

不同种源青檀种子的营养成分 及种子活力的差异*

方升佐 朱梅 唐罗忠 洪香香 李火根

(南京林业大学森林资源与环境学院, 南京 210037)

摘要 以采自安徽(AH)、山东(SD)及江苏(JS)的6个青檀(*Pteroceltis tatarinowii* Maxim.)种源种子为材料,测定各种源种子营养成分含量及种子活力。6个种源种子的蛋白质、可溶性糖、淀粉及粗脂肪含量存在较大差异。在种子品质上,6个种源种子千粒重、浸泡液电导率及简化种子活力指数(SVIS)也存在显著差异。种子中各营养成分含量的高低与SVIS的大小密切相关,复相关系数达0.8223,以蛋白质含量对SVIS的影响最大,淀粉和粗脂肪含量影响次之,可溶性糖含量影响最小。采用模糊聚类分析法,以种子千粒重、电导率及SVIS为评价指标,可将6个种源种子品质划分为三大类:第一类包括SD₁、AH₁和JS₁3个种源,种子品质较好;第二类仅为AH₃种源,品质中等;第三类包括AH₂和SD₂2个种源,品质较差。

关键词 青檀;种源;营养成分;种子活力;种子品质

A preliminary study on seed nutrient ingredient contents and seed vigour for various provenances of *Pteroceltis tatarinowii* Maxim. Fang Sheng-Zuo, Zhu Mei, Tang Luo-Zhong, Fu Xiang-Xiang and Li Huo-Gen (College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037), *J. Plant Resour. & Environ.* 1998, 7(2): 16~21

Based on the seeds of *Pteroceltis tatarinowii* Maxim. collected from Anhui, Shandong and Jiangsu Provinces, the differences of seed nutrient ingredient contents and the seed vigour were compared among the six provenances. The results indicated that there were a great difference in protein, soluble sugar, starch and crude fat contents among them. Significant disparity in weight per 1 000 seeds, electric conductivity and seed vigour index also existed. Regression analysis showed that the contents of nutrient ingredient in seeds had a good relationship with the seed vigour index ($R=0.8223$) and the effect of the protein content on seed vigour was the biggest, the starch and crude fat was the second and the soluble sugar was the least. According to the weight per 1 000 seeds, electric conductivity and seed vigour index, six provenances of *P. tatarinowii* could be divided into three groups by using Fuzzy Cluster Method. The first group including SD₁, AH₁ and JS₁ has a high seed vigour, the second group (only AH₃ provenance) possess a middle and the third group including AH₂ and SD₂ own a low seed vigour.

Key words *Pteroceltis tatarinowii* Maxim.; nutrient ingredient; seed vigour; seed quality

* 南京林业大学校科研发展基金资助项目的部分内容

方升佐,男,1963年9月生,在职博士生,副教授,主要从事森林培育学的研究

收稿日期 1997-12-08

青檀(*Pteroceltis tatarinowii* Maxim.)是我国特有的珍贵树种,耐旱耐湿,为石灰岩山地和河岸造林的先锋树种。青檀的韧皮部(檀皮)是我国文房四宝之一宝——宣纸的高级原料;青檀木材坚硬细密,是建筑和高档家具用材;其叶含17种氨基酸和多种微量元素,可作为高级营养型饲料添加剂^[1]。目前,宣城地区生产的宣纸畅销国内及日本、美国和东南亚,产品供不应求。近年来,由于宣纸生产规模的扩大,檀皮这一独特原料已不能满足造纸业发展的需要,约60%的檀皮原料从外省、市购进,给宣纸生产带来一定的影响^[2~4]。然而,我国对青檀的研究甚少。陶金川(1989)曾介绍宣城地区青檀资源的分布与利用情况,认为青檀是一种投资少、周期短、受益长的经济林,有广泛的发展前景^[4]。方升佐(1996)探讨了青檀栽培及檀皮采集加工技术,强调进行青檀地理种源选择及定向培育的迫切性^[3]。青檀在我国的分布区域较广,由于地理环境的不同,无疑会出现种质分化现象,在种源、个体间存在檀皮质量、生长和产量等优劣之分。因此,系统地研究青檀各地理种源在质量和产量上的差异,筛选一些优良的种源或无性系,并实行定向培育,是扩大优质檀皮原料生产,保证我国宣纸工业持续发展的重要基础。本文主要对6个青檀种源种子的营养成分及种子活力进行了分析测定,旨在为今后优良青檀种源及无性系的筛选提供一些依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

供试6个地理种源的青檀种子,于1996年11月上旬采自安徽(AH₁、AH₂和AH₃)、山东(SD₁和SD₂)和江苏(JS₁)。这些种源的分布范围为北纬29°50′~35°08′,东经117°~119°。所包括的土壤类型有山地黄红壤、石灰性土壤和下蜀系黄土。种子经自然干燥后置于0~5℃中贮藏。1997年春测定各指标,并进行田间播种。

1.2 测定项目及研究方法

1.2.1 营养成分的测定 包括蛋白质、可溶性糖、淀粉及粗脂肪含量4个指标。蛋白质含量用考马斯亮兰法测定^[5];可溶性糖及淀粉含量用蒽酮显色法测定^[5];粗脂肪含量用索氏提取法测定^[6]。

1.2.2 种子品质指标的测定 包括种子千粒重、种子含水量、种子浸泡液电导率及种子简化活力指数(SVIS)。千粒重用百粒法测定^[7];含水量用105℃恒重法测定^[7];电导率用DDS-11A型电导仪测定^[7];简化活力指数用直立发芽板法测定^[8],其计算公式为SVIS=平均苗长(cm)×种子发芽率(%)。

1.2.3 统计分析 用叶志宏编制的SPQG软件包^[9]进行数据的相关和聚类分析。

2 结 果

2.1 青檀不同种源种子主要营养成分的差异

青檀各地理种源种子的蛋白质、可溶性糖、淀粉及粗脂肪含量存在差异(表1)。6个种源中,蛋白质含量以AH₁最高,AH₂最低,两者相差约85 mg/g;可溶性糖含量以SD₁最高,SD₂与AH₃次之,AH₁最低,仅为2.04%;6个种源中淀粉含量最高的是AH₃,SD₁次之,SD₂最低,与

AH₃相比,两者相差0.91%;各种源种子中的粗脂肪含量差异亦较大,以种源AH₃的含量最高,AH₂次之,AH₁最低。

在 $\alpha=0.05$ 时,经方差分析表明,6个种源间4种营养成分含量存在显著差异。这说明,由于各青檀种源所处的立地条件(包括气候条件和土壤条件)不同,造成各种源种子内主要营养成分含量的差异,即环境条件影响种子中营养物质的累积。同时也可以推测,这种差异最终可影响种子品质。

表1 青檀各种源种子主要营养成分含量

Tab 1 The comparison of seed nutrient ingredient contents among various provenances of *Pteroceltis tatarinowii*

种源 Provenance	营养成分含量 Nutrient ingredient contents			
	蛋白质(mg/g) Protein	可溶性糖(%) Soluble sugar	淀粉(%) Starch	粗脂肪(%) Crude fat
JS ₁	305.09 ± 20.26	2.31 ± 0.07	3.89 ± 0.10	15.69 ± 0.09
SD ₁	318.51 ± 12.79	2.64 ± 0.22	4.11 ± 0.08	15.30 ± 0.04
SD ₂	302.58 ± 26.03	2.40 ± 0.08	3.64 ± 0.33	12.90 ± 0.07
AH ₁	334.08 ± 33.02	2.04 ± 0.12	3.64 ± 0.38	11.43 ± 0.05
AH ₂	249.26 ± 14.66	2.09 ± 0.11	3.93 ± 0.17	19.80 ± 0.14
AH ₃	283.90 ± 49.35	2.40 ± 0.14	4.59 ± 0.61	21.33 ± 0.18

2.2 青檀不同地理种源种子品质指标的差异

种子品质是由种子不同特性综合而成的概念,包括品种品质和播种品质两个方面的内容^[7,10]。本文探讨了6个青檀种源种子的千粒重、含水量、电导率、发芽率及简化活力指数。

2.2.1 种子千粒重和含水量 6个青檀种源的种子千粒重及种子含水量见表2。由表2看出,6个种源间种子千粒重存在较大差异,从大到小的排列顺序为AH₁ > JS₁ > SD₁ > SD₂ > AH₃ > AH₂。平均千粒重为22.34g,千粒重最高的种源为AH₁,达25.40g,比平均值高出13.7%,而千粒重最低的种源(AH₂)比平均值低16.6%。方差分析($\alpha=0.05$)表明,6个种源种子千粒重存在显著差异。

种子千粒重是种子活力的重要指标之一。种子千粒重大,其内部的贮藏物质多,发芽迅速且整齐,出苗率高,幼苗健壮。由表2还可以看出,种源间种子含水量也存在一定差异,特别是AH₂种源不仅种子千粒重小,仅18.70g,而且种子含水量最高,达9.4%,则势必造成种子内营养物质含量更低,从而影响种子的成苗率和苗木的生长量。

2.2.2 电导率 6个青檀种源种子电导率存在明显差异(见图1),其大小顺序为AH₂ > AH₃ > SD₂ > AH₁ > JS₁ > SD₁。其中AH₂的电导率为46.68 uS,比SD₁高出20.94 uS。因此,仅从电导率这一指标看,6个青檀种源种子活力的高低顺序为SD₁ > JS₁ > AH₁ > SD₂ > AH₃ > AH₂。众多研究表明,电导率与田间出苗率存在明显负相关^[7,10-12]。高活力种子,细胞完整性好,溶液浸入种子后渗出的可溶物质少,浸泡液电导率低;低活力种子,膜的完整性差,浸泡液电导率高。农业上已成功地用电导率法测定菜豆、大豆及玉米种子的活力^[7]。

表2 不同青檀种源种子的千粒重及含水量

Tab 2 Weight per 1 000 seeds and seed moisture content of *Pteroceltis tatarinowii* for different provenances

种源 Provenance	种子千粒重(g) Weight per 1 000 seeds	种子含水量(%) Seed moisture content
JS ₁	25.00 ± 0.93	7.2
SD ₁	23.05 ± 0.56	7.5
SD ₂	21.69 ± 0.39	7.3
AH ₁	25.40 ± 0.79	6.9
AH ₂	18.70 ± 0.40	9.4
AH ₃	19.34 ± 0.24	8.6

2.2.3 简化种子活力指数 简化种子活力指数(SVIS)是把种子发芽率和幼苗生长率相结合的一种种子活力评价指标,比单用种子发芽率更能说明种子活力的高低。本文的SVIS是按种子置床20 d后的发芽率与平均苗木长度来计算的。6个种源种子的发芽率及SVIS值见图2。

图2表明,6个青檀种源种子的发芽率和SVIS有较大差异。发芽率和SVIS最高的种源是SD₁,分别为48.6%和2.03 cm;种子发芽率和SVIS最低的种源是AH₂,分别为15.2%和0.68 cm,其发芽率和SVIS仅为SD₁种源的1/3。由于SVIS是种子发芽率和幼苗生长率共同作用的结果,因此,6个种源间SVIS和发芽率的变化基本一致,但稍有差异。SVIS从大到小的排列顺序为SD₁>AH₁>JS₁>AH₃>SD₂>AH₂,与用电导率法测定的结果基本一致。

2.2.4 种子品质指标间的相关分析 种子千粒重、电导率、发芽率及SVIS都是种子品质的重要指标^[7,11~13]。因此,各评价指标间必然存在一定的内在联系。统计分析表明:6个青檀种源平均种子千粒重为22.197 g,电导率为32.973 uS,SVIS为1.375 cm,标准差分别为2.810 g、7.249 uS和0.514 cm;种子千粒重与电导率成负相关关系,相关系数为0.89,比与千粒重的相关性高。上述结果表明千粒重可说明种子的饱满度和种粒大小,但不能完全说明种子活力的高低,这与方升佐对杉木种源种子活力的研究结果一致^[8]。

用种子千粒重、电导率及SVIS 3个种子品质指标,采用模糊聚类分析法对6个青檀种子品质进行了分析,结果得到如下模糊相似性矩阵(见表3)。

由表3可以看出,JS₁与AH₁的相似系数最大,为0.9964;AH₂与SD₂的相似系数次之,为0.8538;SD₁与JS₁和AH₁的相似系数均在0.79以上,但AH₃与其他5个青檀种源的相似系数均在0.60以下。因此,综合种子千粒重、电导率及SVIS 3个种子品质指标,根据上述计算结果,可以将6个种源划为三大类;JS₁、AH₁和SD₁可归为I类;AH₃归为II类;AH₂和SD₂归为III类。其中种子品质是I优于II,II优于III。

2.3 种子营养成分与SVIS的关系

为了解种子各营养成分含量与SVIS的关系,将蛋白质含量(x₁)、可溶性糖含量(x₂)、淀粉含量(x₃)和粗脂肪含量(x₄)与SVIS(Y)进行了多元线性回归分析,得到的多元线性方程为:

$$Y = -6.91461 + 0.01773x_1 + 0.15064x_2 + 0.40038x_3 + 0.04680x_4$$

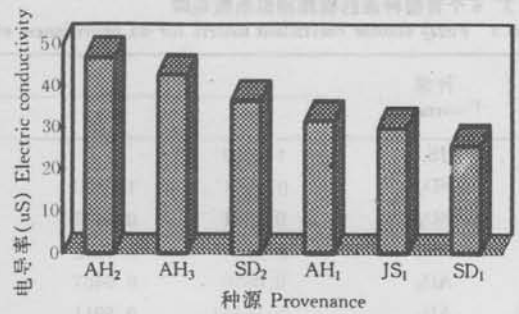


图1 6个青檀种源种子电导率的差异
Fig 1 The comparison of electric conductivity among six provenances of *Pteroceltis tatarinowii*

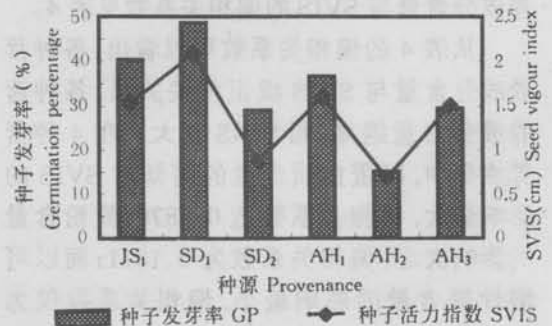


图2 6个青檀种源种子发芽率与SVIS
Fig 2 The comparison of germination percentage and seed vigour index among six provenances of *Pteroceltis tatarinowii*

表3 6个青檀种源的模糊相似系数矩阵
Tab 3 Fuzzy similar coefficient matrix for six provenances of *Pteroceltis tatarinowii*

种源 Provenance	种源 Provenance					
	JS ₁	SD ₁	SD ₂	AH ₁	AH ₂	AH ₃
JS ₁	1.0000					
SD ₁	0.7957*	1.0000				
SD ₂	0.2581	0.0477	1.0000			
AH ₁	0.9964*	0.7932*	0.2350	1.0000		
AH ₂	0.0850	0.0467	0.8538*	0.1009	1.0000	
AH ₃	0.16414	0.5911	0.4518	0.1508	0.5720	1.0000

该方程的复相关系数 $R=0.8223$, F 值 = 8.1004, 自相关 DW 值 = 2.15。经 F 检验表明, 回归线性方程在 $\alpha=0.01$ 水平下达显著相关, 即 F 值 = 8.1004 > $F_{0.01}(4, 7) = 7.85$ 。具体各营养成分含量与 SVIS 的偏相关系数见表 4。

从表 4 的偏相关系数可以看出, 各种营养成分含量与 SVIS 成正相关关系, 各种营养成分含量越高, 则 SVIS 越大。在 4 种营养成分中, 以蛋白质含量的高低对 SVIS 的影响最大, 偏相关系数达 0.5878; 淀粉含量的影响次之, 偏相关系数为 0.1871; 而以可溶性糖含量的影响最小, 偏相关系数仅为 0.1235。该分析结果比较符合影响种子活力的

表4 回归方程的偏相关系数分析

Tab 4 Partial correlation analysis of the regression equation

因子 Variables	因子 Variables				
	Y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄
Y	1.0000				
x ₁	0.5878	1.0000			
x ₂	0.1235	-0.2291	1.0000		
x ₃	0.1871	0.5694	0.4488	1.0000	
x ₄	0.1335	-0.8323	-0.3649	0.9080	1.0000

的生物学基础。由表 4 还可以看出, 青檀种子各营养成分间也存在一定的关系。粗脂肪含量与淀粉含量之间成明显的正相关, 而与蛋白质含量成负相关, 偏相关系数分别为 0.9080 和 -0.8323; 可溶性糖含量与淀粉含量亦成正相关, 偏相关系数为 0.5694。但造成青檀种子各营养成分间的这种相关关系是否具有普遍性及其生物学和生理学机制有待进一步探讨。

3 讨 论

种子的化学成分不是固定不变的值, 它们受遗传特性及环境因素两方面的影响而有一定的变化幅度。即使是同一作物的种子, 品种间化学成分的差异也很悬殊, 如向日葵种子一般含油率为 40% 左右, 而个别品种高达 70%^[7]。因此, 在农作物上可以通过选育来得到化学成分合乎理想的品种。已有研究表明, 种子中的化学成分含量, 特别是营养成分的含量与种子的活力密切相关^[7, 8, 11, 14], 对青檀的研究结果也证实这一点, 复相关系数达 0.82。至于同一植物种子化学成分含量的差异, 是遗传特性起主导作用还是环境因子起主导作用, 在各物种间存在差异, 如油桐种子的含油量, 品种间的变幅是 47.8% ~ 68.9%, 同一品种在不同气候条件下的变异是 64.2% ~ 66.2%^[7], 说明遗传特性对油桐种子含油量的影响大于气候条件; 而天麻种子的含油量, 其在不同气候带的变异比品种特性之间的差异要大^[7]。青檀各种源间营养成分含量存在明显差异, 但造成这种差异的主要原因是遗传特性还是环境条件尚不清楚, 有待进一步深入研究。

种子活力水平的差异度无论在种粒之间或在群体之间都是普遍存在的,受遗传因子和环境因子的共同影响。作为种质资源的种子,蕴藏有亲本的遗传特性,因此种子活力的高低更主要的还是取决于遗传性状。T. M. Ching(1980)引证了种子活力的遗传率很高;牟致选等(1987)对小麦不同基因型种子活力的遗传分析结果也进一步肯定种子活力强度取决于亲本的遗传特性^[11]。尹经章等^[11]和任祝三等^[15]曾就小麦、白菜品种间种子活力进行比较研究,并一致肯定了品种间活力与田间农业性状的一致性。美国衣阿华州立大学于70年代期间利用抗冷测定法原理选育出适用于早春抗寒播种的玉米品种。这说明,人们可以按照种子的内含成分,如高蛋白质、高氨基酸含量、种粒大而重或是具有强的能量代谢水平和合成能力等与高产性能的相关规律来选择杂交亲本,以加速培育高产基因型新品种,研究结果表明青檀6个种源种子活力存在显著差异,因此在今后青檀选育过程中,可以此为初步依据进行种源筛选和有目的地选择杂交亲本,达到加速选育速生、丰产、优质青檀种源或新品种之目的。

参 考 文 献

- 1 丁佐龙,何云核,高 慧等. 青檀叶的营养成分分析. 安徽农业大学学报,1997,24(10):18~20.
- 2 曹天生著. 中国宣纸. 北京:中国轻工业出版社,1993.
- 3 方升佐. 青檀栽培及檀皮采集加工技术. 林业科技开发,1996,(4):40~42.
- 4 陶金川. 宣城地区青檀资源的分布与利用. 安徽林业科技,1989,(1):15~16.
- 5 邹 琦主编. 植物生理生化实验指导. 北京:农业出版社,1995.
- 6 北京大学生物系生物化学教研室编. 生物化学实验指导. 北京:北京教育出版社,1979.
- 7 毕辛华,戴心维主编. 种子学. 北京:农业出版社,1993.
- 8 方升佐,许献文,裴忠诚等. 关于用球果比容确定杉木种子园种子采收期的探讨. 种子,1989,(5):27~30.
- 9 叶志宏编. 林木遗传改良实用统计应用软件包. 天津:南开大学出版社,1993.
- 10 Roberts E H. Seed quality. Seed Sci & Technol, 1989, 17(1):175~185.
- 11 陶嘉龄,郑光华著. 种子活力. 北京:科学出版社,1991.
- 12 Halmer P, Bewley J D. A physiological perspective on seed vigour testing. Seed Sci & Technol, 1984, 12(2): 561~576.
- 13 Perl M. Recent developments in seed physiology and biochemistry. Seed Sci & Technol, 1988, 16(1): 135~138.
- 14 Burunouf T, Biets J A. Identification of wheat cultivars and prediction of quality by reversed-phase high-performance liquid chromatographic analysis of endosperm storage protein. Seed Sci & Technol, 1987, 15(1): 79~99.
- 15 任祝三,郑光华. 测定种子活力方法的探讨: V. 幼苗分级法. 种子,1983,(3):13~15.

(责任编辑:许定发)