

# 栎属不同种源树种的出苗及生长过程

李亚男<sup>1,2</sup>, 李东胜<sup>3</sup>, 许中旗<sup>1,2\*</sup>, 虞晓凡<sup>1</sup>

(1. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071000; 2. 河北省林木种质资源与森林保护重点实验室, 河北 保定 071000;  
3. 河北林业勘察设计院, 河北 石家庄 050051)

**摘 要:**收集 8 个种源地 7 个栎属树种(蒙古栎、栓皮栎、短柄枹栎、槲栎、锐齿槲栎、辽东栎、槲子栎)在保定市进行了栽培试验。结果表明,不同种源地栎属不同树种在出苗时间、出苗率及高生长过程等方面存在显著差异。出苗最早的雾灵山蒙古栎与出苗最晚的武安栓皮栎相差 15 d,帽儿山蒙古栎出苗时间比原产地提前 37 d;不同种源地栎属树种出苗持续时间存在较大差异,雾灵山蒙古栎出苗持续时间最长,为 65 d,而宝天曼短柄枹栎的持续时间只有 30 d;不同种源地栎属树种的高生长过程基本一致,都经历一个慢-快-慢的生长节律,多数都在 40 d 以内完成高生长,但高生长持续时间有较大差异。出苗率及苗期高生长量与种子千粒重相关关系显著,千粒重越大,高生长量越大,千粒重中等的种子出苗率最高,千粒重较小和较大的种子出苗率都比较低。综合幼苗期各方面的特征来看,雾灵山蒙古栎在保定地区表现较好,适用于该地区造林。

**关键词:**栎属;种源;出苗率;高生长;种子大小

**中图分类号:**S723.1      **文献标志码:**A      **文章编号:**1001-7461(2014)04-0139-06

## The Process of Emergence and Height Growth of *Quercus* Species in Different Provenances

LI Ya-nan<sup>1,2</sup>, LI Dong-sheng<sup>3</sup>, XU Zhong-qi<sup>1,2\*</sup>, YU Xiao-fan<sup>1</sup>

(1. Forestry College, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China; 2. Key Laboratory of Forest Tree Germplasm Resources and The Forest Protection of Hebei Province, Baoding, Hebei 071000, China;  
3. Forestry Survey and Design Institute of Hebei Province, Shijiazhuang, Hebei 050051, China)

**Abstract:**To understand the differences of *Quercus* species in emergence and height growth, 7 species of *Quercus* (*Q. mongolica*, *Q. variabilis*, *Q. glandulifera* var. *brevipetiolata*, *Q. aliena*, *Q. aliena* var. *acuteserrata*, *Q. liaotungensi*, *Q. baronii*) distributed in 8 provenances (Maoershan Mountain of Heilongjiang, Changbai Mountain of Jilin, Benxi Caohekou of Liaoning, Laotudingzi National Nature Reserve of Liaoning, Wu'an of Hebei, Chengde Wuling Mountain of Hebei, Jiyuan of Henan, Baotianman Nature Reserve of Henan) were collected and cultivated in Baoding of Hebei. The results showed that there were significant differences in emergence time, emergence rate, height growth processes among them. The seedlings of *Q. mongolica* from Wulingshan came out 15 days earlier than *Q. variabilis* from Wu'an, and the seedlings of *Q. mongolica* from Maoershan came out over 30 days earlier in Baoding than in its origin location. The longest emergence duration was *Q. mongolica* from Wulingshan (65 days), and the shortest one was *Q. glandulifera* var. *brevipetiolata* (30 days) from Baotianman. There was a similar height growth process among species with a low-high-low pattern, and most of them completed height growth within 40 days with different durations. There was a positive significant relationship between height growth and thousand kernel weights of seeds, and a relationship between emergence rates and thousand

收稿日期:2013-10-30    修回日期:2014-01-18

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划项目(2011BAD38B0605);河北省科技厅科技支撑项目(10236728)。

作者简介:李亚男,女,硕士研究生,研究方向:森林生态学。E-mail: liyanan8369@126.com。

\* 通信作者:许中旗,男,教授,研究方向:森林生态学。E-mail: xzq7110@163.com。

kernel weights of seeds. The seeds with medium seed weight had the highest emergence rate, and both lower seed weight and higher seed weight had lower emergence rates. Based on the performance during the seedling, *Q. mongolica* was considered as a suitable one for afforestation in the Baoding.

**Key words:** *Quercus*; provenance; germination rate; high growth; seed size

壳斗科(Fagaceae)是北半球温带森林和亚热带森林的重要成分之一。栎属(*Quercus*)是壳斗科中种类最多、分布最广的属<sup>[1]</sup>。全世界栎属大约有450种以上,中国的栎属植物约130余种,常绿栎类分布在秦岭、淮河以南以及热带、亚热带中高山地区,落叶栎广布于全国各地<sup>[2]</sup>。栎属树种在地球陆地生态系统中占据重要位置,具有重要的生态和经济价值,是各地区重要的造林树种<sup>[3]</sup>。了解栎类的生物学及生态学特征是合理经营及利用栎类树种的基础。蒙古栎的高生长属于短速型,在东北地区大约在30 d内完成高生长过程<sup>[4]</sup>。在帽儿山地区蒙古栎出苗后高生长在12~14 d内完成,短速型的生长特征非常明显<sup>[5]</sup>。屈红军<sup>[6]</sup>对带岭试验地25个蒙古栎种源幼苗阶段的生长研究表明,蒙古栎种源各生长性状存在着显著性差异,造林时种源选择是十分必要的。近年来,我国陆续从国外引进了一些栎属树种,并进行了大量的引种试验。发现从美国引进的3种栎属树种(北方红栎(*Quercus rubra*)、柳叶栎(*Q. phello*)、红栎(*Q. coccinea*))21个种源的发芽时间、发芽率、高生长节律和物候期有明显差异<sup>[7-10]</sup>。河北省地处暖温带,是蒙古栎、辽东栎、栓皮栎等栎属树种的重要分布区<sup>[11]</sup>。由于长期的频繁干扰,以栎属树种为优势种的森林群落受到了严重破坏,或者退化为灌丛、草地,或者被人工的针叶纯林所取代。采取有效措施恢复当地以栎属树种为建群种的森林群落是当地林业建设的重要任务。本研究来自于8个种源地的7个栎属树种为研究对象,比较分析了它们在保定地区的出苗过程及苗期生长过程,以了解不同种源地的不同栎属树种在该地区的表现,为在该地区保护和发展栎属树种资源,恢复以栎属树种为优势种的森林植被提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究地概况

保定市位于太行山北部东麓,冀中平原西部,属南温带亚湿润气候区,春季干旱多风,夏季炎热多雨,秋季气候凉爽,冬季寒冷少雪,四季分明。年均气温差距较大,平原为12.7℃,山区为7.4℃。1月平均气温,平原为-5℃,山区为-12℃。7月平均气温,平原为27℃,山区为22℃。极端最低气温为26.8℃,最高

气温43.3℃(市区)。年日照2 447~2 871 h。无霜期165~210 d。年均降水量575.4 mm。

该地区属于暖温带落叶阔叶林区,常见的植被类型有寒温性针叶林、温性针叶林、落叶阔叶林、寒温性灌丛、温性灌丛、山地落叶灌草丛、山地草丛、山地草甸、平原沼泽化草甸等。槲栎、蒙古栎、栓皮栎等树种在该地区有广泛的分布。

### 1.2 材料

7个栎属树种来自于8个中国的主要栎属树种分布区,分别为黑龙江帽儿山、吉林长白山、辽宁本溪草河口、辽宁老秃顶子自然保护区、河北承德雾灵山、河北武安、河南济源、河南宝天曼自然保护区。7个树种分别为蒙古栎、槲栎、锐齿槲栎、栓皮栎、短柄抱栎、辽东栎、榧子栎(表1)。

### 1.3 播种及观测

将所收集种源在河北农业大学标本园进行播种试验。播种时间为2010年10月。先将试验田规划为14个3 m×3 m的小样地,并进行整地,然后选择个大、饱满、色泽好的种子进行播种,播种前要将种子在水中浸泡24 h。播种时,种子要横放,覆土3~5 cm,并轻轻压实。之后定期进行除草、浇水等作业,待种子萌发后开始进行记录、测量。

自2011年4月份开始出苗后,每天进行出苗过程的观测,记录各树种每天的出苗数量。同时,每一种源选择5株观测并记录苗期的高生长过程。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同种源栎属树种的出苗时间及出苗率

各种源地栎属不同树种的出苗时间及出苗持续时间有很大不同。从出苗时间来看,雾灵山蒙古栎出苗时间最早为4月9日,其次为草河口蒙古栎、老秃顶子蒙古栎、武安辽东栎和济源槲栎,落后7 d;济源栓皮栎、武安槲栎、宝天曼锐齿槲栎和济源榧子栎落后9 d;帽儿山蒙古栎和宝天曼栓皮栎落后11 d;宝天曼短柄抱栎落后13 d;长白山蒙古栎和武安栓皮栎出苗时间最晚,落后15 d(表2)。以上结果说明,除雾灵山外,各种源地尽管距离较远,但出苗时间相对集中,都集中在4月16日到4月24日之间。

雾灵山蒙古栎出苗时间最早可能是由于雾灵山距离保定的空间距离更近,其气候条件与保定也更为接近的缘故。另外,在帽儿山地区,蒙古栎的出苗

时间在 5 月 26 日左右<sup>[5]</sup>,而本研究中帽儿山蒙古栎的出苗时间在 4 月 20 日左右,提前了 37 d。这主要是由于,与帽儿山相比,保定春季气温回升期较早,从而使出苗时间比原产地提前。刘冬云<sup>[12]</sup>等对山丹的研究结果,以及梅莉娟<sup>[13]</sup>等对郁金香的研究结果都得出了类似的结论。

表 1 不同种源栎属物种及种源地概况

Table 1 The provenances of different <i>Quercus</i> species and their original location conditions				
树种	编号	种源地	千粒重/g	地理位置
蒙古栎( <i>Quercus mongolica</i> )	1	黑龙江省帽儿山	1 117.34	E127°30′—127°34′,N45°20′—45°25′
	2	吉林省长白山	1 501.56	E127°28′—128°16′,N41°42′—42°25′
	3	辽宁本溪草河口	617.96	E123°34′—125°46′,N40°49′—41°35′
	4	辽宁老秃顶子自然保护区	787.68	E124°41′—125°05′,N41°11′—41°21′
	5	河北承德雾灵山,	889.40	E117°17′—117°3′,N40°29′—40°38′
栓皮栎( <i>Q. variabilis</i> )	6	河北省武安	—	E114°12′26″,N 36°41′50″
	7	河南省济源	1 662.35	E112°36′—112°57′,N35°04′—35°08′
	8	河南宝天曼自然保护区	1 711.30	E111°35′—112°10′,N33°06′—33°34′
短柄抱栎( <i>Q. glandulifera</i> var. <i>brevipetiolata</i> )	9	河南宝天曼自然保护区	230.78	E111°35′—112°10′,N33°06′—33°34′
槲栎( <i>Q. aliena</i> )	10	河北省武安	723.91	E114°12′26″,N 36°41′50″
	11	河南省济源	882.28	E112°36′—112°57′,N35°04′—35°08′
锐齿槲栎( <i>Q. aliena</i> var. <i>acuteserrata</i> )	12	河南宝天曼自然保护区	723.69	E111°35′—112°10′,N33°06′—33°34′
辽东栎( <i>Q. liaotungensis</i> )	13	河北省武安	1 083.10	E114°12′26″,N 36°41′50″
槿子栎( <i>Q. baronii</i> )	14	河南省济源	745.14	E112°36′—112°57′,N35°04′—35°08′

表 2 不同栎树树种、种源间出苗特性

Table 2 Emergence process of different <i>Quercus</i> species and different provenances					
树种	种源地	出苗持续时间		出苗高峰期	出苗率/%
		日期	天数/d		
蒙古栎	帽儿山	4.20—5.31	41	4.28—5.19	24.67
	长白山	4.24—6.26	63	4.28—5.19	31.78
	草河口	4.16—6.08	53	5.17—5.19	9.56
	老秃顶子	4.16—6.08	53	4.26—5.12	32.00
	雾灵山	4.09—6.13	65	4.16—5.12	45.11
栓皮栎	武安	4.24—6.13	50	5.10—5.12	11.11
	济源	4.18—5.22	34	4.18—5.05	23.78
	宝天曼	4.20—6.08	49	4.20—5.10	26.22
短柄抱栎	宝天曼	4.22—5.22	30	5.17—5.19	10.00
槲栎	武安	4.18—6.08	51	4.22—4.24/5.10—5.12	35.33
	济源	4.16—6.08	53	4.18—5.05	21.11
锐齿槲栎	宝天曼	4.18—6.13	56	4.20—4.24/5.10—5.12/5.19—5.22	42.00
辽东栎	武安	4.16—6.13	58	4.24—5.12	24.67
槿子栎	济源	4.18—5.27	39	4.20—5.12	16.89

从出苗持续时间的长短来看,可分为长(>50 d)、中(40~50 d)、短(<40 d)3类。持续时间长的有 9 个,分别为雾灵山蒙古栎(65 d)、长白山蒙古栎(63 d)、武安辽东栎(58 d)、宝天曼锐齿槲栎(56 d)、草河口蒙古栎(53 d)、老秃顶子蒙古栎(53 d)、济源槲栎(53 d)、武安槲栎(51 d)、武安栓皮栎(50 d);持续时间中等的有 2 个树种,分别为帽儿山蒙古栎(41 d)、宝天曼栓皮栎(49 d);持续时间短的有 3 个树种,分别为济源栓皮栎(34 d)、济源槿子栎(39 d)、宝天曼短柄抱栎(30 d)。可见不同种源地栎树树种的出苗持续时间有很大差异,但都比较长,在 30 d 以上。许中旗<sup>[8]</sup>在帽儿山的播种实验表明,该地区

出苗时间约为 40 d 左右,与帽儿山蒙古栎在保定地区的出苗持续时间(41 d)相近。

另外,各个树种的出苗过程都经历了低—高—低的过程变化(图 1),都有一个出苗的高峰期,根据高峰期到来的早晚可分为早(<10 d)、中(10~20 d)、晚(>20 d)。其中济源栓皮栎和宝天曼栓皮栎、济源槲栎、济源槿子栎、长白山蒙古栎的出苗高峰期与宝天曼锐齿槲栎和武安槲栎的第 1 个出苗高峰期到来最早,出苗后 4 d 便马上进入高峰期;雾灵山蒙古栎、武安辽东栎和帽儿山蒙古栎出苗后 7 d 达到高峰期;其次是老秃顶子蒙古栎和武安栓皮栎,出苗高峰期分别在出苗后 10、16 d;武安槲栎和宝天曼锐

齿槲栎的第2个出苗高峰期、宝天曼短柄抱栎的出苗高峰期到来较晚,分别在出苗后22 d、25 d。同时,有的树种的出苗高峰期有多个,如武安槲栎和宝天曼锐齿槲栎分别有2个和3个高峰期。

不同栎属树种在保定的出苗率普遍较低,均在50%以下(表2)。根据不同栎树树种的出苗率不同将出苗率分为高(>40%)、中(20%~40%)、低(<20%)3等,其中雾灵山蒙古栎和宝天曼锐齿槲栎的

出苗率最高,分别为45.11%、42%;其次是武安槲栎、老秃顶子蒙古栎、长白山蒙古栎分别为35.33%、32%、31.78%;宝天曼栓皮栎、帽儿山蒙古栎、武安辽东栎、济源栓皮栎、济源槲栎分别为26.22%、24.67%、24.67%、23.78%、21.11%,这些栎树树种的出苗率比较接近;出苗率最低的是济源僵子栎、武安栓皮栎、宝天曼短柄抱栎和草河口蒙古栎,分别为16.89%、11.11%、10%、9.56%。

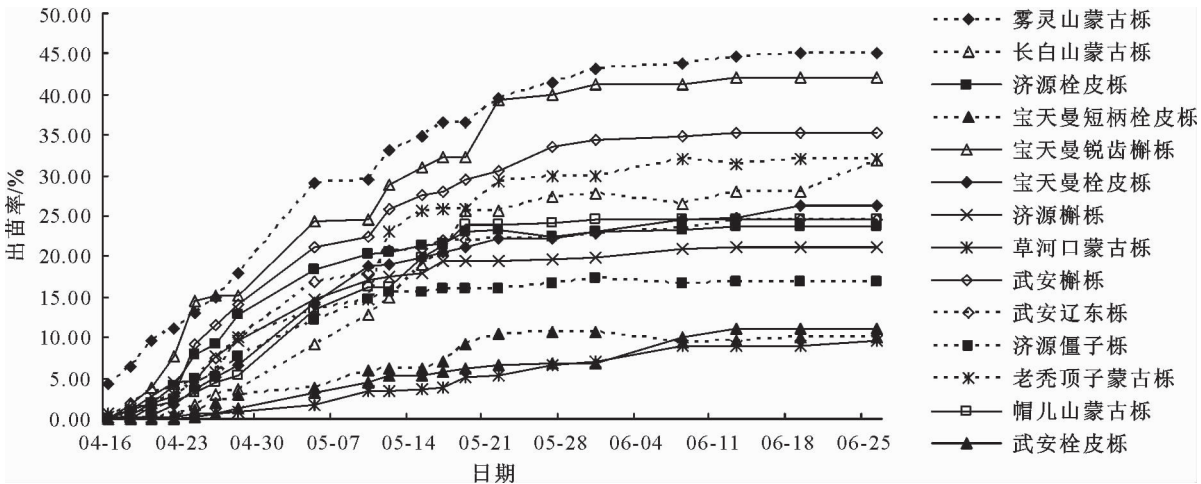


图1 不同栎树树种的出苗过程

Fig. 1 Emergence process of different *Quercus* species and different provenances

2.2 不同种源栎属树种高生长过程

苗高是衡量苗木长势的重要指标,也在一定程度上反映了植物对环境的适应程度<sup>[11]</sup>。根据高生长持续时间长短的不同,将不同栎属树种的苗期高生长持续时间可分为长(>30 d)、中(20~30 d)、短(<20 d)3类。其中持续时间长的有6个树种,分别为济源僵子栎(54 d)、济源槲栎(41 d)、武安辽东栎(34 d)、帽儿山蒙古栎(32 d)、宝天曼栓皮栎(32 d)、宝天曼短柄抱栎(32 d);持续时间中等的有5个树种,分别是武安栓皮栎(30 d)、草河口蒙古栎(27 d)、长白山蒙古栎(27 d)、济源栓皮栎(22 d)、武安槲栎(20 d);持续时间短的有3个树种,分别为老秃顶子蒙古栎(10 d)、雾灵山蒙古栎(9 d)、宝天曼锐齿槲栎(8 d)。以上结果说明,不同种源的栎属树种高生长持续时间具有明显差异。

各个种源的各个树种的高生长规律总体上符合慢—快—慢的“S”型生长节律,因此都有明显的速生期(图2)。不同栎树树种的高生长多从4月18日或20日开始进入速生期,到5月中下旬高生长量逐渐下降,最后趋于停止。同时,不同树种的速生期开始时间及持续时间的长短有明显差异。老秃顶子和雾灵山蒙古栎的速生期最早,且持续时间最短,在4月18日—20日之间;武安槲栎、济源槲栎和宝天曼短柄抱栎及帽儿山蒙古栎的苗期高生长速生期均

为4月20日—28日;长白山蒙古栎和草河口蒙古栎,为4月22日—5月05日。厉月桥<sup>[14]</sup>等的研究也表明蒙古栎与辽东栎的高生长存在慢—快—慢的“S”型生长节律。

不同栎树树种在苗期的高生长量均较小,都在18 cm以下(图2)。其中,栓皮栎的高生长量最大,武安栓皮栎、济源栓皮栎和宝天曼栓皮栎的高生长量分别为16.2、12.9 cm和10.8 cm;其次为济源僵子栎,其高生长量为9.1 cm;高生长量最小的是宝天曼短柄抱栎,仅为4.8 cm;其他的高生长量在6~9 cm之间。

2.3 种粒大小对高生长及出苗率的影响

种子的重量在一定程度上可以表示种子的质量,重量越大种子贮存的营养物质越多,越有利于种子的发芽和生长。由图3可以看出,栎树不同树种1年生幼苗的高生长量与种子的千粒重有显著的相关关系,千粒重越大,幼苗的高生长量越大。这主要是因为蒙古栎属于典型的短速生长型树种,栎树从种子萌发到幼苗开始进行光合作用,主要利用种子中贮存的养分,其当年的高生长量决定于前一年的养分的积累状况<sup>[15]</sup>,而1年生蒙古栎幼苗的高生长量则主要决定于种子中贮存营养物质的多少,千粒重越大说明存贮的营养物质越多,则高生长量越大。

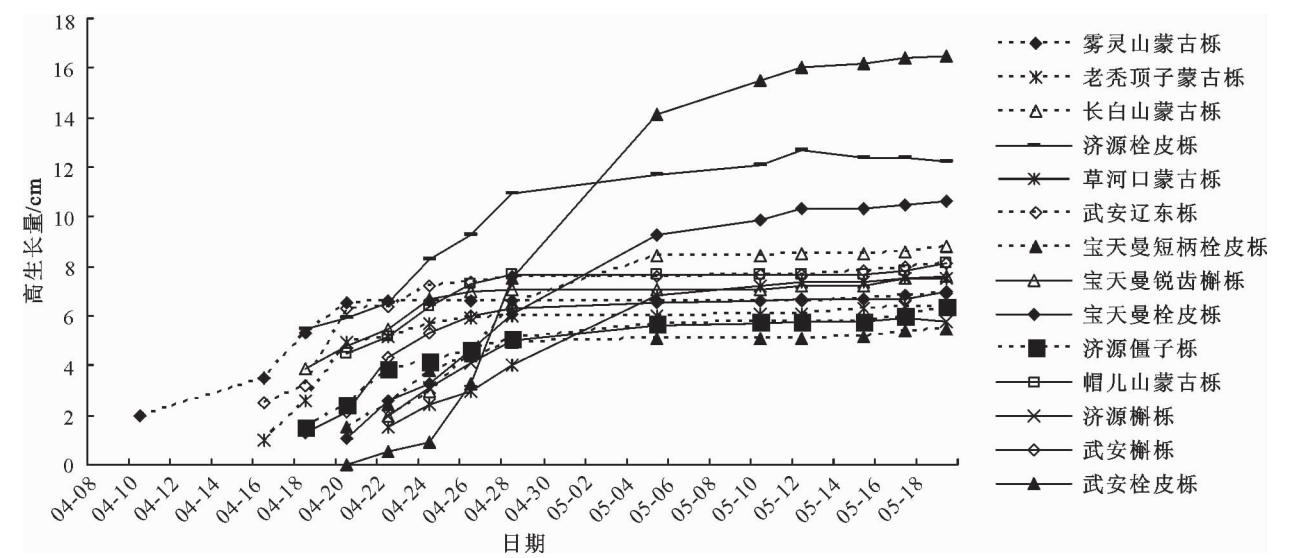


图 2 不同栎树树种苗期高生长过程

Fig. 2 The height growth of seedlings of different *Quercus* species

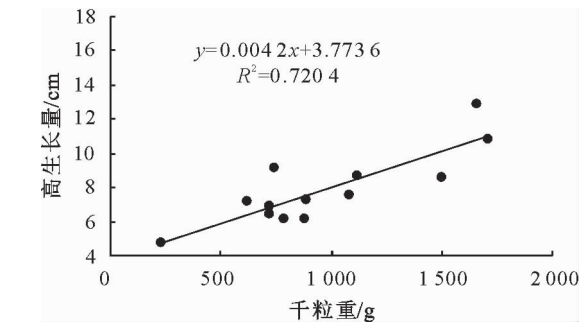


图 3 高生长量与千粒重的相关关系

Fig. 3 The relationship between height growths and thousand kernel weights

栎树不同种源树种的出苗率与种子千粒重之间存在一定的相关性,二者的相关关系呈开口向下的抛物线形状(图 4)。这说明千粒重中等的种子具有最高的出苗率,而千粒重较小和较大的种子,出苗率都较低。其原因可能在于千粒重小的种子品质较差,出苗率较低,而千粒重大的种子意味着种粒比较大,其发芽对土壤条件,特别是土壤水分有较高的要求,在水分不足的情况下,其出苗率会受到影响,因此出苗率也比较低。汪企明<sup>[7]</sup>等在对美国引进的不同栎树种源进行研究时发现,种子重量和出苗率无显著相关,可能的原因在于其引种试验的地点在江苏的江宁县,属亚热带季风气候,降水充沛,年均降水量在 1 200 mm 以上,土壤水分不会成为栎树种子萌发的限制因子,而保定年均降水量约为 575 mm,干旱尤其是春季干旱经常成为植物种子萌发的限制因子,大粒种子所受影响更大。由此,在栎树树种出苗期间补充水分会有利于提高种子的出苗率。吉春容<sup>[16]</sup>等对冬小麦的盆栽试验结果发现,小麦种子大小对出苗率影响较小。彭鸿嘉<sup>[17]</sup>在对牧

草种子研究,高和平<sup>[18-19]</sup>等对豇豆、大豆、玉米种子的研究都发现,种子大小与出苗率呈显著正相关。可见,植物的出苗率与种子大小的关系非常复杂,与植物的种类及环境条件密切相关。

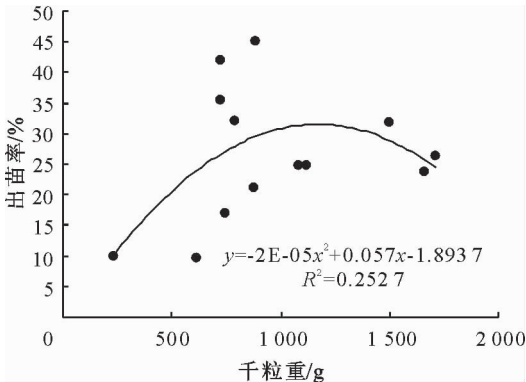


图 4 出苗率与千粒重相关关系

Fig. 4 The relationship between emergence rate s and thousand kernel weights

3 结论与讨论

不同种源地栎属的不同树种的出苗过程存在明显差异,距离保定最近的雾灵山蒙古栎出苗时间最早,帽儿山蒙古栎出苗时间与原产地相比提前 37 d,多数树种的最早出苗时间都集中于 4 月 16 日—4 月 24 日之间,各树种出苗持续时间有很大差异,雾灵山蒙古栎出苗持续时间与宝天曼短柄抱栎的持续时间相差 35 d。

不同种源地栎属树种的的高生长过程基本一致,均呈现慢—快—慢的“S”型曲线,多数都在 40 d 以内完成高生长,短速生长特征明显。高生长量与种子千粒重呈明显的正相关关系。

各树种在保定的出苗率都较低,都低于 50%,

以雾灵山蒙古栎出苗率最高;出苗率与千粒重也有一定的相关关系,千粒重中等的种子出苗率最高,千粒重较小和较大的种子,出苗率都比较低。

综合幼苗期各方面的特征来看,雾灵山蒙古栎在保定地区表现最好,在该地区造林时应优先选择来自雾灵山的种源。

参考文献:

[1] 唐晓倩,刘广全,李庆梅,等. 8 种落叶栎类种子形态特征比较分析[J]. 西北林学院学报, 2012,27(4):60-64.  
TANG X Q,LIU G Q, LI Q M,*et al.* Comparison and analysis on morphological indices of 8 special of deciduous oak seeds [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2012,27(4): 60-64. (in Chinese)

[2] 李文英,顾万春. 栎属植物遗传多样性研究进展[J]. 世界林业研究,2002,15(2):42-48.  
LI W Y,GU W C. Advances in genetic diversity in oaks[J]. World Forestry Research, 2002,15(2):42-48. (in Chinese)

[3] 曲式曾,张文辉,李景侠. 陕南栎类资源现状调查[J]. 西北林学院学报,1990,5(1):75-81.  
QU S Z, ZHANG W H,LI J X. Investigation ion oak forest resource in South Shaanxi[J]. Journal of Northeast Forestry University, 1990,5(1):75-81. (in Chinese)

[4] 周晓峰,王义弘, 赵惠勋. 几个主要用材树种的生长节律(一)[J]. 东北林业大学学报,1981,33(2):49-60.  
ZHOU X F,WANG Y H, ZHAO H X. Growth rhythm of some important tree speies[J]. J. of Northeast Forestry University, 1981,33(2):49-60. (in Chinese)

[5] 许中旗. 蒙古栎林的更新、生长及其生产力的研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,1996:8-13.

[6] 屈红军,孟庆彬,张忠林,等. 蒙古栎苗期种源分析[J]. 植物研究,2013,33(2):166-173.  
QU H J, MENG Q B, ZHANG Z L, *et al.* Provenance analysis of mongolian oak at seedling stage[J]. Bulletin of Botanical Research,2013,33(2):166-173. (in Chinese)

[7] 汪企明,李晓储,黄利斌,等. 美国栎属种源引种、变异研究:种子及苗期生长研究[J]. 江苏林业科技,1999,26(1)1-6.  
WANG Q M,LI X Q,HUANG L B, *et al.* Studies on the variation of provenances and families in the Genus *Quercus* of a-merican;seed and seedling variation. [J]. Journal of Jiangsu Forestry Science and Technology, 1999,26(1):1-6. (in Chinese)

[8] 汪企明,李晓储,黄利斌,等. 美国栎属种源引种、变异研究:幼树年生高生长节律和物候期的变异[J]. 江苏林业科技,2000,27(4):1-6.  
WANG Q M,LI X Q,HUANG L B,*et al.* Studies on the variations of provenances and families in the Genus *Quercus* of A-merican;variations in the annual height growth rhythm and phenological phase in two-year-old saplings[J]. Journal of Jiangsu Forestry Science and Technology, 2000,27(4):1-6. (in Chinese)

[9] 刘春林,曹基武,吴毅,等. 几种国外栎属树种引种育苗试验[J]. 林业科技开发,2008,22(1):78-80.

[10] 黄钟玉,张建良,朱建方,等. 苏州市引种美国栎属种源试验初报[J]. 江苏林业科技,2000,27(4):14-15.  
HUANG Z Y,ZHANG J L,ZHU J F, *et al.* A preliminary study on the introduction of American oaks in Suzhou City [J]. Journal of Jiangsu Forestry Science and Technology, 2000,27(4):14-15. (in Chinese)

[11] 河北森林编辑委员会. 河北森林[M]. 北京:中国林业出版社,1988:5-40.

[12] 刘冬云,梁隐泉,李佳琦,等. 不同山丹局群在保定的生长特性分析[J]. 植物遗传资源学报,2013,14(2):74-81.  
LIU D Y,LIANG Y Q,LI J Q, *et al.* The growth characteristics of different *Lilium pumilum* populations in Baoding[J]. Journal of Plant Genetic Resources,2013,14(2):74-81. (in Chinese)

[13] 梅莉娟,谭敦炎. 伊犁郁金香和阿尔泰郁金香不同局群的物候特点[J]. 新疆农业大学学报,2006,29(4):18-21.  
MEI L J,TAN D Y. Phenological characteristics in different populations of *Tulipa iliensis* Regel and *Tulipa altaica* Pall ex Spreng[J]. Journal of Xinjiang Agricultural University, 2006,29(4):18-21. (in Chinese)

[14] 厉月桥,吴志庄,李刚,等. 蒙古栎与辽东栎幼苗生长规律与生物量特征[J]. 安徽农业科学,2011,39(21):12927-12930.  
LI Y Q,WU Z Z, LI G, *et al.* Characteristics of Growth rhythm and biomass of *Quercus mongolica* and *Quercus liaotungensi* at seedling stage[J]. Journal of Anhui Agricultural Science, 2011,39(21):12927-12930. (in Chinese)

[15] 许中旗,黄选瑞,徐成立. 光照条件对蒙古栎幼苗生长及形态特征的影响[J]. 生态学报,2009,29(3):1121-1128.  
XU Z Q,HUANG X R,XU C L. The impacts of light conditions on the growth and morphology of *Quercus Mongolica* seedlings[J]. Acta Ecologica Sinica, 2009,29(3):1121-1128. (in Chinese)

[16] 吉春容,李世清,李生秀. 品种、种子大小和施肥对冬小麦生物学特性的影响[J]. 生态学报,2007,27(6):2498-2506.  
JI C R, LI S Q, LI S X. Effect of variety, seed size and fertilizer on biological characteristics of winter wheat[J]. Acta Ecologica Sinica,2007,27(6):2498-2506. (in Chinese)

[17] 彭鸿嘉. 六种牧草种子大小和播种深度对出苗的影响[J]. 草业科学,2001,18(6):30-35.  
PENG H J. Effects of seed size and seedling depth on emergence of six perennial grasses [J]. Pratacultural Science, 2001,18(6):30-35. (in Chinese)

[18] 高和平,邹礼平,徐云清,等. 大豆、玉米种子的千粒重与发芽成苗关系的研究[J]. 种子,2001(5):25-26.  
GAO H P, ZOU L P, XU Y Q, *et al.* Study on the relation between seed germination, seedlings development and seed's thousand-grain weight of soybean and corn[J]. Seed, 2001(5):25-26. (in Chinese)

[19] 高和平,邹礼平,江凤琼. 豇豆种子的千粒重与发芽成苗关系的研究[J]. 种子科技,2001(4):225-227.