

# 板栗短雄花序芽变与母树的形态和营养差别研究

曹 波, 孙保平

(北京林业大学 水土保持学院 北京林业大学水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京 100083)

**摘 要:**以短雄花序板栗为试材,比较板栗短雄花序芽变与对照的形态特征和营养。结果表明:雄花序显著短于对照,平均长 2.2 cm,对照为 14 cm;芽变的叶片较大,营养枝和结果枝生长势都强于对照,芽变叶片和雄花序在糖类物质,蛋白质及叶绿素含量上都显著高于对照,而芽变坚果果实含糖量低于对照。

**关键词:**板栗;芽变;雄花序

**中图分类号:**S 664.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2008)12-0014-03

板栗(*Castanea mollissima* Bl.)是壳斗科栗属的坚果类植物,是我国特有干果,素有“干果之王”的美称<sup>[1]</sup>。其坚果营养丰富,味道甘美,营养价值高。板栗还具有较高的药用价值,特别是近几年来把板栗用于多种药膳之中,加工成各种不同的饮料、食品,从而加速了板栗的进一步开发利用,因此成为我国及世界重要的经济林树种。根据联合国粮农组织生产年报统计,1998 年世界板栗总产量达到了 70 万 t 以上<sup>[2]</sup>。

板栗是雌雄异花同株植物,雌花分化比雄花分化的时期晚,分化时间短、速度慢,而雄花又是特别肥大的柔荑花序,花量特别大<sup>[3]</sup>,同一植株雌雄花小花数目比例为 1:418.9,花序比例为 1:9.0 左右<sup>[5]</sup>。板栗雄花量大、雌花量相对不足、单产低而不稳是生产上急需解决的关键问题之一<sup>[6-7]</sup>。有研究表明,种植中采用人工去雄和喷施生长调节剂对板栗性别分化调控可在不同程度上增加雌花数量<sup>[4,8-11]</sup>,但进行人工去雄和喷施生长调节剂费时又费力。所以培育雄花少,雌雄花比例大的板栗优良品种便成为板栗育种目标之一。但是板栗杂交育种和实生育种周期较长,而芽变的方法进行选种,可节省大量人力物力与财力,且选育时间短,投资少,见效快方法简便,并且一般的芽变是以主栽的优良品种作为材料,可对其个别缺点进行修缮,同时又能基本上保持其原有品种的综合性状,容易获得优良品种(系)。

板栗短雄花序芽变是自然发生的雄花序短小的变

异体,据多年观察,利用变异个体的接穗嫁接后的栗树,都能保持雄花序短小的性状。而且该芽变在其它方面与原株相比均未发生明显改变,可作为一个很好的栽培品种和育种材料加以利用。该试验通过对板栗短雄花序芽变和母树雄花、叶、枝、果实的主要形态和营养进行了比较分析,以期板栗芽变选种的研究提供一定的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试材料来源于北京密云大城子镇,2004 年 6 月中旬采集雄花序,7 月下旬采集成熟叶片,9 月中旬采集成熟果实考种,带回实验室供分析。

### 1.2 试验方法

1.2.1 短雄花序板栗芽变形态测定 用直尺、游标卡尺和微尺对雄花序、雄花的花丝和花药、叶片、结果枝、营养枝进行测定。枝条形态测定采用常规田间调查方法<sup>[12]</sup>。

1.2.2 含水量的测定 采用烘干法<sup>[13]</sup>。新鲜材料称重后,放入烘箱中先在 105℃杀酶 10 min,然后降至 70℃烘至恒重,取出称量后计算含水量。

1.2.3 糖的测定 可溶性糖采用蒽酮法,还原性和总糖采用 3,5-二硝基水杨酸法,蔗糖采用间苯二酚法,多糖采用苯酚-硫酸法<sup>[13-15]</sup>。用 JA21002 型天平准确称取鲜样 1.00 g,放入研钵,加入 5 mL 80%乙醇和少量石英砂,充分研磨至匀浆,全部转移至 10 mL 离心管中,置于 75℃水浴锅中浸提 3 h,离心,取上清为待测糖液。稀释一定倍数后反应,用 UNICO UV-2100 型分光光度计测定 OD 值,可溶性糖于 620 nm 处比色,还原糖和总糖于 540 nm 处比色,蔗糖于 480 nm 处比色,多糖于 490 nm 处比色。标准曲线用 100 μg/mL 葡萄糖和 1 mg/mL 蔗糖来制作。

1.2.4 可溶性蛋白质的测定 采用考马斯亮蓝 G-250

第一作者简介:曹波(1982-),男,内蒙古自治区集宁市人,硕士,主要从事水土保持与荒漠化防治和工程绿化方面的研究工作。E-mail: caobo0156@163.com。

通讯作者:孙保平。

基金项目:国家林业科技支撑防沙治沙“十一五”示范资助项目(2006BAD26B0702)。

收稿日期:2008-07-15

法<sup>[6]</sup>。准确称取鲜样 0. 50 g, 加入 5 mL 0. 15 mol/L NaCl 提取液和少量石英砂, 充分研磨至匀浆, 全部转移至50 mL 容量瓶中, 定容, 过滤后, 取一定量的清液稀释成 1 mL 后, 加入 5 mL 考马斯亮蓝试剂反应, 于 595 nm 处比色。标准曲线用 100 μg/mL BSA 来制作。

1. 2. 5 叶片中叶绿素的测定 采用水研磨—丙酮浸提法<sup>[7]</sup>。准确称取 0. 50 g 新鲜叶片, 剪碎后, 加 5 mL 水、CaCO<sub>3</sub> 及石英砂少许, 研磨至匀浆, 再加 5 mL 水洗后并入, 吸取 2. 5 mL 置于试管中, 加丙酮 10 mL, 摇动后静置 15 min, 绿色上清液过滤到干洁试管, 分别于 663 nm 及 645 nm 处测 OD 值。用 C<sub>A</sub>、C<sub>B</sub> 分别表示叶绿素 a、叶绿素 b 的浓度 C<sub>T</sub> 为叶绿素 a 及叶绿素 b 的总浓度, 计算公式如下: C<sub>A</sub> = 12. 70D<sub>663</sub> - 2. 69D<sub>645</sub>, 叶绿素 a 含量 (mg/g FW): A=0. 1C<sub>A</sub>; C<sub>B</sub> = 22. 90D<sub>645</sub> - 4. 68D<sub>663</sub>, 叶绿素 b 含量 (mg/g FW): B=0. 1C<sub>B</sub>。

### 1. 3 数据的处理

采用 DPS 数据处理系统进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2. 1 短雄花序板栗芽变形态分析

2. 1. 1 叶和枝形态分析 芽变的叶片呈长椭圆形, 渐尖, 斜生至水平, 叶基宽楔形叶缘锯齿圆钝有小尖, 叶片深绿色, 光泽鲜亮, 叶背茸毛少。芽变叶片平均长 16. 9 cm, 宽 7. 3 cm, 叶柄平均长 1. 986 cm, 叶脉平均角度 51. 7°, 显著的大于母树。叶柄宽与母树相比差异不明显。平均每片叶有叶脉 24 条, 与母树基本无差异。由

表 1 板栗叶片形态分析

样品	叶片长	宽/ cm	叶柄	长粗/ cm	叶脉数	叶脉角度
芽变	16. 9aA	7. 3aA	1. 986aA	0. 191	24	51. 7°aA
母树	14. 9bB	6. 3bB	1. 646bB	0. 193	24	46. 6°bB

注: 用 Duncan 氏多重比较, 小写字母表示 5% 水平上的差异, 大写字母表示 1% 水平上的差异, 下同。

表 2 可知, 无论是营养枝还是结果枝芽变都较母树长且粗, 结果枝较营养枝生长旺盛, 其中结果枝平均直径为 0. 507 cm, 显著大于对照。由于结果枝长度和粗度与转化成结果母枝能力呈正相关<sup>[18]</sup>, 而母枝粗度不仅与雌花

表 5 雄花序中营养比较分析

样品	可溶性糖/ mg · g <sup>-1</sup> FW	还原糖/ mg · g <sup>-1</sup> FW	蔗糖/ mg · g <sup>-1</sup> FW	可溶性多糖/ mg · g <sup>-1</sup> FW	可溶性蛋白质/ mg · g <sup>-1</sup> FW
芽变	33. 70aA	42. 61aA	3. 11aA	53. 42aA	0. 96
母树	18. 19bB	17. 72bB	1. 95bB5	33. 96bB	0. 95

表 6 坚果果实品质比较分析

样品	含水量/ %	可溶性糖/ mg · g <sup>-1</sup> FW	还原糖/ mg · g <sup>-1</sup> FW	总糖/ mg · g <sup>-1</sup> FW	可溶性蛋白质/ mg · g <sup>-1</sup> FW
芽变	51. 72	47. 84b	12. 85bB	334. 63bB	26. 92
母树	50. 68	50. 99a	15. 54aA	365. 52aA	22. 78

### 2. 4 短雄花序板栗芽变坚果的品质分析

由表 6 可知, 芽变在含糖量上与母树存在显著差异, 其中可溶性糖平均含量为 47. 84 mg/g FW、还原糖平均含量为 12. 85 mg/g FW、总糖平均含量为 334. 63 mg/g FW, 都低于母树。在含水量和可溶性蛋白质含量

量呈正相关, 而且与产量也呈正相关<sup>[19]</sup>, 说明芽变有丰产的潜力。

表 2 板栗不同枝条类型形态分析

样品	营养枝/ cm		结果枝/ cm	
	长度	直径	长度	直径
芽变	11. 75	0. 317	25. 52	0. 507aA
母树	10. 49	0. 300	23. 63	0. 438bB

2. 1. 2 雄花序和雄花形态分析 雄花序短小是芽变与母树在形态上最显著的差别。由表 3 可知, 除了花丝长于对照外, 其它都显著小于母树。其中芽变雄花序平均长 2. 2 cm, 平均粗度为 1. 22 mm, 花丝平均长度 0. 552 mm, 花药平均直径 299. 47 μm, 分别是母树的 15. 5%、64. 7%、118. 1%、87. 6%。

表 3 板栗雄花序形态分析

样品	雄花序长度/ cm	雄花序粗度/ mm	花丝长度/ mm	花药直径/ μm
芽变	2. 2bB	1. 22bB	0. 552aA	299. 47b
母树	14. 0aA	1. 54aA	0. 455bB	340. 53a

### 2. 2 短雄花序板栗芽变叶的营养分析

由表 4 可知, 7 月下旬采集的发育成熟的叶片, 对其水分, 可溶性糖, 可溶性蛋白质和叶绿素的含量进行分析。结果显示, 在芽变中仅可溶性糖含量上显著高于母树, 平均含量为 49. 57 mg/g FW, 其它各项与对照差异不明显, 但总体上芽变都高于母树。

表 4 成熟叶片营养比较分析

样品	含水量	可溶性糖	可溶性蛋白质	色素	
	/ %	/ mg · g <sup>-1</sup> FW	/ mg · g <sup>-1</sup> FW	叶绿素 a	叶绿素 b
芽变	53. 43	49. 57a	1. 05	1. 34	0. 79
母树	53. 29	46. 19b	1. 04	0. 93	0. 48

### 2. 3 短雄花序板栗芽变雄花序的营养分析

由表 5 可知, 芽变与母树在可溶性糖、还原糖、蔗糖和可溶性多糖含量上与母树存在明显差异, 其中芽变的可溶性糖平均含量为 33. 70 mg/g FW, 还原糖平均含量 42. 61 mg/g FW, 蔗糖平均含量为 3. 11 mg/g FW, 可溶性多糖平均含量为 53. 42 mg/g FW, 都明显高于母树。在可溶性蛋白质含量上, 芽变与母树差异不明显。

### 3 结论

叶片是果树制造光合产物的主要器官, 果树叶片的大小、叶绿素含量直接影响果树的光合性能, 进而影响果树的生长和产量<sup>[20]</sup>。芽变的营养枝和结果枝的长度与母树差异不明显, 且都高于母树。

和粗度都显著大于母树, 由于结果枝长度和粗度与转化成果母枝能力呈正相关<sup>[18]</sup>, 说明短雄花序芽变具有较好的丰产稳产基础。对芽变和母树形态和营养的比较分析如下。

3.1 芽变的叶片比较大, 为  $16.9\text{ cm} \times 7.3\text{ cm}$ , 芽变在可溶性糖, 可溶性蛋白质和叶绿素含量上都高于母树, 且可溶性糖含量与母树差异显著, 平均含量为  $49.57\text{ mg/g FW}$ 。

3.2 芽变雄花序显著短于母树, 平均长  $2.2\text{ cm}$ , 母树为  $14.0\text{ cm}$ , 雄花序在可溶性糖, 还原糖, 蔗糖和可溶性多糖及可溶性蛋白质含量上都高于母树, 平均含量分别为  $33.70, 42.61, 3.11, 53.42\text{ mg/g FW}$ , 营养丰富, 可见雄花序短小并不是由于生长期缺乏营养所致。芽变雄花序长度和粗度以及花药直径都显著低于母树, 因此虽然板栗过多的雄花能消耗掉大约  $40\% \sim 60\%$  的树体营养, 造成板栗产量低而不稳定<sup>[21]</sup>, 但芽变的雄花序短小, 长度只有一般板栗的  $1/6$  左右, 虽然在雄花发育阶段营养高于母树, 但总体来说在一定程度上可以节省树体养分, 促进树体生长和花芽分化, 促进雌花发育<sup>[22]</sup>, 增加产量。

3.3 芽变坚果果实可溶性蛋白质高于母树, 平均含量为  $26.92\text{ mg/g FW}$ , 可溶性糖, 还原糖和总糖含量上略低于母树, 平均含量分别为  $47.84, 12.85, 334.63\text{ mg/g FW}$ , 芽变坚果果实品质稍逊于母树。

#### 参考文献

- [1] 齐敏, 岳崇峰, 李玉梅. 板栗的药用价值及开发利用[J]. 中国林副特产, 1998, 42(3): 51-52.
- [2] Brenman T C. Involvement of hydrogen peroxide in the regulation of senescence in pear[J]. Plantphysiol 1997(59): 411-416.
- [3] 王永宏, 孙益知, 李方向. 板栗花芽分化特点与调控技术研究进展[J]. 西北农业学报, 2001, 10(2): 115-118.
- [4] 魏永宝, 张百芹. 板栗疏雄效果初步观察[J]. 河北果树, 1994 20(1): 36.
- [5] 杨国顺, 刘昆玉, 倪建军, 等. 植物生长调节剂对板栗花芽性别分化及结果枝生长的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2001, 27(1):

14-15.

- [6] 夏仁学, 马梦亭. 影响板栗雌雄花序形成因子的探讨[J]. 果树科学, 1989, 6(2): 77-84.
- [7] 夏仁学, 马梦亭. 罗田板栗主要品种若干开花结果习性观察[J]. 湖北林业科技, 1990(2): 17-21.
- [8] Yang Q G. Effect of ethephon  $\text{GA}_3$  and nutrient elements on sex expression of Chinese chestnut, scientia[J]. Horticulturae, 1985, 26: 209-215.
- [9] 朱长进. 生长调节剂与板栗生长成花及结果的影响[J]. 林业科学研究, 1992, 5(3): 311-316.
- [10] 杨其光. 植物激素和尿素对板栗性别表现的影响[J]. 林业科学, 1982, 18(3): 323-328.
- [11] 苏梦云, 顾炳贤, 应廷龙. 应用 NOK 调节素促进板栗增产试验初报[J]. 林业科技通讯, 1992(2): 24-26.
- [12] 姜国高. 板栗早实丰产栽培技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995, 18, 40-56.
- [13] 张良志. 植物生理学试验指导[M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 1990: 160-162.
- [14] 林加涵, 魏文玲, 彭宣宪. 现代生物学实验(下册)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 7-8.
- [15] 中国科学院上海植物生理研究所, 上海市植物生理研究所. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 127.
- [16] 李建武, 余瑞元, 袁明秀, 等. 生物化学实验原理和方法[M]. 北京: 北京大学出版社, 1994: 174-176.
- [17] 吕洪飞, 徐灵江, 余象煜, 等. 杉木雄性不育株与可育株硝酸还原酶活力和叶绿素含量的比较研究[J]. 浙江师大学报(自然科学版), 1995, 18(2): 53-56.
- [18] 王华田, 程鹏飞, 姚玉良. 关于板栗几个生物学特性的调查与分析[J]. 山东林业科技, 1995(2): 33-36.
- [19] 姜国高, 张毅, 刘寄宪. 板栗结果母枝粗度、部位与雌花数量关系的研究[J]. 落叶果树, 1982(4): 28-30.
- [20] 张运山, 张宗福, 余远国, 等. 板栗早熟优质品系选育的研究[J]. 经济林研究, 2003, 21(1): 21-24.
- [21] 周立国, 王希廷, 金铁娟. 三种板栗疏雄措施应用效果[J]. 河北林业科技, 2005(5): 12.
- [22] Malcolm J, willamson. Premature abscissions and white oak acorn crops[J]. Forest science, 1966(12): 19-21.

## Study on the Difference in Morphology and Nutrition between Shorter Catkin Sport Chestnut and Its Original Tree

CAO Bo, SUN Bao-ping

(College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing Forestry University, Key Lab. of Soil and Water Conservation and Desertification Combating Ministry of Education, Beijing 100083, China)

**Abstract:** The morphology and nutrition were compared between the short catkin sport and the original tree. The results showed that: the length of sport catkin was  $2.2\text{ cm}$ , significantly shorter than the contrast ( $14.0\text{ cm}$ ), the leaves of sport was greater, and the vigor of growth branch and bearing-fruit branch was higher than that of contrast. The energy substance such as sugar, protein and chlorophyll in sport leaves and catkins had a high level, while the sugar level was lower in contrast.

**Key words:** Chinese Chestnut (*Castanea mollissima* Bl.); Sport; Catkin