g}/\text{m}^3$, which was the highest among four treatments.

Key words: apricot; drip irrigation; soil water content; water consumption