

杨粮间作系统小气候研究*

王 颖 袁玉欣

魏红侠 冯长红

(河北农业大学林学院 保定 071000) (河北省林业工程项目管理中心 石家庄 050051)

摘 要 4年农田杨粮间作系统小气候测定结果表明,杨粮间作条件下农田小气候发生了明显的变化,与对照相比,毛白杨幼林使间作农田平均气温下降 $1.0\sim 1.2^{\circ}\text{C}$,湿度提高 $4.1\%\sim 12.2\%$,风速降低 $32.1\%\sim 59.8\%$,而毛白杨成林对间作农田的影响也有相似结果,且林木的不断生长对农田的遮荫度也逐步加大。为保证间作物产量,林木行距 20m 左右时其间作应不超过6年, 30m 行距时其间作应不超过10年。为保证间作的稳定性和长期性,建议实行大行距(30m 以上)间作方式。

关键词 农田小气候 杨粮间作 毛白杨

A study on microclimate under poplar-crop intercropping systems. WANG Ying, YUAN Yu-Xin (College of Forestry, Hebei Agricultural University, Baoding 071000), WEI Hong-Xia, FENG Chang-Hong (Forestry Project Management Center of Hebei, Shijiazhuang 050051), *CJEA*, 2001, 9(3): 40~42

Abstract Four years investigation showed that the farm microclimate has a great change under poplar-crop intercropping system. In comparison with the non-tree control, the average air temperature and wind speed in intercropping farm are decreased by $1.0\sim 1.2^{\circ}\text{C}$ and by $32.1\%\sim 59.8\%$ respectively, but the relative air humidity is increased by $4.1\%\sim 12.2\%$. And the change of farm microclimate leaded by near-mature poplar stand has the similar consequence. The tree shading degree, on the other hand, becomes more and more serious following with poplar growing. In order to maintain crop output, the intercropping duration will not over 6 years when the poplar spacing is about 20m , but it will prolong for 10 years when it is 30m . It is suggested that the poplar spacing between rows should be over 30m and its branches should be pruned regularly to ensure the stability and long-term of the intercropping system.

Key words Farm microclimate, Poplar-crop intercropping, *Populus tomentosa* Carr.

农林间作中林木的生长改变了近地空气流动的强度和路线,进而对农田温度、湿度、水分和风速产生一定的影响,同时又对临近农作物产生遮荫。前者对农作物基本有利,称谓正效应(又称林木的防护效应);后者则对农作物有双重作用,一是林木适当的遮荫对部分 C_4 作物有利,并配合其他小气候的改善可有效改善作物中午前后的光合作用,提高产量,如农桐间作已证明这点^[1];二是较大强度遮荫对普通作物和 C_4 作物不利,称谓负效应。小气候的正效应体现在风速的降低、湿度的提高和干热风的防止等方面;负效应主要是间作农田光照不足等。为此,本研究探讨了华北地区广泛分布的杨粮间作条件下农田小气候的变化及其影响。

1 试验材料与方法

试验地设在河北省大名县和定州市,两地均属大陆性季风气候,年均温度 $12.4\sim 13.3^{\circ}\text{C}$,年降水量 $538\sim 590\text{mm}$,年无霜期 $191\sim 197\text{d}$ 。杨粮间作地土壤为沙壤土,间作树种均为毛白杨(*Populus tomentosa* Carr.)。大名县试验区毛白杨林龄有2组,1组为1985年种植的中龄林,株行距为 $3\text{m}\times 7\text{m}$ 、 $3\text{m}\times 14\text{m}$ (间伐为 $3\text{m}\times 28\text{m}$,最后再次间伐为 $3\text{m}\times 56\text{m}$)、 $4\text{m}\times 30\text{m}$,试验地总面积 33hm^2 ;另1组为1991年在北京农业大学沙改站栽植的幼林,林木株行距为 $3\text{m}\times 10\text{m}$,总面积 20hm^2 。定州市试验区毛白杨为1985年定植中龄林,株行距为 $3\text{m}\times 6\text{m}$ ($\times 18\text{m}$),总面积 10hm^2 ;株行距 $3\text{m}\times 10\text{m}$ 、 $3\text{m}\times 20\text{m}$ 和 $3\text{m}\times 30\text{m}$,总面积 10hm^2 。1991年定植的幼林,株行距为 $3\text{m}\times 2\text{m}$ ($\times 18\text{m}$),总面积 50hm^2 ; $1\text{m}\times 30\text{m}$,总面积 10hm^2 。以上各间作地块林木的行向均为南北走向。试验于1993~1997年每年春、夏2季先后采用6套常规小气候测定仪和2套自动气象观测仪测定光、温、风速、风向和湿度等,选择一定的天气条件对每个间作模式全天24h测定,测定时常规仪器

* 河北省自然科学基金项目(393033)、河北省林业厅重点项目(9516102)和世界银行贷款国家造林项目共同资助

收稿日期:1999-12-10 改回日期:2000-04-26

每间隔 1h 测定 1 次, 自动仪器每 15min 测定 1 次。间作田中垂直于树行设 5 个测点, 自西向东依次为测点 1、测点 I……测点 V。测点 I、V 分别设在西、东两树行的冠下, 距定植行 1m 或 2m 处(幼林 1m、成林 2m) 称谓冠下测点; 测点 III 设在两行树的中央, 称谓行中测点; 测点 II、IV 分别设在树冠外, 称谓冠外测点, 同时在纯农田中设对照(CK)。

2 结果与分析

杨粮间作小气候效应与林木生长密切相关, 幼林与农作物间作时春、秋 2 季平均小气候(6:00~20:00) 的年度变化见表 1, 由表 1 可知间作第 3 年春林内比林外平均气温降低 1.0℃, 最高温度降低 1.9℃, 至间作

表 1 幼林间作小气候时间效应(株行距 3m×2m(×18m)*)

Tab.1 The microclimate effects under the condition of poplar young growth intercropping with crop

间作年份/a Intercropping years		气温/℃ Air temperature		湿度/% Humidity		地表温度/℃ Soil temperature		风速/m·s ⁻¹ Wind speed		光照强度/lx Radiation	
		林内 Inner intercropp- ing system	林外 Outer intercropp- ing system	林内 Inner intercropp- ing system	林外 Outer intercropp- ing system	林内 Inner intercropp- ing system	林外 Outer intercropp- ing system	林内 Inner intercropp- ing system	林外 Outer intercropp- ing system	林内 Inner intercropp- ing system	林外 Outer intercropp- ing system
3	平均值 Average value	25.1	26.1	67.9	65.2	27.0	28.5	1.0	1.9	48065	54290
	最高值 Maximal value	30.6	32.5	96.5	91.3	41.3	43.1	1.9	2.8	83934	95650
	最低值 Minimal value	16.9	16.6	44.9	43.3	17.8	18.0	0.4	0.7	—	—
4	平均值 Average value	30.7	31.2	52.7	50.8	36.5	39.8	0.7	1.4	50059	59714
	最高值 Maximal value	33.0	33.4	67.9	72.0	47.7	52.8	1.7	2.4	86400	94075
	最低值 Minimal value	26.0	26.6	44.9	40.0	26.3	26.1	0.0	0.0	—	—
6	平均值 Average value	26.4	26.4	64.6	57.6	26.2	29.5	1.3	4.5	335.2**	435.1**
	最高值 Maximal value	32.8	31.6	98.1	94.2	35.2	36.2	4.7	11.7	677.2**	866.0**
	最低值 Minimal value	14.6	15.1	39.8	32.5	17.3	20.8	0.0	0.2	—	—

* 株行距 3m×2m(×18m)表示林木大小行的间作方式, 即株距为 3m, 行距的排列为 2m 和 18m, 全文同; ** 单位为 μmol/m²·s。

第 6 年林内外温度相等, 最高温度提高 1.2℃, 说明杨粮间作第 3~6 年时林木生长对间作农田小气候影响不大; 地表温度的变化较气温明显, 平均地表温度林内比林外降低 1.5~5.1℃; 空气相对湿度变化较明显, 间作使白天最低湿度提高 1.6%~7.3%, 平均相对湿度提高 4.1%~12.2%, 可有效防止春季干热风的发生; 间作降低风速的作用随林木的生长有很大提高, 如间作第 3 年林内比林外平均风速降低 47.4%, 至间作 6 年时降低 71.1%。同时间作第 3 年对农作物影响最大的最高风速降低 32.1%, 第 6 年降低 59.8%。随着间作年限的延长, 林木对农作物的遮荫度也在增加, 如间作第 3 年林木约可降低农作物 11.5% 的光照, 第 4 年降低 16.2% 光照, 对小麦而言, 如此遮荫非但不影响其产量, 反而因其他小气候的改善使小麦增产, 但对秋作物产生一定的不利影响; 至间作第 6 年时林木约可降低农作物 23.0% 的光照, 遮荫度对秋作物有害, 且限

表 2 中龄林-成林间作小气候时间效应(株行距 4m×30m)

Tab.2 Microclimate time effect under the condition of poplar mature stand intercropping with crop

间作年份/a		气温/℃		湿度/%		地表温度/℃		风速/m·s ⁻¹		光照强度*/lx	
Intercropping years		Air temperature		Humidity		Soil temperature		Wind speed		Radiation	
		林内	林外	林内	林外	林内	林外	林内	林外	林内	林外
		Inner intercrop- ping system	Outer intercrop- ping system	Inner intercrop- ping system	Outer intercrop- ping system	Inner intercrop- ping system	Outer intercrop- ping system	Inner intercrop- ping system	Outer intercrop- ping system	Inner intercrop- ping system	Outer intercrop- ping system
8	平均值	20.1	19.9	82.6	84.8	23.6	22.1	0.4	0.5	19662	21053
	最高值	27.0	26.5	98.0	100.0	47.3	36.7	1.1	1.5	65160	71125
	最低值	14.6	13.7	53.3	57.5	15.7	14.8	0.2	0.2	—	—
9	平均值	28.5	28.9	54.9	39.8	33.8	32.2	1.0	1.2	46706	61775
	最高值	31.0	31.4	78.0	81.0	41.5	39.9	1.5	2.0	91025	95825
	最低值	24.6	24.5	43.2	42.0	24.6	23.7	0.1	0.3	—	—
11	平均值	20.6	20.4	85.9	80.7	22.0	20.7	1.1	2.3	297.8**	362.6**
	最高值	26.8	26.0	100.0	96.0	28.8	25.8	3.6	6.5	742.0**	821.0**
	最低值	15.0	14.5	59.4	60.5	18.9	16.4	0.0	0.0	—	—

* 仅分析行中央的光照强度; ** 单位为 μmol/m²·s。

制小麦的生长并影响产量^[3]。这表明大行距为 18m 时间作农田小气候随林木的生长而发生较大的变化,主要是防护效益特别是空气相对湿度的提高和风速的降低较显著;遮荫度也有较大的变化,间作第 2~5 年林木的遮荫在 20% 内,对小麦和花生等作物的负面影响不大,加上其他小气候的改善作用,间作农田可提高粮食产量。杨粮间作第 8~11 年间作农田小气候的变化过程见表 2。表 2 表明,在较大行距(30m)条件下中龄林-成林与农作物间作时对农田小气候的影响较明显,尤其是风速、湿度和光照强度影响较大,间作第 8 年林内平均风速降低 20.0%,间作第 11 年降低 52.3%,二者最高风速分别降低 26.7% 和 44.6%,差异较大;间作第 8 年平均相对湿度绝对值提高 2.2%,间作第 11 年提高 5.2%;间作第 8 年在间作行中央(间作农田光照条件最佳处)的平均光照强度为林外光照强度的 90% 以上,至第 11 年时降至 80% 左右,同时行间其他各点的光照强度下降更大。而空气温度和地表温度的变化较小,气温为 0.2~0.4℃,地表温度为 1.3~1.6℃。表 2 与表 1 相比可知,中龄林-成林对农田小气候的时间效应不如幼林明显,其原因是幼林处于快速生长期,加之林木行距较小,林木高度的变化对小气候的作用十分明显,而中龄林后林木的高度变化相对较小,其小气候的年度变化不如幼林明显,防风效果也不如幼林,其原因一是测定时绝对风速小,二是林木的株行距较大。若中龄林或成林与幼林株行距相同则其小气候效应比幼林显著(见图 1)。由图 1 可知,小行距中龄林对农田小气候的影响非常显著,7m 行距下间作第 8 年时林内平均风速降低 70.2%,最高风速降低 9.4m/s,平均空气相对湿度和白天最低空气湿度均提高 4%。而此时林木行内早已郁闭,行间也接近郁闭,林木遮荫现象非常严重,农作物产量比对照降低 40.0% 以上^[3],故平原农区该模式不能超过 3~4 年的间作期。图 2 为该间作模式林

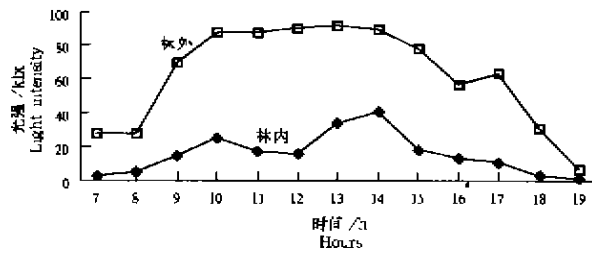


图 2 中龄林间作光照强度变化(株行距 3m×10m,间作第 8 年)

Fig. 2 The radiation intensity effect under the condition of poplar near-mature stand intercropping with crop

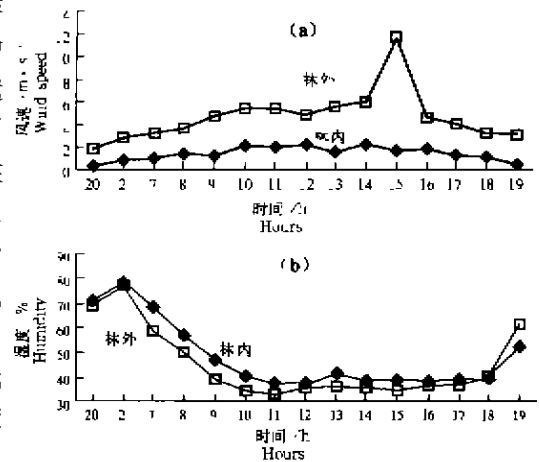


图 1 中龄林间作小气候变化(株行距 3m×7m,间作第 8 年)

Fig. 1 The microclimate effect under the condition of poplar near-mature stand intercropping with crop

内和林外(对照)光照强度日变化状况,林内的平均光照强度为对照的 30% 左右,已不适宜农作物间作。

3 小 结

杨粮间作可有效改变农田小气候状况,幼林由于生长迅速,农田小气候的时间效应更为突出,3m×2m(×18m)株行距配置,间作 3~6 年林内比林外平均气温降低 1.0~1.2℃,地表温度降低 1.5~5.1℃,湿度提高 4.1%~12.2%,风速降低 32.1%~59.8%;成林也有相似测定结果,故林粮间作可有效改善农田小气候;杨粮间作农田光照强度受间作年限和林木行距的双重影响,如 3m×2m(×18m)株行距配置,间作第 6 年时间作农田光照减少 23.0%,而 3m×7m 株行距配置,间作第 8 年时间作农田光照已减少 70%,已不适宜农作物种植,故应保证间作的长期性和稳定性,要保证一定的行距,加强林木修枝,为农作物正常生长提供较合理的光照条件。测定结果表明,为保证作物产量,行距 20m 左右时间作不宜超过 6 年,行距 30m 左右时间作不宜超过 10 年。

参 考 文 献

- 1 刘桐华,唐鸿寿,余彦波.小麦光合午休的成因及缓解的研究.生态学报,1987(4):314~320
- 2 王广钦,徐文波,廖晓海等.农桐间作与作物产量.河南农业大学学报,1983(1):29~37
- 3 袁玉欣,裴保华,王文全等.杨粮间作对农作物产量的影响.河北农业大学学报,1996,19(2):34~40