

不同种源砂生槐种子及幼苗生长变异研究

杜 坤¹, 王军辉^{2*}, 贾子瑞², 张会军¹

(1. 甘肃小陇山林业科学研究所, 甘肃 天水 741022; 2. 中国林业科学研究院 林业研究所 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091)

摘 要:对砂生槐 4 个种源的种子、幼苗性状进行系统分析。结果表明,种源间种子性状差异显著。种子性状千粒重以拉萨种源的最重,达 37.64 g,朗县种源种子最长,达 0.50 cm,拉萨、日喀则产种子形态为卵圆形,米林、朗县产种子形态为长卵圆形。砂生槐苗高生长进程符合 Logistic 曲线方程,苗高生长期 131~134 d,速生期 46~57 d,速生期生长量占总生长量比率为 61.0%~62.3%。种源间苗木生长性状差异显著或极显著,拉萨种源的生长量最大,一年内积累的干生物量最多,朗县种源的根系发达。

关键词:砂生槐;种源;种子;幼苗性状;Logistic 方程

中图分类号:S723.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2012)04-0144-05

Variations of the Seed and Seedling Growth of *Sophora moorcroftiana* from Different Provenances

DU Kun¹, WANG Jun-hui^{2*}, JIA Zi-rui², ZHANG Hui-jun¹

(1. Xiaolongshan Research Institute of Forestry, Tianshui, Gansu 741022; China; 2. Key laboratory of Tree Breeding and Cultivation, Forest Research Institute, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: The characteristics of the seeds and seedlings of *Sophora moorcroftiana* from 4 provenances were systematically examined. The results showed that differences were significant among the seeds from 4 provenance. The heaviest weight of 1 000 seeds was 37.64 g from Lhasa. The longest length of seeds was 0.50 cm from Lang County. The seeds of Lhasa and Xigaze were oval, while the seeds of Milin and Lang County were long ovoid. Seedling height growth of *S. moorcroftiana* was in accordance with Logistic curve equation. Seedling height stages were 131 to 134 d. The fast growing periods were 46 to 57 d. The proportion of the growth during fast-growing period accounted for 61.0% to 62.3% of the total growth. Differences in seedlings growth among the provenances were significant at the level of 0.05 or 0.01. The most growth increment and the highest accumulation of dry biomass were observed in those from Lhasa. Seedlings with developed root system were from Lang County.

Key words: *Sophora moorcroftiana*; provenance; seeds; seedlings characters; Logistic curve equation.

砂生槐 (*Sophora moorcroftiana*) 又称西藏狼牙刺,豆科槐属多年生耐旱矮灌木,是青藏高原特有树种^[1],雅鲁藏布江干暖河谷灌丛的主要代表植物种,也是半固定沙地上的先锋灌丛植物,集中分布于雅鲁藏布江中游海拔高度大致为 3 100~4 100 m 的加查—拉孜段或则当—拉孜段的河谷、低山区^[2]。

因其具有较强抗旱、固沙、水土保持等特性,以及饲、药等多种可利用价值,成为国内外生态学和医药学领域研究的热点内容之一^[3-7]。

林木在种内存在广泛的地理变异,这种变异与分布地区的光照、温度、降水量、海拔、纬度等多个环境因子有关,这些因子相互作用共同影响林木的生

收稿日期:2011-09-15 修回日期:2011-12-19

基金项目:林业公益性行业科研专项:青藏高原干旱地区灌木树种选育研究(200904033)

作者简介:杜坤,男,高级工程师,研究方向为林木种苗。E-mail:jm888. hi@163. com

* 通讯作者:王军辉,研究员,博士生导师,研究方向为云杉、楸树遗传育种和青藏高原干旱地区灌木树种。E-mail:wangjh808@sina. com

长发育和遗传变异^[8]。种子性状及幼苗生长性状的遗传变异是对这种复杂环境的一种适应^[9]。本文对雅鲁藏布江中游砂生槐天然居群的种子及幼苗性状进行系统研究,旨在揭示砂生槐种源的种子及幼苗性状间的差异,为其遗传资源的保护利用、遗传改良、种源选择提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于甘肃小陇山林科所的培育圃,海拔 1 160 m,年降水量 600~800 mm,年蒸发量 1 290.0

mm,年平均气温 10.7℃,≥10℃ 积温 3 359.0℃,极端高温 39℃,极端低温-19.2℃,无霜期 190 d。

1.2 材料来源

试验材料来源于砂生槐天然居群,有代表性的 4 个种源,采集灌丛龄约 20 a,自然成熟的种子。各产地环境因子见表 1。

1.3 试验方法

采用径 10 cm×高 18 cm 黑色塑料容器袋,装填基质为田园土:泥炭土:鸡粪=8:1.5:0.5,为基质培育苗木。测定其发芽率、苗高生长节律、苗期生长性状。

表 1 砂生槐 4 个种源地的环境气候因子

Table 1 Environment and climate factors of <i>Sophora moorcroftiana</i> from 4 provenances							
种子产地	经度/E	纬度/N	海拔/m	年均气温/℃	年降水量/mm	无霜期/d	年均日照/h
日喀则	90°57′48.4″	27°50′50.8″	3 850	8.0	400	130	3 248
拉萨	91°47′44.4″	27°51′50.8″	3 560	9.1	200~510	100~120	3 007
米林	93°34′46.6″	29°54′03.9″	3 000	8.3	600	170	2 800
朗县	93°03′06.0″	29°02′26.0″	3 100	11.2	400~600	130~170	2 500

1.3.1 种子形态测定 各种源种子千粒重用国标 GB2772-1999 中的方法进行测定。每个产地种子随机选取 30 粒,用电子游标卡尺分别测定种子长度、宽,以种子纵轴为其长度,以腹面横向最大距离为其宽度,测量单位精确到小数点后 2 位,计算种子长度/宽度比值。

1.3.2 发芽率测定 4 个种源的种子进行温水浸种催芽,直到胚根伸出种皮。每个种源为一处理,每一处理播 30 袋,每袋播一粒种子,4 次重复,每个种源共播种 120 袋。出苗结束后调查出苗袋数,计算发芽率,秋季调查保存株数,计算保存率。

1.3.3 苗高生长节律观测 将 4 个种源的种子播种育苗,当苗木出齐后,每个种源固定 24 株为观测对象,隔 15 d 观测一次苗高,至高生长停止。

1.3.4 苗期生长性状测定 至秋季停止生长落叶后,每个处理的 4 个重复各选取 10 株测 1 年生苗的苗高、地径、侧枝数、主根长、一级侧根数、一级侧根长、茎枝干重、根系干重等 8 个生长性状指标,每个种源共计测定 40 株 1 年生苗木。

运用 Excel 和 DPS 7.05 软件作统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同种源种子形态变异

林木种子形态较为稳定,它比林木的根、茎、叶稳定性高^[10]。对砂生槐 4 个种源的种子长、宽、长/宽、千粒重进行方差分析和多重比较(表 2)。表明砂生槐种子千粒重、长、宽、长/宽 4 个性状种源间差异极显著($p=0.000\ 1$)。

表 2 各产地种子性状方差分析和 DLS(多重比较)

Table 2 Variance analysis (ANOVA) and multiple comparative analysis(DLS) of seeds characteristics from 4 provenances								
种源	千粒重/g	CV/%	种子长/cm	CV/%	种子宽/cm	CV%	种子长/宽	CV/%
日喀则	28.50±1.73b	6.1	0.40±0.05c	12.5	0.31±0.03c	9.7	1.31±0.19b	14.5
拉萨	37.64±1.18a	3.1	0.45±0.08b	17.8	0.35±0.04a	11.4	1.27±0.20b	15.7
米林	25.27±0.20c	0.8	0.47±0.06b	12.8	0.33±0.03bc	9.1	1.43±0.18a	12.6
朗县	25.31±0.22c	0.9	0.50±0.09a	18.0	0.34±0.04ab	11.8	1.50±0.25a	16.7

千粒重以拉萨产的种子最重,达 37.64 g,且与另外 3 个种源间差异极显著,其次为日喀则种源的种子,米林与朗县产的种子差异不显著,拉萨种源千粒重是日喀则种源的 132%,是米林、朗县种源的 149%。通过变异系数(CV)计算发现:米林、朗县的种子重量比较一致,变异系数较小,分别是 0.8%和

0.9%;日喀则种源的种子重量差异较大,变异系数达 6.1%。

种子长最长的朗县种子,平均达 0.50 cm,且与另 3 个种源差异显著,最短的是日喀则种源的种子,平均为 0.40 cm,变异系数在 12.5%~18.0%之间,变异系数在种源间变化较小。

种子最宽的为拉萨种源的种子,为 0.35 cm,日喀则种源的种子最窄,为 0.31 cm;变异系数在 9.1%~11.8%之间。

长/宽是描述种子形状的一个定量指标,当趋于 1.0 时种子为圆形。种子长/宽以朗县种源最大,为 1.50,与米林种源的差异不显著,与日喀则、拉萨的差异显著,最小的为拉萨种源,为 1.27,拉萨与日喀则种源间差异不显著。变异系数在 12.6%~16.7%之间,4 个种源间变异较一致。拉萨、日喀则的种子为卵圆形,米林、朗县的种子为长卵圆形^[11]。

2.2 不同种源发芽率的变异

对 4 个种源的场圃发芽率及保存率的方差分析说明,场圃发芽率、保存率,均在种源间达到极显著水平($p<0.01$)。图 1 可以明显的看出,拉萨种源的种子场圃发芽率和保存率均为最高,发芽率 46.25%、保存率为 40.13%,朗县种源的种子发芽率和保存率均最低,发芽率为 26%、保存率仅为 12.13%。

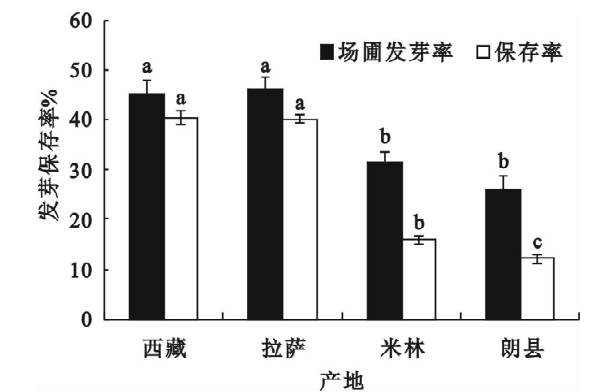


图 1 4 个产地场圃发芽率保存率

Fig.1 Germination rate of the seeds and preservation of the seedling from 4 provenances

表 3 砂生槐 4 个种源苗高生长拟合方程,拟合检验及拐点值

种源	拟合方程	R^2	F	p	t_1	t_3	生长期/d
日喀则	$y=42.172/[1+21.539\exp(-0.0483t)]$	0.998	1 442.8	0.000 1	36	91	134
拉萨	$y=31.926/(1+17.115\exp(-0.046t))$	0.996	828.3	0.000 1	33	90	134
米林	$y=36.508/(1+20.928\exp(-0.0467t))$	0.997	1 052.3	0.000 1	37	93	131
朗县	$y=28.145/(1+21.458\exp(-0.0568t))$	0.996	693.3	0.000 1	31	77	131

表 4 4 个种源苗高年生长各阶段的特征值

种源	速生期 开始日(t_1)	速生期 结束日(t_3)	速生期 天数/d	速生点 (t_2)	速生期占总 生长期的比率/%	速生期 生长量比率/%	k/cm
日喀则	7 月 8 日	9 月 1 日	55	第 64 天	41.0	62.3	42.2
拉萨	6 月 27 日	8 月 25 日	57	第 62 天	42.5	62.0	31.9
米林	7 月 4 日	8 月 29 日	56	第 65 天	42.7	62.1	36.5
朗县	6 月 28 日	8 月 13 日	46	第 54 天	35.1	61.0	28.1

表 5 4 个种源的砂生槐生长性状比较

Table 5 Comparison of the growth characters of *S. moorcroftiana* form 4 provenances

种源	苗高/cm	地径/mm	侧枝数/条	一级侧根数/条	根系干重/g	单株生物量/g	茎枝/根系干重比
日喀则	38.5A	2.6B	13.8B	13.4B	1.01B	2.11B	1.19A
拉萨	31.7B	2.9B	19.8A	17.1AB	2.36A	3.66A	0.95A
米林	30.8B	3.7A	16.0AB	14.8AB	1.18B	2.07B	0.93A
朗县	31.2B	4.0A	16.1AB	19.7A	1.15B	2.00B	0.54B

不同种源间苗木生长性状的多重比较(表 5)表明,苗高以日喀则种源的最高,且与另 3 个种源间差异显著。地径以朗县种源的最大,与米林种源的差异不显著,与另 2 个种源间差异显。侧枝数以拉萨种源的最多,每个单株多达 19.8 条,日喀则种源的最少;一级侧根数以朗县种源的最发达,多达 19.7 条,日喀则种源的最少;根系干重、单株干生物量均以拉萨种源最大,且与另 3 个种源间差异极显。生物量在茎枝与根系的分配上,以日喀则种源的茎枝生物量大于根系生物量,比值为 1.19,拉萨与米林种源的茎枝生物量和根系生物量接近相等,比值为 0.93~0.95,朗县种源的茎枝生物量小于根系生物量,比值为 0.54,根系生物量占总生物量的 57.5%,与其它 3 个种源间差异极显著,表明朗县种源的砂生槐较其它 3 个种源的根系发达。

从生长性状上可以看出,拉萨种源的苗木生长量最大,一年内积累的茎枝、根系生长量、生物量最大,而朗县种源的苗木根系发达,其抗旱,防风、固沙能力可能要高于其它种源。

3 结论与讨论

1)砂生槐在种源间种子的性状差异大,千粒重以拉萨产的最重,达 37.64 g;种子长以朗县的最长,平均达 0.50 cm;种子形状拉萨、日喀则产种子为卵圆形,米林、朗县的种子为长卵圆形。砂生槐苗高生长进程为 Logistic 曲线方程,特征值 4 个种源间差异小,苗高生长期 131~134 d,速生期 46~57 d,速生期占总生长期的比率为 35.1%~42.7%,速生期生长量占总生长量比率为 61.0%~62.3%。Jayawickrama 等研究表明火炬松树高和直径与生长速率相关性较高,与生长物候相关性较低^[14];温带地区白杨杂种无性系研究表明高生长在很大程度上是由生长期长决定的^[15],Veronica 等通过对火炬松和湿地松生长节律研究发现,生长持续时间与生长结束期相关性高于生长开始期^[16]。

2)种源间苗木的各生长性状差异显著。拉萨种源的苗木生长量最大,一年内积累的茎枝、根系生长量、生物量最大;朗县种源的苗木根系发达,其抗旱,

防风、固沙能力可能要高于其它种源。据赵阿曼等^[2]和张胜等^[17]的研究,砂生槐天然居群遗传多样性水平较低,本试验也证明了这一点,4 个天然居群的砂生槐从种子性状和苗木生长性状上可分为 2 类,其中日喀则和拉萨种源为一类,种子为卵圆形、千粒重大,苗木的苗高、地径,生物量生长量高;米林、朗县种源的为另一类,种子为长卵圆形,千粒重小,苗期根系较茎枝发达^[18],可能是抗旱,防风、固沙能力要高于日喀则和拉萨种源的砂生槐的原因。

3)本试验采集的砂生槐种源虽为 4 个,但砂生槐仅集中分布于雅鲁藏布江中游海拔高度大致为 3 100~4 100 m 的加查—拉孜段或则当—拉孜段的河谷、低山区^[2],分布地域狭小,纬度跨度在 3°左右,分布区内,年降水量,年日均温,生长期变化较小,故地理种源变异也小。且采集的 4 个砂生槐种源的种子,米林、郎县为砂生槐天然分布区内雅鲁藏布江的下游段,拉萨为中游段,日喀则为上游段,具有较强的代表性。其结论对生产和科研有一定的指导和参考价值。

参考文献:

[1] 吴征镒. 西藏植物志[M]. 北京:科学出版社,1983,2:716-717.

[2] 赵阿曼,刘志民,康向阳,等. 西藏特有植物砂生槐天然居群遗传多样性研究[J]. 生物多样性,2003,11(2):91-99.

ZHAO A M, LIU Z M, KANG X Y, et al. Allozyme variation in *Sophora moorcroftiana*, an endemic species of Tibet, China [J]. Biodivert's Science, 2003, 11(2): 91-99. (in Chinese)

[3] 赵文智, 砂生槐沙生适应性初步研究[J]. 植物生态学报, 1998, 22(4): 379-384.

ZHAO W Z. A preliminary study on the arenaceous adaptability of *Sophora moorcroftiana* [J]. Acta Phytocologica Sinica, 1998, 22(4): 379-384. (in Chinese)

[4] 陈怀顺, 刘志民. 砂生槐种群特点及其在河谷植被中的作用 [J]. 资源生态环境网络研究动态, 1997, 8(3): 18-22.

[5] 彭跃明. 西藏雅鲁藏布江中部流域砂生槐固沙作用研究[J]. 林业科技, 1997, 22(6): 6-8.

[6] 赵文智, 刘志民, 西藏特有灌木砂生槐繁殖生长对海拔和沙埋的响应[J], 生态学报, 2002, 22(1): 134-138.

ZHAO W Z, LIU Z M. Responses of growth and reproduction of *Sophora moorcroftiana* to altitude and sand-burying in Tibet [J] Acta Ecologica Sinica, 2002, 22(1): 134-138. (in Chinese)

[7] 郭其强,罗大庆,方江平,等. 西藏砂生槐的研究现状及其利用与保护对策[J]. 西北林学院学报,2009,24(1):98-101.
GUO Q Q, LUO D Q, FANG J P, *et al.* Research status, utilization and protection measures of *Sophora moorcroftiana* in Tibet[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2009, 24(1):98-101. (in Chinese)

[8] 宋丽华,王娅丽. 几个臭椿种源种子的生物学特性变异研究[J]. 农业科学研究,2005,26(1):18-22.
SONG L H, WANG Y L. study on seed biological characteristics variation of different provenance of *Ailanthus altissima* [J]. Journal of Agricultural Sciences, 2005,26(1):18-22. (in Chinese)

[9] 舒泉,杨志玲,杨旭,等. 不同产地厚朴种子性状的变异分析[J]. 林业科学研究,2010,23(3):457-464.
SHU X, YANG Z L, YANG X, *et al.* Variation in seed characters of *Magnolia officinalis* from different locations [J]. Forest Research, 2010,23(3):457-464. (in Chinese)

[10] 程诗明,顾万春. 苦楝表型性状梯度变异的研究[J]. 林业科学,2006,42(5):29-35.
CHENG S M, GU W C. Studies on phenotypical characteristics gradient variation of *Melia azedarach* [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2006,42(5):29-35. (in Chinese)

[11] 张建国. 沙棘属植物育种研究[M]. 北京:中国林业出版社,2010:32-35.

[12] 张胜,赵垦田,王景升. 砂生槐一年生播种苗的年生长规律[J]. 林业科技开发,2010,24(3):69-71.
ZHANG S, ZHAO K T, WANG J S. The growth dynamic of one-year-old *Sophora moorcroftiana* seedlings[J]. China Forestry Science and Technology, 2010, 24(3):69-71. (in Chinese)

[13] 崔党群. Logistic 曲线方程的解析与拟合优度测验[J]. 数理统计与管理,2005,24(1):112-115.
CUI D Q. Analysis and making good fitting degree test for Logistic curve regression equation [J]. 数理统计与管理, 2005,24(1):112-115. (in Chinese)

[14] JAYAWICKRAMA K J S, MCKEAN D S E, JETT J B. Phenological variation in height and diameter growth in provenances and families of loblolly pine[J]. New Forests,1998,16(1):11-25.

[15] YU Q, TIGERSTEDT P M A, Haapanen M. Growth and phenology of hybrid aspen clones (*Populus tremula* L. \times *Populus tremuloides* Michx.) [J]. Silva Fennica, 2001, 35(1):15-25.

[16] VEROMICA I E, TIMOTHY A M, TIMOTHY L W, *et al.* Genetic variation in basal area increment phenology and its correlation with growth rate in loblolly and slash pine families and clones[J]. Canadian Journal of Forest Research,2006, 36(4):961-971.

[17] 张胜,赵垦田,向瑞. 西藏砂生槐研究综述[J]. 内蒙古林业科技,2009,35(1):57-59.
ZHANG S, ZHAO K T, XIANG R. Review on *Sophora moorcroftiana* in Tibet[J]. Journal of Inner Mongolia Forestry Science & Technology,2009,35(1):57-59. (in Chinese)

[18] 李亚峰,宁明世,张胜利,等. 山杏等四种灌木树种的种源苗期试验[J]. 内蒙古农业大学学报:自然科学版,2005,26(4):17-22.
LI Y F, NING M S, ZHANG S L, *et al.* The provenance test at seedlingstage of four shrub species [J]. Journal of Inner Mongolia A cultural University: Natural Science Edition, 2005,26(4):17-22. (in Chinese)

(上接 143 页)

[10] 傅松玲,吴照柏. 美国山核桃嫁接与栽培技术研究[J]. 经济林研究,2001,19(4):11-13.
FU S L, WU Z B. Techniques for pecan grafting and horticulture[J]. Economic Forest Reseaches, 2001,19(4):11-13. (in Chinese)

[11] 姚维娜,汪祥顺,汪孝成,等. 山核桃嫁接技术[J]. 经济林研究,2010,28(1):56-61.
YAO W N, WANG X S, WANG X C, *et al.* Grafting techniques in *Carya cathayensis* [J]. Nonwood Forest Research, 2010,28(1):56-61. (in Chinese)

[12] 赵辉,李保国,齐国辉,等. 不同部位芽片对核桃方块形芽接成活及生长的影响[J]. 西北林学院学报,2007, 22(6):56-59.
ZHAO H, LI B G, QI G H, *et al.* Effects of different bud on square budding survival rate and grafted seedlings growth of *Juglans regia* L. [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2007, 22(6):56-59. (in Chinese)

[13] 翟敏,李永荣,董凤祥,等. 南京地区薄壳山核桃不同时期嫁接试验研究[J]. 林业实用技术,2011,(2):6-8.

[14] 习学良,范志远,邹伟烈,等. 东京山核桃砧对美国山核桃嫁接成活率及树体生长结果的影响[J]. 西北林学院学报,2006,21(2):76-79.
XI X L, FANG Z Y, ZOU W L, *et al.* Effect of *Carya tonkinensis* rootstocks on survival rate of grafting and growth of *C. ilionensis* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2006, 21(2):76-79. (in Chinese)

[15] 史俊燕,樊金拴,严江. 酚类物质及其相关酶对核桃嫁接成活的影响[J]. 西北林学院学报,2005,20(1):80-83.
SHI J Y, FAN J S, YAN J. The effect of polyphenol and relative enzyme on walnut grafting[J]. Journal of Northwest Forestry University,2005,20(1):80-83. (in Chinese)