

不同旱作保水措施对龙廷杏梅园地 土壤水环境调控效应的影响研究^{*}

宗萍萍¹, 杨吉华², 史秀娟¹, 耿焱³

(1. 山东省水利科学研究院, 济南 250013; 2. 山东农业大学 林学院, 山东 泰安 271018; 3. 博兴县水利局, 山东 滨州 256500)

摘 要: 对龙廷杏梅树盘进行不同材料及不同组合方式的覆盖处理, 结果表明: 多重处理由于保水剂吸附土壤径流, 覆草增加土壤贮水量, 覆膜阻隔水分蒸发, 蓄水保墒效果最好, 其次是双层处理, 而单一处理较差。覆膜处理下土壤水分都有向表层聚集的现象; 各深度测定点都以多重处理的土壤水分含量最高。不同覆盖物由于保蓄水分的能力不同, 对下层土壤水分的影响差异较为明显, 各处理比对照平均增产 12 027.27 kg/hm², 平均增加净收入 21 649元/hm², 产量与土壤含水量在 0.05 水平上显著相关($r=0.689$), 不同旱作保水措施对龙廷杏梅园地具有良好的土壤水环境调控效应, 经济效益显著。

关键词: 龙廷杏梅; 旱作保水措施; 水环境调控效应

中图分类号: S157; S152.7

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)03-0169-05

Study on Water Content of Long-ting P. *Simonii* Carr. with the Technique of Dry Farming and Water Retention Covering

ZONG Ping-ping¹, YANG Ji-hua², SHI Xi-juan¹, GENG Yan³

(1. Water Conservancy Research Institute of Shandong Province, Jinan 250013, China; 2. Forestry College of Shandong Agriculture University, Tai'an, Shandong 271018, China; 3. Boxing Water Authority, Binzhou, Shandong 256500, China)

Abstract: The experiments of different materials were carried out on the Long-ting P. *Simonii* Carr. orchard soil with different cross patterns. The results showed that super absorbent polymer can adsorb soil runoff, mulch with grass can improve soil water holding, mulch with veil can cut off moisture content evaporation, water storage and retention of multiple treatments was the best; and the next was dual treatments, single treatment was worse. The soil water of mulch with veil had run to supper crust, the soil water of multiple treatments were higher in different depth. Different mulching had different ability of water storage and retention, the effect on soil water content in deeper levels was comparatively obvious. The average yield of each treatment was 12 027 kg/hm² higher than the contrast, the average net income increased 21 649 yuan/hm². Yield and soil water content at the 0.05 level was significant correlation ($r=0.689$). Different dry farming and water retention covering had better effectiveness of soil water content, and had better economic benefits.

Key words: Long-ting P. *Simonii* Carr.; measures of dry farming and water retention covering; water content

龙廷杏梅(Long-ting P. *Simonii* Carr.)在当地7月中旬成熟,此时正值果品淡季,具有很强的市场竞争力,有较高的经济效益。但是,由于龙廷杏梅主要栽植在山区丘陵,灌溉条件差,土壤瘠薄和干旱缺水是限制山丘区经济林优质、丰产的两大自然因素,

各种旱作保水措施,直接影响表层土壤水分蒸发,从而间接影响土壤水分的再分布过程^[1-2]。因此,研究不同旱作保水措施下土壤水分的动态变化规律,对于提高经济林土壤水分利用效率,进而提高果品产量和品质有着十分重要的意义。

^{*} 收稿日期: 2008-11-06

基金项目: 山东生态省建设重点科技攻关项目(SDSP2005-0410-06)

作者简介: 宗萍萍(1982-),女,山东济南人,硕士研究生,主要从事水土保持与生态研究工作。E-mail: zppazf@163.com

通信作者: 杨吉华(1957-),男,山东济南人,教授,主要从事水土保持与荒漠化防治研究。E-mail: jhyang@sdau.edu.cn

1 试验地概况

试验地设在新泰市龙廷镇掌平洼村, 该地属暖温带半湿润大陆性季风气候区, 多年平均气温 13.2℃, 年均降雨量 753.8 mm, 岩石为片麻岩, 土壤为棕壤, 春季干旱少雨, 而且风速大, 温度高, 土壤蒸发相当强烈, 造成春季土壤干旱严重, 为此, 2006 年在龙廷杏梅园地进行土壤旱作保水技术的研究。试验地布设在掌平洼村南部水平梯田上栽植的龙廷杏梅园内, 水平梯田宽 24 m, 土层厚度 60 cm。1999 年春季栽植的龙廷杏梅, 树龄 8 a, 平均地径 14.25 cm, 平均树高 3.2 m, 平均冠幅 3.8 m×2.9 m, 枝下高 0.6 m, 平均树冠体积 10.37 m³, 透光率 0.3, 株行距 3 m×4 m, 现已进入盛果期。

2 试验材料和研究方法

2.1 试验材料

在龙廷杏梅园布设试验小区, 共设 12 个处理: iv- 松土: 每 10 天松土一次, 松土深度 5 cm, 作为对照; ㊦- 树盘覆白膜; ㊧- 树盘覆盖黑膜; ㊨- 树盘覆草; ㊩- 树盘土壤施保水剂; v- 树盘覆草加盖白膜; ×- 树盘覆草加盖黑膜; ㊪- 树盘土壤施保水剂加覆草; ㊫- 树盘土壤施保水剂加覆白膜; ㊬- 树盘土壤施保水剂加覆黑膜; ㊭- 树盘土壤施保水剂加覆草加覆白膜; vi- 树盘土壤施保水剂加覆草加覆黑膜。树盘覆盖均为 2 m×2 m, 覆草厚度为 20 cm 左右, 每株施保水剂 160 g, 保水剂为 KD-2 型高吸水树脂。试验设置 12 个处理, 每个处理 9 株树

木为一个试验小区, 每个处理 3 个重复, 共计 36 个小区, 各小区随机排列。第二年对试验地重新覆盖, 覆草的每株再施加麦秸, 使其厚度保持在 20 cm, 覆膜的再重新进行覆盖。

2.2 研究方法

2.2.1 土壤含水量的测定 在每个试验小区选择 3 个测点, 分别用铝盒取 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm 和 40-50 cm 层的土壤, 每层 3 个重复。将土样带回实验室, 用烘干法测定土壤含水量。

2.2.2 土壤蓄水指标的测定 在每个试验小区选择 3 个测点, 分别用环刀取 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm 和 40-50 cm 层的土壤, 每层取 1 个环刀, 用浸水法测定毛管最大持水量、土壤饱和贮水量等土壤蓄水指标。

2.2.3 产量测定 用标准株法测定单株产量, 计算单位面积龙廷杏梅的产量。

3 结果与分析

3.1 不同旱作保水措施对龙廷杏梅园地土壤水分含量的影响

3.1.1 不同处理条件下龙廷杏梅园地土壤水分含量随时间的变化 表 1 为 4 月 7 日、4 月 17 日、4 月 27 日、5 月 8 日、5 月 20 日、5 月 31 日 6 次测定的 0-50 cm 土层的土壤含水量, 2-4 月试验地所处的龙廷镇一直处于持续干旱期, 覆盖后测得土壤含水量为 21.15%, 此后由于气温上升, 树体开始萌动, 土壤含水量一直下降。

表 1 不同处理对龙廷杏梅园地土壤含水量的影响												%
日期	iv	㊦	㊧	㊨	㊩	v	㊪	㊫	㊬	㊭	㊮	vi
04-07	18.79	18.91	18.91	18.87	19.17	19.03	19.05	19.64	20.46	20.79	20.76	20.78
04-17	15.75	18.35	18.26	17.56	18.46	18.50	18.71	19.05	19.21	19.19	19.29	19.26
04-27	13.51	15.26	15.38	15.47	15.98	16.27	16.63	17.12	17.96	18.07	18.15	18.27
05-08	16.38	17.74	17.78	16.94	19.41	18.41	18.54	19.79	19.54	19.40	20.06	20.19
05-20	15.23	15.77	15.96	15.40	17.37	15.88	15.79	17.90	18.05	18.26	17.98	17.92
05-31	11.43	14.26	14.38	14.47	14.98	15.27	15.63	16.12	16.96	17.07	17.15	17.27

注: 数值为 0-50 cm 土壤含水量平均值。

从表 1 可以看出, 经较长时间的干旱无雨, 对照 iv 的土壤含水量下降最快, 单层覆盖处理以 ㊩树盘施保水剂的最高, 为 15.98%; 多层覆盖处理以 vi 树盘土壤施保水剂加覆草加盖黑膜的, 为 18.27%。由气象资料得知, 5 月 6 日降雨(36.42 mm), 5 月 8 日对土壤含水量进行测定, 单一处理中 v 树盘施保水剂的土壤含水量上升幅度最大, 由 15.98% 升至 19.41%, 比 4 月 27 日测定值提高

3.43%。5 月 31 日测定的土壤含水量 iv 对照仅为 11.43%, 而其他各处理均保持在 14.3% 以上。整体来看, 多重覆盖的土壤含水量要高于单一处理的, 单一覆盖的土壤含水量比对照平均高出 2.01%, 多重覆盖的比对照平均高出 3.98%。这是由于保水剂充分吸附土壤径流, 减少水分下渗, 土壤含水量较高; 覆草处理改善土壤物理性状, 增加土壤孔隙度, 提高土壤贮水量; 覆膜处理切断土壤毛管水与大气

交流的通道,阻隔水分蒸发,保持土壤水分,蓄水保墒效果好^[3-4]。

总的来说,各处理的土壤含水量比对照都有一定程度的提高,较高的土壤含水量对于根系的生长发育、养分的吸收和利用都极为有利,为龙廷杏梅的生长发育创造了一个良好的根际微环境。

3.1.2 不同处理条件下春季和秋季土壤水分的垂直分布 5月4日、10日、16日三次测定的平均值代表春季土壤含水量随土层深度变化见图1,该图表明覆膜处理土壤水分都有向表层聚集的趋势。v树盘覆草加盖白膜和×树盘覆草加盖黑膜由于膜的覆盖,表层土壤水分高,但是20–30 cm土层由于根系的吸收,土壤水分含量较低,分别为14.75%和14.83%,③树盘土壤施保水剂加覆白膜和④树盘土壤施保水剂加覆黑膜两个处理由于有保水剂的缘故,20–30 cm土层仍能保持较高的水分含量,分别为17.55%和17.64%;iv对照、⑨树盘施保水剂和⑪树盘土壤施保水剂加覆草三个处理随土壤深度的变化趋势相同,均是随土壤深度加深,土壤水分含量升高,但是,⑪树盘土壤施保水剂加覆草水分含量要

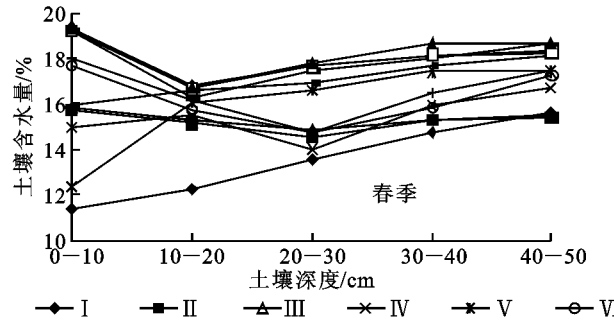
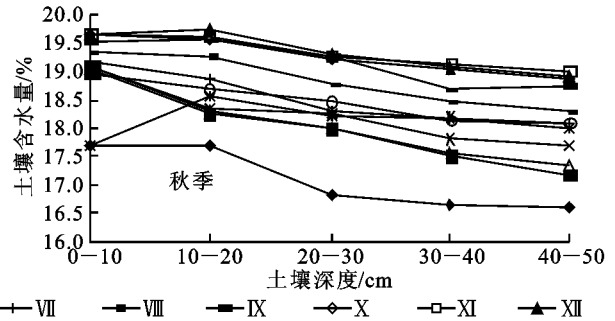


图1 不同旱作保水措施土壤含水量随深度的变化

3.1.3 干旱季节不同处理条件下每层土壤水分随时间的变化 由于不同时期降水、温度、土壤蒸发强度、植物耗水量等的不同,各处理的土壤水分不仅表现出随土层深度而变化的特点,而且随时间的动态变化也存在着明显的差异。图2是不同覆盖处理在0–10 cm,10–20 cm,20–30 cm,30–40 cm,40–50 cm土壤水分随时间的变化。由图3可以看出,不同旱作保水措施下,不同深度土壤水分随时间的变化基本都呈“下降–升高–下降–升高”的趋势,第一次升高是由于5月6日的一次降雨。在不同深度,基本以多重处理的土壤水分含量较高;有覆膜处理但是没有加保水剂的在最低水分区域土壤含水量较低。由此可见,旱作保水措施虽然对表层土壤含水量有着明显的影响,但不同覆盖物由于保蓄水能力不同,对下层土壤水分的影响差异也较为明显和清晰。

高于⑨树盘施保水剂更高于对照iv;总体而言,各深度测定点都以多重处理的土壤水分含量最高。

从图1可以看出,各处理随土壤深度的加深,其变化规律基本一致,由于大气蒸发强度降低,地面蒸发损失的土壤水分明显下降,不同覆盖处理对表层土壤水分含量影响的差异不明显,不同覆盖处理在10–20 cm的土壤水分含量为18.26%~19.72%;但不同覆盖处理对中、下层土壤水分含量的影响仍存在着明显的不同,在20–30 cm,30–40 cm,40–50 cm的3个深度的测定值基本以多重处理高于双层处理高于单一处理,其中③树盘土壤施保水剂加覆白膜和④树盘土壤施保水剂加覆黑膜要高于v树盘覆草加盖白膜、×树盘覆草加盖黑膜和⑪树盘土壤施保水剂加覆草,这是由于保水剂的保水效果所致。在深秋不同旱作保水措施的土壤水分随深度增加都呈上升趋势,但是在中下层土壤中多重处理的土壤含水量要高于其他处理,这说明在深秋,覆盖有利于土壤水分的恢复,且仍具有一定的保蓄土壤水分的作用,这对于干旱、半干旱地区,春季果树生长发育具有重要的应用价值。



3.2 不同旱作保水措施对龙廷杏梅园地土壤蓄水性能的影响

土壤的蓄水性能主要取决于土壤的物理性状,旱作保水措施使土壤的物理性状得到了改良,因此,林地土壤的蓄水性能也得到了提高。在未处理前测定的该果园毛管最大贮水量为171.4 mm,土壤饱和和贮水量为199.4 mm,经过覆盖处理,不同旱作保水措施土壤的蓄水性能如表2所示。

从表2可以看出,不管是毛管最大贮水量还是土壤饱和和贮水量均是多重处理好于双重处理好于单一处理。对照的土层毛管最大贮水量由171.44 mm变成190.3 mm,土壤饱和和贮水量对照由199.4 mm变成217.15 mm。其他各处理均大于对照,各处理毛管最大贮水量平均为210.26 mm,比对照提高了19.96 mm,土壤饱和和贮水量平均为255.73 mm,比对照提高38.58 mm。说明旱作保水措施能够改善土壤物理性

状,促进土壤团聚体的形成,增加土壤孔隙度,提高土壤蓄水保墒能力,增加土壤贮水量。

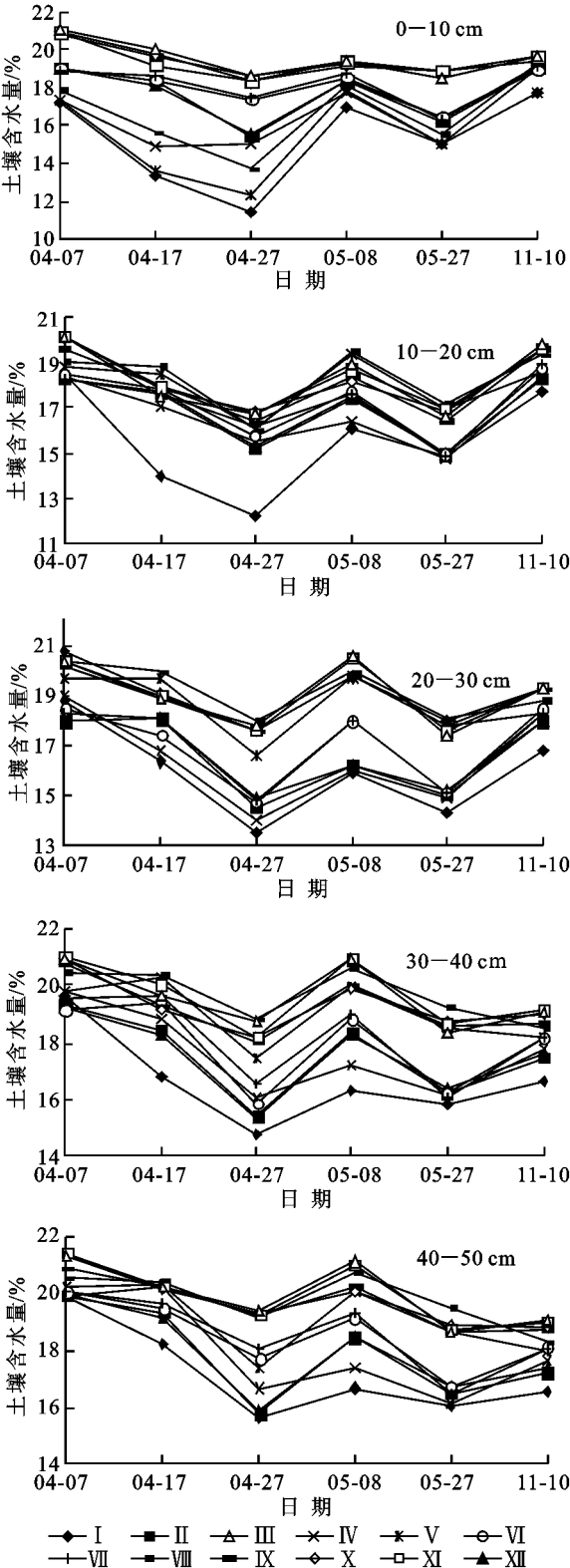


图2 不同旱作保水措施土壤含水量随时间的变化

对毛管最大贮水量和土壤饱和贮水量进行多重比较结果见表3。从表3可以看出,各处理和对照iv相比在0.01水平上存在显著差异,且多重处理和5个单一处理之间存在显著性差异,双重处理中只

有⑪树盘土壤施保水剂加覆草和单一处理③树盘覆白膜、⑥树盘覆黑膜和⑨树盘土壤施保水剂处理之间存在差异,多重处理之间有⑪树盘土壤施保水剂加覆草和⑧树盘施保水剂加盖黑膜,③树盘土壤施保水剂加覆白膜和④树盘土壤施保水剂加覆草加覆白膜,⑦树盘土壤施保水剂加覆黑膜和⑫树盘土壤施保水剂加覆草加覆白膜,③树盘土壤施保水剂加覆白膜和⑥树盘土壤施保水剂加覆草加覆黑膜,⑨树盘土壤施保水剂加覆黑膜和⑥树盘土壤施保水剂加覆草加覆黑膜之间存在差异,其余处理之间土壤饱和贮水量差异不显著,这说明多重处理对土壤饱和和贮水量影响显著,双重处理中⑪树盘土壤施保水剂加覆草能较好地增加土壤饱和贮水量。

表2 不同旱作保水措施龙廷杏梅园土壤0—50 cm蓄水指标

处理	土壤含水量/%	现有土壤贮水量/mm	毛管最大贮水量/mm	土壤饱和贮水量/mm
iv	12.28	83.5	190.3	217.15
③	16.13	104.04	204.9	240.6
④	16.29	104.26	207.9	244.75
⑤	16.74	102.95	212.9	254.8
⑨	17.05	111.68	212.15	245.85
v	18.67	112.95	208.85	257.15
×	18.89	114.28	207.15	257.5
⑪	19.46	115.79	215.3	265.8
⑥	19.68	122.02	208.6	249.85
⑧	19.26	118.45	206.15	247.8
⑦	20.4	117.3	213.8	272.8
vi	20.51	116.91	215.15	276.15

3.3 不同覆盖措施对龙廷杏梅产量的影响

各种覆盖措施与对照相比,各措施由于切断了地面向空气中输送水汽的渠道,所以具有良好的土壤保湿效应,从而使果品产量都有所提高,表4是不同旱作保水技术措施龙廷杏梅的产量和经济效益。

从表4可以看出,从单果重、单果体积、产量来说,均是多重处理的要大于单一处理的,各处理比对照平均增产12 027 kg/hm²,平均增加净收入21 649元/hm²。各处理每1 hm²增加的投入不同,增产量也有所不同,单一处理中IV树盘覆草处理增加的投入最少,为840元/hm²,但其增加产量为7 350 kg/hm²,由今年的市场价得知,其增加净收入为13 860元/hm²;④树盘覆盖黑膜处理每公顷增加的投入最高,为1 996元/hm²,但是其增加产量也最高,所以其增加净收入也最大,为16 904元/hm²;多重处理vi树盘土壤施保水剂加覆草加覆黑膜增加的投入最高,4 180元/hm²,增加净收入最多,为31 280元/hm²。

用 SPSS 对产量和土壤含水量进分析表明, 龙廷杏梅的产量与土壤含水量在 0. 05 水平上显著相关($r=0.689$), 而与其他因素不相关。各旱作保水措施保水效果明显, 具有良好的经济效益。

表 3 不同旱作保水措施土壤饱和贮水量多重比较结果

	iv	㉔	㉕	㉖	㉗	v	(II)	㉘	㉙	㉚
iv	-									
㉔	- 23. 45*	-								
㉕	- 27. 60**	- 4. 15	-							
㉖	- 34. 32**	- 10. 87	- 6. 72	-						
㉗	- 28. 70**	- 5. 25	- 1. 10	5. 62	-					
v	- 40. 00**	- 16. 55	- 12. 40	- 5. 68	- 11. 30	-				
×	- 40. 35**	- 16. 90	- 12. 75	- 6. 03	- 11. 65	- 0. 35	-			
(II)	- 48. 65**	- 25. 20**	- 21. 05*	- 14. 33	- 19. 95*	- 8. 65	- 8. 30	-		
㉘	- 32. 70**	- 9. 25	- 5. 10	1. 62	- 4. 00	7. 30	7. 65	15. 95	-	
㉙	- 30. 65**	- 7. 20	- 3. 05	3. 67	- 1. 95	9. 35	9. 70	18. 00*	2. 05	-
㉚	- 55. 65**	- 32. 20**	- 28. 05**	- 21. 33*	- 26. 95**	- 15. 65	- 15. 30	- 7. 00	- 22. 95*	- 25. 00**
vi	- 59. 00**	- 35. 55**	- 31. 40**	- 24. 68**	- 30. 30**	- 19. 00*	- 18. 65*	- 10. 35	- 26. 30**	- 28. 35**

注: * 表示在 0. 05 水平上显著, ** 表示在 0. 01 水平上显著。

表 4 不同旱作保水措施龙廷杏梅产量和经济效益

处理	单果重/ g	单果体积/ cm ³	产量/ (kg·hm ⁻²)	增产量/ (kg·hm ⁻²)	增产值/ (元·hm ⁻²)	增加投入/ (元·hm ⁻²)	增加净收入/ (元·hm ⁻²)
iv	47. 52	46. 05	30600	-	-	-	-
㉔	51. 28	51. 76	38850	8250	16500	1344	15156
㉕	52. 34	52. 40	40050	9450	18900	1996	16904
㉖	50. 68	49. 82	37950	7350	14700	840	13860
㉗	49. 16	48. 94	34200	3600	7200	1344	5856
v	50. 72	49. 62	45600	15000	30000	2184	27816
×	51. 45	52. 46	46650	16050	32100	2836	29264
(II)	52. 58	51. 84	42150	11550	23100	2184	20916
㉘	51. 67	51. 58	43050	12450	24900	2688	22212
㉙	53. 63	53. 18	44400	13800	27600	3340	24260
㉚	54. 69	55. 64	47400	16800	33600	3528	30072
vi	54. 48	55. 42	48600	18000	36000	4180	31820

4 结 论

(1) 各处理的土壤含水量比对照都有一定程度的提高, 多重处理由于土壤中有保水剂吸附土壤径流, 覆草增加土壤贮水量, 覆膜阻隔水分蒸发, 所以蓄水保墒效果最好, 其次是双层处理, 而单一处理较差。

(2) 有覆膜处理的土壤水分都有向表层聚集的现象; 各深度测定点都以多重处理的土壤水分含量最高。深秋各处理随土壤深度的加深, 其变化规律基本一致, 但不同覆盖处理对中、下层土壤水分含量的影响仍存在着明显的不同。

(3) 在深秋不同旱作保水措施土壤水分随深度增加都呈上升趋势, 蓄水性能都得到了了一定的改善, 不管是毛管最大贮水量还是土壤饱和贮水量均是多重处理好于双重处理好于单一处理。

(4) 各处理比对照平均增产 12 027. 27 kg/hm², 平均增加净收入 21 649 元/hm², 产量与土壤含水量在 0. 05 水平上显著相关($r=0.689$), 不同旱作保水措施对龙廷杏梅园地具有良好的土壤水环境调控效应, 经济效益显著。

参考文献:

[1] 蔡典雄, 王小彬, Keith Saxton. 土壤保水剂对土壤持水性及作物出苗的影响[J]. 土壤肥料, 1999(1): 13-16.

[2] 刘建新. 覆草对杏园土壤物理性状、肥力及果实产量与品质的影响[J]. 水土保持学报, 2004, 18(2): 183-185.

[3] 杨吉华, 李卫国, 高伟. 石灰岩丘陵桑园土壤保水技术试验[J]. 蚕业科学, 2001, 27(1): 64-65.

[4] 王劲松, 张一鸣, 靳建军, 等. 旱地苹果园不同覆盖栽培技术研究[J]. 宁夏农林科技, 1999, 3(11): 14-13.