

不同地理种源桔梗种子性状及苗期生长分析

杨旭¹, 杨志玲¹, 周彬清^{1,2}, 谭梓峰¹

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2. 南京林业大学森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037)

摘要: 对来源于不同产地的 43 份桔梗 [*Platycodon grandiflorus* (Jaeq.) A. DC.] 种子的地理变异、种子特性及幼苗生长状况进行了分析。根据不同种源桔梗种子的特性、发芽率及幼苗的生长状况, 利用聚类分析方法可将供试的桔梗种源大致分为南方和北方 2 个地理种源, 其中北方种源的种子颗粒较大, 千粒重达 1.21 ~ 1.35 g; 南方种源的种子发芽率高 (65% ~ 71%), 种子千粒重为 1.15 ~ 1.20 g, 幼苗生长健壮, 根系较发达。此外, 桔梗种子的发芽率与纬度呈明显的负相关, 桔梗幼苗地上部分的生长与根茎的生长存在显著的相关性, 可作为早期间苗及幼苗筛选的标准。研究结果表明, 来源于安徽亳州及安徽太和的桔梗种源适合在浙江富阳地区栽培。

关键词: 桔梗; 种源; 发芽率; 幼苗生长特性

中图分类号: S567.024; S330.2 文献标志码: A 文章编号: 1004-0978(2008)01-0066-05

Analyses of seed characteristics and seedling growth status of *Platycodon grandiflorus* from different geographical provenances YANG Xu¹, YANG Zhi-ling¹, ZHOU Bin-qing^{1,2}, TAN Zi-feng¹
(1. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, China; 2. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2008, 17(1): 66-70

Abstract: Seed geographic variation, seed characteristics and seedling growth status of forty-three provenances of *Platycodon grandiflorus* (Jaeq.) A. DC. from different locations were studied. According to seed characteristics, germination rate and seedling growth status, these provenances of *P. grandiflorus* could be potentially divided into two geographical provenances including south provenance and north provenance by cluster analysis method. The north provenance seeds were much bigger and 1 000 grain weight reached to 1.21 - 1.35 g. While the germination rate of the south ones was higher (65% - 71%), and 1 000 grain weight reached to 1.15 - 1.20 g, the growth of seedlings was stronger and root system was flourishing. Moreover, the germination rate of *P. grandiflorus* seeds had a negative relationship with latitude, the growth of above-ground parts had a close relation with rhizome growth, which could be took as standards of chopping-out and selecting *P. grandiflorus* seedlings. It is suggested that the provenances from Bozhou and Taihe in Anhui Province are suitable for cultivating in Fuyang of Zhejiang Province.

Key words: *Platycodon grandiflorus* (Jaeq.) A. DC.; provenance; germination rate; characteristics of seedling growth

桔梗是常用的传统中药材之一, 为桔梗科 (Campanulaceae) 植物桔梗 [*Platycodon grandiflorus* (Jaeq.) A. DC.] 的干燥根, 具有宣肺祛痰、利咽排脓等功效。桔梗分布区域较广, 东北、华北、华中及华南等地均有分布, 并且在大部分地区有引种栽培, 长期以来形成以山东淄博、内蒙古赤峰、安徽太和及浙江磐安等地为中心的四大主产区和以陕西商洛、河南桐柏及四川梓潼等地为中心的次产区。由于栽种时桔梗种子的来源广而复杂, 各种源地自然环境

条件差异显著, 使桔梗种子的发芽率和出苗率较低, 严重影响了桔梗的产量和质量。目前, 针对桔梗的化学成分、种子储藏条件、发芽特性、萌发条件、栽培措施以及组织培养^[1-7]等已有大量的研究报道, 但

收稿日期: 2007-05-14

基金项目: 浙江省科技攻关计划项目“低糖低 Zn/Cu 比的营养保健品桔梗选育研究”(2005C32G3030027)

作者简介: 杨旭(1979—), 女, 浙江建德人, 硕士, 研究实习员, 主要从事药用植物资源开发利用方面的工作。

对于不同种源桔梗种子的质量评价及引种后幼苗适应性的研究还未见报道。

作者对不同种源桔梗种子的地理变异、萌发特性及引种后幼苗的生长状况进行了研究分析,以期揭示地理环境对桔梗种子特性及幼苗生长的影响,为优质桔梗种源的筛选和桔梗种子的生产提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 实验地自然概况

实验样地位于浙江省富阳市新义乡千家村,地理位置为东经119°57'、北纬30°06'。该区域为低丘地貌,坡度15°~25°,属于亚热带季风性气候,春夏季雨热基本同步,秋冬季光温互补。年平均温度16.0℃,极端最高温度40.2℃,极端最低温度

-15.0℃;年降水量1509mm,降水主要集中在5月份至9月份,高降水强度和暴雨天气较多。全年无霜期319.2d,太阳辐射量450.9kJ·cm⁻²,年日照时间约1700h。土壤为油红泥,土层厚度50~100cm,土体干时坚硬,粘粒含量占全剖面的45%以上,砂粒含量近40%,粘着性和粘结性强。全剖面pH5.5~pH6.0,有机质含量2%,全磷含量0.03%~0.04%,土壤可耕性较差。

1.2 材料

供试的桔梗种子于2005年9月至10月收集于内蒙古赤峰、山东淄博、安徽亳州、安徽太和、陕西商洛、河南桐柏和浙江磐安等地,样本数分别为9、10、6、4、6、6和2份,共计43份,均为当地原生品种。将采集到的桔梗种子放入密闭鸡心瓶中,置于4℃冰箱中干燥保存。各种源地的基本情况如表1。

表1 供试桔梗产地的概况

Table 1 Survey of locations of *Platycodon grandiflorus* (Jaeq.) A. DC. provenances

产地 Location	经度/(°) Longitude	纬度/(°) Latitude	地形 Topography	气候类型 Climate type	年均温/℃ Mean annual temperature	年降水量/mm Annual precipitation
内蒙古赤峰 Chifeng of Inner Mongolia	118.90	42.20	高原 Plateau	寒温带大陆性气候 Cold temperate continental climate	-7.0	35
山东淄博 Zibo of Shandong	118.10	36.80	丘陵盆地 Hilly basin	温带海洋性气候 Temperate oceanic climate	12.7	801
安徽亳州 Bozhou of Anhui	115.70	33.90	平原 Plain	暖温带半湿润季风气候 Warm temperate semi-humid monsoon climate	14.5	811
安徽太和 Taihe of Anhui	115.61	33.16	平原 Plain	暖温带半湿润季风气候 Warm temperate semi-humid monsoon climate	14.3	846
陕西商洛 Shangluo of Shaanxi	109.90	34.30	丘陵 Hill	暖温带山地气候 Warm temperate mountain climate	11.1	700
河南桐柏 Tongbai of He'nan	113.30	32.30	山地 Mountain	亚热带向暖温带过渡气候 Subtropical to warm temperate transition climate	15.1	933
浙江磐安 Pan'an of Zhejiang	120.40	29.00	山地 Mountain	亚热带海洋性气候 Subtropical oceanic climate	16.1	1573

1.3 方法

于2006年4月对43份桔梗种子进行发芽率、生活力及千粒重的测定。随机选取100粒桔梗种子,置于垫有3层滤纸的培养皿中,并保持滤纸湿润。将培养皿置于恒温光照培养箱中发芽,连续4d没有种子发芽即视为发芽结束,计算桔梗种子的发芽率。桔梗种子生活力采用氯化三苯四氮唑(TTC)染色法进行测定^[8]。随机选取1000粒桔梗种子,精确称取其质量,所得数据即为种子的千粒重^[9]。以上实验均重复3次。

将43份桔梗种子播种于实验地内,采用随机区组实验设计,各重复3次。各小区面积均为10m²(10m×1m),两行区行距0.4m。开沟深0.03~0.04m,播种后覆土0.02m,稍震压后接平畦面。播种2个月后,各种源分别采集幼苗15株,测量幼苗的株高、叶对数、叶面积、幼苗鲜质量、根长、根茎直径及根茎鲜质量等数据;装袋烘干后称取幼苗干质量和根茎干质量;叶面积采用纸重法进行测量^[10]。

1.4 数据处理

种子发芽率的计算公式为:发芽率=(已发芽种

子数/供试种子总数) × 100%; 种子生活力的计算公式为: 种子生活力 = (染色种子数/供试种子总数) × 100%。采用 DPS 软件对实验数据进行相关的处理和分析。

2 结果和分析

2.1 不同种源桔梗种子的性状分析

桔梗种子呈卵状椭圆形, 黑褐色, 具光泽, 表面有极细的条纹, 一侧有翅, 种脐位于较窄的一端。对不同产地桔梗种子的观察结果显示, 各产地种子的外观差异较小。其中, 内蒙古赤峰种源的桔梗种子颗粒较大, 呈长椭圆形, 色泽偏黄; 安徽亳州及太和种源的桔梗种子则相对较小, 稍短且饱满, 呈黑褐色, 有明显光泽。

从各种源地桔梗种子千粒重的数据统计结果可以看出, 不同产地桔梗种子的质量有显著差异。北方各种源地(包括内蒙古赤峰、山东淄博、陕西商洛、河南桐柏等地)桔梗种子的千粒重明显高于南方各种源地(包括安徽亳州、安徽太和及浙江磐安等地), 千粒重达 1.21 ~ 1.35 g, 其中, 内蒙古赤峰的桔梗种子千粒重最大; 南方各种源地桔梗种子的千粒重较小, 种子千粒重为 1.15 ~ 1.20 g。

由桔梗种子质量与地理生态因子的相关性分析可以看出, 桔梗种子的质量与纬度呈明显的正相关, 纬度越高, 种子质量越大, 相关系数可以达到 0.76 ($P < 0.05$), 这种相关性很大程度上是由年平均温度的差异造成的 ($R = 0.89, P < 0.01$)。此外, 桔梗种子的质量与降水量变化也存在一定的相关性 ($R = -0.43, P < 0.05$)。

2.2 不同种源桔梗种子发芽率的比较

桔梗种子播种 5 ~ 7 d 后胚根开始大量萌发, 1 周后胚芽开始萌发, 为子叶出土型。不同产地桔梗种子的发芽率和生活力见表 2。由表 2 可以看出, 不同种源地桔梗种子的发芽率仅为 53% ~ 75%, 这与桔梗种子是短命种子、不耐储藏、隔年种子生活力显著下降有关。在 7 个产地中, 河南桐柏、安徽亳州及太和、浙江磐安的桔梗种子发芽率均相对较高, 都在 70% 左右, 而陕西商洛、内蒙古赤峰和山东淄博的桔梗种子发芽率则相对较低。

根据各种源地的地理生态因子, 对桔梗种子的发芽率进行相关性分析, 结果表明, 桔梗种子的

发芽率与纬度呈明显的负相关 ($R = -0.71, P < 0.01$), 而与经度的相关性则并不显著 ($R = 0.14, P > 0.05$)。

表 2 不同产地桔梗种子的发芽率和生活力比较 ($\bar{X} \pm SD$)
Table 2 Comparisons of the germination rate and the viability of *Platycodon grandiflorus* (Jacq.) A. DC. seeds from different locations ($\bar{X} \pm SD$)

产地 Location	种子发芽率/% Seed germination rate	种子生活力/% Seed viability
陕西商洛 Shangluo of Shaanxi	0.53 ± 0.24	0.55 ± 0.29
河南桐柏 Tongbai of He'nan	0.75 ± 0.04	0.70 ± 0.09
山东淄博 Zibo of Shandong	0.57 ± 0.26	0.56 ± 0.20
内蒙古赤峰 Chifeng of Inner Mongolia	0.55 ± 0.07	0.54 ± 0.25
浙江磐安 Pan'an of Zhejiang	0.71 ± 0.01	0.74 ± 0.25
安徽亳州 Bozhou of Anhui	0.69 ± 0.19	0.64 ± 0.27
安徽太和 Taihe of Anhui	0.65 ± 0.10	0.69 ± 0.08

2.3 不同种源桔梗幼苗生长状况的比较

播种约半个月, 桔梗种子萌发, 子叶陆续伸出地面, 20 d 后种子开始大量萌发, 并向上生长出多枚真叶, 向下生长出纺锤状的根系。各种源桔梗种子萌发后幼苗的生长状况及生物量的测量结果见表 3。由表 3 可知, 播种 60 d 后, 桔梗幼苗地上部分高 3 ~ 4 cm, 有 3 ~ 4 对真叶, 真叶面积达 2 ~ 4 cm², 已经完全能进行光合作用、满足自身的营养需求; 根也有了一定的生长, 已完成从原始的胚根向贮藏根转换的过程。

通过对不同种源桔梗幼苗生长状况的分析可知, 各种源幼苗地上部分生长状况的差异不明显, 除陕西商洛产桔梗幼苗的株高稍矮外, 各种源桔梗幼苗的叶片对数、叶片大小、幼苗鲜质量和幼苗干质量等指标的差异均不显著。不同种源桔梗幼苗地下部分的生长表现出一定的差异。根茎是桔梗的主要药用部分, 其质量和产量是药材生产的关键。从表 3 可以看出, 桔梗幼苗根的长度、根茎的直径以及根茎的质量都以安徽亳州及太和种源的最好, 产自陕西商洛的桔梗幼苗的根系发育较差。此外, 从根茎的外形可以看出, 产自山东淄博的桔梗幼苗的根茎分叉较多, 产自陕西商洛和浙江磐安的桔梗幼苗的根茎有少量分叉。由于分叉少的桔梗药材品质较好, 因此, 来源于山东淄博的桔梗种源引种栽培后其药材质量较差。

表 3 不同种源桔梗幼苗生长状况的比较 ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

Table 3 Comparison of growth status of *Platycodon grandiflorus* (Jaeq.) A. DC. seedlings from different locations ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

产地 Location	苗高/cm Seedling height	叶片数 Number of leaf	叶面积/cm ² Leaf area	幼苗鲜质量/g Seedling fresh weight	幼苗干质量/g Seedling dry weight
陕西商洛 Shangluo of Shaanxi	2.25 ± 1.41b	3.25 ± 0.46a	1.87 ± 0.60a	0.14 ± 0.06a	0.02 ± 0.01a
河南桐柏 Tongbai of He'nan	3.22 ± 0.91ab	3.80 ± 0.84a	2.58 ± 0.73a	0.25 ± 0.16a	0.04 ± 0.02a
山东淄博 Zibo of Shandong	2.95 ± 1.28ab	3.33 ± 0.52a	2.38 ± 0.53a	0.19 ± 0.06a	0.03 ± 0.01a
内蒙古赤峰 Chifeng of Inner Mongolia	3.80 ± 0.99a	3.67 ± 0.52a	2.89 ± 0.79a	0.25 ± 0.09a	0.03 ± 0.01a
浙江磐安 Pan'an of Zhejiang	2.42 ± 0.80ab	3.20 ± 0.45a	2.19 ± 0.87a	0.15 ± 0.10a	0.02 ± 0.01a
安徽亳州 Bozhou of Anhui	3.01 ± 1.07ab	3.71 ± 0.95a	2.66 ± 1.83a	0.24 ± 0.19a	0.04 ± 0.03a
安徽太和 Taihe of Anhui	3.23 ± 1.28ab	3.43 ± 0.79a	3.64 ± 2.69a	0.26 ± 0.18a	0.04 ± 0.04a

产地 Location	根茎鲜质量/g Rhizome fresh weight	根茎干质量/g Rhizome dry weight	根长/cm Root length	根茎直径/cm Rhizome diameter
陕西商洛 Shangluo of Shaanxi	0.03 ± 0.02a	0.01 ± 0.00a	2.79 ± 1.20b	0.18 ± 0.03b
河南桐柏 Tongbai of He'nan	0.06 ± 0.06ab	0.02 ± 0.03a	3.68 ± 0.70ab	0.19 ± 0.06ab
山东淄博 Zibo of Shandong	0.05 ± 0.01ab	0.02 ± 0.01a	3.68 ± 1.00ab	0.20 ± 0.05b
内蒙古赤峰 Chifeng of Inner Mongolia	0.05 ± 0.03ab	0.01 ± 0.01a	3.98 ± 1.25ab	0.19 ± 0.01ab
浙江磐安 Pan'an of Zhejiang	0.04 ± 0.02ab	0.01 ± 0.01a	3.42 ± 1.25ab	0.13 ± 0.03ab
安徽亳州 Bozhou of Anhui	0.10 ± 0.07ab	0.03 ± 0.03a	4.87 ± 1.33a	0.22 ± 0.06a
安徽太和 Taihe of Anhui	0.11 ± 0.11a	0.03 ± 0.03a	5.16 ± 2.68a	0.20 ± 0.12a

¹⁾ 同列中的不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$) Different letters in the same column indicate the significant difference ($P < 0.05$).

2.4 桔梗种子质量及幼苗生长状况的相关性分析

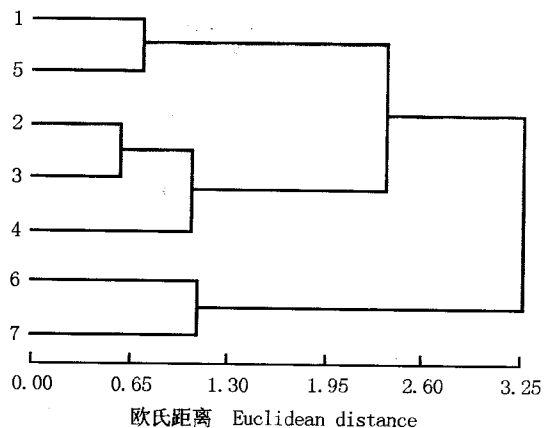
桔梗种子千粒重与幼苗生长状况间的相关分析结果表明,桔梗种子的千粒重与其幼苗的株高及叶片数有显著的相关性 ($R = 0.62, P < 0.01; R = 0.47, P < 0.01$),与根茎的鲜质量和干质量有一定的负相关性 ($R = -0.44, P < 0.05; R = -0.37, P < 0.05$),与幼苗其他性状间的相关性并不显著。由于千粒重较高的种子含有的营养物质也较丰富,因而千粒重较高的种子可为幼苗的高生长提供更多的营养。

桔梗幼苗各性状间的相关性有一定的差异。幼苗的株高、叶面积及叶片数与苗的鲜质量和干质量有显著的相关性 ($P < 0.01$),说明幼苗的质量主要是由株高、叶片数和叶面积 3 个因素决定的。此外,株高、叶片数及叶面积与根茎质量、根长和根茎直径均有一定的相关性 ($P < 0.05$),这是由于叶片是植株的主要营养器官,叶片的有效光合作用面积越大,光合产物积累就越多,对根的生长影响就越显著。根茎质量与根长的相关性极显著 ($P < 0.01$),而与根茎直径的相关性则并不显著,说明桔梗的根系在幼苗期间主要完成向下生长的过程,其直径的增加将在纵向生长过程完成后进行。

2.5 聚类分析结果

选取不同种源桔梗种子的性状、发芽率及幼苗

生长状况等 10 个性状,并汇总为 7 个种源地,用欧氏距离离差平方和法进行聚类分析,结果见图 1。由图 1 可见,欧式距离取 2.60,供试的 7 个种源地可大体分为 2 个种源区,即南方种源区和北方种源区。其中,南方种源区包括安徽亳州和安徽太和 2 个种源地,种子千粒重低、发芽率高、幼苗生长健壮;北方种源区包括陕西商洛、河南桐柏、山东淄博、内蒙古



1. 陕西商洛 Shangluo of Shaanxi; 2. 河南桐柏 Tongbai of He'nan; 3. 山东淄博 Zibo of Shandong; 4. 内蒙古赤峰 Chifeng of Inner Mongolia; 5. 浙江磐安 Pan'an of Zhejiang; 6. 安徽亳州 Bozhou of Anhui; 7. 安徽太和 Taihe of Anhui.

图 1 不同产地桔梗的聚类图

Fig. 1 Cluster dendrogram of *Platycodon grandiflorus* (Jaeq.) A. DC. from different locations

赤峰和浙江磐安5个种源地,种子较大、千粒重高,但发芽率较低、幼苗根系生长较差。

此外,由图1还可知,种源区的划分与原产地的地理位置有一定的关系,地理位置近的种源基本被划分在同一种源区内,只有浙江磐安种源的归属仍有待商榷,这可能与供试样本数较少有关。

3 小结和讨论

不同种源种子的大小和质量的变化趋势很大程度上是纬度伴随环境条件改变的结果,随着纬度的降低,热量因子逐渐增加,温度逐渐升高,这种变化在北部种源区比南部种源区更加明显,因此,可将桔梗种子的变异模式称为由南至北的变异模式,属于这种变化模式的还有面包树(*Brosimum alicastrum* Sw.)^[11]等种类种子。

植物种子的发芽率在很大程度上取决于引种地与原产地气候条件的差异程度,差异越小,种子的发芽率就越高^[12]。桔梗种子是短命种子,经过储藏后发芽率变化尤为明显,但种子发芽率与生长地的地理环境和气候因子是否存在显著的对应模式还有待进一步探讨。

桔梗幼苗地上部分的生长与地下部分的生长存在显著的相关性。一般来说,苗高又壮且叶片有效光合作用面积大的植株,其地下部分的生长也较充分,根长而饱满,因此,地上部分生长指标可作为桔梗早期间苗和幼苗筛选的标准。

虽然桔梗的分布区比较广泛,但仍可根据其种子及幼苗生长的各项指标分为北方种源区和南方种源区。引种时,应按照引种地的实际地理气候情况,尽量选择同一种源区内地理气候因子相近的地区作

为种源区进行引种,以保证引种后桔梗种子有较高的萌发率、幼苗生长状况良好。

根据桔梗种子的发芽率及幼苗的生长状况可以看出,安徽亳州及太和的桔梗种子在浙江省富阳市引种后的种子发芽率较高,幼苗生长也比较健壮,根系长度、直径和质量的增长均较快,引种后适应性好,为较合适的引种种源区。

参考文献:

- [1] 朱丹妮,舒 雯,鄧 慧,等. HPLC-ELSD法测定桔梗中桔梗皂苷D的含量[J]. 植物资源与环境学报, 2001, 10(4): 11-13.
- [2] 黄家总,邱明珠,傅家瑞,等. 贮藏条件对益母草、桔梗和白木种子发芽率的影响[J]. 热带亚热带植物学报, 2000, 8(4): 365-368.
- [3] 王岳峰,胡国宣,王艳秋,等. 桔梗种子发芽率的研究[J]. 中国野生植物资源, 1995(2): 61-63.
- [4] 赵 敏,徐兆飞,王荣华. 桔梗种子内源抑制物质特性的研究[J]. 东北林业大学学报, 2000, 28(1): 51-54.
- [5] 杨延庆,徐同印. 桔梗的高产栽培技术[J]. 时珍国医国药, 2001, 12(7): 592.
- [6] 艾鹏飞,卢利平. 桔梗试管苗茎尖玻璃化法超低温保存及植株再生[J]. 中草药, 2006, 37(9): 1409-1411.
- [7] 舒 雯,高山林. 桔梗的组织培养[J]. 植物资源与环境学报, 2001, 10(3): 63-64.
- [8] 陈建勋. 植物生理学实验指导[M]. 广州:华南理工大学出版社, 2002: 100-101.
- [9] 颜启传. 种子检验原理和技术[M]. 杭州:浙江大学出版社, 2001: 63-75.
- [10] 黄永敬,卢美英,何全光,等. 芒果叶面积测定方法的研究[J]. 广西热带农业, 2004, 91(2): 1-3.
- [11] Lopez M. Geneecological differentiation in provenances of *Brosimum alicastrum*: a tree of moist tropical forests[J]. Forest Ecology and Management, 1987, 21(3/4): 197-208.
- [12] 李晓洁,徐化成. 白皮松种子发芽习性及其种源变异的研究[J]. 林业科学, 1989, 25(2): 97-105.