

柳树农田防护林造林效果及遮荫作用研究

杨斌¹, 石培贤², 刘淑明³

(1. 甘肃省林业科技推广总站, 甘肃 兰州 730046;

2. 临夏州林业科学研究所, 甘肃 临夏 731801; 3. 西北农林科技大学 理学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要:以苏柳无性系和青刚柳营造农田防护林试验, 结果发现, J194 柳的成活率和保存率最高, 分别达到 96.6% 和 93.2%。不同树种(或无性系), 不同株行距的成活率及保存率差异不明显。苏柳无性系的树高生长显著大于青刚柳, 表明苏柳无性系更适于农田防护林的营造。对 J172 柳在农田防护林的遮荫作用进行研究, 结果发现, 柳树(株行距 3 m × 6 m) 6 a 生的遮荫指数为 56.62%, 遮荫程度为 13.31%。13% 的遮荫程度是柳树农田防护林的最高遮荫上限, 柳树生长到第 5 a 以后, 应适当间伐。

关键词: 柳树; 农田防护林; 遮荫程度; 遮荫指数

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2008)01—0034—05

中图分类号: S727.24

Effects of Farmland Shelterbelt by Willows and Their Shading Performances

YANG Bin¹, SHI Pei-xian², LIU Shu-ming³

(1. Forestry Scientific Technology Extension Station of Gansu, Lanzhou, Gansu 730046, China;

2. Forestry Research Institute of Linxia, Linxia, Gansu 731800, China;

3. College of Science, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Effects of afforestation of farmland shelterbelt with clones or cultivars of *Salix jiangsuensis* and *S. viminalis* and their shading performances were investigated. Results showed that both survival and preservation rates of the *S. jiangsuensis* 194 were 96.6 and 93.2%, respectively. There were no differences of survival and preservation rates among different cultivars or clones and different planting spaces. Tree height increment of *S. jiangsuensis* was higher than that of *S. viminalis*, indicating that *S. jiangsuensis* is a suitable species for farmland shelterbelt. Shading index and shading degree of the 6-year-old *S. jiangsuensis* 172 (spacing 3 m × 6 m) were 56.62% and 13.31%, respectively, exceeding the upper limit of farmland shelterbelt. Therefore, the *S. jiangsuensis* 172 should be shinned properly in the fifth year of planting to meet the related standards.

Keywords: willow; farmland shelterbelt; shading degree; shading index

甘肃省农田防护林主要是以杨树为基础的林网体系, 在防止各种自然灾害, 改善生态环境方面起到了举足轻重的作用^[1]。但从现有农田防护林体系看, 面临的主要问题是树种单一, 抗逆性差, 结构不稳定^[2]。林网结构不够合理, 防护效益较低。林网已达到过成熟期, 林带断带现象严重, 综合防护效益低下。尤其 20 世纪 90 年代, 杨树蛀干害虫黄斑星天牛的入侵及感染, 已给农田防护林体系构成了严重的威胁^[3]。由于苏柳无性系和青刚柳的速生性好, 抗逆性

强以及干形、冠形等与杨树相近, 特别是其具有很好的抗天牛危害的特性^[4]。因此, 我们用苏柳无性系和青刚柳进行农田防护林的营造, 并对柳树在农田防护林的生长表现及遮荫作用进行研究, 以期对营造农田防护林在树种选择和株行距配置方面提供科学依据。

1 研究区自然概况

试验区位于甘肃省临夏县北塬乡, 地处 35°37' N, 103°11' E, 属川塬灌区。海拔 2 026 m, 年平均降

收稿日期: 2007-03-08 修回日期: 2007-11-29

资助项目: 国家林业局项目“J172 等柳树新品种丰产栽培技术推广”(2006-62)

作者简介: 杨斌(1963—), 男(布依族), 贵州省都匀市人, 高级工程师, 主要从事植被恢复与重建及森林培育学等研究工作。E-mail: gslzyb1001@163.com。

通讯作者: 刘淑明(1964—), 女(汉族), 陕西省渭南市人, 副教授, 主要从事农林气象的教学与科研工作。E-mail: Liusum@sina.com。

雨量 501.8 mm,蒸发量 1 311.4 mm,属温带干旱半干旱地区。年平均气温 7.1℃,极端高温 37.3℃,极端低温 -27℃; 10℃ 的年积温为 2 330.2℃。日照时数 2 463.8 h,无霜期 150 d 左右,早霜出现在 10 月中旬,晚霜出现在 5 月中旬。土壤为黄棉土,pH 值 7.8,有机质含量 1.18%。

2 材料和方法

2.1 造林材料

造林树种是由临夏州林业科学研究所苗圃提供的从江苏林科院引进的苏柳无性系 J172 柳 (*Salix Jiangsuensis* CL. '172'), J369 柳 (*S. jiangsuensis* CL. '369') 和 J194 柳 (*S. jiangsuensis* CL. '194') 及从新疆引进的青刚柳 (*S. viminalis* L.)^[5]。于 1999 年 4 月定植,面积 92 hm²,控制面积 1 630 hm²。

2.2 造林方法

2.2.1 配置和栽植 株行距视道路、渠道的宽窄而定,分 3 m × 6 m, 2.5 m × 5 m 和 2 m × 5 m 进行栽植。结构模式有:大网格 500 m × 600 m,中网格 300 m × 400 m,小网格 100 m × 200 m。挖 0.8 m × 0.8 m 的植树大穴,栽植后在地上 2.0 m 处统一打杆,封口,并及时涂白,每株苗木保证灌水 50 kg,促进成活。

2.2.2 遮荫作用 农田防护林遮荫作用研究的树种为苏柳无性系的 J172 柳,株行距 3 m × 6 m,测定的林带为南北走向。在每年 10 月下旬树木生长停止时,采用常规的测定方法对 J172 柳的树高、胸径、冠幅、枝下高进行测定:光照强度的测定是在晴天用 ST-80 便携式照度计在树冠阴影的顶部、中部和基

部测定光照强度,同时也在无树冠阴影的全光下测定光照强度。根据袁玉欣对散生状林木的研究^[6],单株林木遮荫面积的计算公式为:

$$S = l d \cos \arctan(d/l \tan h) (1 - \sin^2 h)^{1/2} / \sin h + d^2 / 4 - d^2 [90 - \arctan(d/l \tan h)] / 720 \quad (1)$$

式中: S ——平均单株林木的遮荫面积; l, d ——分别为冠长和冠幅; h ——太阳高度角。

在柳树农田防护林栽植时株行距一般采用大行距、小株距的形式,行内郁闭的时间一般较早。林木行内郁闭以后,间作林木平均单株的遮荫面积比散生状林木小^[7]。柳树生长到一定树龄时树冠就会交错在一起,光线穿过树冠更加困难,遮荫程度就更严重。依据式(1)林木行内郁闭时的遮荫面积为:

$$S = l T (1 - \sin^2 h)^{1/2} / \sin h \sin A + d T \quad (2)$$

式中: T ——林木株距; A ——太阳方位角。

3 结果分析

3.1 成活情况

于栽植当年年底调查成活率,第二年底调查保存率(结果见表 1)。树种(或无性系)之间成活率和保存率最高的是 J194 柳,平均成活率和保存率分别为 96.6% 和 93.2%;最低的是青刚柳,平均成活率和保存率分别为 92.1% 和 89.7%。不同株行距之间成活率最高的是 2.5 m × 5 m,平均成活率和保存率分别为 95.8% 和 92.7%;最低的是 2 m × 5 m,平均成活率和保存率分别为 94.7% 和 91.6%。苏柳无性系的成活率和保存率明显高于青刚柳,而苏柳无性系之间和各株行距之间的成活率和保存率差异不明显。

表 1 各树种(或无性系)不同株行距成活率和保存率调查结果

株行距	J172		J194		J369		青刚柳		平均	
	成活率	保存率	成活率	保存率	成活率	保存率	成活率	保存率	成活率	保存率
3 m × 6 m	96.7	93.8	97.1	94.0	95.9	92.7	90.9	87.3	95.2	92.0
2.5 m × 5 m	96.2	92.8	96.5	93.4	97.1	94.3	93.4	90.1	95.8	92.7
2 m × 5 m	95.5	91.9	96.3	92.2	94.8	91.6	92.1	90.8	94.7	91.6
平均	96.1	92.8	96.6	93.2	95.9	92.1	92.1	89.7	95.2	92.1

3.2 生长情况

2004 年 10 月调查生长情况,以 30 株为 1 个小区随机调查,重复 3 次。根据调查结果(见表 2) J172 柳的生长量最大,6 a 生平均树高为 11.38 m,平均胸径为 9.50 cm。其次是 J369 柳,平均树高为 11.03 m,平均

胸径为 8.76 cm。生长量最小的是青刚柳,平均树高 8.22 m,平均胸径 6.02 cm。株行距之间树高生长量最大的是 2.5 m × 5 m 的配置,平均树高为 10.39 m,胸径生长量最大的是 3 m × 6 m 配置,为 8.37 cm,最小生长量是 2.5 m × 5 m 的配置,为 8.14 cm。

表 2 各树种(或无性系)不同株行距生长情况调查结果

树种	3 m × 6 m		2.5 m × 5 m		2 m × 5 m		平均	
	树高/m	胸径/cm	树高/m	胸径/cm	树高/m	胸径/cm	树高/m	胸径/cm
J172	11.63	9.77	11.25	9.19	11.26	9.53	11.38	9.50
J194	10.11	8.67	10.83	8.84	10.73	8.63	10.56	8.71
J369	10.79	8.92	11.15	8.68	11.16	8.69	11.03	8.76
青刚柳	8.29	6.11	8.32	5.83	8.04	6.13	8.22	6.02
平均	10.21	8.37	10.39	8.14	10.29	8.25	10.30	8.25

对树高生长的各树种(或无性系)间和各株行距间进行双因素方差分析,树种(或无性系)之间的 F 值等于 20.54, 大于 $F(0.05) = 3.26$, 差异显著。而株行距之间的 F 值 = 0.39, 小于 $F(0.05) = 3.49$, 差异不显著。对各树种(或无性系)间树高生长进行 q 检验, 发现青刚柳的平均树高差值均大于 $q(0.05) = 0.33$, 差异显著, 而苏柳无性系之间差异不显著。表明在干旱半干旱地区营造农田防护林, 各树种(或无性系)间的成活率和保存率都较高, 但苏柳无性系的生长表现明显强于青刚柳。

3.3 遮荫作用

孤立木形成单冠遮光, 其遮光面积的大小、方位的变化, 取决于冠形、冠长、太阳高度角与太阳方位角多个因素的影响^[8]。柳树幼树在生长的最初几年和杨树一样, 基本呈现散生状态, 计算遮荫面积采用公式(1)。以后随着冠幅的不断增加而进入郁闭状态, 遮荫面积的变化主要是由冠幅和冠长引起的, 用公式(2)计算。

柳树遮荫面积的计算和杨树一样与有关测树因子有关。对 J172 柳的测树因子年生长情况进行调查(见表 3)。可以看出, 当采用 3 m × 6 m 的株行距栽植时树木生长的最初 3 a 树冠没有交错, 以后树木的株间逐渐郁闭, 因此平均冠幅的计算为:

$$\text{平均冠幅} = (\text{行距} + \text{平均冠幅}) / 2 \quad (3)$$

柳树生长指标的测定在每年生长结束后进行, 随着树冠的逐步生长, 计算树冠指标的值采用:

$$\text{平均冠幅或冠长} = (\text{上一年数据} + \text{当年数据}) / 2 \quad (4)$$

由此计算的结果超过林木的株距或林木的行距就把郁闭的部分看成一个整体计算其面积。依据(1), (2), (3)和(4)式, 对表 3 中的 J172 柳平均单株进行不同的树龄, 不同时期(4月 25 日到 8月 30 日)和一天中不同时间的遮荫面积进行了计算, 结果见表 4。

表 3 柳树测树因子的年生长情况调查结果 m

树龄/a	平均树高	平均冠幅	平均枝下高	平均冠长
1	2.27	1.21	1.62	0.65
2	4.43	2.45	2.03	2.40
3	6.62	3.07	2.03	4.59
4	8.25	3.29	2.59	5.66
5	9.81	3.53	2.59	7.22
6	11.63	3.62	2.85	8.78

从表 4 可以看出, 一天中林木的遮荫面积以中午为 midpoint, 上、下午对称, 并以 13:00 为最小, 这比袁玉欣研究的结果推后 1 h; 不同生长月份林木的遮荫面积以 6 月下旬为 midpoint 前后对称, 并以 6 月下旬中午 13:00 为全年的最小值, 这与袁玉欣研究的结果相近^[6]。林带遮荫面积(Y)的增长与树龄(x)的关系用下式表示:

$$Y = 3.1437x - 0.7387 \quad (5)$$

利用表 4 计算出单株所占面积林带的遮荫指数(I_s), 其计算公式是:

$$I_s = T_{sa} / L_a \times 100 \quad (6)$$

式中: T_{sa} ——林带遮荫面积; L_a ——单株所占面积。

表 5 表明, 在柳树生长到第 5 a 后, 树木的遮荫指数将超过 50%, 表明遮荫对农作物生长开始产生影响。根据袁玉欣对杨树的研究, 当其生长到第 5 a 时, 树木的遮荫指数就超过 50%, 这时候其树冠遮荫对农作物生长开始产生影响。对柳树采用的这种株行距配置形式, 在树木生长至一定树龄后其树冠不仅互相交错造成重复遮荫影响农作物生长, 而且树木生长也受到一定程度的影响, 因此, 适时进行间伐很有必要。

对柳树树冠阴影处的透光率进行观测, 结果见表 6。由于柳树叶子较杨树窄小, 因此每个时段柳树的透光率比杨树平均增大 3.1%。

表 4 柳树单株遮荫面积的计算结果

m²

树龄/a	不同时期	不同时间单株遮荫面积										
		8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
1	0425—0430	0.59	0.45	0.39	0.36	0.34	0.34	0.34	0.36	0.39	0.45	0.59
	0525—0530	0.53	0.43	0.38	0.35	0.33	0.32	0.33	0.35	0.38	0.43	0.53
	0625—0630	0.51	0.42	0.37	0.34	0.33	0.32	0.33	0.34	0.37	0.42	0.51
	0725—0730	0.53	0.43	0.38	0.35	0.33	0.32	0.33	0.35	0.38	0.43	0.53
	0825—0830	0.59	0.45	0.39	0.36	0.34	0.34	0.34	0.36	0.39	0.45	0.59
2	0425—0430	9.52	6.41	5.03	4.27	3.83	3.69	3.83	4.27	5.03	6.41	9.52
	0525—0530	7.85	5.71	4.61	3.93	3.49	3.32	3.49	3.93	4.61	5.71	7.85
	0625—0630	7.42	5.52	4.51	3.85	3.41	3.21	3.41	3.85	4.51	5.52	7.42
	0725—0730	7.87	5.73	4.63	3.95	3.51	3.33	3.51	3.95	4.63	5.73	7.87
	0825—0830	9.57	6.44	5.06	4.29	3.85	3.70	3.85	4.29	5.06	6.44	9.57
3	0425—0430	18.28	13.43	11.10	9.63	8.49	7.39	8.49	9.63	11.10	13.43	18.28
	0525—0530	15.91	12.51	10.63	9.38	8.41	7.39	8.41	9.38	10.63	12.51	15.91
	0625—0630	15.28	12.24	10.49	9.29	8.36	7.39	8.36	9.29	10.49	12.24	15.28
	0725—0730	15.95	12.53	10.63	9.39	8.42	7.39	8.41	9.39	10.63	12.53	15.95
	0825—0830	18.34	13.46	11.11	9.64	8.49	7.39	8.49	9.64	11.11	13.46	18.34
4	0425—0430	22.37	16.14	12.94	10.95	9.40	7.89	9.40	10.95	12.94	16.14	22.37
	0525—0530	19.52	14.88	12.31	10.59	9.26	7.89	9.26	10.59	12.31	14.88	19.52
	0625—0630	18.68	14.52	12.12	10.49	9.21	7.89	9.21	10.49	12.12	14.52	18.68
	0725—0730	19.58	14.90	12.32	10.60	9.26	7.89	9.26	10.60	12.32	14.90	19.58
	0825—0830	22.41	16.18	12.96	10.96	9.40	7.89	9.40	10.96	12.96	16.18	22.41
5	0425—0430	26.43	18.81	14.85	12.38	10.46	8.61	10.46	12.38	14.85	18.81	26.43
	0525—0530	22.99	17.24	14.06	11.94	10.29	8.60	10.29	11.94	14.06	17.24	22.99
	0625—0630	21.96	16.80	13.82	11.81	10.23	8.60	10.23	11.81	13.82	16.80	21.96
	0725—0730	23.06	17.27	14.07	11.95	10.29	8.60	10.29	11.95	14.07	17.27	23.06
	0825—0830	26.46	18.86	14.88	12.39	10.47	8.61	10.47	12.39	14.88	18.86	26.46
6	0425—0430	31.24	21.01	16.15	13.38	10.96	8.91	10.96	13.38	16.15	21.01	31.24
	0525—0530	26.59	19.64	15.43	12.71	10.53	8.91	10.53	12.71	15.43	19.64	26.59
	0625—0630	25.31	18.87	14.97	12.46	10.32	8.91	10.32	12.46	14.97	18.87	25.31
	0725—0730	26.65	19.67	15.45	12.72	10.53	8.91	10.53	12.72	15.45	19.67	26.65
	0825—0830	31.31	21.06	16.18	13.39	10.96	8.91	10.96	13.39	16.18	21.06	31.31

表 5 柳树的遮荫指数计算结果

树龄/a	1	2	3	4	5	6
平均单株遮荫面积/m ²	0.41	5.22	11.28	12.89	14.69	16.17
遮荫指数/%	1.62	17.44	37.65	43.67	47.82	56.62

表 6 柳树阴影中光照强度日变化情况

阴影部位	不同时间阴影中光照强度/10 ³ Lx					
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00
顶部	9.4	19.9	28.7	35.7	37.6	39.6
中部	9.0	17.1	23.3	27.3	31.7	35.7
基部	8.8	16.8	19.6	25.1	29.4	33.6
平均	9.1	17.9	23.9	29.4	32.9	36.3
全光	9.4	20.9	30.4	40.1	51.4	60.6
透光率	0.97	0.86	0.79	0.73	0.64	0.60

由表 5—6 可以得出幼林不同间作年限的遮荫程度,其计算公式是:

$$S_D = I_s(1 - R_r) \times 100 \quad (7)$$

式中: S_D ——遮荫程度(%); R_r ——林带阴影中相对光照强度。计算结果见表 7。

表 7 柳树不同树龄平均遮荫程度计算结果

树龄/a	1	2	3	4	5	6
遮荫程度/%	0.39	4.10	8.85	10.26	11.24	13.31

从表 7 中看出,J172 柳的遮荫程度随树龄的增大而逐步提高,到生长第 4 a 时其的遮荫程度已超过 10%。生长到第 6 a 时遮荫程度达到 13%以上。有研究说明,在没有地下根系竞争条件下,遮荫程度达到 25%并不影响农作物的产量^[9]。由于 J172 柳生长到第 5 a 时根系对农作物的生长已经有不同程度的胁迫作用,农作物产量开始下降。用柳树营造农田防护林造成农作物产量下降的遮荫程度远比 25%的遮荫程度低,13%的遮荫程度应是柳树农田防护林的最高遮荫上限。因此,用柳树营造农田防护林当其生长到第 5 a 以后,应适当采取间伐措施。

4 结论

(1) 用苏柳无性系和青刚柳营造农田防护林试验结果发现,J194 柳的成活率和保存率最高,苏柳无性系明显高于青刚柳,而苏柳 3 个无性系之间的成活率和保存率差异不明显。各株行距之间的成活率及保存率差异也不明显,表明所选的 3 个株行距都适于农田防护示范林的株行距配置。

(2) 在各树种(或无性系)中 J172 柳的生长量最大,苏柳无性系的树高生长大于青刚柳且差异显著。无性系更适宜营造农田防护林。

(3) 通过计算,J172 柳(株行距 3 m × 6 m)1~6 a 生的遮荫指数为 1.62%~56.62%,遮荫程度为 0.39%~13.31%,13%的遮荫程度是柳树农田防护林的最高遮荫上限。

(4) 在临夏北塬这样的干旱半干旱地区,只要做好合理的株行距配置,苏柳无性系完全可以替代杨树,成为农田防护林更新换代的优良树种之一。在柳树生长到第 5 a 以后,开始对农作物产量产生影响,应适当进行间伐。

[参 考 文 献]

- [1] 于慎言,李嘉玉,王树捕,等. 甘肃省志·林业志[M]. 兰州:甘肃人民出版社,1999:281—319.
- [2] 周蜡虎,赵克昌. 河西走廊土壤类型二白杨农田防护林成熟龄和更新龄探讨[J]. 林业科学,2001,37(2):139—143.
- [3] 刘榕,史元增. 甘肃杨树[M]. 兰州:兰州大学出版社,1995:288—322.
- [4] 杨斌,石培贤,王涛,等. J172 柳等柳树良种在甘肃的生长表现和推广前景浅析[J]. 甘肃林业科技,2003,28(4):58—60.
- [5] 石培贤,鲁军,杨世民,等. 临夏州引种柳树良种生长规律研究[J]. 甘肃林业科技,2001,26(4):24—27.
- [6] 袁玉欣,王颖,裴保华,等. 杨粮间作系统中林木遮荫作用研究[J]. 林业科学,2002,38(1):36—43.
- [7] 袁玉欣,裴保华,王文全,等. 杨粮间作条件下的作物产量与生物量[J]. 河北农业大学学报,1996,19(2):34—40.
- [8] 李树人,赵勇. 树冠遮光数学模型的研究[J]. 河南农业大学学报,1994,28(4):361—366.
- [9] Qusada F. Simulation of tree shadow in agroforestry systems[M]// Reifsnnyder W S, et al. Meteorology and Agroforestry, Nairobi, ICRAF, 1989:157—161.
- [8] 胡建忠,周心澄,李文忠,等. 退耕地青海云杉人工林土壤抗冲性试验研究[J]. 水土保持学报,2004,18(6):6—10.
- [9] Zhang J, Tian G, Li Y, et al. Requirements for success of reforestation projects in a semiarid low-mountain region of the Jiasha River Basin, Southwestern China[J]. Land Degradation and Development, 2002, 13(5):395—401.
- [10] Zhang J H, Li Y, Lindstrom M J, et al. Soil water properties in a recently established forest as affected by grazing in a semiarid valley[J]. Soil Use and Management, 2000,16:234—235.
- [11] 查小春,唐克丽. 黄土丘陵林区开垦地土壤抗冲性的时间变化研究[J]. 水土保持通报,2001,21(2):8—11.
- [12] Wu Qinxiao, Zhong Hongyan. Soil and water conservation functions of sea buckthorn and its role in controlling and exploiting Loess Plateau[J]. Forestry Studies in China, 2000, 2(2):50—56.
- [13] 刘国彬. 黄土高原草地土壤抗冲性及其机理研究[J]. 水土保持学报,1998,4(1):93—96.
- [14] 李勇,朱显谟. 黄土高原植物根系提高土壤抗冲性的有效性[J]. 科学通报,1991,36(12):935—938.
- [15] 李勇,朱显谟. 黄土高原土壤抗冲性机理初步研究[J]. 科学通报,1990,35(5):390—393.

(上接第 9 页)