

# 厚朴种源差异性研究现状及未来对气候变化的响应

杨 锋 利<sup>1</sup>, 杜 保 国<sup>2</sup>

(1. 绵阳师范学院 城乡建设与规划学院, 四川 绵阳 621000; 2. 绵阳师范学院 生命科学与技术学院, 四川 绵阳 621000)

**摘 要:**种源试验是林木遗传育种的基础,是实现高效林业的基本措施。厚朴作为我国珍贵药用植物,其分布范围广,覆盖多种气候特征区域,其种源试验备受关注。不同种源之间在形态特征、生长特性、遗传基础以及药用成分含量等方面均具有显著的差异。该文对目前厚朴种源试验研究成果进行了梳理和总结,并结合当前全球气候变化的实际情况,提出了未来研究的重点方向,以期能够为资源保护、种源选择、管理栽培、遗传改良等生产实践提供指导。

**关键词:**厚朴(*Magnolia officinalis*);种源;研究进展;资源保护;气候变化

**中图分类号:**S 759.82 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)18-0206-04

厚朴(*Magnolia officinalis*)属木兰科(*Magnoliaceae*)落叶乔木,其树皮、根皮、花、种子、叶及芽均可入药,特别是树皮为名贵中药<sup>[1-2]</sup>。厚朴的药用价值备受关注,从厚朴中分离确定的化学成分已有 100 多种,主要为酚类(厚朴酚、和厚朴酚)、生物碱类(厚朴碱、木兰花碱、武当木碱、白兰花碱)和挥发油类化合物( $\beta$ -桉叶醇等 20 余种)<sup>[3]</sup>,以其作为主要成分的中西成药配方多达 200 余种<sup>[4-5]</sup>,并且在日化产品开发领域呈现出良好的应用前景<sup>[6-7]</sup>。20 世纪 60 年代以来,国内对厚朴自然分布区野生资源过度采伐导致其资源量不断减少且濒临枯竭,现已被列为国家二级重点保护树种<sup>[8]</sup>。厚朴野生资源已经远远不能满足卫生用药和生产实践需要<sup>[9]</sup>,因此人工培育受到了前所未有的重视,培育面积不断扩大。

厚朴天然分布区为北纬 24°18'~34°00',东经 102°36'~121°42',海拔 500~3 000 m 山地均有分布<sup>[10]</sup>,覆盖多样的生态区域。不同的种源由于长期受到当地的生态环境因子的影响和驯化以及地理隔离等因素,在生长、抗逆性以及全株的药用成分含量等方面均产生了显著的差异。长期以来,我国广大学者对不同种源厚朴的种子、苗期生长特性及其相关性,以及不同种源之间的抗性和药用成分含量的差异性等方面开展了大量研究工作。现对厚朴种源差异性研究成果进行总结和探讨,以

期能够为厚朴优良种源早期选择、汶川地震灾区大面积受损厚朴林分的恢复重建<sup>[11]</sup>,以及培育改良工作提供科学参考,进一步合理种植、管理和利用这一珍贵药用资源。同时结合当前气候变化对林木生长的影响,对厚朴的改良和进一步研究进行了展望。

## 1 厚朴种源现状

厚朴在分类学上可以分为 *Magnolia officinalis* (厚朴,多分布于湖北和四川)和 *M. officinalis* subsp. *biloba* (凹叶厚朴,主要分布于浙江和福建)<sup>[12]</sup>。由于人类过度开发和利用,厚朴种群呈现严重片段化。除培育品种外,目前仅在我国四川、甘肃、陕西、贵州、湖北、湖南、江西、浙江、安徽、福建等省的高山地区有零散分布<sup>[13-14]</sup>。以苗高和地径指标为基础,根据欧氏距离,学者们将 18 个厚朴种源分为了 3 类<sup>[15]</sup>或者 5 类<sup>[13]</sup>,其中安徽潜山、湖南道县种源明显不同于其它种源。

## 2 不同种源厚朴生物学特征和苗期生长特性具有明显的差异性

### 2.1 不同种源树叶形状的差异性

不同种源厚朴的树叶形状存在渐变过程<sup>[16-17]</sup>,大体上可以按照叶端分为小凸尖型、中间型和凹叶型。3 种类型在分布上有明显的区域性,分别在鄂西、闽、浙、川西和赣、湘、桂<sup>[18-19]</sup>。但 AFLP 分子标记研究表明,圆叶厚朴和凹叶厚朴之间没有明显的差异,其叶形态可能由多个基因位点共同控制,但具体机制尚不清楚<sup>[20]</sup>。

### 2.2 不同种源种子的差异性

不同种源间种子的大小和形状也存在显著差异。其中不同种源种子的长度、宽度、厚度以及种子长宽比达到极显著水平( $P < 0.01$ );种源内不同家系间种子长度、宽度和厚度也均达到极显著水平;种源间种子百粒重变异远远高于种源内家系间变异<sup>[21]</sup>。种子性状与地

**第一作者简介:**杨锋利(1978-),女,硕士,讲师,现主要从事林木遗传育种及园林植物的教学与科研工作。E-mail: yangfengli09@126.com.

**责任作者:**杜保国(1978-),男,博士研究生,副研究员,现主要从事林木遗传育种和树木生理学的教学与科研工作。E-mail: Baoguo.du@gmail.com.

**基金项目:**四川省教育厅科研资助项目(09ZB104)。

**收稿日期:**2014-07-10

理、生态因子相关性分析表明,种子的宽度、厚度以及百粒重对生态和地理因子反应较为敏感。种子的宽度、厚度以及百粒重与纬度呈显著正相关关系,而与年均温呈显著负相关<sup>[21]</sup>。各种源种子的发芽率和造林成活率之间没有显著差异,分别在 61%和 88%以上<sup>[22]</sup>。

### 2.3 不同种源苗期生长特性和形态特征的差异性及其早期选择依据

2.3.1 苗期生长特性的差异性 杨志玲等<sup>[23]</sup>对来自浙江、福建、广西、甘肃、重庆、陕西、四川 7 个省市的 15 个厚朴种源进行的采种育苗试验表明,不同种源间苗高生长节律基本一致,但不同种源幼苗的物候期参数(苗高的速生期的起止时间以及持续时间)存在明显差异。其中苗高线性生长始期最早的甘肃康县种源比最晚的福建政和种源早 21 d。广西龙胜种源的苗高线性生长末期最晚,比最早的四川宝兴种源晚 22 d。他们还发现当苗高停止生长之后,地径仍处于生长状态,因此建议将地径生长作为判断幼苗停止生长的重要指标。

2.3.2 苗期形态特征的差异性 谢群芳<sup>[24]</sup>、舒泉等<sup>[15]</sup>对来自四川、广西、云南、湖南、湖北、浙江、江西、福建、贵州和安徽等省市的厚朴种源的实生苗的主要形态特征对比研究表明,不同种源的地径生长、高生长、叶柄长、叶形指数、叶面积大小、叶脉对数、比叶重<sup>[25]</sup>、叶绿素含量、叶氮含量、主根长、侧根数、生物量(地上干生物量和地下干生物量)均存在极显著差异( $P < 0.01$ )。而不同种源间相对生长速率和净同化速率差异不显著<sup>[26]</sup>。厚朴的苗期地理变异表现为经纬双向变异,即高生长延纬度从南到北逐渐降低,叶片长度和叶脉的对数也有减小的趋势;地径生长延经度从东到西递减,但主要是以纬度变异为主。纬度、年均温及无霜期是导致苗高地理变异的主导生态因子。于华会等<sup>[13]</sup>认为在地理区系上,安徽、江西和贵州的种源表现最差,湖南的种源表现最好,其中湖南道县种源苗期各项生长指标明显优于其它种源。

2.3.3 苗期不同性状之间的相关关系以及早期选择依据 厚朴苗期不同性状之间存在明显的相关关系。苗高和地径与叶面积、单株叶片数、主根长、生物量、地下部干重及地上部干重显著正相关。叶绿素含量与地径、地上干生物量、地下干生物量、总干生物量之间呈密切的正相关<sup>[15,24,26]</sup>。叶氮含量也是影响叶片光合作用强度的一个重要指标<sup>[27]</sup>,研究表明它与地上干生物量、总干生物量之间呈极为密切的正相关<sup>[24]</sup>。另外,舒泉等<sup>[15]</sup>对 19 个厚朴种源种子的百粒重与叶片性状、苗高及地径的相关性分析表明,百粒重与苗高、叶片长、叶脉对数呈显著正相关,即厚朴种子越重,幼苗越高,叶片越长,叶脉对数越多。相反,百粒重与地径、比叶重、叶绿素相对含量呈负相关。由此可见,通过对种子特征、苗

高和地径等形态指标的早期选择就能达到间接对其它性状选择的目的<sup>[26]</sup>。关于厚朴苗期种源选择的依据,不同学者之间尚未有一致的结论。但总体来说,厚朴各种源的苗高、地径生长与经纬度呈显著相关<sup>[13]</sup>。舒泉等<sup>[15,26]</sup>研究认为,厚朴苗期种源选择的首选因子为生物量及单株叶面积,辅助因子为苗高和地径。此外,谢群芳<sup>[24]</sup>认为叶绿素含量、叶氮含量也可作为苗期种源选择的依据。

### 3 种源差异性的分子生物学研究

同工酶作为基因的直接产物,常用来研究种内种源、家系、无性系以及杂种间的遗传变异<sup>[28-30]</sup>。朱玉球等<sup>[30]</sup>对厚朴 13 个种源的 130 个 5 年生单株的谷氨酸草酰乙酸转氨酶、过氧化物酶和脂酶 3 种酶系同工酶酶谱差异进行了研究,其中酯酶的谱带较为丰富。按照 3 种酶系相似系数的聚类分析所划分的厚朴种源类群与根据叶形分化类型划分的类群<sup>[16,22]</sup>基本一致。于华会等<sup>[14]</sup>利用 ISSR 技术对四川 6 个野生厚朴种群的遗传结构进行了分析,发现 6 个厚朴种群在物种水平具有较高的遗传多样性,其中物种水平上多态位点百分比、物种水平 Nei 遗传多样性指数和 Shannon-Wiener 多样性指数分别为 81.58%、0.320 和 0.469。这可能与厚朴拥有较丰富的遗传基础和遗传变异有关,虽然受到第四纪冰川和人类开发的影响,但其祖先丰富的遗传基础得以保留。种群内部和种群间均存在极显著遗传分化,但种群内部遗传多样性不足。于华会等<sup>[14]</sup>认为这可能与野外厚朴种子萌发率相对较低、种子传播能力差、人为干扰造成的片段化所导致的近交衰退以及遗传漂变有关。

### 4 不同种源之间药用成分含量差异性

不同种源以及同一种源不同个体之间厚朴酚类含量存在极显著的差异。不同种源单株和厚朴酚含量呈由东向西递减趋势,位于东经 110°的鄂西和湘桂种源的厚朴酚类含量最高<sup>[16]</sup>。虽然各种源不同单株的厚朴酚与和厚朴酚的比值相对稳定,但厚朴酚与和厚朴酚的单独含量差异很大,在不同种源之间的差异分别达到 3 倍和 17 倍<sup>[17]</sup>。和厚朴酚含量还与树叶形状密切相关,研究表明小凸尖形厚朴的和厚朴酚含量普遍很高。

### 5 展望

#### 5.1 种源试验是厚朴改良基础工作

林木改良是实现高效林业的最基本措施,而种源试验是林木遗传育种的基础,除营林目的外,还用于物种区域划分和适应性评价等研究<sup>[20]</sup>。国内外对于主要造林和经济树种均开展了大量的种源试验,为优良种源的选择和适地适树提供了科学的指导<sup>[31]</sup>。我国广大学者进行了大量的厚朴种源试验,不仅揭示了不同种源之间在叶片形态、种子特征、苗期生长特性以及分子生物学

基础和药用成分含量方面均存在显著的差异,同时也说明了种源选择的必要性。通过不同性状之间的相关关系,为种源的早期选择提供了科学的依据。四川独特的地貌特征和气候的多变性是川朴在厚朴的众多栽培品种中口碑良好,备受推崇,四川省的厚朴产量占全国总产量的 20%左右,且在不断地增长。其中都江堰产的厚朴质量最佳,据《中药大词典》记载,都江堰厚朴是全国质量最优的。该地的土壤和气候具备了厚朴优质高产的条件,在纯天然条件下,具有生长快、产量高、皮质厚、药效含量高的特点。然而,汶川地震及其次生灾害对该地区的厚朴林分造成了严重的破坏<sup>[11]</sup>。开展种源试验研究无疑将对该地区受损厚朴林分的恢复和重建提供科学的指导。

5.2 不同种源对全球气候变化的响应机制及其差异性研究是未来研究重点之一

政府间气候变化专门委员会(IPCC)2007<sup>[32]</sup>年报告指出,1970—2004年,CO<sub>2</sub>年排放量已增加大约80%,全球大气中CO<sub>2</sub>浓度已由工业化前时代的约280 mg/L增加到2005年的379 mg/L。在未来20年气温将以每10年增加大约0.2℃的速率变暖,同时干旱等极端天气将更加常见。这将直接影响绿色植物的光合作用及其生长和发育<sup>[33]</sup>。例如,在舒泉等<sup>[26]</sup>的14个种源中,陕西宁强和甘肃康县种源的侧根数分别为15.33±2.08和14.33±2.08,明显高于其它12个种源。而对比所有种源地的生态因子可以发现,陕西宁强和甘肃康县种源的年均温分别为12.9℃和12.6℃,为所有种源中最低。

研究表明在一定程度上温度的升高、CO<sub>2</sub>浓度的增加以及氮沉降为植物的光合作用提供了更多的物质基础,另一方面也将对植物的呼吸作用造成影响,从而影响整个植物的生长和代谢系统<sup>[33-34]</sup>。植物的光合作用还受到植物营养状况<sup>[35-36]</sup>、CO<sub>2</sub>浓度<sup>[37]</sup>以及土壤水分<sup>[33,38-40]</sup>等多种因素影响,同一物种的不同种源之间在生长和抗逆性方面具有很大的差异性。因此开展不同种源厚朴对高温、CO<sub>2</sub>浓度、土壤水分和养分等非生物因素单独或者协同影响下的响应机制及其抗逆的差异性研究,将是未来厚朴丰产栽培、遗传改良以及种源选择的重要研究内容。

5.3 加强现有资源保护为进一步遗传改良提供物质基础

鉴于目前厚朴野生资源及其遗传多样性正面临锐减威胁,应该加强野生资源的保护,如通过建立种质资源圃、种子园等途径有效的保护现有资源,为今后的遗传改良提供物质基础。同时,加强开展不同种源成年树在生长、抗性、药用成分等方面的研究工作。

### 参考文献

[1] 张勇,唐方.厚朴酚药理作用的最新研究进展[J].中国中药杂志,

2012,37(23):3526-3530.

[2] 国家药典委员会.中国药典第一部[M].北京:科学出版社,2005:176.

[3] 章观德.厚朴类药用植物化学研究概况[J].中国中药杂志,1989,14(9):53-56.

[4] 王承南,夏传格.厚朴药理作用及综合利用研究进展[J].经济林研究,2003,21(3):80-81.

[5] 张永太,吴皓.厚朴药理学研究进展[J].中国中医药信息杂志,2005,12(5):96-99.

[6] 殷帅文,何旭梅,郎锋祥,等.厚朴化学成分和药理作用研究概况[J].贵州农业科学,2008,35(6):133-135.

[7] 冯瑾,李继遥,周学东.厚朴活性成分对致病菌生长和产酸影响的体外研究[J].四川大学学报(医学版),2007,38(3):456-458.

[8] 傅立国.中国植物红皮书-稀有濒危植物(第一册)[M].北京:科学出版社,1992.

[9] 初敏,丁立文,刘红,等.厚朴商品资源概述[J].中草药,2003,34(6):14-15.

[10] 孔玲.厚朴良种选择及其RAPD种源鉴别研究[D].福州:福建农林大学,2010.

[11] 杨锋利,罗国荣,杜保国.汶川地震灾区受损厚朴林的恢复和培育技术[J].江苏农业科学,2011(4):303-304.

[12] 刘玉壶,罗献瑞,吴容芳,等.中国植物志[M].30卷.1分册.北京:科学出版社,1996:119.

[13] 于华会,杨志玲,谭梓峰,等.厚朴苗期性状及种源选择初步研究[J].热带亚热带植物学报,2010,18(2):189-195.

[14] 于华会,杨志玲,刘若楠,等.四川六个厚朴种群遗传结构[J].生态学杂志,2010,29(11):2168-2174.

[15] 舒泉,杨志玲,杨旭,等.不同种源厚朴叶片性状变异及幼苗生长量研究[J].生态与农村环境学报,2009,25(4):19-25.

[16] 斯金平,潘心平.产地和树叶类型与厚朴质量的关系[J].中药材,1998,21(11):541-543.

[17] 斯金平,童再康.厚朴种质资料评价与利用研究[J].中药材,2002,25(2):79-81.

[18] 郭宝林,斯金平.厚朴DNA分子标记的研究-正品的RAPD研究[J].药学报,2001,36(5):386-389.

[19] 郭宝林,吴勖,斯金平,等.厚朴道地性的遗传学证据[J].药学实践杂志,2009,18(5):314-316.

[20] He J, Chen L, Si Y, et al. Population structure and genetic diversity distribution in wild and cultivated populations of the traditional Chinese medicinal plant *Magnolia officinalis* subsp. *biloba* (Magnoliaceae)[J]. Genetica, 2009, 135(2):233-243.

[21] 杨志玲,杨旭,谭梓峰,等.厚朴不同种源及家系种子性状的变异[J].中南林业科技大学学报(自然科学版),2009,29(5):49-55.

[22] 斯金平,刘饶.不同种源厚朴性状变异的初步研究[J].浙江林业科技,1998,18(3):13-17.

[23] 杨志玲,杨旭,谭梓峰,等.厚朴不同种源苗期生长模型的拟合[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2011,39(4):60-68.

[24] 谢群芳.厚朴种源苗期生长差异性分析[J].安徽农学通报,2012,18(17):143-145.

[25] 徐德聪,吕芳德,唐荣青.美国山核桃叶片性状及其与苗木生长量的关系[J].经济林研究,2006,24(1):16-20.

[26] 舒泉,杨志玲,杨旭,等.不同种源厚朴苗期性状变异及主成分分析[J].植物科学学报,2010,28(5):623-630.

[27] 吴良欢,陈峰.水稻叶片氮素营养对光合作用的影响[J].中国农业科学,1995,28(A01):104-107.

[28] 方伟,童再康,许世亮.部分丛生竹同工酶的研究[J].植物分类学报,



1992,30(3):219-225.

[29] 张若蕙,刘洪涛,童再康,等. 蜡梅科树种的同工酶种间和种内变异[J]. 北京林业大学学报,1995,17(1):96-102.

[30] 朱玉球,斯金平. 厚朴种源同工酶初步研究[J]. 浙江林学院学报,2000,17(1):32-36.

[31] 金国庆,秦国峰,刘伟宏,等. 不同林龄马尾松的种源选择效果[J]. 林业科学,2011,47(2):39-45.

[32] Meehl G A,Stocker T F,Collins W D,et al. Global climate projections [C]//Chapter 10, Global Climate Projections, in: Climate change, 2007: 747-845.

[33] Rennenberg H,Loreto F,Polle A,et al. Physiological responses of forest trees to heat and drought[J]. Plant Biology,2006,8(5):556-571.

[34] Melillo J M,McGuire A D,Kicklighter D W,et al. Global climate change and terrestrial net primary production[J]. Nature,1993,363(6426):234-240.

[35] 陈锦强,李明启. 不同氮素营养对黄麻叶片的光合作用,光呼吸的影

响及光呼吸与硝酸还原的关系[J]. 植物生理学报,1983(3):251-259.

[36] Norby R J,Warren J M,Iversen C M,et al. CO<sub>2</sub> enhancement of forest productivity constrained by limited nitrogen availability[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences,2010,107(45):19368-19373.

[37] 林伟宏. 植物光合作用对大气 CO<sub>2</sub> 浓度升高的反应[J]. 生态学报,1998,18(5):529-538.

[38] Flexas J,Bota J,Loreto F,et al. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C<sub>3</sub> plants[J]. Plant Biology,2004,6(3):269-279.

[39] Lewis J D,Lucash M,Olszyk D M,et al. Relationships between needle nitrogen concentration and photosynthetic responses of Douglas-fir seedlings to elevated CO<sub>2</sub> and temperature[J]. New Phytologist,2004,162(2):355-364.

[40] 付秋实,李红岭,崔健,等. 水分胁迫对辣椒光合作用及相关生理特性的影响[J]. 中国农业科学,2009,42(5):1859-1866.

## The Response of Provenance Difference of *Magnolia officinalis* to Climate Change Between the Status Quo and Future

YANG Feng-li<sup>1</sup>, DU Bao-guo<sup>2</sup>

(1. College of Urban and Rural Construction and Planning, Mianyang Normal University, Mianyang, Sichuan 621000; 2. College of Life Science and Technology, Mianyang Normal University, Mianyang, Sichuan 621000)

**Abstract:** Provenance trail is the basis of tree breeding and the basic mean for achieving efficient forestry. *Magnolia officinalis* is one precious medicinal plant species with wide distribution, which covers a number of areas with distinct climate conditions. Therefore, its provenance trails have raised considerable concern. Studies have shown that there were significant differences between different provenances in morphological characteristics, growth strategies, genetic backgrounds, as well as the contents of medicinal components. To give a well understanding of the current status, and to further provide an instructions for its provenance selection, plantation and genetic improvement, this paper briefly summarized the up to date research findings with respect to the provenance trails of *M. officinalis*. The future research interests of this plant in response to the climate change and their provenance specific variations was proposed.

**Keywords:** *Magnolia officinalis*; provenances; research progress; resource conservation; climate change

## 《种业导刊》

种业学术的交流园地 种业产业的信息媒介  
种业企业的展现舞台 种业文化的靓丽风景

《种业导刊》创刊于1981年,由河南省农业科学院主管,河南省农业科学院农业经济与信息研究所主办。

刊号:ISSN 1003-4749, CN 41-1392/S。河南省一级期刊。

《种业导刊》立足于宣传农业、宣传种业、宣传企业、宣传品种,竭诚为广大种业界同仁提供最佳、最前瞻的服务和宣传。《种业导刊》集知识性、权威性、前瞻性、实用性于一体,突出市场经济和信息时代的特点,是各级农业行政领导、农业科研与推广人员、农业院校师生、种业经营者和农业生产资料经营者的良师益友。

《种业导刊》主要栏目有政策法规、专家论坛、市场预测、特别关注、种业管理、各企专访、栽培技术、繁育制种与引种、菜蔬园艺、植物保护、问题与探讨、国外农业、工作研究、品种审定等。

《种业导刊》全年12期,每月10日出版。国内邮发代号:36-119,每期定价8.0元,全年96元,全国各地邮局均可订阅。

地址:郑州市花园路116号 河南省农业科学院《种业导刊》编辑部 邮编:450002 QQ在线:1661317955

邮箱:zydaokan@126.com 网址:种业在线(www.seedsee.com) 电话:0371-87000220 65727121 65719198