

地膜覆盖的水分生理生态效应

张永涛¹, 汤天明², 李增印³, 王开增³

(1 山东农业大学水土保持系, 山东泰安 271018; 2 山东省林木种苗站, 山东济南 250014;

3 山东省平邑县科学技术委员会, 山东平邑 273300)

摘 要: 主要研究了在地膜覆盖的情况下各种水分生理生态指标。研究结果表明: 地膜覆盖明显提高土壤水分, 增加土壤贮水量 30%, 降低蒸散量 50%, 减少水分亏缺 15% 以上, 明显提高苗木成活率, 起到很好的抗旱保墒效果。

关键词: 地膜覆盖; 水分; 生理生态效应

中图分类号: S626.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2001)03-0045-03

Soil Physiological and Ecological Effects of Mulching Film

ZHANG Yong-tao¹, TANG Tian-ming², LI Zeng-yin³, WANG Kai-zeng³

(1 Department of Soil and Water Conservation, Shandong Agricultural University, Taian 271018, Shandong Province,

China; 2 Forestry Stock Station of Shandong, Jinan 250014, Shandong Province, China;

3 The Science and Technology Commission of Pingyi County 273300, Shandong Province, China)

Abstract: Several soil moisture physiological and ecological effects of mulching film were mainly studied. The conclusion obtained is as followed. Soil water content was significantly increased, soil water storage capacity was increased 30%, evapotranspiration was decreased 50%, water deficit was decreased more than 15%, percentage of afforestation was largely increased.

Key words mulching film; soil moisture; physiological and ecological effects

1 试验地概况

试验地设在山东省平邑县大卜槐流域北王庄村, 位于蒙山西麓, 隶属于大卜槐流域。地处中纬度, 海拔 230~380 m, 属暖温带季风半干旱性气候, 四季分明, 平均温度 11.9~14.1℃。1 月份平均最低温度为 -2℃, 7 月份平均最高温度为 26℃。年绝对最高气温为 39.4℃, 绝对最低气温为 -22℃。历年无霜期 212 d, 降水量 769.3 mm, 多集中于 6~9 月份。历年平均地温 17.1℃。春季降水稀少, 多风。北王庄村现有人口中 395 人, 耕地 21 hm², 山林 46.7 hm²。研究地膜覆盖的水分生理生态效应对提高山区群众的节水意识和提高节水保水技术都有很重要的意

义。

2 试验内容与方法

在试验点布设了 3 种样地多个树种作为研究对象, 即从营造之日起一直覆膜, 初期覆膜但后期揭除, 一直无膜, 分别用 I、II、III 表示三种处理。

2.1 土壤水分的测定

在试验地中挖土壤剖面, 分 0~20 cm 与 20~40 cm 2 个层次, 用铝盒取土, 每个层次重复 3 次, 每个试验地重复 3 次, 用酒精燃烧法测定土壤重量含水量(%), 结果取平均值。在测定重量含水量的同时和同一地点, 用英国 Delta-T 公司生产的高精度土壤水分测量仪 ML2X, 根据时域反射原理, 测定土壤

* 收稿日期: 2001-06-06

山东省人民政府可持续发展科技示范工程“山区生态资源保护及综合开发利用技术的研究与示范”项目资助。

作者简介: 张永涛, 男, (1972-), (汉族), 硕士, 讲师, 从事水土保持与荒漠化防治的教学与研究。

容积含水量($V/\%$)。水分观测每 5 d 一次。

2.2 土壤物理性状的测定

每个试验地取 0~20 cm 与 20~40 cm 2 个层次。用环刀浸水法测定土壤容重、孔隙度、毛管最大持水量、土壤饱和含水量和土壤贮水量等指标,每个试验地重复 3 次,结果取平均值。

2.3 土壤水势的测定

定点埋设带有与土壤互相通气通气的陶土头的张力计管,采用澳大利亚生产的 Soilspec 张力计进行测定,测定深度为 30 cm 深。

2.4 生长量的测定

对多个树种的生长量、分枝数、成活率按照果园生长调查方法的规定进行调查。

3 试验结果与分析

3.1 不同树种覆膜与否的水分变化差异

我们选择了板栗、油桃、山楂 3 个树种,对其树下土层 0~40 cm 深的重量含水量进行了测定,以 2000 年 4 月 30 日和 4 月 29 日为例,数据如表 1。

表 1 覆膜与否的水分差异 %

处理	15 a 板栗		3 a 油桃		15 a 山楂	
	4月3日	4月29日	4月3日	4月29日	4月3日	4月29日
	4月3日	4月29日	4月3日	4月29日	4月3日	4月29日
I	9.6	11.4	9.9	10.3	9.6	9.9
II	6.6	10.4	6.8	8.2	5.4	8.0
III	6.0	10.0	6.3	7.5	4.3	7.7

结果表明:一直有薄膜覆盖的处理 I 的土壤含水量最高,具有最好的保水效果,而一直没有覆膜的处理 III 的土壤含水量最低,其保水的效果最差,初期覆膜,后期揭除的介于上述二者之间。土壤含水量的高低反映土壤持水能力和供水能力的高低^[1],因为处理 I 一直覆有难以透气透水的塑料薄膜,植株根系周围的水分难以蒸发,所以能在春旱时保住土壤中已经亏缺的水分,而其他两种处理因为土面蒸发的无谓消耗,造成土壤持水量的降低。

我们同时也对 0~20 cm 和 20~40 cm 深的土壤水分垂直变化作了分析对比,数据见表 2。

表 2 覆膜与否的水分垂直变化规律 %

处理	15 a 板栗		3 a 油桃		15 a 山楂	
	0~20cm	20~40cm	0~20cm	20~40cm	0~20cm	20~40cm
	4月3日	4月29日	4月3日	4月29日	4月3日	4月29日
I	9.8	9.4	10.2	9.6	9.0	10.2
II	6.2	7.0	6.3	7.3	4.2	6.6
III	5.4	6.5	5.7	6.9	3.6	5.0

从上表可以看出,处理 I 在 0~20 cm 和 20~40 cm 两个层次的土壤含水量仍然是最高的,但在

垂直分布上,有些细微的变化。处理 II 和处理 III 3 个树种的 20~40 cm 深的土壤含水量总比 0~20 cm 深的要高,但处理 I 中的板栗和油桃却出现了相反的情况。高志义指出,林下根系周围的水分垂直变化研究中往往容易出现根系深度处的水分含量比地表层还要低的情况,这是因为土壤水分被根系吸收的缘故^[2]。因此,本文出现这种情况也属正常。在大气梯度的作用下,土壤水分沿毛管孔隙向上运行,所以一般来说,上层土壤的水分损失比下层要多^[1]。覆膜后,上升的水分被塑料薄膜阻隔凝结并被表层土壤吸附^[3],所以覆膜土壤的水分表层往往比下层高些。

3.2 不同树种覆膜与否的蒸散量差异研究

蒸散量是指单位面积的土壤蒸发量和植物蒸腾量的统称,在流域水文学上可以用坑测法进行较长时段内(几日,几个星期)的蒸散量的测定^[4]。我们取一周内无雨的 4 月 13 日至 4 月 19 日作为研究时间段,通过测定 40 cm 土层内土壤容积含水量的前后差异来推算蒸散量,如表 3。

表 3 不同处理的蒸散量测定结果

处理	15 a 苹果			15 a 山楂		
	初期 v/%	末期 v/%	蒸散量/ mm	初期 v/%	末期 v/%	蒸散量/mm
I	10.7	9.2	8.4	9.2	8.7	2.8
II	8.2	6.6	9.1	7.8	6.5	8.5
III	7.9	5.9	11.2	7.4	5.5	10.7

结果表明:在没有天然降雨的研究期间内,15 a 生苹果和山楂树下土壤的体积含水量都有所下降,末期比初期下降了 5%~25% 不等。其中处理 I 下降的幅度较小,其蒸散量是最低的,处理 II 和处理 III 的蒸散量相差不大,但都比处理 I 大。这说明,覆膜后土壤的蒸散量降低,土壤中供给林木生长的损失减少更易减轻春旱。

3.3 覆膜与否土层贮水量研究

土层贮水量反映土壤供水能力的指标之一,它可以用单位土层厚度和体积含水量的乘积来计算^[5]。土壤可贮水量是土壤物理性状的指标,土壤现有贮水量既反映土壤供水能力,又反映了土壤的水分现状。我们观测了 0~40 cm 土层深的体积含水量,对土层贮水量进行了计算。如表 4。

表 4 不同处理的土层现有贮水量 mm

处理	15 a 板栗		3 a 油桃		15 a 山楂	
	4月3日	4月29日	4月3日	4月29日	4月3日	4月29日
	4月3日	4月29日	4月3日	4月29日	4月3日	4月29日
I	49.9	59.3	53.4	55.6	53.8	55.4
II	35.7	56.2	36.2	43.6	30.5	45.1
III	32.2	53.6	33.0	39.3	24.2	39.5

结果表明:不同时期不同树种的覆膜处理都具

有较高的土层贮水量,一直无膜的土壤贮水量最低,两者相差 1.1~2.2 倍,可见,处理 I 具有最好的保水效果,相同气候条件下可以提供给林木的水分最多,春旱时尤其效果显著。

3.4 覆膜与否土壤水势的变化规律

土壤中某一点的水势,是指包围该点的体积元内单位数量的土壤水所具有的势能。Soilspec 张力计主要是用来测定土壤基质势的,在非饱和土壤中,基质势梯度是土壤水运动的主要驱动力^[6]。我们对 15 a 生苹果林下土壤进行了水势测定,结果见表 5。

表 5 覆膜与否土壤水势与体积含水量测定表

处理	4 月 2 日		4 月 11 日		5 月 10 日	
	体积含水量 /%	水势 / kPa	体积含水量 /%	水势 / kPa	体积含水量 /%	水势 / kPa
I	19.5	10	15.7	13	20.0	10
II	16.2	12	15.1	14	16.1	1
III	15.4	13	14.6	14	15.7	13

结果表明,不同时期的 15 a 苹果土壤水势都以一直不覆膜的为最大,一直覆膜的最小,处理 II 介于上述二者之间。可见,处理 III 的土壤所处的势能最大,对水分的驱动力最强。体积含水量的变化规律与水势相反,与土壤水势呈反比例关系。在水动力学中,土壤含水量与土壤的基质吸力可以用“水分保持曲线”来表示^[6],本试验结果也符合这个规律。

3.5 覆膜与否的水分亏缺 DEF 的研究

水分亏缺指林木需水量和供水量之间的关系,可用土壤水分的短缺量来表示^[7],水分亏缺 (Deficit) 的计算方法很多,用土壤水分的短缺量来计算是一种简单快捷的方法。一般来说,在一定的条件下,从林木永久凋萎点至田间持水量之间,有一个林木生长发育的最适水量^[7],这个水量大致为田间持水量的 60%~80%^[8]。果树的需灌溉水量(即亏缺量 DEF)=土层厚度(mm)×(田间持水量%-体积含水量%)。我们取田间持水量(Field Water Capacity)的 70% 为最适水量,求得不同处理的 40 cm 水分亏缺 DEF 如表 6。

参考文献:

[1] 朱祖祥 土壤学[M] 北京: 农业出版社, 1992
[2] 高志义 水土保持林学[M] 北京: 中国林业出版社, 1992
[3] 贾大林, 等 节水农业与区域治理[M] 北京: 中国农业科技出版社, 1992
[4] 张增哲 流域水文学[M] 北京: 中国林业出版社, 1992
[5] 杨吉华 水土保持林实验指导[Z], 山东农业大学, 1991
[6] 黄洪峰 土壤—植物—大气相互作用原理及模拟研究[M] 北京: 气象出版社, 1997
[7] 王斌瑞 黄土高原径流林业[M] 北京: 中国林业出版社, 1996
[8] 刘振岩 山东果树[M] 上海: 上海科技出版社, 2000

表 6 覆膜与否的土壤水分亏缺计算表

处理	15 a 板栗			3 a 油桃			15 a 山楂		
	$\theta_{wc}/$ %	$\theta/$ %	DEF/ mm	$\theta_{wc}/$ %	$\theta/$ %	DEF/ mm	$\theta_{wc}/$ %	$\theta/$ %	DEF/ mm
I	30.3	12.4	35.2	33.7	21.2	9.6	35.7	20.2	19.2
II	29.5	10.8	39.5	31.4	17.5	17.9	4.9	17.3	28.5
III	28.7	10.1	40.0	30.6	16.7	18.9	34.5	16.2	31.8

注: θ_{wc} 为田间持水量, θ 为体积含水量, DEF 为水分亏缺。

从上表可以看出, 处理 I 为其体积含水量较高, 所以水分亏缺最少, 处理 III 因为散失水分较多, 水分亏缺最大。所以覆膜的保水效果是最好的, 处理 II 居于中间。同时, 由于春天干旱少雨, 风大, 所以试验地各处理均表现出较大的水分亏缺, 故在春旱时更要注重抗旱保墒技术的实施。

3.6 不同处理对果树生长量及成活率的影响

良好的水分生理生态效应最终体现在生长量和生物量上, 为了比较不同处理间的差异, 我们调查了 3 年生凯特杏的树高和分枝数, 列表如表 7。

表 7 不同处理对 3 a 凯特杏生长的影响

处理	I	II	III
树高/(cm)	119	103	90
分枝数/个	9	7	5
成活率/(%)	93	80	73

结果表明, 不同处理的杏树生长量差异还是很明显的。处理 I 的树高为处理 III 的 1.3 倍, 分枝数为 1.8 倍, 成活率也明显提高, 可见覆膜措施有着较好的效果。

4 结论与建议

(1) 地膜覆盖与无膜相比具有显著的水分生理生态效应。据测定, 地膜覆盖比不铺设地膜的土壤水分增加 20%~50%, 贮水量增加 10%~50%, 蒸散量降低 50% 以上, 水分亏缺减少 5%~70%, 在春旱季节明显发挥抗旱保墒作用。

(2) 建议在山区开发实施过程中, 加大实施覆膜的力度, 加强管理, 在苗木建造的头几年, 保护好地膜, 有破坏时要及时重新铺设, 这对提高苗木的成活率和生长量都有极大的帮助。