

赣榆县滨海通榆运河综合效益型 防护林的优化模式*

殷云龙 孙醉君 贺善安

徐传宽 张节怀

(江苏省植物研究所, 南京 210014)
中国科学院

(江苏赣榆县多管局, 赣榆 222100)

摘要 在评价赣榆县滨海通榆运河河岸堤顶、堤腰、堤底三个立地条件分异性的基础上, 进行了11个树种(品种)的引种试验和间作物配置, 建立了11种立体种植模式, 分析了各个立地条件下的林木生长表现和经济效益。从生态、经济和社会的综合效益考虑, 设计了河岸利用的最优模式: 堤顶为香椿+小麦+大豆; 堤腰为I-69杨+小麦+大豆; 堤底为I-105杨+杞柳。预期经济效益可比原有纯杨树型模式提高40.9%。

关键词 河岸利用; 防护林; 优化模式

An optimal model of shelterbelt forest with synthetic benefits on the bank of Tongyu Canal in Ganyu county of Jiangsu Province Yin Yun-Long, Shun Zui-Jun, He Shan-An (Institute of Botany, Jiangsu Province and Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014), Xu Chuan-Kuan and Zhang Jie-Huai (Diversified Management Bureau of Ganyu County, Ganyu 222100), *J. Plant Resour. & Environ.* 1995, 4(1): 37~42

Based on the comment of three different sites — TB (top part of the bank), SB (slope part of the bank) and LB (low part of the bank) of Tongyu Canal bank in Ganyu county of Jiangsu Province, an experiment with trees introduction and crops interplanting arrangement was conducted. As the combination of trees and crops, various cubic sub-models on the sites (TB, SB and LB) were set up. Analysis of growth and annual economic benefits produced by different tree on same site compared with each other or by those same trees on different sites was carried out, the optimal trees and crops fit for TB, SB and LB were selected, furthermore, in the view of synthetic benefits of economic, ecology and society, so the optimal model is designed as following, TB: *Toona sinensis* Roem. + wheat + bean, SB: poplar I-69 + wheat + bean and LB: poplar I-105 + *Salix purpurea* L. Its annual profit will in crease 40.9% than that of previous model (TB, SB and LB: poplar I-69 + wheat + bean).

Key words utilization of river bank; shelterbelt forest; optimal model

通榆运河在赣榆县境内长约80 km, 是赣榆县沿海防护林建设的重点地段。针对以往河岸利用树种单一, 近期经济效益低的状况, 很有必要从立体林业的角度出发, 优化树种配置, 提高土地资源利用率, 探索出经济效益高, 护岸功能强的堤岸开发优化模式。

1. 材料与方 法

1.1 试验地概况 赣榆县位于江苏省东北隅,东径119°08',北纬34°50',属北温带湿润季风气候,年平均气温12.9℃,极端最低-13℃,极端最高36.2℃,年平均降雨量为975 mm,集中于七、八月份,春季与夏初干旱,全年日照为2 550 hs,为江苏省日照时间最长的地区。

试验点位于赣榆县通榆运河西岸宋庄乡刘村。通榆运河堤岸可利用总面积约1 000 hm²,局部地段已造林绿化,主要树种为I-69杨,大部分地段为未造林的农作耕地或抛弃荒地,土壤类型为滨海潮土。依据堤岸可利用土地范围、空间位置和功能的不同,可划分为堤顶、堤腰和堤底3个立地类型。

1.2 造林设计 1991年春季,在河西岸辟出堤长100 m,面积0.67 hm²的土地(有农作物耕作历史),分别在堤顶和堤底挖穴造林,树种为杨树I-105、I-69、I-121和I-106(株行距3×4 m,引自南京林业大学)、中山杉401和302(2×2.5 m)、黄山栾树(2×3 m)、重阳木(2×3 m)、无花果(2×3 m)和香椿(0.5×1 m);堤腰部分造林树种为杨树I-106、黄山栾树、重阳木和香椿。造林的同时进行了林下间作物的配置,主要有小麦、大豆、杞柳、大蒜和花生。通过造林和间作,建立了多种立体种植模式,并以当地原建立的I-69杨型式为对照模式。

1.3 测试方法 土壤测试方法:按0~20,20~40,40~60 cm的深度分层采集堤顶、堤腰和堤底的混合土样各1份,分析土壤有机质、全N、速效P和K、全盐含量以及机械组成。在植物生长期(1992年5月26日)采集3个立地类型的土样(土钻法),用烘干法测定土壤水份。

表1 试验地的土壤化学性质

Tab 1 The chemical characters of soils in experimental plot

立地类型 Site type*	土壤层次(cm) Soil profile	有机质(%) Organic matter	全氮(%) Total nitrogen	速效K(ppm) Rapid potassium	速效P(ppm) Rapid phosphorus	全盐(%) Total salt	pH
堤顶 TB	0~20	0.75	0.035	15.6	6.2	0.017	8.44
	20~40	0.56	0.032	16.4	5.3	0.021	8.45
	40~60	0.41	0.028	20.2	6.0	0.025	8.58
堤腰 SB	0~20	0.71	0.036	24.0	7.5	0.019	8.59
	20~40	0.55	0.028	23.2	8.0	0.020	8.68
	40~60	0.50	0.024	23.6	8.3	0.030	9.04
堤底 LB	0~20	0.68	0.039	21.6	7.1	0.023	8.55
	20~40	0.62	0.031	23.2	7.3	0.060	8.64
	40~60	0.58	0.028	30.6	10.2	0.172	8.59

*TB — top part of the bank; SB — slope part of the bank; LB — low part of the bank

生物测试方法:生长末期测定树木胸径或地径、树高、冠幅和造林成活率,林木的材积量按公式 $V=0.7854 \times f \times D^2 \times H$ (f 取0.4)计算。收获期详细统计经济树种和农作物收获物产量。

2. 结果与讨论

2.1 立地条件评价

堤顶、堤腰和堤底3个立地类型的差异主要是由于人工搬运、相对高度、地势和盐渍浸水程

度不同造成的。主要表现在(见表2,3): 1) 堤底、堤腰速效 P、K 含量高于堤顶, 这可能是由于在雨水淋溶和地表径流的作用下, K^+ 和磷酸根离子易在低处富集的结果。2) 土壤全盐含量: 堤底 > 堤腰 > 堤顶, 土壤盐分是随地下水位升高而升高的, 加之淋溶作用, 无疑堤底的全盐含量要比堤腰和堤顶高, 堤腰的含盐量比堤顶高。总的状况是土壤已基本脱盐, 只有堤底 40~60 cm 层尚未完全脱盐, 易对树木造成盐害, 影响生长。3) 堤底 40~60 cm 土壤的含水率比堤腰和堤顶高得多, 与含盐量的规律相一致, 在春旱季节这对树木生长是有利的, 而在河水高涨的夏季, 则对不耐水湿的树种不利。4) 40~60 cm 土层砂粒含量为堤顶 > 堤腰 > 堤底, 粉粒和粘粒含量则与此相反, 因此堤顶土壤结构疏松, 通气性好。

在间作条件下, 土壤养分很大程度上受人工施肥的影响, 因此立地条件之间的差异主要表现在土壤全盐含量和含水率以及机械组成, 尤其是 40~60 cm 以下层次, 3 个立地类型的优劣顺序应是: 堤顶 > 堤腰 > 堤底。

表2 试验地的土壤物理性质

Tab 2 Physical character of the soils in experimental plot

立地类型 Site type*	土壤层次 (cm) Soil profile	土壤含水率(%) Soil water concentration	石砾(%) Stone >1.0 mm	砂粒(%) Sand 1~0.05 mm	粉粒(%) Powder 0.05~0.02 mm	粘粒(%) Clay <0.02 mm
堤顶 TB	0~20	12.1	8.1	54.2	28.4	13.7
	20~40	10.4	14.7	64.4	22.0	10.5
	40~60	8.4	8.7	71.4	14.2	10.6
堤腰 SB	0~20	10.6	4.0	59.5	24.7	13.4
	20~40	10.6	3.9	57.6	27.0	13.0
	40~60	14.3	5.2	60.1	24.5	12.9
堤底 LB	0~20	10.5	4.7	57.8	25.7	11.8
	20~40	13.7	4.8	59.5	23.3	12.4
	40~60	22.5	1.3	25.1	54.5	19.1

* TB — Top part of the bank; SB — Slope park of the bank; LB — Low part of the bank.

表3 3种立地条件下的树高平均值(m)

Tab 3 Mean height of tree species on the three sites

树种 Tree species	堤顶 TB	堤腰 SB	堤底 LB
杨树品系 Poplar cultivar			
I-105	6.55±0.76	—	7.90±0.32**
I-69	7.10±0.49	—	5.85±0.92***
I-121	6.85±0.77	—	7.28±0.95
I-106	7.18±0.69	—	6.44±0.68***
‘中山杉 401’ (<i>Taxodium ascendens</i> × <i>T. mucronatum</i>)	2.51±0.42	—	2.12±0.17**
‘Zhongshansha 401’			
‘中山杉 302’ (<i>T. distichum</i> × <i>T. mucronatum</i>)	2.94±0.45	—	3.08±0.10
‘Zhongshansha 302’			
黄山栎树 <i>Koelreuteria paniculata</i>	3.53±0.41	3.05±0.37*	2.04±0.28**
重阳木 <i>Bischofia polycarpa</i>	3.56±0.47	3.25±0.26	1.59±0.30**

*** 表示堤腰或堤底与堤顶的差异显著性 It represents significant difference between TB and SB or TB and LB.

** 表示相同立地条件下不同品种与最大值品种之间的差异显著性 It represents significant difference between cultivar and the cultivar with maximum volume on the same site.

* (P=0.05), *** (P=0.01), t — test.

2.2 林木的生长适应性

林木的生长适应性即林木对土壤、气候生态因子的适应性。由于大多数试验树种为外地引入,因此,林木生长适应性的判断是进行树种选择和模式优化的先决条件。

林木的生长适应性首先表现在造林成活率的高低上,杨树品系、黄山栾树和重阳木的成活率皆达到了100%,无花果和香椿的成活率为80%,中山杉品系的成活率较低,皆在50%以下,这是由于中山杉要求水湿的立地条件,而一般在春季造林时,该地旱情较重。

其次表现在生长量的差异上,由表3,4可知,杨树各品系的粗度和高度生长显著高于中山杉品系、黄山栾树和重阳木,尤其是高生长量,前者比后者高1倍以上。重阳木在越冬期间易发生冻害,栽植第一年100%的植株新梢被冻死,20%的植株主干被冻死,其他树种则无冻害。就各树种的不同品系而言,堤顶以 I-69 杨生长最快,堤底以 I-105 杨生长最快,而堤顶、堤底的中山杉 302 品系生长速度高于 401,两者之间差异显著。

表4 3种立地条件下的树木胸径(DBH)、地径(DB)和平均值(cm)

Tab 4 Mean DBH and DB of tree species on the three sites*

树种 Tree species	堤顶 TB	堤腰 SB	堤底 LB
杨树品系(DBH) Poplar cultivar			
I-105	7.37±1.33**	—	11.03±0.80**
I-69	8.51±0.80	—	6.70±1.16***
I-121	7.62±1.07	—	7.88±1.70**
I-106	8.40±1.37	7.55±1.46	6.40±1.12***
‘中山杉 401’(<i>Taxodium ascendens</i> × <i>T. mucronatum</i>) ‘Zhongshansha 401’	4.45±0.06***	—	3.68±0.58**
‘中山杉 302’(<i>T. distichum</i> × <i>T. mucronatum</i>) ‘Zhongshansha 302’	7.14±0.85	—	7.10±0.85
黄山栾树(DB) <i>Koelreuteria paniculata</i>	8.10±0.85	7.38±0.99	4.61±0.92**
重阳木(DB) <i>Bischofia polycarpa</i>	8.17±0.73	7.62±0.75	3.99±0.76**
无花果(DB) <i>Ficus carica</i>	8.51±0.85	—	7.05±0.57**
香椿(DB) <i>Toona sinensis</i> Roem.	4.50±0.80	3.73±0.60**	2.67±0.48**

*DBH — diameter at breast height; DB — diameter at base.

2.3 立地条件对树木生长的影响

2.3.1 堤顶与堤底比较 大多数树种包括 I-105、I-69、I-106 杨、无花果、黄山栾树、重阳木和香椿在堤顶和堤底的生长量表现出显著的差异,且前者大于后者,只有 I-121、中山杉 401、302 在两者之间的生长差异不显著。而 I-105 杨在堤底的生长量明显高于堤顶,说明 I-105 杨最耐水湿(土壤含水量>13%),因此在选择堤底或低湿地树种时, I-105 杨为首选树种。

2.3.2 堤顶与堤腰比较 堤顶与堤腰对林木生长的影响较小,除黄山栾树的树高生长量和香椿的主干地径生长量在两者之间差异显著外,其他树种皆不显著。

2.4 树种优化选择与经济效益

由前述可知,用材树种宜选择:堤顶和堤腰种植 I-69 杨,堤底种植 I-105 杨。据研究^[3]:按杨树轮伐期为10年计,则种植第三年杨树的材积增量相当于年平均增长量。通过计算 I-69、I-105 杨在各自最适立地条件下的第三年材积增量为 27.72 和 27.52 m³/hm²,经济收入分别为 554.0 和 550.0 元/亩/年。

经济树种无花果和香椿的立地选择以堤顶为最佳。无花果种植第一年即有少量挂果,第二年堤底基本不结果,堤顶结果率达40%,且长势旺盛,基本成园,夏果单株产量为0.5 kg,

第三年堤顶无花果全部挂果, 亩产量达167.0 kg, 亩收入为668元。香椿喜疏松、肥厚的土壤且耐干旱^[2], 如1992年春季堤顶加植120株时, 虽遇特大干旱, 大部分植株枝梢枯死, 但根茎部仍能萌发新枝, 成活率达100%。香椿在栽种的第一年即有少量的产量, 第三年进入丰产期, 平均单株萌芽数达6.0个, 若4月30日采摘雨前春芽, 则单株产量为0.1 kg, 若5月9日采摘雨后芽, 则单株产量为0.175 kg, 期间价格在60.0~4.0元/kg之间变动, 如果规模生产后, 按最低价格计算, 则香椿的亩经济收入为933元。因此种植香椿的效益最高。

由于当地群众有喜食椿芽的习惯, 市场需求量较大, 为了迅速提高近期经济效益, 应把香椿作为优先发展的经济树种。同时, 为了满足未来果品加工业的需要, 可适当发展一定面积的无花果, 作为中长期投资项目的后备树种。

2.5 间种收益与间作物的优化选择

实行林农间作既可增加土地收益, 又可节省林木抚育费用, 以耕代抚, 培养地力, 促进林木的生长。根据当地群众的多年实践经验, 选择了堤顶、堤腰间种春小麦, 秋季接茬大豆、花生或大蒜, 堤底间种杞柳的方案。各间作物的亩收益为: 小麦234.5元, 大豆245元, 大蒜267元, 花生250元。通过试验分析, 堤顶、堤腰宜选择冬小麦+秋黄豆的林下间作方式, 因大豆为固氮作物, 有利于提高土壤肥力, 缓和林农争肥的矛盾。杞柳喜水湿, 耐盐碱, 投入少, 效益高, 地面覆盖时间长, 土壤扰动少, 有利于水土保持, 宜在堤底种植。

2.6 优化模式及其经济效益分析

优化模式(见图1)是在各子模式(堤顶、堤腰、堤底)的优化基础上建立的。优化依据是: 1) 堤顶面积较大, 土壤条件好, 宜种植见效快的经济作物, 香椿为优选树种; 2) 堤腰有一定坡度(约40°), 易发生水土流失, 应以营造防护林、保持水土为主, I-69杨为优选树种; 3) 堤底地势低洼, 濒临河床, 是防止河堤崩塌和水土流失的最后一道防线, 宜选择耐湿、耐盐树种, I-105杨和杞柳为最优树种。优化模式的经济效益按下式计算:

$$G = \frac{G_{TB} \times S_{TB} + G_{SB} \times S_{SB} + G_{LB} \times S_{LB}}{S}$$

式中: G : 模式经济效益; G_{TB} 、 G_{SB} 、 G_{LB} : 各子模式经济效益; S_{TB} 、 S_{SB} 、 S_{LB} : 各立地宽度(m); $S = S_{TB} + S_{SB} + S_{LB}$ 。

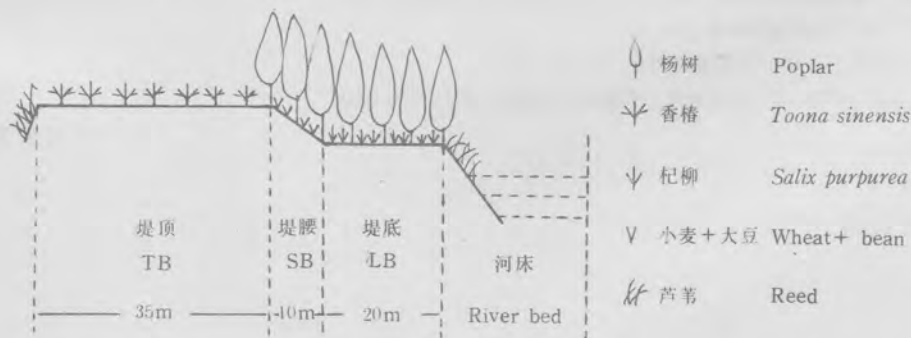


图1 堤岸防护林优化模式示意图

Fig 1 Sketch map of the optimal model of shelterbelt forest for the bank

TB—top part of the bank; SB—slope part of the bank; LB—low part of the bank

由表5计算得到优化模式和对照模式的年总收益分别为1080.8元/亩和767.1元/亩,前者比后者提高40.9%。由于疏透结构的林带比紧密结构林带防风效果好^[4],因此,优化模式虽比原模式林带宽度下降,仍具有良好的防风效能,从而使通榆运河两岸大面积的农田得到保护。

表5 模式的经济效益分析(元/亩/年)*
Tab 5 Economic benefits of models (Yuan/mu/year)

模式 Model*	子模式 Sub-model	收入 Income	成本** Cost	收益 Profit
优化模式 Optimal model				
堤顶 TB	香椿+小麦+大豆 <i>Toona</i> sp. + wheat + bean	1412.5	184.9	1227.6
堤腰 SB	I-69杨+小麦+大豆 Poplar I-69 + wheat + bean	1033.5	174.9	858.6
堤底 LB	I-105 杨+杞柳 Poplar I-105 + <i>Salix</i> sp.	940.0	5.0	935.0
对照模式 CK model				
堤顶 TB	I-69 杨+小麦+大豆 Poplar I-69 + wheat + bean	1033.5	174.9	858.6
堤腰 SB	I-69 杨+小麦+大豆 Poplar I-69 + wheat + bean	1033.5	174.9	858.6
堤底 LB	I-69杨+小麦+大豆 Poplar I-69 + wheat + bean	745.0	174.9	561.1

* TB—top part of the bank; SB—slope part of the bank; LB—low part of the bank.

** 杨树轮伐期按10年计,平均年成本投入忽略不计,农作物成本投入参考[1]。The cutting period of poplar is supposed to be 10 years, its annual cost is neglected. The crops annual costs refer to [1].

3. 结 论

堤顶、堤腰、堤底3个立地条件存在着质和量的区别。相同立地条件下,杨树生长最迅速,中山杉302生长速度显著高于401。杨树各品系对立地条件的要求存在差异,堤顶、堤腰以I-69杨生长最快,堤底以I-105杨生长最快。经济树种无花果和香椿皆以堤顶产量最高,香椿的经济效益明显高于无花果。通过间作物的优化选择进一步提高了模式的功能和效益。优化模式与对照模式相比,经济效益提高了40.9%,同时还增强了生态和社会功能,建议推广这一模式。

参 考 文 献

- 1 中国农业年鉴编辑委员会编. 1992: 中国农业年鉴, 农业出版社, 北京.
- 2 王安中. 1987: 山东林业科技 (3): 30~33.
- 3 汪志勤, 汪立三. 1993: 江苏林业科技 (3): 34~37.
- 4 曹新孙主编. 1983: 农田防护林学, 中国林业出版社, 北京. 100~328.

(责任编辑: 许定发)