

## 黄泛沙地杨树丰产林改善小气候效应的研究

王兴翠<sup>1</sup>, 刘克长<sup>1</sup>, 杨吉华<sup>1</sup>, 吕爱霞<sup>1</sup>, 王力<sup>2</sup>, 孙成南<sup>2</sup>

(1. 山东农业大学林学院水土保持系, 泰安 271018; 2. 山东省林业局造林绿化处, 济南 250014)

**摘 要:** 对杨树丰产林内的小气候因素进行系统测定, 结果表明: 杨树丰产林能有效地降低风速, 减少土壤的风蚀量; 对空气温度具有明显的调节作用, 在5月份能降低日平均空气温度, 减小空气温度日较差; 降低土壤温度, 尤其是土壤表层温度的降温效果最为明显; 杨树丰产林明显的提高空气湿度, 有效地减少地面水分蒸发; 杨树纯林能增加土壤湿度, 而林麦间作则由于作物根系的吸水作用, 土壤含水量明显低于纯林和对照地。

**关键词:** 黄泛沙地; 杨树丰产林; 林麦间作; 小气候因素

**中图分类号:** S716

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2005)06-0206-04

## Studies on Improving Microclimate of the Fast Growing and High Yield Poplar Forest in Sandy Area of the Yellow River

WANG Xing-cui<sup>1</sup>, LIU Ke-chang<sup>1</sup>, YANG Ji-hua<sup>1</sup>, LU Ai-xia<sup>1</sup>, WANG Li<sup>2</sup>, SUN Cheng-nan<sup>2</sup>

(1. Soil and Water Conservation Department, College of Forestry  
of Shandong Agricultural University, Taian 271018, China;

2. Afforestation Department of Shandong Forestry Administration, Jinan 250014, China)

**Abstract:** The regional climate in fast growing and high yield poplar forest was analyzed, the result shows: it can reduce the wind speed and wind erosion effectively, obviously regulate temperature, and in May it can reduce average air temperature on day, improve air temperature near the surface, reduce soil temperature effectively, especially that of topsoil; pure poplar forest can obviously increase the moisture both of air and soil. The soil water content in interplant between poplar forest and wheat is lower than that in pure poplar forest and the comparative land obviously, because the roots of crops absorb much water in interplant between poplar and wheat.

**Key words:** sandy area of the Yellow River; fast growing and high yield poplar forest; interplant between poplar forest and wheat; microclimate factor

在诸多造林树种中, 杨树是世界上分布最为广泛的树种, 由于其生长迅速、成林早、木材用途广、防护效益高, 营建杨树丰产林是改善生态环境和解决木材供需矛盾的有效措施。大力发展杨树丰产林对于防沙治沙、调整农村产业结构、改善生态环境具有重要意义。杨树丰产林是黄泛沙地抵御自然灾害尤其是风沙危害的主要屏障之一, 它不仅可调节温度、增加湿度、降低风速, 起到护田增产的作用<sup>[1]</sup>, 而且还可利用相应的立地条件, 水肥保证供应及相应的管理措施提高杨树丰产林的经济效益、生态效益和社会效益。

### 1 研究区概况

研究区设在德州市夏津县苏留庄镇, 该镇地处鲁西北黄泛冲积平原, 位于东经115°45', 北纬36°53', 属暖温带半湿润大陆性季风气候区, 具有春季少雨、干燥多风, 夏季高温多雨, 晚秋多又干旱, 冬季干冷, 雨雪稀少的特点, 年平均日照时数2607 h, 平均空气温度12.7℃, 多年平均降水量为565

5 mm, 年平均蒸发量2203 mm, 湿润指数为0.26, 年均干燥度为1.35。全年风向多为南风, 次为东北风, 多年平均风速为2.7 m/s, 春季风速4.8 m/s, 多年平均沙尘暴日数为10.5 d。研究区内地貌类型主要为黄河故道冲积平原, 地势北高南低, 由北向南倾斜, 总坡度8.5‰, 最高处海拔32.47 m, 最低处24.34 m, 土壤多属半固定风沙土, 多沙丘, 全剖面为沙质土壤, 地表多为沙土, 黄泛沙地由于人为干预, 季节性种植破坏地表, 所以冬春季节风蚀严重。

试验林为6年生2 m × 4 m沙兰杨, 2年生2 m × 3 m的107杨, 其中2年生林麦间作的杨树丰产林胸径6.2 cm, 树高6.2 m, 冠幅2.20 m × 2.25 m, 枝下高4.50 m, 郁闭度65%, 单株材积0.0078 m<sup>3</sup>, 林木蓄积量13.05 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>; 2年生杨树纯林的胸径5.85 cm, 树高6 m, 冠幅2.80 m × 3.20 m, 枝下高5.88 m, 郁闭度71%, 单株材积0.0068 m<sup>3</sup>, 林木蓄积量11.345 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>; 6年生杨树纯林的胸径16.0 cm, 树高16.9 m, 冠幅3.10 m × 2.20 m, 枝下高5.88 m, 郁闭度93%, 单株材积0.10

\* 收稿日期: 2005-07-24

基金项目: 山东省科技厅资助项目“黄河故道生态环境综合治理技术的研究”

作者简介: 王兴翠(1976-), 女, 硕士研究生, 主要从事生态林业工程方向的研究。

$\text{m}^3$ , 林木蓄积量  $131.14 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。以半固定沙丘为对照, 测定杨树丰产林改善小气候效应。

2 研究方法

2.1 小气候特性的测定

选择典型天气从6:00至18:00每隔2h观测一次。根据间作物高度, 在离地面0.2m、0.5m、1.5m处用ST-DHM2型通风干湿表观测空气温度、空气湿度, 用QDF-2型热球式风速仪测定风速; 用ST-15型照度计, 测定叶片所受光照的强度; 用温度计测定地表最高温度、最低温度, 用曲管地温表测定5cm、10cm、15cm、20cm土层内的土壤温度, 做3个重复, 取平均值。

2.2 风力侵蚀量的测定

采用布桩法, 2004年12月6日分别在不同密度林分和对照区选择具有代表性的地块进行均匀布桩, 将长15cm的标桩垂直于地面插入, 使桩上标记与地面相平, 在2005年5月31日测量标桩裸露或埋土的尺寸, 计算冬季和春季的土壤风力侵蚀量。每 $10\text{m} \times 10\text{m}$ 的地块内, 布桩400个, 做三次重复。

2.3 土壤湿度和水面蒸发的测定

在观测点按0~5cm、5~10cm、10~15cm、15~20cm、20~30cm、30~40cm土层取土样, 每层重复三次, 采用酒精燃烧法测定土壤含水量; 用AM3型蒸发皿测定杨树丰产纯林、林麦间作与对照的水面蒸发。

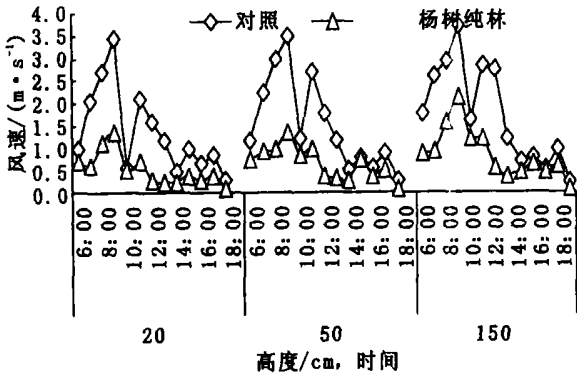
3 结果与分析

3.1 杨树丰产林防风效应的研究

3.1.1 杨树丰产林对风速的影响

在黄泛沙地营造杨树丰产林能够降低风速<sup>[2]</sup>, 6年生杨树纯林相对于对照的防风效能在5.6%~82.2%之间变动, 平均为51.6%。2年生林麦间作的防风效能为5%~89.8%, 平均为31.3%。

由图1所示, 6年生杨树纯林( $2\text{m} \times 4\text{m}$ )内各个时间段, 各个层次的风速明显的低于对照区的同时间同层次的风速值。观测结果表明, 杨树纯林的相对风速为17.8%~98%, 平均为48.4%。



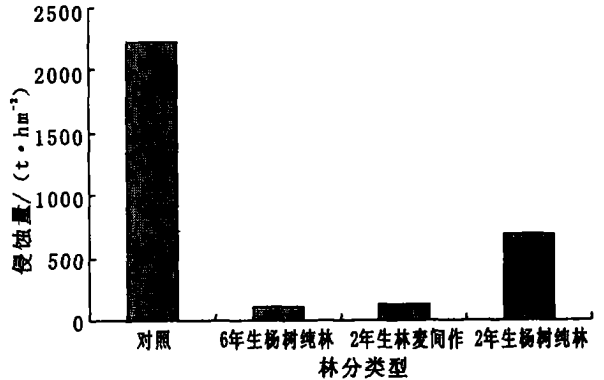
注: 测定日期为2005年5月26日, 每小时测三次重复取平均值

图1 6年生杨树纯林与对照区风速日变化比较

3.1.2 杨树丰产林对风蚀的影响

由图2看出, 对照区的风蚀量为 $2232.90 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 6年生 $2\text{m} \times 4\text{m}$ 沙兰杨纯林、2年生 $2\text{m} \times 3\text{m}$ 林麦间作和2年生 $2\text{m} \times 3\text{m}$ 107杨树纯林分别为 $112.05 \text{ t}/\text{hm}^2$ ,  $122.85 \text{ t}/\text{hm}^2$ 和

$689.74 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 这说明杨树丰产林纯林和林麦间作具有较强的防风固沙的作用。



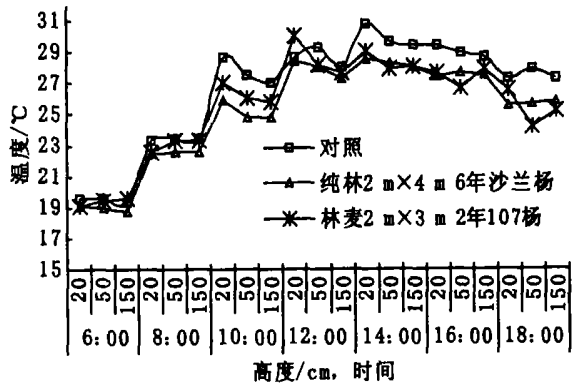
注: 测定日期为2005年3月8日至5月31日春季风蚀量的总和

图2 不同林分类型与对照风蚀量比较图

3.2 杨树丰产林温度效应的研究

3.2.1 杨树丰产林对空气温度的影响

由图3可知, 对照区与6年生 $2\text{m} \times 4\text{m}$ 沙兰杨纯林的空气温度日变化规律基本一致, 均为先升高又逐渐降低, 一天的最高温度都出现在14:00左右。6年生 $2\text{m} \times 4\text{m}$ 沙兰杨纯林的空气温度明显低于对照区, 在12:00和14:00之间的差异显著。其中14:00在距地面20cm高度处差值最大为2.8, 且对照区的空气温度日变化明显大于6年生 $2\text{m} \times 4\text{m}$ 沙兰杨纯林的空气温度日变化。由此可知, 杨树丰产林对空气温度具有明显的调节作用。



注: 测定日期为2005年5月3日、5月10日、5月16日、

5月23日、5月30日5天测定的平均值

图3 不同林分类型与对照气温日变化比较

由表1看出, 杨树丰产林可以降低日平均空气温度。不同树龄的日最高空气温度比对照地降低 $2.15 \sim 2.20$ , 平均降低 $2.18$ 。随树龄增大, 郁闭度增加, 其降温效应增大, 6年生 $2\text{m} \times 4\text{m}$ 沙兰杨纯林的空气温度日较差比对照的低1.55, 因此, 杨树丰产林具有明显的减小空气温度日较差的效应。

3.2.2 杨树丰产林对土壤温度影响

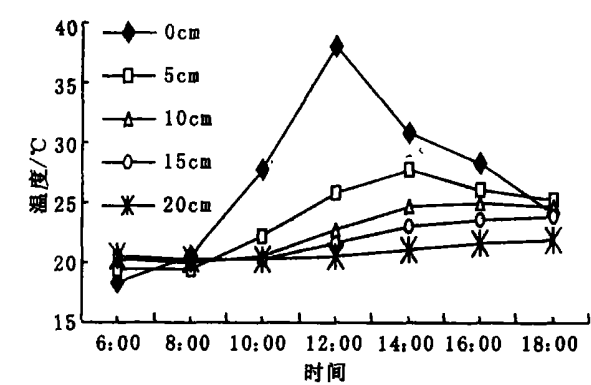
由图4、图5看出, 6年生 $2\text{m} \times 4\text{m}$ 沙兰杨纯林和对照的地表温度均是先升高至某一最高点后降低, 最高值都出现在12:00, 最低温度出现在6:00; 5cm深度的土壤最高温度都出现在午后14:00, 最低温度出现在6:00; 10cm深度的土壤温度最高值均出现在16:00; 纯林和对照15cm深度的土壤温度在6:00至10:00变化不明显, 但在10:00以后一直增加; 20cm深度, 对照和纯林的土壤温度日变化幅度都比较

小,且日落前该温度一直在升高。

表1 不同林龄与对照空气温度的变化

地点	株行距	树龄	日均值/			最高值/			最低值/			日较值/		
			测定值	对照值	差值	测定值	对照值	差值	测定值	对照值	差值	测定值	对照值	差值
麦田	/	/	25.55	26.53	0.98	29.05	30.75	1.70	18.00	19.40	-1.40	11.05	11.35	0.30
纯林	2m×4m	6年	25.48	26.53	1.05	28.55	30.75	2.20	18.75	19.40	-0.65	9.80	11.35	1.55
纯林	2m×3m	2年	26.05	26.53	0.48	28.6	30.75	2.15	18.90	19.40	-0.50	9.70	11.35	1.65

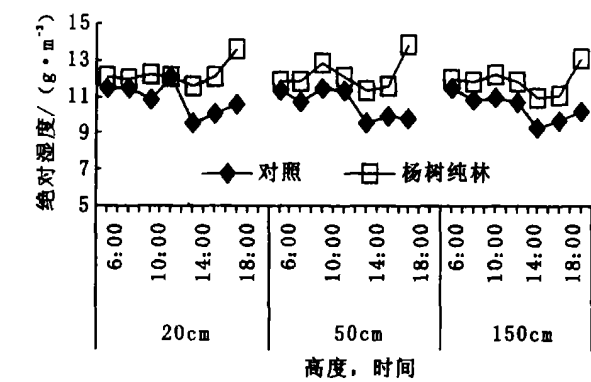
注:表中数据为5月3日、5月10日、5月16日、5月23日、5月30日5天对观测地20 cm、50 cm、150 cm 高度测定的日均值,同时求三个高度空气温度的最高值、最低值及日较值。



注:测定日期为2005年5月3日、5月10日、5月16日、5月23日、5月30日5天测定的平均值

图4 杨树纯林各层地温日变化

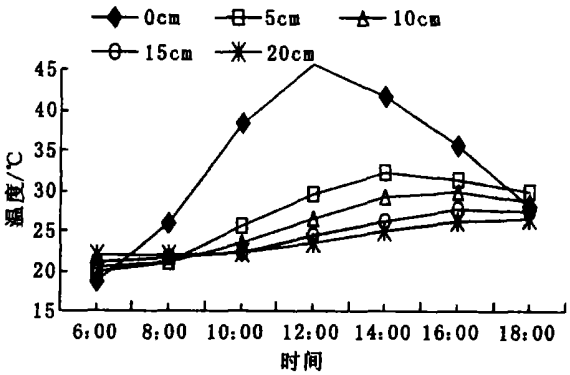
由图4、图5还可以看出,6年生2m×4m沙兰杨纯林的土壤温度均比对照相同深度的土壤温度低。杨树纯林地面日平均温度比对照的低0.4~10.8,平均为6.5,日最高温度比对照的低7.45,日温差最大值为10.8,出现在14:00;杨树纯林5cm深度土壤温度比对照低0.5~4.4,平均为3.4,日最高温度比对照低4.6,日温差最大值为5.15,出现在16:00;杨树纯林10cm深度土壤温度比对照低0.05~4.7,平均为3.0,日温差最大值为4.7,出现在16:00,日最高温度比对照低4.5;杨树纯林与杨树纯林15cm和20cm深度土壤温度日变化幅度都不大,日较差最大值和日最高温度差均出现在16:00,分别为4.1和4.5,平均为2.5和3.0。



注:测定日期为2005年5月3日、5月10日、5月16日、5月30日、5月30日5天测定的6年年沙兰杨纯林的平均值

图6 杨树纯林各层地温日变化

由图7和图3可知,杨树纯林与对照相对湿度日变化和空气温度日变化相反,空气相对湿度曲线呈“U”型,每层的最小值都出现在14:00,即空气温度最高时,杨树纯林各层的



注:测定日期为2005年5月3日、5月10日、5月16日、5月23日、5月30日5天测定的平均值

图5 对照地不同深度土壤温度日变化

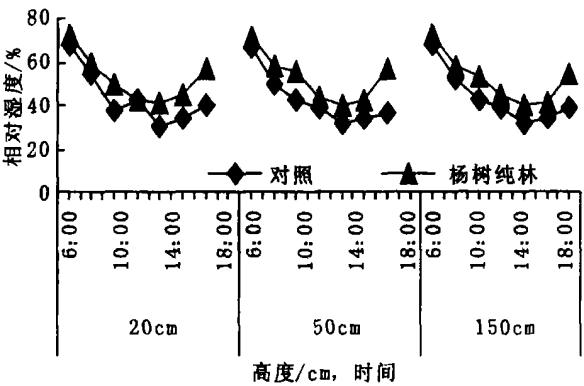
3.3 杨树丰产林湿度效应的研究

3.3.1 杨树丰产林对空气湿度的影响

杨树丰产林具有明显的增湿效果,对作物生长有良好的促进作用<sup>[3]</sup>。

由图6和图7看出,杨树纯林与对照的绝对湿度和相对湿度的日变化基本一致,3个层次的绝对湿度的最低值均出现在日出前温度最低时,日出后升高,受湍流影响后有所下降,傍晚时绝对湿度达到最高值。

由图6可知,杨树纯林的绝对湿度最高值于日落前出现在50cm处,其值为13.16g/cm<sup>3</sup>,而且其绝对湿度比对照的大。这说明杨树丰产林具有明显的增湿作用。



注:测定日期为2005年5月3日、5月10日、5月16日、5月30日、5月23日5天测定的6年年沙兰杨纯林的平均值

图7 对照地不同深度土壤温度日变化

相对湿度明显高于对照,各层最大值均出现在早晨6:00。由表2看出,6年生2m×4m沙兰杨纯林,2年生2m×3m林麦间作均比对照的空气相对湿度高。杨树纯林的相对

湿度日均值为 52.42%, 比对照高 8.97%, 日最高值为 72.67%, 比对照高 5%, 日最低值为 40.33%, 比对照高 9.33%; 林麦间作的相对湿度日均值为 58.00%, 比对照高 14.57%, 日最高值为 73.67%, 比对照高 6%, 日最低值为 45.67%, 比对照高 14.67%。

表2 杨树纯林、林麦间作与对照各层的相对湿度效应

林分类型	林龄	高度/cm	日均值/%			最高值/%			最低值/%		
			测定值	对照值	增湿值	测定值	对照值	增湿值	测定值	对照值	增湿值
杨树纯林	6a	20	52.4	43.7	8.7	73.0	68.0	5.0	41.0	30.0	11.0
		50	52.8	43.0	9.8	72.0	67.0	5.0	40.0	32.0	8.0
		150	52.0	43.6	8.4	73.0	68.0	5.0	40.0	31.0	9.0
林麦间作	2a	20	58.7	43.7	15.0	75.0	68.0	7.0	45.0	30.0	15.0
		50	59.8	43.0	16.9	75.0	67.0	8.0	48.0	32.0	16.0
		150	55.5	43.6	12.0	71.0	68.0	3.0	44.0	31.0	13.0

注: 表2的测定日期为5月3日、5月10日、5月16日、5月23日、5月30日5天测定的平均值。

分析表明: 林麦间作具有明显的增加空气湿度的效应, 这是由于在林木的保护下, 减少了上下层气流的交换, 使树木蒸腾和小麦蒸腾的水分在近地层的大气中逗留的时间延长, 因而其空气相对湿度高于杨树纯林, 但林麦间作和杨树纯林的相对湿度均高于对照。这对于减少土壤水分的无效蒸发、防止土壤干旱、减轻干热风危害具有重要意义。

3.3.2 杨树丰产林对土壤湿度影响

由表3可知, 6年生2m×4m沙兰杨纯林内0~40cm土层的土壤含水量明显比对照高, 差值在0.76%~3.83%之间; 而2年生2m×3m林麦间作的土壤含水量比对照的低, 差值在0.15%~3.94%之间。杨树纯林内0~10cm土层的土壤含水量与对照的差值最大, 随着深度的增加, 差值变小, 平均差值为2.8%。杨树丰产林能减小太阳辐射量, 降低风速, 降低空气温度和土壤温度, 增加空气湿度, 相应的减小土壤水分的蒸发量。所以杨树纯林内土壤湿度高于对照的土壤湿度。林麦间作的土壤含水量之所以小于对照的土壤含水量, 是由于小麦在生长的过程中, 需要从土壤中吸收大量的水分来维持其正常生长, 因此林麦间作的土壤含水量明显低于对照的土壤含水量。

表3 杨树纯林和林麦间作的日平均土壤湿度 %											
林分类型	林龄	0~5cm	5~10cm	10~15cm	15~20cm	20~30cm	30~40cm	平均			
杨树纯林	6a	10.03	11.06	11.40	10.55	10.45	9.80	10.55			
林麦间作	2a	4.92	6.74	9.40	8.47	6.78	5.10	6.85			
对照		6.19	7.84	8.84	8.63	9.08	9.04	8.27			

注: 测定日期为5月3日、5月10日、5月16日、5月23日、5月30日5天测定的平均值

3.3.3 杨树丰产林对水面蒸发的影响

杨树丰产林和林麦间作可以减少林地水分蒸发, 这对降低土壤水分消耗, 保障树木对水分的需求具有重要意义<sup>[4]</sup>。由图8看出, 对照的水面日蒸发量最大为19.4mm, 6年生杨树纯林的水面日蒸发量最小为7mm, 2年生林麦间作次之, 为8.2mm, 对照与纯林的水面日蒸发量差值可达12.4mm, 对照与林麦间作的水面日蒸发量差值为11.2mm, 因此, 杨树纯林和林麦间作具有明显的减小水面蒸发的效应, 原因是在杨树纯林和林麦间作中, 由于高大的树体使风速和乱流强度减弱, 水汽不易向上扩散, 空气饱和差小, 且白天又具有降温效应。

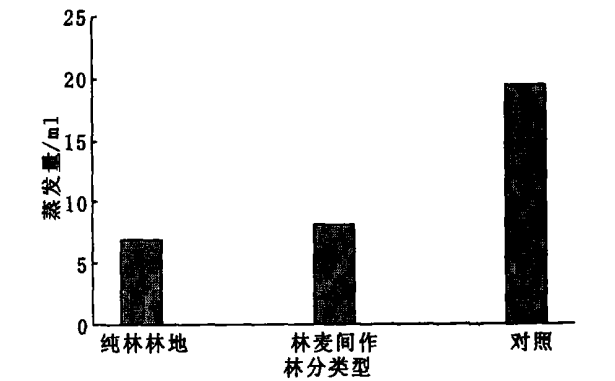
参考文献:

[1] 牟永志, 张富, 崔国雄. 杨树丰产型农林林营造技术的研究[J]. 内蒙古林业科技, 2001, 61- 62

[2] 胡海波, 王汉杰, 鲁小珍, 等. 中国干旱半干旱地区防护林气候效应的分析[J]. 南京林业大学学报, 2001, 25(3): 77- 82

[3] 贾玉彬, 袁玉欣, 裴保华, 等. 杨农间作对农田生态环境的改善[J]. 林业科学, 1999, (1): 56- 64

[4] H D Bradshaw. Emerging model systems in plant biology: poplar (populus) as a model forest tree[J]. J Plant Growth Regul, 2000, (19): 306- 313



注: 测定日期为2005年5月3日、5月10日、5月16日、5月23日、5月30日5天测定的平均值

图8 不同立地的蒸发效应

4 结 论

- (1) 在黄泛沙地营造杨树丰产林可起到防风固沙, 改善生态环境, 调节小气候因素, 降低风速, 冬季和春季的杨树丰产林减少林地土壤风蚀量是对照区的6倍。
- (2) 杨树丰产林对空气温度、地表温度和土壤温度具有明显的调节功能, 在5月份高温时期, 能降低空气温度和地表温度的日均值, 降低日最高空气温度7.45℃, 降低日最高地表温度8.40℃, 使5~20cm深度的土壤温度保持比较稳定的状态。
- (3) 杨树纯林和林麦间作具有提高空气湿度的效果, 这是由于在林木的保护下, 减少上下土层气流的交换, 使树木蒸腾和小麦蒸腾的水分在近地层的大气中逗留的时间延长, 提高空气湿度。结果表明: 林麦间作空气湿度高于杨树纯林, 但两者都明显高于对照<sup>[3]</sup>。
- (4) 杨树丰产林能减少林地水分蒸发, 降低土壤水分消耗, 提高土壤含水量。但林麦间作0~40cm土层的土壤含水量, 明显低于杨树纯林和对照, 这是由于树木和小麦在生长期同时吸收土壤中的水分, 使土壤含水量降低。