

不同覆盖措施下龙廷杏梅园地小气候效应研究^{*}

刘克长¹,任中兴¹,李申安²,杨吉华²,王 迎³

(1. 山东农业大学 资源与环境学院, 山东 泰安 271018; 2. 山东农业大学 林学院, 山东 泰安 271018; 3. 泰安市泰山林业科学研究所, 山东 泰安 271000)

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:覆白膜的冠下反射率较大,各覆盖处理保水效果均好于对照,多重措施好于双层措施,双层措施又好于单一措施。地表覆膜使土壤温度明显上升,覆草处理土壤温度虽然上升慢,但保温效果好,土壤施入保水剂可以保持土壤水分,进行覆草和覆膜加保水剂的多重处理则可以扬长避短。各处理均可改善土壤区域环境的水热条件,提高杏梅的产量及品质。

关键词:龙廷杏梅;树盘覆盖;小气候效应

中图分类号:S162.4,S662.4

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2008)05-0145-04

Area Climate Effect on Long-ting *P. simonii* Carr. with the Different Mulching Measurements

LIU Ke-chang¹,REN Zhong-xing¹,LI Shen-an²,YANG Ji-hua²,WANG Ying³

(1. College of Resouces and Environment, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China;

2. College of Forestry, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China; 3. Forest Science

Academeof Mountain Tai, Tai'an, Shandong 271000, China)

Abstract: The experiments of different materials were carried out on the Long-ting *P. simonii* Carr. orchard soil with diferrents cross patterns. The results showed that the reflectance of canopy with white veil were larger, the water conservation effects of all treatments were more significant than the contrast, multiple treatmengt were better than dual treatments, dual treatments were better than single treatments. Covered with veil treatments can improve soil temperature obviously; although covered with grass treatments improve soil temperature slowly, they can contain it well; water retaining agent treatments had stronger soil moisture holding capacity; the multiple treatments can make best use of the advantages and bypass the disadvantages. All treatments improved water and temperature of soil and the illumination of the trees, so the yield and quality of Long-ting *P. simonii* Carr. had improved.

Key words: Long-ting *P. simonii* Carr.; covering ground around tree trunk; area climate effect

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龙廷杏梅产量和品质的两大自然因素,为此,在整修水平梯田加厚土层的基础上栽植龙廷杏梅,并采用树盘覆盖措施,对提高土地生产力和经济、生态效益具有重要意义。覆膜、覆草、保水剂等可以提高土壤蓄水保水性能,改善植物根系的生长环境,但是大多是单一覆盖,而且关于这些措施对果园的小气候效应研究甚少,为此,在新泰市龙廷镇掌平洼村的水平梯田上栽植的龙廷杏梅园内进行树盘覆盖技术的研究,测定树盘覆盖内土壤的温度、湿度以及覆盖层表面的辐射状况对果品产量及品质的影响,为山丘地区提高果农的生产效益提供理论依据。

1 试验地概况

试验设在新泰市龙廷镇掌平洼村,该流域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。海拔高度 250.5~658.2 m,岩石为片麻岩,土壤为棕壤,春季干旱少雨,降雨量仅占年降水量的 13.2%,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,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。

^{*} 收稿日期:2007-08-14

基金项目:山东省水利厅项目“土石山区水土保持植被水文生态特性及其优化配置技术的研究”

作者简介:刘克长(1949-),男,副教授,主要从事农业气象及小气候研究。E-mail:jhyang@sdaa.edu.cn

通信作者:任中兴(1962-),男,副教授,主要从事气象学及小气候等研究。E-mail:rxz_000@163.com

2 试验内容和方法

2.1 试验内容

2006 年 3 月在 8 a 生龙廷杏梅园布设树盘覆盖小区,试验共设 12 个处理: 松土:每 10 d 松土 1 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; 树盘施保水剂; 树盘覆草+盖白膜; 树盘覆草+黑膜; 树盘土壤施入保水剂+覆草; 树盘土壤施入保水剂+覆白膜; 树盘土壤施入保水剂+覆黑膜; 树盘土壤施入保水剂+覆草+覆白膜; 树盘土壤施入保水剂+覆草+覆黑膜。树盘覆盖均为 2 m ×2 m。每个处理设 3 个重复,共计 36 个小区,每个小区 9 棵杏梅,共计 324 棵,各小区随机排列。

2.2 试验方法

用烘干法测定土壤含水量;采用天空辐射表、辐射电流表、净辐射表测定反射率、地面净辐射;用地面温度计测定地表温度;用曲管温度表测定土壤温度;用标准株法测定单株产量和单果重;用斐林试剂法测定总糖含量;用手持折光仪测定可溶性固形物;用酚酞滴定法测定总酸;用 2,6-二氯酚酚滴定法测定 Vc 含量。

3 结果与分析

3.1 不同覆盖措施对太阳辐射的影响

树冠层获得太阳辐射能的多少,直接影响到果树的生理过程,进而影响到果实的生长发育及产量形成^[2]。净辐射是表征活动面(或活动层)对长、短波辐射的收支状况,是白天热量平衡方程中的主要收入项。

3.1.1 不同覆盖措施对地表反射率的影响

2006 年 5 月 20 日对试验地进行观测,表 1 为不同覆盖措施冠下地表反射率。由表 1 可以看出,各处理由于地面覆盖物不同,冠下地表反射率存在明显差异。反射率的大小主要与最上层的覆盖物有关,其中覆白膜的平均反射率最大为

31.53%,覆黑膜的最小,只有 16.76%,上层覆草的反射率与白膜的十分接近,为 30.28%。这是由于白膜具有强烈的反射作用,而黑膜则强烈地吸收太阳光。地表反射率的增加,可增加冠层下部叶片的光合能力和果品的着色。

表 1 不同旱作保水措施的地表反射率 %							
处理	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
	29.84	23.14	21.79	15.64	17.8	20.18	23.03
	27.42	39.18	36.52	28.58	27.77	31.36	34.58
	28.48	20.16	16.19	13.02	14.09	15.81	17.29
	23.22	34.48	32.12	28.26	29.14	32.36	34.12
	29.4	23.98	19.76	15.53	20.81	22.39	16.6
	24.89	33.28	32.33	28.24	32.24	34.56	35.12
	19.03	16.85	15.58	12.67	15.29	16.1	17.23
	24.37	33.13	32.59	26.46	28.76	31.49	33.43
	25.16	33.16	28.53	27.89	34.1	35.4	34.79
	28.48	17.16	16.19	13.02	14.09	15.81	17.29
	23.52	34.17	33.15	29.46	30.76	32.86	33.89
	18.18	16.94	15.38	12.58	14.92	15.02	16.49

注:观测 4 个测点(东、南、西、北),取平均值。

3.1.2 不同覆盖措施地面净辐射瞬时值的差异

从表 2 看出,各处理地面净辐射的各瞬时值存在明显的变化,但总的变化规律相同。覆膜处理在白天瞬时值明显大于其他各处理,其中黑膜处理日均值为 88.51 W/m², 和处理最小,日均值为 37.45 W/m²。晚上地面净辐射变化较平缓,其变化规律与地表温度有关, 处理地面净辐射绝对值较大,晚上平均为 - 9.76 W/m²,与这 2 个处理的地面辐射较大有关;而有覆盖处理的数值较小,这是由于覆盖物的保温效应所致,其中, , 处理地面净辐射绝对值要比 处理小。

表 2 不同覆盖措施地面净辐射的瞬时值											W/ m ²
处理	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	0:00	4:00
	5.56	24.61	51.16	81.22	56.17	34.19	6.55	- 1.31	- 10.80	- 11.19	- 15.86
	10.76	68.43	129.31	153.92	133.09	86.01	11.84	- 4.23	- 9.40	- 11.58	- 14.70
	14.79	80.17	138.24	155.39	133.21	86.26	11.54	- 4.25	- 9.78	- 10.83	- 13.83
	9.66	57.67	108.21	125.49	92.69	71.43	8.17	- 4.05	- 7.09	- 8.79	- 11.82
	5.68	26.47	52.50	87.38	47.90	38.25	6.69	- 2.13	- 9.73	- 12.03	- 14.98
	11.16	75.43	133.42	142.50	123.04	73.87	10.50	- 4.70	- 6.13	- 7.86	- 10.12
	12.32	74.51	127.38	148.08	130.80	90.72	14.01	- 3.59	- 8.01	- 9.01	- 9.81
	10.26	55.89	101.92	126.55	93.23	71.73	11.63	- 3.79	- 7.21	- 9.01	- 11.24
	9.12	72.39	118.95	134.13	117.15	66.21	9.03	- 4.01	- 6.98	- 8.75	- 13.35
	14.89	65.58	126.71	142.81	121.22	71.09	12.41	- 3.57	- 7.35	- 9.80	- 12.56
	8.03	69.57	106.02	128.81	108.65	60.08	9.13	- 3.11	- 7.60	- 8.66	- 9.31
	10.86	69.95	118.02	136.97	101.29	69.95	11.09	- 4.59	- 5.62	- 7.35	- 9.31

3.2 不同覆盖措施对土壤温度效应的影响

3.2.1 不同覆盖措施对地表温度日变化的影响

图 1 显示出了 4 月和 5 月 5 次测得平均地表温度的变化,从中可以看出,覆白膜的地表温度日平均值最大,为 25.87,有覆草措施的地表温度较低,日平均温度为

20.24,变化也比较平缓,白天均低于对照,只有在晚上 0:00 才高于对照,这是因为麦秸在白天影响了土壤吸收热量,而在晚上又减缓了热量散失; , 和 处理的地表温度在 18:00 - 20:00 开始高于对照。 处理地表日平均温度要比 处理高 3.33,说明不同颜色的地膜对太阳辐照

的吸收、反射及透射率的特性差异。覆膜加覆草的处理,白天比只有覆草的地表温度高,在 20:00 以后覆膜加覆草的处理保温效果好。各处理在 14:00 左右地表温度达到最高值。

3.2.2 不同覆盖措施对土壤热通量的影响

土壤热通量是活动面与土壤深层所交换的热量,它的量值可表明土壤的储热量。土壤热通量按 JI·B 杜勃洛文法^[3]计算表达式如下:

$$S = - \lambda_0 \frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=0}$$

式中: λ_0 ——地面导热率; $\frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=0}$ ——地面温度梯度。

其中

$$\lambda_0 = \frac{c_m S_{1(10-13)}}{\frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=0}}$$

式中: $S_{1(10-13)}$ ——10:00 - 13:00 时段的 S_1 值; $\frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=0}$ ——10:00 - 13:00 时段的平均梯度; $\Delta t = 180 \text{ min}$ 。计算结果见下表 3。

从表 3 可以看出各处理的土壤热通量均具有明显的日变化,且变化趋势一致,在 6:00 为负值,然后变成正值并在

12:00 左右达到最大,18:00 - 20:00 开始变成负值;在白天各处理的差异较大,晚上则较平缓。和 两个处理明显低于其他处理,日平均值为 17.66 W/m^2 , , 和 处理由于土壤温度较高,其日平均值也较大,为 42.61 W/m^2 。和 由于没有覆盖,在 18:00 就开始变成负值,而覆草、覆膜的双层覆盖和单一覆盖由正变负的时间明显延后。

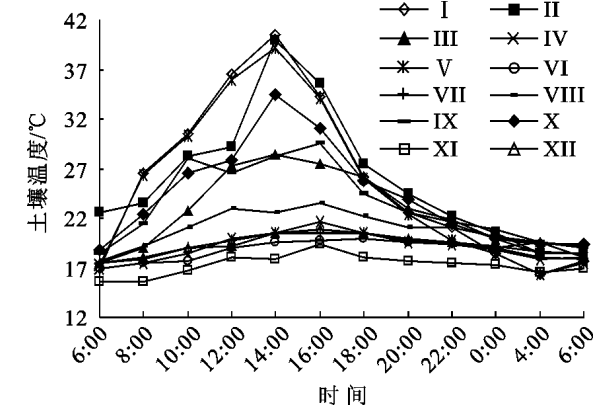


图 1 不同覆盖措施表层土壤温度

表 3 不同覆盖措施土壤热通量											W/ m ²
处理	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	0:00	4:00
- 0.81	20.37	46.82	77.16	51.37	32.62	- 2.70	- 6.09	- 7.53	- 8.71	- 8.88	
- 0.31	51.63	111.62	119.58	113.77	69.23	9.77	- 2.88	- 4.75	- 6.77	- 8.64	
- 0.28	68.28	121.71	123.29	115.82	72.18	9.67	- 1.85	- 3.40	- 4.89	- 7.16	
- 0.61	29.65	48.39	81.33	49.40	38.90	8.02	- 0.82	- 3.39	- 5.58	- 6.68	
- 0.89	20.59	47.83	77.52	50.27	32.98	- 2.40	- 6.13	- 7.48	- 8.65	- 8.82	
- 0.63	49.2	99.80	105.8	102.37	57.83	9.96	- 0.98	- 4.20	- 5.80	- 6.70	
- 0.18	56.79	99.6	101.29	96.58	58.42	9.33	- 1.75	- 2.90	- 4.20	- 5.60	
- 0.58	29.31	49.83	79.12	49.56	41.30	7.89	- 0.91	- 3.29	- 4.92	- 6.73	
- 0.27	60.7	109.45	117.58	108.54	61.40	0.85	- 1.73	- 4.74	- 5.90	- 7.40	
- 0.29	68.7	120.8	122.19	114.73	71.88	8.20	- 0.21	- 3.20	- 5.10	- 6.90	
- 0.61	48.2	98.4	100.63	102.28	56.98	9.48	- 1.03	- 0.41	- 4.80	- 0.66	
- 0.21	57.46	99.8	100.9	95.38	57.68	9.60	- 1.63	- 2.53	- 3.81	- 5.50	

3.3 不同覆盖措施对土壤含水量的影响

采取覆盖措施可以提高土壤含水量,改善土壤水分状况。表 4 为 4 月 7 日、4 月 17 日、4 月 27 日 3 次测定的 0 - 40 cm 土层的土壤含水量,从表 4 可以看出,各种覆盖措施下的土壤含水量均高于对照,多重保水措施的土壤含水量要高于双重处理更高于单一处理。

2006 年 3 - 4 月试验地所处的新泰市龙廷镇一直处于持续干旱期,3 月 26 日测得灌水处理完毕后的土壤含水量为 21.73 %,此后由于气温上升,树体枝叶开始生长,枝叶蒸腾和土壤蒸发加快,土壤含水量下降。从表 4 可知,经较长时间的干旱无雨, 对照的土壤含水量下降最快,0 - 40 cm

的土壤含水量仅为 11.83 %,单一处理以 的较高,为 15.97 %, 的较低,为 14.77 %;双层处理以 较好,为 16.46 %;多重处理的土壤含水量普遍较高, 最好,达 18.15 %。由 4 月 7 日、4 月 17 日、4 月 27 日连续 3 次测得土壤含水量可以看出,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;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。

表 4 不同覆盖措施下的土壤含水量												%
测定时间												
04-07	18.79	18.02	18.87	18.45	19.62	20.03	19.30	19.66	20.07	20.51	19.88	19.29
04-17	15.75	16.30	16.81	16.48	17.21	17.52	16.81	18.06	18.71	19.26	19.44	18.54
04-27	11.83	15.35	15.97	15.26	14.77	15.25	15.63	16.10	15.53	16.46	16.58	18.15

3.4 不同覆盖措施对龙廷杏梅产量及品质的影响

各种覆盖措施与对照相比,改善了果树冠层的辐照条件,特别是由于覆盖物的反射作用使果树内膛的光照度明显增加,并且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,从而使果品的品质、产量都有所提高。

表 5 不同覆盖措施龙廷杏梅八成熟时的产量和品质

处理	还原糖/ %	总糖/ %	总酸/ %	Vc/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	单果重/ g	单果 体积/ cm^3	产量/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)
	1.934	3.256	2.046	7.9	45.25	44.28	29140
	1.975	4.244	2.087	8.5	49.29	49.76	37340
	1.712	2.985	2.101	7.1	50.11	49.68	38260
	2.305	3.722	1.783	8.4	48.86	47.75	36340
	2.875	3.499	2.031	8.0	47.8	46.58	32750
	2.302	4.986	2.115	8.8	50.85	47.29	44400
	1.876	3.073	1.93	7.3	49.76	49.81	43500
	2.618	3.788	1.969	8.5	51.36	49.15	40650
	2.399	4.712	2.013	8.6	48.27	49.13	41250
	2.05	3.226	2.128	7.6	49.54	50.34	42500
	2.17	5.013	1.857	8.9	52.64	52.67	46110
	1.613	2.873	1.754	7.0	52.84	52.12	47180

表 6 不同覆盖措施龙廷杏梅完全成熟时的产量和品质

处理	还原糖/ %	总糖/ %	总酸/ %	Vc/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	单果重/ g	单果 体积/ cm^3	产量/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)
	4.934	8.256	1.191	11.49	47.52	46.05	30600
	5.576	8.644	1.167	11.84	51.28	51.76	38850
	4.316	7.319	1.234	10.02	52.34	52.4	40050
	5.305	8.422	1.178	11.59	50.68	49.82	37950
	5.275	8.399	1.18	11.50	49.16	48.94	34200
	5.897	8.986	1.102	12.11	50.72	49.62	46650
	4.806	7.733	1.216	11.15	51.45	52.46	45600
	5.618	8.588	1.169	11.70	52.58	51.84	42150
	5.786	8.712	1.121	11.89	51.67	51.58	43050
	4.712	7.689	1.223	10.51	53.63	53.18	44400
	6.17	9.013	1.09	12.43	54.69	55.64	47400
	4.819	7.962	1.203	11.27	54.48	55.42	48600

3.4.1 不同覆盖措施对龙廷杏梅品质的影响

从表 5、6 可以看出,由于采摘时期不同,还原糖、总糖、总酸和 Vc 含量有所不同,由八成熟到完全成熟,还原糖、总糖和 Vc 含量逐渐增加,而总酸则逐渐减少,各处理的总糖平均增加 4.529%,这是由于果实成熟的过程中,一些有机酸逐渐与一些碱性物质或与醇类发生反应而逐步变少,与此同时,果实中糖的含量却在慢慢增加的缘故^[5]。但是不同旱作保水措施之间,糖和 Vc 的变化规律与冠下反射率相同,均是 , , , 的较高,为 7.75%,而 , , , 的低。用

SPSS 软件对成熟时总糖含量、土壤含水量、土壤温度、冠下反射率进行相关性分析,结果表明,总糖含量与冠下反射率在 0.01 水平下显著相关 ($r=0.874$),而与其他因素不相关。

3.4.2 不同旱作保水措施对龙廷杏梅产量的影响

从表 5、6 看出,由八成熟到完全成熟,龙廷杏梅的单果重各处理平均增加 1.97 g,但是从单果重、单果体积、产量来说,均是多重处理的要大于单一处理的, , 处理单果体积和产量平均比对照高 9.48 cm^3 , 17 400 kg/hm^2 。用 SPSS 软件对成熟时产量、土壤含水量、土壤温度、冠下反射率进行相关性分析,结果表明,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。

由以上分析可以看出,由于龙廷杏梅是良好的加工产品,所以为了加工需求,最好在八成熟时采摘,而对于鲜食则要完全成熟时采摘。而要想保证果品品质,就要加强管理,积极疏花疏果;而对于产量的提高,则要注意提高土壤含水量,为了得到最大效益,要协调好两者的关系。

4 结 论

(1) 树盘覆盖措施能改善树体局部的光照条件,增加土壤净辐射;特别是覆白膜和覆草能有效改善冠下反射率,增加冠下果实的着色程度和总糖含量。

(2) 树盘覆盖措施能改善土壤温度,覆草措施的地温回升慢,而覆膜措施的地温回升较快,而多重处理可以扬长避短,为土壤提供一个合适的温度条件。

(3) 保水剂处理能充分吸附土壤径流,覆草处理改善土壤物理性状,覆膜处理切断土壤毛管水与大气交流的通道,所以各旱作保水技术均能增加土壤蓄水保水能力,多重处理要好于双层处理,更好于单一处理。

(4) 树盘覆盖措施改善了果树冠层的辐照条件,由于各措施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,从而提高了果品的品质、产量。综合各措施来看多重处理要好于双重处理,更好于单一处理,对于无水浇条件的山地丘陵区的林果栽培来说是一种增产增效、提高土地资源可持续利用的有效措施。

参考文献:

[1] 党梅科. 黄土丘陵区旱地果树抗旱栽培技术[J]. 山西水土保持科技, 1995(1): 6-9.

[2] 刘怀妃. 山地果园穴贮肥水地膜覆盖热量平衡的探讨[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 1998(2): 16-19.

[3] 翁笃鸣. 小气候与农田小气候[M]. 北京: 农业出版社, 1981: 40-50.

[4] 张宝军. 地膜小麦土壤的温度动态变化研究[J]. 水土保持研究, 2000, 7(1): 59-62.

[5] 郭卫东, 李嘉瑞. 猕猴桃光合产物输出与分配规律的研究[J]. 园艺学报, 1995, 22(3): 28-31.