

徐淮平原杨树林带的胁地规律^{*}

孙国吉¹, 张金池^{1*}, 王智², 黄夏银³

(1. 南京林业大学, 江苏 南京 210037; 2. 国家环保总局南京环境科学研究所,
江苏 南京 210042; 3. 江苏省环境科学研究院, 江苏 南京 210036)

摘要: 对徐淮平原杨树林带胁地段内小麦产量的变化规律进行分析。结果表明, 农田林网内的小麦产量存在着明显的减产区、平产区和增产区。林带侧 0.4 H (H 为林带平均高度) 范围内为减产区, 0.7 H 左右为平产区, 0.7 H 以外为增产区; 林带对其北侧和西侧小麦的影响严重, 且影响范围较大, 而在林带南侧和东侧的小麦所受胁地影响较轻; 林木冠幅 (平均投影面积) 对近林带处小麦的产量影响较大。在影响农作物产量的主要因素中, 树冠遮荫对小麦的生长发育有着更加明显的抑制作用; 林带断根措施可有效防止根系从农田土壤内吸收水分和养分, 能够在一定程度上降低林带树木根系的胁地影响。

关键词: 防护林; 胁地; 小麦产量; 徐淮平原

中图分类号: S718

文献标识码: A

文章编号: 1000-2006(2003)04-0067-05

The Negative-effect Disciplinarian of Poplar Shelter Forest Belts on Wheat Output in Xuhuai Plain Area

SUN Guo-ji¹, ZHANG Jin-chi^{1*}, WANG Zhi², HUANG Xia-yin³

(1. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2. The Nanjing Institute of Environmental science, SEPA, Nanjing 210042, China; 3. Jiangsu Environmental Science Institute, Nanjing 210036, China)

Abstract: Based on the analysis to the influence disciplinarian of poplar shelter forest belts on the output of wheat, the paper shows that the wheat output nearby the shelter forest belts are changed much because of the belt influence. There exist reduction area, increasing area and normal area of wheat output from shelter forest belts to the farmland. In the range from the belt to 0.4 H, the wheat output is decreased. And the output is the same as comparison area in the range from 0.4 H to 0.7 H. But the output is increased greatly in the range from 0.7 H to the farmland. The outputs of wheat at south and east sides of shelter forest belts are influenced lightly, but they are strongly at north and west sides. Among the influent factors, the projection area of tree crown has a great affect on wheat output. The coverage of crown can restrain the wheat output obviously. Root system cutting measures can protect the tree roots growing into farmland. The negative-effect of shelter forest belts on wheat output can be decreased efficiently.

Key words: Shelter forest belt; Shading; Wheat output; Xuhuai plain

* 收稿日期: 2003-03-05

修回日期: 2003-06-11

基金项目: 国家“十五”科技攻关项目(2002BA516A17-03)

作者简介: 孙国吉(1964-), 男, 山东潍坊人, 南京林业大学森林资源与环境学院博士生。

* 通讯作者 (Corresponding Author)

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验地设在徐州市铜山县大庙镇(E117°18', N34°18'), 地处黄淮海中西地段, 地势平坦, 总耕地面积 3 800 hm²。年均降水量 869 mm, 但分布不均, 且年际变化大。年内干湿季节明显, 降雨量以 7 月份最多, 约占全年降水量的 30%, 12 月至翌年 2 月降水量仅 49.6 mm。光照充足, 雨热同期, 全年无霜期 209 d, 年均气温 14 ℃, 年均日照时数 2 400 h, 年平均光能总辐射量为 481.9 × 10³ J/cm²。冬、春干旱, 季风强烈, 风日频率高, 平均风速 3 m/s 左右, 年平均蒸发量为 1 702.6 mm。土壤为黄泛冲积物发育的黄潮土类, 质地为沙性, 土层深厚、疏松, 通透性较好, 土壤肥沃, 水源充足, 非常适合速生杨树的生长。农作物以稻、麦二熟作物为主; 部分地段为山淤土, 土层较浅薄、贫瘠, 以旱作农田为主。

1.2 林带基本特征

试验区内主要防护林树种为 1990 年栽植的 I-69 杨和 NL-80105 杨, 另有少量中林-46 杨、杂交柳、国槐和臭椿等, 灌木树种主要为紫穗槐和杞柳。杨树株行距一般为 4 m × 5 m 或 5 m × 6 m, 灌木树种株行距为 1.5 m × 2 m。试验以 I-69 杨和 NL-80105 杨林带为研究对象, 选择典型林带进行研究, 林带基本参数见表 1。

1.3 小麦产量调查

在小麦成熟收获期(6 月 1~ 5 日), 按照林带走向、林带结构类型, 以及有无断根措施等要求, 在试验区内选择土壤条件和作物经营水平相近、小麦品种一致的林带(网)(林带树龄为 4~ 11 a 不等)保护下的麦田为对象, 在 1/5 和 3/5 林带长度处设定测产样线, 距每样线 0.3 H、0.5 H、1.0 H、1.5 H、3.0 H、5.0 H、10.0 H 和 15.0 H(H 指林带平均高度)处均设立 1 m × 1 m 的样方, 部分样线在 18 H、19 H、19.5 H、19.7 H 处增设测点。共设立典型林带 12 条, 调查样方 212 个, 另设条件相近的无林区调查样方 5 个, 以推算对照区的产量。每样方实测小麦穗数并按大、中、小 3 种穗型分别采样 50 穗。将样穗晒干后(含水率 12% 左右), 脱粒、称重, 同时并测定百粒重, 以此推算林带背后不同地段小麦的产量、增产量和增产率, 以及胁地段内的减产率^[1~ 3]。

2 结果与分析

2.1 林网内小麦产量空间变化

I-69 杨和 NL-80105 杨林带附近农田小麦的产量结构见图 1。由图 1 可以看出, 在 NL-80105 杨林带下, 0.1 H 处小麦产量只有 3 532.392 kg/hm², 而 I-69 杨侧 0.1 H 处小麦产量仅 2 671.162 kg/hm²。随着与林带距离的逐渐增大, 小麦的产量明显增加, 距离林带 0.7 H 处, 无论是 NL-80105 杨林带, 还是 I-69 杨林带的小麦产量已经高于对照区的产量。可见, 农田林网内小麦的产量存在着明显的减产区、平产区和增产区。在离林带 0.4 H 范围内为减产区, 以 0.1 H 范围内减产显著, 0.4~ 0.7 H 范围为平产区, 0.7 H 以外为增产区。

2.2 林龄对林网内小麦产量的影响

2.2.1 林网内小麦地上生物量比较

4 年生、6 年生和 11 年生林网内距林带不同距离处小麦的株高和地上生物量表现见图 2。由图 2 可以看出, 随着距离林带越远, 小麦株高逐渐增加, 在 1.0 倍树高范围内小麦株高偏低, 如 4 年生防护林

表 1 10 年生林带基本参数

Table 1 The parameters of standard shelter forest belts of 10 years

林带树种	平均树高/m	平均枝下高/m	平均胸径/cm	冠幅/m	
				东西向	南北向
I-69 杨	22.48	8.6	23.02	4.6	4.0
NL-80105 杨	16.03	8.0	20.75	3.7	4.1

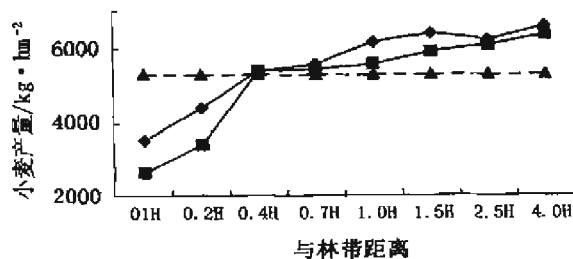


图 1 林带侧小麦产量空间变化

Fig. 1 Space change of the output of wheat under the poplar forest belt

—◆—NL-80105 杨林带; —■—I-69 杨林带;
--▲--对照区; H: 树高倍数

带侧 1.0 H 处小麦株高比 0.2 H 处要高出 23%。说明无论是幼龄或成熟防护林, 林带均对小麦的株高生长有一定的影响。

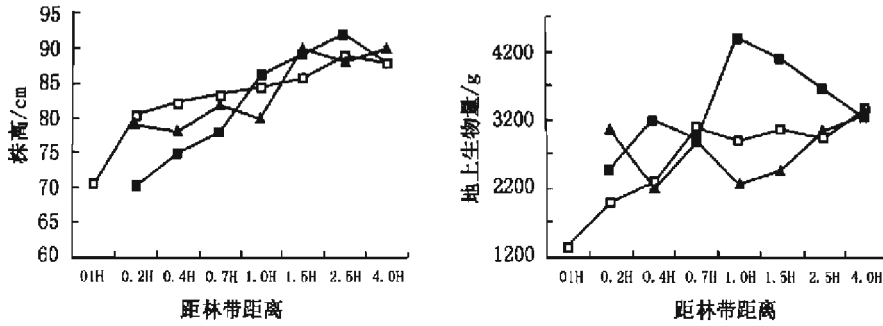


图2 林网内与林带不同距离小麦株高及生物量变化

Fig.2 The height and biomass of wheat at different sites from shelter forest belts

—□—11年生; —■—4年生; —▲—6年生; H. 树高倍数

图2同时表明, 4年生、6年生防护林带对于小麦的地上部分生物量无规律性影响, 波动较大; 11年生林带则产生显著变化, 林带侧 0.1~ 0.7 H 范围内小麦地上部分生物量随着与林带距离的增加明显上升, 0.1 H 处小麦地上部分生物量仅为 1 350 g/m², 是 0.7 H 处地上部分生物量的 56.45%, 0.7 H 外小麦地上部分生物量比较平稳。说明幼龄防护林对小麦地上部分生物量无明显影响, 而成熟防护林对小麦地上部分生物量已构成胁地影响。

2.2.2 林带树木对麦穗基本指标的影响

林带树木不仅影响小麦地上部分的生物量和苗高, 同时由于林带遮荫和根系从土壤中吸收水分与养分, 往往在一定范围影响着麦穗的基本指标^[4,5]。4年生和 11年生农田防护林网内麦穗的基本指标见表 2。

由表 2 可以看出, 4年生林带对小麦平均穗数有一定影响, 在距离林带 0.7 H 范围内单位面积小麦平均穗数比较少, 0.2 H 处的小麦平均穗数仅为 315.5 支/m²。但是幼龄防护林带对于小麦百粒重和每穗粒数没有太大影响。11年生林带对 0.7 H 范围内平均穗数和百粒重都有显著影响, 0.1 H 处仅分别为 286.5 支/m² 和 4.215 g/m², 而 1.0 H 处则分别为 358.5 支/m² 和 4.475 g/m²。

穗重(烘干重)是反映小麦生长的一个重要指标。由表 2 还可看出, 因为防护林胁地和人为因素影响, 4年生和 11年生防护林网中, 距离林带 0.7 H 范围内单位面积上小麦的穗重均较小, 以 11年生林网内的所受影响显著, 如在 0.1 H 处小麦穗重仅为 5 748.164 kg/hm²。

表 2 农田防护林系统麦穗基本指标对比

Table 2 Some main targets of ears in agro forestry system

取样位置	4年生林带				11年生林带			
	平均穗数 / 支·m ⁻²	每穗粒数 / 粒·m ⁻²	百粒重 / g·m ⁻²	穗重 / kg·hm ⁻²	平均穗数 / 支·m ⁻²	每穗粒数 / 粒·m ⁻²	百粒重 / g·m ⁻²	穗重 / kg·hm ⁻²
0.1 H	—	—	—	—	286.5	47.6	4.215	5 748.164
0.2 H	315.5	47.7	4.65	6 990.423	394.5	44.5	4.235	7 434.648
0.4 H	351.0	47.1	4.35	7 183.197	325.0	48.4	4.35	6 242.550
0.7 H	306.5	53.2	4.62	7 533.280	323.0	56.2	4.555	6 868.509
1.0 H	440.5	47.4	4.40	9 187.068	358.5	52.7	4.475	8 454.595
1.5 H	393.5	57.2	4.41	9 926.116	352.4	50.2	4.535	8 022.633
2.5 H	388.0	51.9	4.25	8 558.310	358.0	46.6	4.420	7 848.506
4.0 H	373.0	50.1	4.49	8 399.941	386.5	52.9	4.495	9 190.410

2.3 林带对小麦产量的影响

2.3.1 林带走向对小麦产量的影响

林带遮荫胁地系指由于农田防护林带树冠的阻挡, 减弱林带前、后的直射和散射光量, 从而影响农作物的生长, 其最终结果则表现在农作物的减产方面^[6,7]。为了排除林带树木根系的胁地影响, 试验中选择了近农田边行林木外 1.0~ 1.5 m 处开挖断根沟的 4 条典型林带, 分析不同走向林带对小麦产量的影响情况, 结果见表 3。

表3 不同走向林带侧小麦产量变化

Table 3 The wheat output at different sides of shelter forest belts

地点	树种组成	林带平均高/m	农田位置	产量/kg·hm ⁻²				对照区
				0.3 H	0.5 H	1.0 H	3.0 H	
候集 ㊟	3 杨 4 灌	16.5	带北	<u>4 125.30</u> 0.73	<u>4 855.20</u> 0.86	<u>5 217.90</u> 0.92	<u>5 904.0</u> 1.04	<u>5 511.0</u> 1.00
李井 ㊟	3 杨 2 灌	16.1	带西	<u>4 246.05</u> 0.75	<u>5 162.55</u> 0.91	<u>5 477.70</u> 0.97	<u>5 961.45</u> 1.06	<u>5 511.0</u> 1.00
李井 iv	2 杨 2 灌	15.8	带东	<u>4 426.8</u> 0.78	<u>5 242.80</u> 0.93	<u>5 520.0</u> 1.00	<u>5 826.0</u> 1.03	<u>5 511.0</u> 1.00
前姚 ㊟	3 杨 2 灌	16.7	带南	<u>4 571.10</u> 0.81	<u>5 448.90</u> 0.96	<u>5 819.70</u> 1.03	<u>5 970.45</u> 1.06	<u>5 511.0</u> 1.00

注:表中横线上为产量,横线下为与对照的比值。

由表3可以看出,林带对北侧和西侧农田小麦的遮荫胁地影响较为严重,影响范围也较大,均在1.0 H以上,而林带南侧和东侧的小麦所受胁地影响较轻,在1.0 H处小麦的产量已经高于对照区的产量。离林带愈近,其影响就愈大,以林带北侧最重,南侧和东侧较轻,西侧居中。距离林带0.2 H处,北、西、东、南侧小麦产量分别比对照区减产26.9%,24.19%,21.7%和19.04%;0.5 H处分别减产14.01%,8.51%,7.14%和3.49%;在1.0 H处,除林带北侧和西侧小麦产量较对照区低(约为7.58%和2.98%),东、南两侧小麦产量均高于对照区。

2.3.2 林带断根措施对小麦产量的影响

林带的胁地不仅表现为树冠遮荫影响,还表现在根系从农田中吸收水分和养分^[1,8]。表4列出有无断根沟影响处,不同林带侧小麦产量的空间变化。

表4 断根沟措施对小麦产量影响

Table 4 The influence of tree root cutting measures on wheat output on farmland

地点	树种组成	林带平均高/m	农田位置	有、无断根沟	小麦产量/kg·hm ⁻²			
					0.3 H	0.5 H	1.0 H	3.0 H
候集 iv	3 杨 2 灌	15.5	带北	无	1 684.20	3 199.95	4 735.95	5 813.55
候集 ㊟				有	4 125.30 (2 441.10)	4 855.20 (1 655.25)	5 187.90 (451.95)	5 904.00 (90.45)
李井 iv	3 杨 2 灌	15.1	带南	无	2 736.90	4 176.15	5 545.20	6 016.95
李井 ㊟				有	4 571.10 (1 834.20)	5 448.90 (1 272.15)	5 819.70 (274.50)	5 970.45 (-46.50)
前姚 iv	2 杨 2 灌	15.7	带东	无	2 422.80	3 839.55	5 156.70	5 760.30
前姚 ㊟				有	4 420.80 (1 998.00)	5 242.80 (1 403.25)	5 563.65 (406.95)	5 826.00 (65.70)

注:对照区产量为5 511.00 kg/hm²;括号中数据为有无断根沟时小麦产量的差值。

由表4可以看出,在林带遮荫和穿根胁地综合影响下,小麦产量会大幅度降低,并以北、西侧为甚,南北侧相对较轻。在林带南、东、北侧,0.3 H处,小麦产量分别比对照区减产51.5%、57.1%和70.1%;在1.0 H处,除林带北侧小麦产量低于对照区外,林带东、南侧均略高于对照区;而在3.0 H处,各测点小麦产量均高于对照区的产量,约3%左右。另一方面,由于断根沟的阻挡,林木根系无法穿入农田,能有效防止根系从农田土壤内吸收水分和养分,在一定程度上降低了根系的胁地影响。如在0.3 H处南、东、北侧小麦的减产率分别为40.1%、45.2%和59.1%,在0.5 H处,仅分别减产23.3%、26.8%、34.01%,在1.0 H处,有断根沟时小麦产量有所增产,而在3.0 H处,有无断根沟对小麦产量均影响不大。

2.4 农田林网内小麦产量的方差分析

根据野外调查的数据、资料,选择能反映林带整体特征的指标作为参数,采用线性逐步回归模型筛选影响小麦产量的各林带因子(X_i)。其中, X_1 :防护林龄(a), X_2 :林带平均高(m), X_3 :林带平均胸径(cm), X_4 :树冠平均投影面积(m²), X_5 :平均冠幅(m), Y :林带胁地段内小麦产量(kg/hm²)。

各林带参数与小麦产量的相关系数矩阵见表5。由表5可知,各测树因子和近林带处小麦产量之间存在密切的相关关系;防护林的年龄、平均高、平均胸径、平均投影面积、冠幅长度均与近林带处的小

麦产量有较大的负相关性。即随着防护林带年龄、平均高度、平均胸径、平均树冠投影面积和冠幅长度的增大,林带的肋地效应增强,近林带处小麦的产量降低显著。

对各测树因子进行主分量分析,结果见表6。由表6发现第一个主分量的贡献率就已经达到约97.94%,且对标准化变量 X_1 至 X_5 的系数相差不大,是全面反映林带状况的综合变量。建立小麦产量回归方程时,只要选取其中一部分变量就可以得到满意的方程。通过SAS软件分析,采用0.05的置信区间,只有 X_4 (树冠的平均投影面积)被选入,回归方程为:

$$Y = 6355.28152 - 38.237451X_4 (R^2 = 0.9994)$$

上述分析表明,林木冠幅(平均投影面积)对林带肋地段内小麦的产量影响较大。可见,影响农作物产量的主要因素中,树冠遮荫对小麦的生长发育有着十分明显的抑制作用。

3 结 论

(1) 随着与林带距离的增大,小麦产量逐渐增加,存在着明显的减产区、平产区和增产区。I-69 杨和NL-80105 杨林带,在离林带0.4 H 范围内为减产区,以0.1 H 范围内减产尤为显著,0.4~0.7 H 范围为平产区,0.7 H 以外为增产区。

(2) 林带年龄对小麦穗数有一定影响,幼龄防护林带对于小麦百粒重和每穗粒数影响不大,11年生林带对0.7 H 范围内小麦平均穗数和百粒重都有显著影响,0.1 H 处仅分别为286.5支/m²和4.215 g/m²,而1.0 H 处则分别为358.5支/m²和4.475 g/m²。

(3) 林带对北侧和西侧小麦的影响严重,且影响范围也较大,均在1.0 H 以上。而在林带南侧和东侧的小麦所受肋地影响较轻,在1.0 H 处小麦的产量已经高于对照区的产量。林木冠幅(平均投影面积)对近林带处小麦的产量影响较大,可见在影响农作物产量的主要因素中,树冠遮荫对小麦的生长发育有着更加明显的抑制作用。

(4) 林带断根措施可有效地阻挡林木根系穿入农田,防止根系从农田土壤内吸收水分和养分,在一定程度上降低了根系的肋地影响。

[参 考 文 献]

- [1] 胡海波,张金池,徐淮平原农田防护林带(网)对小麦产量的影响[J].南京林业大学学报,1997,21(4):1-5.
- [2] 裴保华,贾渝彬,王文全,等.杨农间作田的光强和土壤水分状况及其对农作物的影响[J].河北农业大学学报,1998,21(2):28-32.
- [3] 刘 康,陈一鹏.农田防护林效益及其对农作物产量的影响[J].水土保持通报,1993,13(5):39-43.
- [4] 阎 富,井国臣,赵会明.农田防护林带肋地及防治措施的研究[J].水土保持科技情报,1998(1):20-21.
- [5] 王忠林.农田防护林结构特征与作物产量关系的探讨[J].陕西林业科技,1991(2):49-52.
- [6] 季永华,康立新.苏北沿海地区不同模式农田林网肋地效应的研究[J].江苏林业科技,1994(2):5-9,15.
- [7] 张金池,胡海波.苏北淤泥质海岸主要造林树种根系研究[J].南京林业大学学报,1992,16(1):35-40.
- [8] 叶小云,周跃进.平原地区农防林对粮食作物产量的影响[J].防护林科技,1999(2):21-23.

(责任编辑 郑琰焱)