

# 辽河三角洲杨树防护林对盐碱地改良效应研究

陈 罡<sup>1</sup>, 邢 献 予<sup>2</sup>, 潘 文 利<sup>1</sup>, 马 冬 菁<sup>1</sup>, 肖 尧<sup>1</sup>, 刘 平<sup>2</sup>

(1. 辽宁省林业科学研究院, 辽宁 沈阳 110032; 2. 沈阳农业大学 林学院, 辽宁 沈阳 110866)

**摘 要:**为探讨辽河三角洲盐碱地杨树防护林对空气、土壤的改良效应,在盘锦选取4种杨树纯林,并以空白样地为对照,对其空气温湿度、土壤温湿度、土壤电导率和草本多样性进行对比研究。结果表明:毛白杨纯林改善林内空气温度、土壤含水率及土壤电导率的效果最明显;新疆杨纯林改善林内空气湿度和土壤温度及林内草本生物多样性的效果最明显。

**关键词:**辽河三角洲;杨树纯林;盐碱地;改良效应

**中图分类号:**S 714.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)05-0156-05

辽河三角洲位于辽河平原的南端,靠近渤海沿岸,地势平坦,整个三角洲滩涂面积达33万hm<sup>2</sup>,而且还不断淤积新的滩涂。滩涂中的土壤质地为黏壤、轻黏壤,盐分质量分数为0.52%~1.58%<sup>[1]</sup>。因此,如何有效地改良和利用这类土地,对于区域经济的可持续发展、生态文明构建和社会进步都具有深远意义。当前,盐碱地改良仍是一个复杂的工程,国内外对盐碱地治理技术有很多研究,主要集中在耐盐性植物的筛选<sup>[2-4]</sup>、生物措施改良<sup>[5-8]</sup>、施加改良剂<sup>[9-12]</sup>、评价指标体系建立<sup>[13]</sup>、耐盐植物改土效果比较<sup>[14]</sup>等方面,对辽河三角洲盐碱地的防护效应也仅是对不同造林模式进行研究<sup>[15]</sup>,而对不同类型的杨树防护林改良盐碱地的效应对生物多样性的改善等方面研究尚鲜见报道。为此,在对辽河三角洲盐碱地防护林类型调查分析的基础上,选择4种杨树防护林作为研究对象,并选择空白样地作为对照,对各林分的空气温湿度、土壤温湿度、土壤电导率和草本多样性进行对比研究,探讨不同杨树防护林对盐碱地的改良效应,以期为辽河三角洲盐碱地防护林

的树种选择提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

辽河三角洲位于渤海退海河流冲积平原之上,地理位置为东经121°25′~123°55′,北纬40°40′~41°25′,属温带季风大陆性气候,降雨量少,蒸发量大,春季多风少雨,且地下水矿化度高,土壤由冲积性黄土母质在海侵母质上沉淀而成,土壤中的盐分主要为Na<sup>+</sup>和Cl<sup>-</sup>,机械组成以粉砂和淤泥质粉砂为主,沙粘相间,易于压实、渗透性差、层次变化复杂。土壤盐渍化严重,质地粘重,养分匮乏,立地条件苛刻,造林特别受土壤水分和含盐量的限制,严重制约着造林成活率,多年来造林不见林,生态系统极其脆弱。年平均气温8.5℃,年降水量550~650mm,年蒸发量1400~1700mm,无霜期160~180d,年均日照时数为2700h,年均有风天数可达200d。

试验地点在盘锦市监狱太平河,为辽河三角洲区域内典型的泥质海岸盐碱地地段,调查的杨树防护林类型分别为新疆杨(*P. alba* var. *pyramidalis*)、毛白杨(*P. tomentosa*)、银中杨(*P. alba* × *P. berolinensis*)和辽宁杨(*P. × liaoningensis*)。林龄均为10年,样地面积均为20m×30m。林分生长概况见表1。

### 1.2 试验方法

1.2.1 空气温度、湿度测定 于2012年7月28—31日,每天选择3个典型时段(08:00—10:00、11:00—13:00、14:00—16:00)用空气温湿度速测仪(TES1361)在林内和林外随机选择5个点同时测定空气温度和空气湿度。取各林分数据的平均值进行

**第一作者简介:**陈罡(1980-),男,硕士,高级工程师,研究方向为林木生物技术。E-mail:chengang1625@163.com.

**责任作者:**刘平(1979-),男,博士,副教授,现主要从事森林培育等研究工作。E-mail:lp\_1979@126.com.

**基金项目:**辽宁省农业攻关及产业化资助项目(2015103002);国家“十一五”科技支撑计划资助项目(2009BADB2B0503);中央财政林业科技推广资助项目(辽[2015]TG14号);辽宁省自然科学基金资助项目(201602663);辽宁省教育厅基金资助项目(L2014480)。

**收稿日期:**2016-09-26

表 1

林分概况

Table 1

General condition of the sample plots

林分类型 Stand types	平均树高 Average height/m	平均胸径 Average DBH/cm	株行距 Plant-row-line spacing/(m×m)	郁闭度 Canopy closure
新疆杨纯林 <i>P. alba</i> var. <i>pyramidalis</i>	13.35	12.87	3×4	0.5
毛白杨纯林 <i>P. tomentosa</i>	18.45	18.91	3×4	0.6
银中杨纯林 <i>P. alba</i> × <i>P. berolinensis</i>	19.99	17.23	3×4	0.7
辽宁杨纯林 <i>P. ×liaoningensis</i>	22.56	21.19	3×4	0.6

对比,分析4种杨树防护林对林内空气温度和空气湿度的影响。

1.2.2 土壤含水率、温度、电导率的测定 于2012年7月28—31日,每天选择上午、中午和下午3个时段,使用TDR剖面土壤水分测量仪(TRIME-PICO-IPH)和2225FS便携式盐分计分别在4种杨树防护林内和对照样地随机选择3个点,测定0~10、10~20、20~40、40~60、60~80 cm土壤的体积含水率、温度及电导率。取各土层数据的平均值进行对比,从而分析4种杨树纯林对林地内土壤含水率、土壤温度和土壤电导率的影响。

1.2.3 生物多样性测定 在每一样地中,设置3个2 m×2 m的小样方对草本层进行调查,详细调查样方内草本的种名、数量、平均高度、盖度等指标,从而计算样方内的Simpson多样性指数及Alatalo均匀度指数。通过对数据的对比,分析4种杨树防护林对生物多样性的影响。Simpson多样性指数 $\lambda$ 、Alatalo均匀度指数 $E$ 的计算公式如下:

$$\lambda = \sum_{i=1}^s N_i(N_i - 1) / [N(N - 1)];$$

表 2

杨树防护林林分内外的空气温度

Table 2

Air temperature of poplar shelterbelt forest inner and outer

林分类型 Stand types	林内空气温度 Forest inner air temperature /℃	林外空气温度 Forest outer air temperature /℃	林内外空气温度差值 Air temperature difference /℃	林内较林外空气温度增幅 Temperature increasement of forest inner to outer/%
新疆杨纯林 <i>P. alba</i> var. <i>pyramidalis</i>	28.3	27.0	1.3	4.8
毛白杨纯林 <i>P. tomentosa</i>	29.7	27.0	2.7	10.0
银中杨纯林 <i>P. alba</i> × <i>P. berolinensis</i>	28.3	27.0	1.3	4.8
辽宁杨纯林 <i>P. ×liaoningensis</i>	28.5	27.0	1.5	5.6

由表3可知,4种杨树防护林的林内空气湿度均高于林外空气湿度。新疆杨林内空气湿度为82.6%,相比林外空气湿度增幅约为9.5个百分点;毛白杨林内空气湿度为75.8%,增幅约为0.5个百分点;银中杨林内空气湿度为75.9%,增幅约为0.7个百分点;辽宁杨林内空气湿度为80.0%,增幅约为6.1个百分点。4种杨树防护林对提高林内空气湿度大小顺序为:新疆杨纯林>辽宁杨纯林>银中杨纯林>毛白杨纯林。林分内的空气湿度大多高于林

$$E = (1 / \sum_{i=1}^s p_i^2 - 1) / [\exp(-\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i) - 1]。$$

式中: $N_i$ 为样地林下植被种 $i$ 的个体数, $N$ 为样地中所有林下植被的个体数之和; $P_i$ 为样地林下植被中属于第 $i$ 种的个体的比例。

## 2 结果与分析

### 2.1 杨树防护林对空气温度、湿度的影响

由表2可知,不同杨树防护林虽然杨树品种类型不同,但林分内的空气温度均高于林分外的空气温度。新疆杨林内空气温度比林外增加1.3℃,增温幅度达4.8%;毛白杨林内空气温度比林外增加2.7℃,增幅达10.0%;银中杨林内空气温度比林外增加1.3℃,增幅达4.8%;辽宁杨林内空气温度比林外增加1.5℃,增幅达5.6%。各类型林内增温幅度大小顺序为毛白杨纯林>辽宁杨纯林>新疆杨纯林=银中杨纯林。这与汪大林<sup>[16]</sup>的研究结果相符,其原因是由于林分的郁闭度较大,林木的树叶、枝干及林下的灌草层形成了一个封闭的环境,使林分内热量不易散发所致。

外的空气湿度,可能的原因是树木叶片的蒸腾作用增加了林内的空气湿度,而且林分内环境较为封闭,造成林分内水分不易消散,从而使林内的空气湿度高于对照样地。

### 2.2 杨树防护林对土壤水分、温度和电导率的影响

2.2.1 杨树防护林对土壤水分的影响 由表4可知,4种杨树纯林土壤含水率的平均值均低于对照样地,除银中杨纯林0~10 cm土层外,各林分每一土层的土壤含水率均低于CK,且总体变化趋势为土壤

表 3

杨树防护林林分内外的空气湿度

Table 3

Air humidity of poplar shelterbelt forest inner and outer

林分类型 Stand types	林内空气湿度 Air humidity of forest inner /%	林外空气湿度 Air humidity of forest outer /%	林内外空气湿度差值 Air humidity difference of forest inner and outer/%	林内较林外空气湿度增幅 Humidity increasement of forest inner to outer/百分点
新疆杨纯林 <i>P. alba</i> var. <i>pyramidalis</i>	82.6	75.4	7.2	9.5
毛白杨纯林 <i>P. tomentosa</i>	75.8	75.4	0.4	0.5
银中杨纯林 <i>P. alba</i> × <i>P. berolinensis</i>	75.9	75.4	0.5	0.7
辽宁杨纯林 <i>P. × liaoningensis</i>	80.0	75.4	4.6	6.1

表 4

4 种杨树防护林的土壤含水率

Table 4

Soil water content of 4 poplar shelterbelt forest

/%

林分类型 Stand types	土层深度 Soil depth/cm					平均值 Average value
	0~10	10~20	20~40	40~60	60~80	
新疆杨纯林 <i>P. alba</i> var. <i>pyramidalis</i>	26.9	37.0	36.7	36.0	34.7	34.3
毛白杨纯林 <i>P. tomentosa</i>	30.5	34.2	35.3	36.5	36.6	34.6
银中杨纯林 <i>P. alba</i> × <i>P. berolinensis</i>	31.6	29.1	25.1	32.2	33.7	30.3
辽宁杨纯林 <i>P. × liaoningensis</i>	26.0	36.7	37.6	35.5	35.0	34.2
CK	31.3	37.4	37.9	38.5	38.7	36.8

含水率随土层加深而逐渐升高。在 0~10 cm 土层,新疆杨纯林和辽宁杨纯林的土壤含水率相近,约为 26.5%,与 CK 相比降低幅度约为 15.34 个百分点;毛白杨纯林的土壤含水率为 30.5%,降低幅度约为 2.56 个百分点;银中杨纯林的土壤含水率为 31.6%,增加幅度约为 0.96 个百分点。在 10~20 cm 土层内,新疆杨纯林、毛白杨纯林和辽宁杨纯林的土壤含水率相近,约为 36.00%,降低幅度约为 3.83 个百分点;银中杨纯林的土壤含水率为 29.10%,降低幅度约为 22.20 个百分点;在 20~40 cm 土层内,新疆杨纯林、毛白杨纯林和辽宁杨纯林的土壤含水率相近,约为 36.5%,降低幅度约为 3.61 个百分点;银中杨纯林的土壤含水率为 25.1%,降低幅度约为 33.77 个百分点;在 40~60 cm 土层内,新疆杨纯林、毛白杨纯林和辽宁杨纯林的土壤含水率相近,约为 36.00%,降低幅度约为 6.49 个百分点;银中杨纯林的土壤含水率为 32.20%,降低幅度约为 16.36 个百分点;在 60~80 cm 土层内,新疆杨纯林、毛白杨纯林和辽宁杨纯林的土壤含水率相近,约为 35.40%,降低幅度约为 8.44 个百分点;银中杨纯林的土壤含水率为 33.70%,降低幅度约为 12.92 个百

百分点。4 种杨树纯林 0~80 cm 土层内土壤含水率的平均值大小顺序为:毛白杨纯林(34.6%)>新疆杨纯林(34.3%)>辽宁杨纯林(34.2%)>银中杨纯林(30.3%)。

2.2.2 杨树防护林对土壤温度的影响 由表 5 可知,各林地每一层土壤温度均低于对照样地,且总体变化趋势为土壤温度随土层加深而逐渐降低。在 0~10 cm 土层内,新疆杨纯林和毛白杨纯林的土壤温度相近,约为 23.9 °C,降低幅度为 8.43%,银中杨纯林和辽宁杨纯林的土壤温度相近,约为 25.3 °C,降低幅度约为 3.07%;在 10~20 cm 土层内,新疆杨纯林、毛白杨纯林和辽宁杨纯林的土壤温度相近,约为 23.5 °C,降低幅度为 9.27%,银中杨纯林的土壤温度为 24.5 °C,降低幅度约为 5.41%;在 20~40 cm 土层内,新疆杨纯林的土壤温度为 22.0 °C,降低幅度为 12.70%,毛白杨纯林和辽宁杨纯林的土壤温度相近,约为 22.8 °C,降低幅度约为 9.52%;银中杨纯林的土壤温度为 23.5 °C,降低幅度约为 6.75%;在 40~60 cm 土层内,新疆杨纯林和辽宁杨纯林的土壤温度相近,约为 21.2 °C,降低幅度为 12.76%,毛白杨纯林和银中杨纯林的土壤温度相近,约为 21.5 °C,

表 5

4 种杨树防护林的土壤温度

Table 5

Soil temperature of 4 Poplar shelterbelt forest

/°C

林分类型 Stand types	土层深度 Soil depth/cm					平均值 Average value
	0~10	10~20	20~40	40~60	60~80	
新疆杨纯林 <i>P. alba</i> var. <i>pyramidalis</i>	23.9	23.2	22.0	21.0	20.0	22.0
毛白杨纯林 <i>P. tomentosa</i>	23.8	23.5	22.8	21.7	20.8	22.5
银中杨纯林 <i>P. alba</i> × <i>P. berolinensis</i>	25.1	24.5	23.5	22.4	21.1	23.3
辽宁杨纯林 <i>P. × liaoningensis</i>	25.4	23.8	22.7	21.3	20.6	22.8
CK	26.1	25.9	25.2	24.3	23.6	25.0

降低幅度约为 11.52%；在 60~80 cm 土层内，新疆杨纯林的土壤温度为 20.0℃，降低幅度为 15.25%；毛白杨纯林、银中杨纯林和辽宁杨纯林的土壤温度相近，约为 20.8℃，降低幅度约为 11.72%。

2.2.3 杨树防护林对土壤电导率的影响 由表 6 可以看出，各林分每一土层的土壤电导率均低于对照样地的土壤电导率，且总体变化趋势为土壤电导率随土层加深而逐渐升高。在 0~10 cm 土层内，4 种杨树纯林的土壤电导率相近，约为  $0.77 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ，降低幅度为 74.84%。在 10~20 cm 土层内，新疆杨纯林和银中杨纯林的土壤电导率相近，约为  $1.22 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ，降低幅度为 77.5%，毛白杨纯林和辽宁杨纯林的土壤电导率相近，约为  $0.79 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ，降低幅度约为 85.37%。在 20~

40 cm 土层内，新疆杨纯林和银中杨纯林的土壤电导率相近，约为  $1.99 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ，降低幅度为 70.81%，毛白杨纯林和辽宁杨纯林的土壤电导率相近，约为  $1.17 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ，降低幅度约为 82.87%。在 40~60 cm 土层内，新疆杨纯林和银中杨纯林的土壤电导率相近，约为  $2.56 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ，降低幅度为 54.70%，毛白杨纯林和辽宁杨纯林的土壤电导率相近，约为 1.61，降低幅度约为 71.45%。在 60~80 cm 土层内，新疆杨纯林、毛白杨纯林和银中杨纯林的土壤电导率相近，约为  $2.52 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ，降低幅度为 55.79%，辽宁杨纯林的土壤电导率为  $2.69 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ，降低幅度约为 52.81%。通过对 4 种杨树纯林各土层土壤电导率的平均值比较可知，降低林分内土壤电导率能力顺序为：毛白杨纯林>辽宁杨纯林>新疆杨纯林>银中杨纯林。

表 6 4 种杨树防护林的土壤电导率

林分类型 Stand types	土层深度 Soil depth/cm					平均值 Average value
	0~10	10~20	20~40	40~60	60~80	
新疆杨纯林 <i>P. alba</i> var. <i>pyramidalis</i>	0.78	1.20	1.82	2.11	2.49	1.68
毛白杨纯林 <i>P. tomentosa</i>	0.78	0.83	1.09	1.37	2.38	1.29
银中杨纯林 <i>P. alba</i> × <i>P. berolinensis</i>	0.74	1.23	2.15	3.00	3.89	2.20
辽宁杨纯林 <i>P. ×liaoeningensis</i>	0.76	0.75	1.24	1.85	2.69	1.46
CK	3.04	5.40	6.80	5.64	5.70	5.32

## 2.3 杨树防护林对生物多样性的影响

对照样地的林下植被主要有碱蓬 (*Suaeda heteroptera*)、碱草 (*Elymus dahuricus*)、狗尾草 (*Setaria viridis*) 和芦苇 (*Phragmites australis*) 4 种草本。4 种杨树纯林林下植被种类明显多于对照样地的草本种类，具体种类有：野大豆 (*Glycine soja*)、大蓟 (*Cirsium japonicum*)、酢浆草 (*Oxalis corniculata* L.)、小飞蓬 (*Conyza canadensis* L.)、紫花地丁 (*Viola yedoensis* Makino)、鸭跖草 (*Commelina communis*)、萝藦 (*Metaplexis japonica*)、绒草 (*Leucas mollissima* Wall.)、茼蒿 (*Chrysanthemum coronarium* L.)、苦苣 (*Sonchus oleraceus* L.) 等。由表 7 可知，各林地的丰富度在 8~11，远远大于对照样地的丰富度；各林地

的 Simpson 多样性指数在 0.53~0.62，均大于对照样地；Alatalo 均匀度指数在 0.41~0.56，均小于对照样地。4 种杨树防护林的丰富度排序为：毛白杨纯林>新疆杨纯林>辽宁杨纯林>银中杨纯林，Simpson 多样性指数排序为：新疆杨纯林=银中杨纯林>辽宁杨纯林>毛白杨纯林，Alatalo 均匀度指数排序为：毛白杨纯林>银中杨纯林>辽宁杨纯林>新疆杨纯林。这表明了营造林分以后，增加了林地内草本的数量，物种多样性显著增加，改善了原来对照空地由碱草、碱蓬等几种草本植物的控制趋势，大大增加了其它草本的数量，因此林内的丰富度及 Simpson 多样性指数高于对照样地，Alatalo 均匀度指数明显低于对照样地。

表 7 4 种杨树防护林的林下生物多样性

林分类型 Stand types	丰富度 Richness	Simpson 多样性指数 Simpson density index	Alatalo 均匀度指数 Alatalo evenness index
新疆杨纯林 <i>P. alba</i> var. <i>pyramidalis</i>	10	0.62	0.41
毛白杨纯林 <i>P. tomentosa</i>	11	0.53	0.56
银中杨纯林 <i>P. alba</i> × <i>P. berolinensis</i>	8	0.62	0.48
辽宁杨纯林 <i>P. ×liaoeningensis</i>	9	0.54	0.45
CK	4	0.31	0.91

### 3 结论

4种杨树纯林都能改善林分内空气温湿度状况,起到调温调湿的作用,其中毛白杨纯林对林内空气温度的改善效果最明显,林内的空气温度为29.7℃,与对照样地相比增加幅度为10%;新疆杨纯林对林内空气湿度的改善效果最明显,林内空气湿度为82.6%,与对照样地相比增加幅度为9.5%。4种杨树纯林都能改善土壤水分状况,降低土壤含水量,其大小顺序是毛白杨纯林>新疆杨纯林>辽宁杨纯林>银中杨纯林,其中毛白杨纯林对林内土壤含水率的改善效果最明显,林内土壤含水率为34.6%,与对照样地36.8%相比,降低了5.98%。4种杨树纯林都能改善林内土壤温度,其降低土壤温度的大小顺序为:新疆杨纯林>毛白杨纯林>辽宁杨纯林>银中杨纯林,其中新疆杨纯林的改善效果最明显,林内土壤温度为22℃,与对照样地27℃相比,降低了18.52%。4种杨树纯林都能改善林内土壤电导率,其降低土壤电导率的大小顺序为:毛白杨纯林>辽宁杨纯林>新疆杨纯林>银中杨纯林,其中毛白杨纯林的改善效果最明显,林内土壤电导率为1.29 dS·m<sup>-1</sup>,与对照样地5.32 dS·m<sup>-1</sup>相比,降低了75.75%。4种杨树纯林的林下物种丰富度及Simpson多样性指数均高于对照样地,Alatalo均匀度指数均低于对照样地,其中毛白杨纯林内植被种类最为丰富,新疆杨纯林的Simpson多样性指数、Alatalo均匀度指数的改善最为显著。

### 参考文献

[1] 刘平,魏忠平,潘文利,等. 辽河三角洲盐碱地不同树种配置模式对土壤温湿度和盐分质量分数的影响[J]. 东北林业大学学报, 2012,40(6):33-36.

2012,40(6):33-36.

[2] 王瑞刚,陈少良,刘力源,等. 盐胁迫下3种杨树的抗氧化能力与耐盐性研究[J]. 北京林业大学学报,2005,27(3):46-52.

[3] 陶晶. 东北主要杨树抗盐机理及抗性品种选育的研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2002.

[4] 魏忠平,范俊岗,高军,等. 抗寒耐盐碱美国白蜡引种造林试验[J]. 北方园艺,2013(11):65-68.

[5] 李志丹,干友民,泽柏,等. 牧草改良盐渍化土壤理化性质研究进展[J]. 草业科学,2004,21(6):17-20.

[6] 魏忠平,邢兆凯,于雷,等. 北方泥质海岸盐碱地种植牧草肥土效果研究[J]. 辽宁林业科技,2009(2):8-10.

[7] 魏忠平,潘文利,范俊岗. 林草生态模式改良盐碱土效果研究[J]. 中南林业科技大学学报,2012(10):100-104.

[8] ASHRAF M, MENEILLY T. Salinity tolerance in *Brassica oilseeds*[J]. Critical Reviews in Plant Sciences,2004,23(2):157-174.

[9] 贺海升,王文杰,朱虹,等. 盐碱地土壤改良剂施用对种子萌发和生长的影响[J]. 生态学报,2008,28(11):5338-5346.

[10] 曹莹菲,赵毅,赵文田,等. 硫磺改良对宁夏引黄灌区盐土pH及微量元素有效性的影响研究[J]. 干旱地区农业研究,2010,28(3):199-201.

[11] 张雯,耿增超,陈心想,等. 生物质炭对盐土改良效应研究[J]. 干旱地区农业研究,2013,31(2):73-77,105.

[12] 王文杰,贺海升,祖元刚,等. 施加改良剂对重度盐碱地盐碱动态及杨树生长的影响[J]. 生态学报,2009,29(5):2272-2278.

[13] BUGG A L, ROPPOLA A, KEENAN R J, et al. A strategic assessment of the potential for hardwood and softwood plantations in NSW[J]. Australasian Journal of Environmental Management[J],2002,9(2):115-123.

[14] PARROTTA J A. The role of plantation forests in rehabilitating degraded tropical ecosystems[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment,1992,41:115-133.

[15] 王玉涛,刘平,魏忠平,等. 辽河三角洲盐碱地不同造林模式的防护效应研究[J]. 沈阳农业大学学报,2014,45(2):158-163.

[16] 汪大林. 淮河河道防护林小气候及其防护效应的研究[D]. 合肥:安徽农业大学,2012.

## Improvement Effect of Poplar Shelterbelts on Saline-alkalized Soil of Liaohe River Delta

CHEN Gang<sup>1</sup>, XING Xianyu<sup>2</sup>, PAN Wenli<sup>1</sup>, MA Dongjing<sup>1</sup>, XIAO Yao<sup>1</sup>, LIU Ping<sup>2</sup>

(1. Liaoning Academy of Forestry Sciences, Shenyang, Liaoning 110032; 2. College of Forestry, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866)

**Abstract:** In order to investigate the effect of poplar shelterbelts on air and soil improvement in saline-alkalized of Liaohe River Delta, 4 poplar pure forest were selected in Panjin, compared with bare land, characteristics of air temperature and humidity, soil temperature and humidity, soil conductivity, and plant diversity were researched. The results showed that the effect of *P. tomentosa* improved air temperature, soil water content and soil conductivity were the most remarkable, and the effect of *P. alba* var. *pyramidalis* improved air humidity, soil temperature and plant diversity were the most significant.

**Keywords:** Liaohe River Delta; poplar pure forest; saline-alkalized soil; improvement effect