

20 种速生杨在乌兰布和沙区绿洲的适应性评价

章尧想¹, 刘芳¹, 葛根巴图¹, 马迎宾¹, 黄雅茹¹, 巴音²

(1. 中国林业科学研究院 沙漠林业试验中心, 内蒙古 磴口 015200; 2. 内蒙古农业大学 林学院, 内蒙古 呼和浩特 010019)

摘要: [目的] 为满足乌兰布和沙漠绿洲防护林体系构建对优良造林树种选择的要求, 对多个品种速生杨在乌兰布和沙区绿洲的适应性进行评价。[方法] 以北抗、08、中林等系列的 20 个引进速生杨品种为研究对象, 当前主要造林树种新疆杨为参照, 运用系统聚类分析和多因素模糊综合评判方法对 20 种速生杨在乌兰布和沙漠绿洲地区生长初期适应性进行综合评价。[结果] 08-01, 创新、中林 2005, 北抗 16-22, 08-02, 08-03, 中林 315, 08-07, 天黑、京 2 等 10 个品种在速生性、成活状况、抗病虫害能力方面均明显优于新疆杨; 京 6, 北抗 16-27, Simplot, 08-09, 08-08, 08-14 等 6 个品种各项评价指标与新疆杨接近; 辽宁杨(鲁×山)、北抗 16-8, 08-04, DN-34 等 4 个树种综合评价适应性低于新疆杨。[结论] 08-01 等 10 个品种能够在乌兰布和沙漠绿洲地区良好生长, 可以作为该区造林和植物资源收集储备的备选树种。京 6 等 6 个品种综合评价适应性中等, 辽宁杨(鲁×山)等 4 个品种适应性较差, 无法在该区正常生长。

关键词: 速生杨; 新疆杨; 系统聚类分析; 综合评价

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)04-0117-05

中图分类号: S722.7

DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2015.04.023

Evaluation of Growth Adaptability of 20 Poplar Species in Oasis Region of Ulan Buh Sandy Land

ZHANG Yaoliang¹, LIU Fang¹, Gegen Batu¹, MA Yingbin¹, HUANG Yaru¹, BA Yin²

(1. *Experimental Center of Desert Forestry, CAF, Dengkou, Inner Mongolia 015200, China;*

2. *Forestry College of the Inner Mongolian Agriculture University, Huhhot, Inner Mongolia 010019, China*)

Abstract: [Objective] In order to select excellent afforestation species for forest system oasis region of Ulan Buh sandy land, initial growth adaptability of poplar varieties in the oasis region of Ulan Buh sandy land was evaluated. [Methods] About 20 poplar varieties including Beikang, 08 and Zhonglin series were introduced as research objects and the Xinjiang *Populus* that is the current main afforestation species were taken as a reference. The initial growth adaptability of these poplar species in the oasis region of Ulan Buh sandy land were comprehensively evaluated with systematic cluster analysis and multi-factor fuzzy comprehensive evaluation. [Results] The growth rate, survival status and pest resistibility of varieties 08-01, innovation, Zhonglin 2005, Beikang 16-22, Beikang 08-02, Beikang 08-03, Zhonglin 315, 08-07, Dark, Jing 2 were better than that of Xinjiang *Populus*. All evaluation index of Jing 6, Beikang 16-27, Simplot 08-09, 08-08, 08-14 were similar to the indices of Xinjiang *Populus*. Comparing to Xinjiang *Populus*, varieties of Liaoning poplar, Beikang 16-8, 08-04, DN-34 were assessed with weaker integrated growth adaptability. [Conclusion] Among the 20 varieties, ten varieties(08-01, etc.) are able to growth vigorously in the Ulan Buh sandy land and can serve as an alternative species for afforestation and plant resources reserves in this area, six varieties(Jing 6, etc.) were assessed at medium adaptability, other four varieties(Liaoning poplar, etc.) belong to poor adaptability group that are unable to grow normally in the Ulan Buh sandy land.

Keywords: poplar; *Populus*; systematic cluster analysis; comprehensive evaluation

收稿日期: 2014-05-30

修回日期: 2014-06-21

资助项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务专项“优良沙旱生种质资源收集保存于共享”(CAFYBB2012003)

第一作者: 章尧想(1963—), 男(汉族), 江西省分宜县人, 硕士, 高级工程师, 主要从事水土保持与荒漠化防治方面的研究。E-mail: ZYX631022@263.net。

通信作者: 刘芳(1974—), 女(汉族), 内蒙古自治区巴彦淖尔市人, 硕士, 高级工程师, 主要从事荒漠化防治方面的研究。E-mail: liuf98@126.com。

农田防护林是乌兰布和沙区绿洲农业发展最基本的生态屏障,在降低风速、有效防止或减轻风沙危害,为农业生产营造一个良好的生产环境方面发挥着重要作用^[1-3]。目前,乌兰布和沙区绿洲农田防护林造林树种以新疆杨(*Populus*)为主,约占当前该区农田防护林造林面积的 90%以上,存在品种单一、生长缓慢,且面临光肩星天牛入侵大面积受灾危险的问题^[4]。引进抗虫害能力较强的速生杨品种,逐步更新原有主栽树种,既可为沙区优良造林树种的选育和研究提供资源储备,又能够维护农田防护林健康,提高防护效益,对维持该区生态系统稳定性以及受损生态系统的恢复重建起到重要作用。北抗等系列的杂交速生杨生长速度明显超过新疆杨^[5],且专为适应中国北方气候、土壤条件和抗光肩星天牛而选育。目前已在乌兰布和沙漠绿洲地区开展了引种栽培试验,并进行了较多抗光肩星天牛的相关研究^[6-7],选育出几种具有较高抗性的树种,但关于其在当地适生能力的综合性评价研究还较为少见。本研究以北抗 16~22 等 20 个速生杨品种为研究对象,以新疆杨为对照,在对比各项生理指标的基础上,运用系统聚类分析和多因素模糊综合评判方法对其适应性进行综合评价,以期新品种速生杨的引种和选育提供理论依据和方法,也为乌兰布和沙漠绿洲地区防护林体系建设选取最优的速生、抗病虫害树种。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验区位于内蒙古磴口县中国林科院沙漠林业试验中心第一试验场后海子毛渠渠道两侧,地处乌兰布和沙漠东北边缘,地理坐标 40°28'N,106°46'E,海拔 1 050 m,属于温带大陆性干旱气候,极端最低气温 -34.2 °C,最高温度年平均气温 7.8 °C,平均日照时数 3 210 h,大于等于 10 °C 积温 3 222.2 °C,雨季主要分布在 7—9 月,多年平均降水量约为 145 mm,平均蒸发量约为 2 327 mm,相对湿度 47%,无霜期 168 d。

该区土壤为沙质漠钙土,兼有流沙及盐化草甸土,土层厚度 100—150 cm,土壤含盐量约为 0.1%,有机质含量 0.5%,pH 值 7~8。试验区主要灌溉方式为引黄河水灌溉,且地下水资源丰富,埋深夏灌前 1.5 m 以下,灌期 1 m 左右,地下水矿化度 1~2 g/L,pH 值 8.4~8.7。

1.2 试验材料

参试的 20 个速生杨品种中,除 Simplot 和 DN-34 为韩国引进速生杨外,其余 18 种均为中国林科院林业研究所选育的具有抗虫基因的杂交无性系速生杨新品种,具有较好的抗天牛、耐寒、耐盐碱、速生特性(详见表 1)。

表 1 参试速生杨品种信息

编号	树种名称	亲本
1	北抗 16-22	
2	北抗 16-27	母本为南抗 1 号(P. del. cl. Nankang 1),父本为 D175 杨(P. del. cl. 175),16 为杂交组合代号
3	北抗 16-8	
4	创新	创新母本为南抗(P. del. cl. Nankang 1),父本帝国杨(P. del. cv. Imperial)。杂交组合代号为 17
5	08-14	
6	08-02	
7	08-07	
8	08-09	
9	08-03	亲本与北抗、创新接近,08 为杂交组合号
10	08-08	
11	08-01	
12	08-04	
13	中林 315	
14	天黑	
15	京 2	均为美洲黑杨杂交新品系
16	京 6	
17	中林 2005	
18	辽宁杨(鲁×山)	鲁克斯杨(最早从意大利引进,又称为意大利 69)×山海关杨的杂种
19	Simplot	
20	DN-34	青杨派×黑杨派
21	新疆杨	

1.3 试验方法

2011年11月8—9日起苗,苗木规格为1年生,浸泡1周后截干(高度2.2~2.8 m)、打去枝条,漆涂顶部,白灰涂干,然后移栽到毛渠渠道两侧,呈品字型排列,株距1.5 m。各品种按编号顺序每10株新品种间隔5株新疆杨作为对照进行定植,新疆杨也为1年生,苗木移栽后定期修枝、除杂草,灌水时间和频次与渠道内引水灌溉农田同步。于2013年10月下旬对该样地苗木生长状况进行调查,调查指标为胸径、株高、成活率、病虫害情况。

1.4 数据处理

试验数据用SPSS 16.0进行系统聚类分析;综合评价方法采用隶属函数值和权重系数构建多因素模糊综合评判矩阵,然后用加权平均法计算综合评判矩阵来进行综合评判。隶属函数公式为:

若指标与适应性呈正相关,则:

$$Z_{ij}(\text{正}) = (X_{ij} - X_{i\min}) / (X_{i\max} - X_{i\min})$$

若指标与适应性呈负相关,则:

$$Z_{ij}(\text{反}) = 1 - [(X_{ij} - X_{i\min}) / (X_{i\max} - X_{i\min})]$$

各指标中除病虫害级与适应性呈负相关外,其他指标为正相关。

式中: Z_{ij} —— i 品种(系) j 指标的隶属函数值; X_{\max} , X_{\min} ——各品种中指标的最大和最小测定值;最后将每个品种各指标的适应性隶属函数值累加,求平均数。

2 结果与分析

2.1 各项生长指标测定结果分析

表2为各生长指标的测量结果。由表2可知,以新疆杨2年平均胸径生长量(7.63 mm)为参照,小于新疆杨的有simplot和08-09两个品种(分别为4.67和2.55 mm);以08-01和创新2个品种最大(分别为48.46和44.66 mm),其余16个速生杨品种平均胸径生长量主要分布在20~40 mm。由此可知,除simplot和08-09外,此次参试的速生杨品种的平均胸径生长量均远高于新疆杨。以新疆杨2 a株高生长量(1.68 m)为参照,小于新疆杨的有DN-34,北抗16-27(分别为0.65和0.78 m);08-08,08-04,北抗16-8和08-09与新疆杨较为接近(分别为1.30,1.57,1.65和1.69 m);其余14个品种主要分布在2~3.99 m,以辽宁杨〔鲁克斯杨(*Populus deltoides*)×山海关杨(*Populus delioides*), (鲁×山)]最高。由此可知,除DN-34和北抗16-27外,此次参试的速生杨品种的平均株高生长量均高于或接近新疆杨。

参试的21个品种中有10个品种成活率达到100%,高于新疆杨的96%,其余品种成活率多集中

于80%~90%,08-14最低,为70%;未受病虫害影响的有13个品种,新疆杨、simplot、辽宁杨、08-04,08-01,08-02,创新等8个品种存在病虫害株,新疆杨病虫害率为16%,高于新疆杨的有辽宁杨(鲁×山)和08-04,分别为50%和25%,其他5个染病虫害品种都略低于新疆杨。由此可知,此次参试的速生杨品种中,08-14的成活率最低,其他品种均和新疆杨相差不多;辽宁杨(鲁×山)和08-04的抗病虫害能力弱于新疆杨,其余品种均高于新疆杨。

表2 各项生长指标测定结果

树种名	平均胸径/mm		平均株高/m		成活率	病虫害率
	2011年	2013年	2011年	2013年		
北抗16-22	25	60.47	2.6	5.77	100	0
北抗16-27	20	38.26	2.8	3.58	100	0
北抗16-8	20	34.51	2.6	4.25	86	0
创新	20	64.66	2.8	6.51	100	20
08-14	18	42.98	2.2	4.63	70	0
08-02	23	51.65	2.3	5.41	100	10
08-07	12	35.82	2.4	4.41	100	0
08-09	25	27.55	2.2	3.89	100	0
08-03	11	36.63	2.3	4.53	100	0
08-08	14	34.10	2.4	3.70	90	10
08-01	21	69.46	2.2	5.94	100	10
08-04	17	30.66	2.3	3.87	80	25
中林315	19	50.89	2.4	4.95	90	0
天黑	20	36.63	2.2	4.53	100	0
京2	18	40.49	2.3	4.72	90	0
京6	18	38.55	2.4	4.95	80	0
中林2005	20	57.46	2.2	6.11	90	0
辽宁杨	14	52.90	2.3	6.29	80	50
Simplot	25	29.67	2.7	4.59	100	10
DN-34	25	38.95	2.7	3.35	80	0
新疆杨	20	27.63	2.3	3.98	96	16

2.2 系统聚类分析

对新疆杨和参试的20个速生杨品种的平均胸径生长量、平均株高生长量、成活率、病虫害率等4个指标做系统聚类分析。分析结果表明(图1),当聚类标定距离为15.3时,可将21个品种分为3类,各类特征归纳为:第1类:08-07,08-03,天黑、中林315,京2,北抗16-22,08-02,中林2005,创新、08-01。该类型杨树品种的特点是平均胸径生长量都在20~50 mm、平均株高生长量均在2 m以上,成活率均为90%以上,病虫害率均为0,属于适应性较好的树种。第2类:simplot,新疆杨,08-09,北抗16-27,08-14,京6,北抗16-8,08-08, DN-34,08-04。该类型杨树品种的特点是各生长指标均与新疆杨较为接近,或有个别指标低于新疆杨,属于适应能力和新疆杨接近的品种,在参试的20个速生杨品种中适应性属于中等的树种。第

3 类:辽宁杨(鲁×山)。该类杨树品种只有辽宁杨一种,特点是速生性较好,即平均胸径、株高生长量较大,但成活率低,病虫害率高,属于适应性较差品种。

2.3 适应性综合评价

选取平均胸径生长量、平均株高生长量、成活率、

$$R = \begin{bmatrix} 0.717 & 0 & 0.342 & 2 & 0.260 & 4 & 0.917 & 0 & \dots & \dots & 0.791 & 7 & 0.046 & 1 & 0.248 & 3 & 0.110 & 6 \\ 0.754 & 5 & 0.038 & 9 & 0.297 & 9 & 0.916 & 2 & \dots & \dots & 1.000 & 0 & 0.369 & 8 & 0.000 & 0 & 0.308 & 4 \\ 1.000 & 0 & 1.000 & 0 & 0.533 & 3 & 1.000 & 0 & \dots & \dots & 0.333 & 3 & 1.000 & 0 & 0.333 & 3 & 0.866 & 7 \\ 1.000 & 0 & 1.000 & 0 & 1.000 & 0 & 0.600 & 0 & \dots & \dots & 0.000 & 0 & 0.800 & 0 & 1.000 & 0 & 0.680 & 0 \end{bmatrix}$$

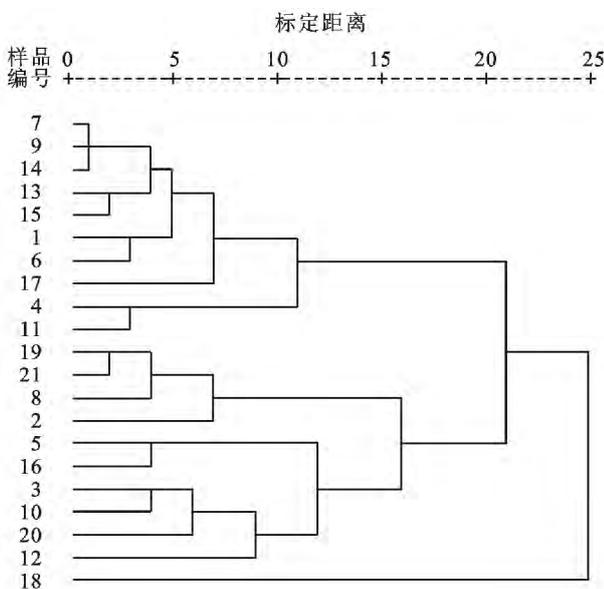
根据杨树培养目标,同时参考专家的多年经验,确定各因素权重系数分别为平均胸径 0.2,平均树高 0.2,成活率 0.15,病虫害率 0.05^[8],即权重集 $A = \{0.2, 0.2, 0.15, 0.05\}$ 。

根据 $B = A \cdot R$,采用加权平均法 $B_i = \sum_{j=1}^n a_j r_{ij}$ ($j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, \dots, 21$)进行综合评判,由此可得 21 个参试品种的综合评判矩阵

$$B = [0.494 \ 3 \quad 0.276 \ 2 \quad 0.241 \ 7 \quad 0.546 \ 6 \quad 0.254 \ 0 \quad 0.451 \ 0 \quad 0.373 \ 8 \quad 0.262 \ 0 \quad 0.395 \ 1 \quad 0.255 \ 0 \quad 0.574 \ 7 \quad 0.178 \ 1 \quad 0.391 \ 3 \quad 0.361 \ 9 \quad 0.342 \ 8 \quad 0.292 \ 1 \quad 0.497 \ 3 \quad 0.408 \ 3 \quad 0.273 \ 1 \quad 0.149 \ 7 \quad 0.247 \ 8]$$

经归一化后

$$B' = [0.068 \ 0 \quad 0.038 \ 0 \quad 0.033 \ 3 \quad 0.075 \ 2 \quad 0.035 \ 0 \quad 0.062 \ 1 \quad 0.051 \ 4 \quad 0.036 \ 0 \quad 0.054 \ 4 \quad 0.035 \ 1 \quad 0.079 \ 1 \quad 0.024 \ 5 \quad 0.053 \ 8 \quad 0.049 \ 8 \quad 0.047 \ 2 \quad 0.040 \ 2 \quad 0.068 \ 4 \quad 0.056 \ 1 \quad 0.037 \ 6 \quad 0.020 \ 6 \quad 0.034 \ 1]$$



注:样品编号分别对应 21 个参试的杨树品种。

图 1 不同品种杨树的聚类分析评价

病虫害率 4 个指标构成评判因素集 $M = \{M_1, M_2, M_3, M_4\}$,评判集 $N = \{N_1, N_2, N_3, N_4, N_5, N_6, \dots, N_{21}\}$, $N_1 - N_{21}$ 分别对应 21 个参试的杨树品种。计算 21 个参试品种的各指标的具体隶属函数值,合并后得到如下的评判矩阵 $R = (r_{ij})$

根据综合评判矩阵 B' ,可以对 21 个参试的杨树品种的生长适应性进行排序(如表 3 所示),由表 3 可知,共有 17 个速生杨品种的综合适应性强于新疆杨,其中以 08-01,创新等品种适应性最好,北抗 16-8,08-04, DN-34 适应性较新疆杨稍差。

表 3 参试杨树适应性综合评判

生长适应性排序	综合评判矩阵	树种名称
1	0.079 1	08-01
2	0.075 2	创新
3	0.068 4	中林 2005
4	0.068	北抗 16-22
5	0.062 1	08-02
6	0.056 2	辽宁杨(鲁×山)
7	0.054 4	08-03
8	0.053 8	中林 315
9	0.051 4	08-07
10	0.049 8	天黑
11	0.047 2	京 2
12	0.040 2	京 6
13	0.038	北抗-27
14	0.037 6	Simplot
15	0.036 1	08-09
16	0.035 1	08-08
17	0.035	08-14
18	0.034 1	新疆杨
19	0.033 3	北抗 16-8
20	0.024 5	08-04
21	0.020 6	DN-34

2.4 讨论

运用综合评价方法对速生杨品种进行多个性状的分析比较,能够避免只针对单一性状评价出现的不足,从而使结果更加合理^[9-10]。系统聚类分析是一种操作简便、直观可靠的综合评价方法^[11-12],本研究用系统聚类分析将参试品种分为 3 个类别,根据各类所包含的品种对其特点进行了总结和综合评价,但与新疆杨划分为同一类的 9 个速生杨品种的综合适应性是否优于新疆杨仍无法明确表达出来。鉴于此,通过

各性状隶属函数值和权重系数构建多因素模糊综合评判矩阵,将各品种的各个性状进行量化,得出清晰准确的排序,为适应性最优树种的选择提供了客观合理的依据。对速生杨品种适应性的综合评价是一项长期的工作,有些速生杨品种生根能力强,先期生长速度较快,而有些速生杨品种萌芽能力强,可能先期生长速度慢,但后期生长速度较快。因此,该项研究只有结合多年的综合评价和验证,才更加客观合理^[13]。本研究仅对1年生各速生杨品种生长2a的性状做了综合分析,所得结论还有待于进一步完善和验证。此外,用隶属函数值和权重系数构建多因素模糊综合评判矩阵对参试品种进行综合分析时,辽宁杨(鲁×山)的最终评价结果与系统聚类分析结果有差异,这主要是由于辽宁杨在生长速度表现出较大优势,但辽宁杨更适合生长于降水量较高地区,乌兰布和沙漠绿洲地区的气候条件对其成活率会有所影响^[14];辽宁杨材质相对偏软,对于天牛蛀干抵抗能力相对较差,使得其患病虫害率较高;此外,多因素模糊综合评判中病害率权重赋值低于其他指标也是使得辽宁杨在综合评价中排名较高的影响因素之一,对于这种特殊品种的适应性综合评价权重集赋值有待于进一步深入的研究。综合考虑,辽宁杨的速生性较好,但成活率低、病虫害率高也是显而易见的,即使速生性较好,无法健康生长也最终决定其不会被考虑引种,因此,认为辽宁杨(鲁×山)属于参试品种中在乌兰布和沙漠绿洲地区生长适应性较差树种。

3 结论

(1) 参试的20个速生杨品种中,在乌兰布和沙漠绿洲地区适应性较好,各性状明显优于新疆杨的有10个品种,其特点是平均胸径生长量都在20~50mm,平均株高生长量均在2m以上,成活率均为90%以上且无病虫害,可以作为该地区造林和植物资源收集储备的备选树种,按综合评价排序(从优到劣)依次为:08-01,创新、中林2005,北抗16-22,08-02,08-03,中林315,08-07,天黑、京2。

(2) 本次参试品种适应性中等的有6个,其特点是各评价指标和综合评价结果均与新疆杨接近,按排

序依次为:京6,北抗16-27,simplot,08-09,08-08,08-14,北抗16-8,08-04,DN-34等品种总体适应性较新疆杨差,辽宁杨(鲁×山)无法在该区正常生长,这4个树种属于本次参试品种中适应性较差树种。

[参 考 文 献]

- [1] 王葆芳,赵英铭,王志刚,等. 干旱区人工绿洲不同农田防护林模式防护效应及相关性[J]. 林业科学研究, 2008,21(5):707-712.
- [2] 董智,李红丽,孙保平,等. 乌兰布和沙漠东北缘磴口县沙尘天气变化规律及其对防护林体系建设的响应[J]. 干旱区资源与环境, 2004,18(S1):269-275.
- [3] 张红利,张秋良,马利强. 乌兰布和沙地东北缘不同配置的农田防护林小气候效应的对比研究[J]. 干旱区资源与环境, 2009,23(11):191-194.
- [4] 曹兵,徐锡增,臭椿,新疆杨混交林对光肩星天牛选择寄主行为的影响[J]. 林业科学, 2006,42(9):55-60.
- [5] 牛锦凤. 抗虫杨北抗一号在宁夏地区育苗技术初探[J]. 宁夏农林科技, 2012,53(9):31.
- [6] 赵英铭,王志刚,刘静,等. 光肩星天牛在18种杨树上寄生、发育的试验研究[J]. 林业实用技术, 2012(4):32-34.
- [7] 赵英铭,郝玉光,张格,等. 18个杨树无性系抗光肩星天牛的对比研究[J]. 防护林科技, 2012(5):3-6.
- [8] 吴林森,严小宝. 河滩地杨树生长适应性的综合评判研究[J]. 安徽农业科学, 2006,34(15):3672-3674.
- [9] 姚庆群,白昌军,王文强,等. 不同统计方法对豆科牧草种质资源适应性评价的比较[J]. 亚热带植物科学, 2009,38(1):26-30.
- [10] 陈艳瑞,刘康,陈启民,等. 准噶尔盆地南缘防护林树种适宜性评价[J]. 干旱区资源与环境, 2011,25(11):152-156.
- [11] 李鸿祥,李高,戎郁萍,等. 30个草坪型高羊茅品种在华北地区的适应性评价[J]. 草地学报, 2012,20(5):972-976.
- [12] 刘旗麟,段瑞军,刘国道,等. 不同柱花草品种沙地种植适应性的比较[J]. 热带生物学报, 2010,2(1):138-143.
- [13] 张莹花,徐延双,齐力旺,等. 不同种杨树在民勤的引种适应性初步研究[J]. 西部林业科学, 2007,36(2):38-43.
- [14] 陈鸿雕,梁鸿恩,胡崇富,等. 辽宁杨、辽河杨、盖杨栽培技术要点[J]. 辽宁林业科技, 1996(5):9-12.