

金焰彩栎半同胞子代性状变异调查

董筱昀,黄利斌,吕运舟,梁珍海,孙海楠,杨建军

(江苏省林业科学研究院,江苏 南京 211153)

摘要:以金焰彩栎半同胞子代为对象,分析了其子代苗木的叶色变化及生长、抗逆性差异。认为半同胞子代苗木会出现明显的叶色性状分离,分为绿色型、桔色型和粉色型3种叶色类型,其植株数比例大致为15:4:1;子代苗木生长量为绿色型>桔色型>粉色型;粉色型和桔色型子代苗在生长季节受高温强光影响,会出现日灼伤害,日灼伤害程度为粉色型>桔色型。3种变色类型子代苗木在冬季都出现了不同程度的受冻枯梢现象,但冻害差异不明显。

关键词:栎树;金焰彩栎;叶色;突变体;半同胞子代;性状变异

中图分类号:S722.3;S792.99

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2017.04.008

栎树又称“灯笼树”、“摇钱树”,属无患子科栎树属(*Koelreuteria*),有4种1变种1亚种,除1种产于太平洋岛国斐济外,其余均产于我国^[1]。其中,栎树(*K. paniculata*)、复羽叶栎树(*K. bipinnata*)和黄山栎树(全缘叶栎树)(*K. bipinnata* var. *integrifoliola*)在我国分布范围较广,是重要的乡土树种。栎树为落叶高大乔木,树形端正,树干通直,枝叶茂密而秀丽,春季嫩叶多为红叶,夏季满树金黄花冠、秋季红色蒴果累累,且适应性强,病虫害少,移栽成活率高,是理想的绿化观赏树种,广泛用于行道树和庭荫树的种植。

叶色变异是自然界植物中较常见的一种基因突变类型,叶色突变体在研究植物的光合作用、叶绿素合成、基因功能定位以及杂交育种中作为标记性状缩短选育周期等方面有重要价值^[2-3]。发掘利用叶色突变体也是培育具有较高观赏价值的彩叶植物新品种的重要途径,如紫叶李、金叶榆、金叶槐、金叶女贞等彩叶植物品种已在园林绿化中广泛应用^[4]。国内学者已发现多种栎树叶色突变体,并开展了彩叶栎树新品种的选育工作^[5-6]。在国家林业局已授予品种保护权的9个栎树属植物新品种中,叶色变异品种有皇冠栎等8个,叶型变异品种仅1个。目前对于栎树叶色突变体的研究主要集中在品种繁殖、生长规律、呈色生理机制等方面^[7-11],有

关其子代性状分离等遗传变异规律方面的研究未见报道。

金焰彩栎是江苏省林业科学研究院从黄山栎树实生变异中选育的彩叶栎树新品种,其主要特征为春季萌发的新梢和嫩叶呈桔黄色,灿若火焰,后逐步转为黄绿色,秋叶金黄色,嫩茎和树皮也呈金黄色,颇具观赏价值。该品种于2012年获得国家植物新品种保护权^[5]。本文以金焰彩栎自由授粉子代为对象,连续3 a对其叶色、生长、抗逆性等进行观测调查,以期探索栎树叶色突变的遗传变异规律及栎树优新彩叶种质的进一步挖掘提供依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验地位于江苏省南京市江宁区江苏省林业科学研究院内,约北纬31°51′,东经118°46′,属于北亚热带季风气候,年平均气温15.4℃,极端最高气温40.7℃,极端最低气温-14℃,年降雨量1 031 mm,年平均相对湿度77%,无霜期227 d。苗圃地土壤为黄棕土,土质较为粘重,pH 6.0—7.0,土壤肥力中等。

1.2 育苗方法

2013—2015年在金焰彩栎原种株及其嫁接繁殖的无性系植株上采集自由授粉种子。每年12月

收稿日期:2017-07-26;修回日期:2017-08-08

基金项目:江苏省自然科学基金项目“栎树黄叶突变体叶片转录组比较分析及差异基因功能鉴定”(BK20141041)

作者简介:董筱昀(1983-),女,河南正阳县人,助理研究员,硕士。研究方向:林木良种培育。

上旬采种,对采集种子适当晾晒后进行低温沙藏,翌年 3 月取出、洗净后播种于沙床催芽,芽苗长出真叶后移入无纺布容器袋中培养 1—2 个月,在雨季定植到苗圃地,株行距为 1 m×1 m。

1.3 观测性状

1.3.1 叶色变异观测 对子代苗木的叶色变异进行分类,统计不同叶色类型的苗木数量比例。

1.3.2 种子及生长性状 测定发芽率,每种苗木叶色变异类型固定样株 30 个(不足 30 株的全部测定),在每个生长季结束后测定苗高、地径。

1.3.3 抗逆性测定 2016 年高温季节,调查不同叶色变异类型植株叶片日灼伤害情况,统计日灼受害百分率;2017 年 2 月,调查不同叶色变异类型植株秋梢受冻情况,统计受冻率,测定冻害枯梢长度。

2 结果与分析

2.1 子代苗木的叶色性状表现

据观测,金焰彩栎自由授粉种子具有较高的发芽率,平均发芽率 90%以上。其子代苗木的叶色产生明显的性状分离,大致可划分为 3 种变异类型:(1)绿色型:苗木叶色与普通黄山栎树相似,叶片呈绿色,树皮呈褐色;(2)桔色型:苗木叶色与母本金焰彩栎相似,春季新叶呈桔黄色,夏季黄绿色,秋季

呈金黄色,树皮呈黄色;(3)粉色型:这是子代中新出现的变异类型,春季发出的新叶呈玫红色,后转为黄绿色,并镶嵌粉色花斑,秋季呈黄绿色,嵌色明显,后转为金黄色,树皮呈黄色。

对不同叶色类型植株比例调查结果可以看出(见表 1),子代中绿色型植株占比例最高,3 个采种年平均占比率为 75.3%;其次为桔色型植株,平均占比率为 19.7%;粉色型植株最少,平均占比率为 5.0%。子代中绿色型植株与变色型(桔色型+粉色型)植株的比例大约为 3:1。

2.2 子代苗木的生长变异

由结果(见表 2)可知,不同叶色类型苗木生长量具有明显差异,绿色型子代苗木的生长量最大,1,2,3 年生苗木平均苗高生长量分别为 1.25,1.95,2.73 cm,平均地径生长量分别为 1.34,2.64,3.45 cm;桔色型子代苗的生长量略低于绿色型,1,2,3 年生苗的平均高生长量比绿色型植株减小 8.8%,4.1%,7.0%,平均地径生长量比绿色型植株减小 5.2%,5.7%,11.9%。粉色型子代苗的生长量最小,1,2,3 年生苗的平均高分别为 0.74,1.58,2.03 cm,与绿色型植株相比分别减小 40.8%,19.0%,25.6%;平均地径分别为 0.82,1.77,2.42 cm,与绿色型植株相比分别减小 38.8%,33.0%,29.9%。

表 1 金焰彩栎半同胞子代植株的叶色变异比率

采种年份	发芽率/%	出苗总数	绿色型		桔色型		粉色型	
			株数	占比/%	株数	占比/%	株数	占比/%
2013	87.4	79	60	76.0	14	17.7	5	6.3
2014	93.1	614	472	76.8	117	19.1	25	4.1
2015	90.2	338	247	73.1	75	22.2	16	4.7

表 2 金焰彩栎半同胞子代不同叶色类型苗木的生长比较

类型	1 年生		2 年生		3 年生	
	苗高/ m	地径/ cm	苗高/ m	地径/ cm	苗高/ m	地径/ cm
绿色型	1.25	1.34	1.95	2.64	2.73	3.45
桔色型	1.14	1.27	1.87	2.49	2.54	3.04
粉色型	0.74	0.82	1.58	1.77	2.03	2.42

色型和粉色型植株由于叶绿素的减少,高温季节叶片会出现日灼伤害现象,表现为一些叶片的边缘或中间出现枯焦(见表 3)。桔色型植株 1,2,3 年生苗产生高温日灼伤害的株率分别为 23.17%,14.3%,6.3%,粉色型植株 1,2,3 年生苗产生高温日灼伤害的株率分别为 56.4%,20.9%,16.3%,粉色型植株的日灼伤害率大于桔色型。随着苗龄的增加,2 种变色类型植株对高温的抗性也随之增强,日灼伤害程度逐渐减轻。

2.3.2 抗寒性 栎树秋梢的木质化程度低,冬季往往会出现受冻枯梢现象。据观测,金焰彩栎半同胞子代苗木冬季都会出现不同程度的冻害,表现为顶

2.3 子代苗木的抗逆性

2.3.1 耐高温日灼 由观测结果可知,金焰彩栎半同胞子代中,绿色型植株基本没有日灼现象,而桔

梢段部分枯死,翌年春天从枯死段下端再萌发新梢。从表 3 可知,3 种叶色变异类型的子代 1,2,3 年生苗的冬季受冻枯梢长度变幅分别为 11.8—13.3,10.3—12.9,9.0—12.9 cm,不同叶色变异类

型之间的抗寒性差异较小。虽然不同苗龄植株间的冻梢长度差异也不大,但随着苗龄的增加和树高增大,其相对枯梢长度显著减小,说明其抗寒性逐渐得到了增强。

表 3 金焰彩栎半同胞子代不同叶色变异类型的抗逆性比较

类型	1 年生		2 年生		3 年生	
	日灼率/%	冻梢长度/cm	日灼率/%	冻梢长度/cm	日灼率/%	冻梢长度/cm
绿色型	0	12.5	0	10.3	0	9.0
桔色型	23.2	11.8	15.4	14.8	6.3	12.9
粉色型	56.4	13.3	33.3	12.9	16.3	12.3

3 小结和讨论

目前有关叶色突变基因对叶色性状的作用研究主要集中在农作物方面。对水稻、小麦、大豆、棉花、玉米、黄瓜、烟草等农作物的大量研究证明,大部分的叶色突变是由细胞核基因突变产生的,由 1 个或多个核基因控制,且控制非绿叶色表达的基因大多为隐性基因,一般其杂交 F1 代皆表现为绿色,自交后 F2 代才会出现叶色性状的分离^[2-3,12-13]。也有研究发现,一些植物的绿色基因表达对黄色基因是不完全显性的^[14-15]。此外,马国荣等^[16]在进行大豆黄叶突变体杂交研究时发现,以黄叶植株作为母本时,其后代全部表现为黄叶,因此认为该黄叶性状是通过细胞质遗传的。木本植物叶色突变基因的作用较为复杂,于茜茜^[17]对中华金叶榆子代苗的研究表明,其半同胞子代出现明显的黄绿性状分离,黄绿比例为 386:430,接近 1:1。郁万文等^[18]研究了金叶银杏‘万年金’半同胞子代的遗传变异,在获得的 32 个子代个体中,叶色呈现一系列深浅不一的黄色至绿色过渡色,金黄、浅黄、草绿和蓝绿色的比例大致为 4:16:9:4,表现出明显的不完全显性。本研究中,对金焰彩栎连续 3 a 的半同胞子代苗观测发现,其叶色呈现较稳定的遗传分离规律,绿色叶与变色叶的比例大致为 3:1。在变色叶子代中,与母本性状基本相似的桔色型约占总株数的 20% 左右,没有出现绿色与桔色之间的过渡类型,可以认为金焰彩栎品种的绿色基因对变色基因是完全显性的。同时,在子代中出现了约占总株数 5% 左右新的变色类型—粉色型,主要特征为春季新叶呈玫红色,生长过程中叶片上出现绿粉相间的花叶嵌合体,从表型看其叶绿素的缺失比母本更加严重,

说明杂交过程中通过基因的重组,子代中出现了新的叶色控制基因表达。

已有研究表明,植物的非绿色突变大多表现为细胞体内叶绿素的减少,使其光合作用能力下降^[14,17,19],从而影响植物的生长,一般失绿突变体的生长量均小于绿色个体^[17]。本研究中,3 种叶色类型的子代苗的生长量大小依次为绿色型>桔色型>粉色型,尤其是粉色型子代苗的生长量显著小于绿色型和桔色型,可能与其叶绿素的缺失更多有关。叶色缺绿突变还会降低植物对环境的适应性,祁海艳研究指出中华金叶榆对强光的忍耐力低于普通白榆^[20],但代波研究认为金叶榆的抗寒性比普通白榆强^[19]。本研究发现,与绿色型相比,粉色型和桔色型子代苗在生长季节对高温强光的抗性减弱,出现了不同程度的日灼伤害;金焰彩栎半同胞子代 3 种叶色变异类型苗木在冬季都会出现受冻枯梢现象,冻梢长度 10 cm 左右,不同叶色变异类型之间冻梢长度差异不明显。叶色变异虽然降低了光合作用,减少了营养物质的积累,但叶色变异子代的落叶期较早,较早地进入休眠期,提高了植株的冬季抗寒性。

参考文献:

[1] 中国植物志编辑委员会.中国植物志[M].北京:中国出版社,1985,47(1):54.

[2] 何冰,刘玲珑,张文伟,等.植物叶色突变体[J].植物生理学通讯,2006,42(1):1-9.

[3] 邢才,王贵学,黄俊丽.植物叶绿素突变体及其分子机理的研究进展[J].生物技术通报,2008,(5):10-12.

[4] 王欢利,刘新亮,曹福亮,等.金叶植物叶片特点及叶色成因的研究进展.林业科技开发,2013,27(4):17-22.

[5] 侯元凯,张彦,刘松杨.彩叶栎树新品种‘皇冠栎’[J].林业

- 科学, 2008, 44(8): 158.
- [6] 黄利斌, 梁珍海, 窦全琴, 等. 观赏栎树新品种‘金焰彩栎’[J]. 林业科学, 2015, 51(5): 165.
- [7] 董筱昀, 黄利斌. ‘金焰彩栎’嫁接苗年生长规律研究[J]. 江苏林业科技, 2014, 41(2): 20-23.
- [8] 蒋泽平, 张敏. 金焰彩栎组织培养技术研究[J]. 江苏林业科技, 2015, 42(3): 40-42.
- [9] 赵慧珠, 岳彦桥. 皇冠栎嫁接扦插技术[J]. 现代农业科技, 2008(16): 82.
- [10] 杨小鑫, 吕运舟, 董筱昀, 等. ‘金焰彩栎’与黄山栎树光合特性比较[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2016, 40(4): 74-80.
- [11] 黄利斌, 施大伟, 周鹏, 等. 金焰彩栎色素组成与叶片呈色的关系[J]. 江苏林业科技, 2015, 42(1): 8-10.
- [12] 李育红, 王宝和, 戴正元, 等. 水稻叶色突变体及其基因定位、克隆的研究进展[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(2): 34-39.
- [13] 程红亮, 陈甲法, 丁俊强, 等. 一个玉米叶色突变体的遗传分析
- 与基因定位[J]. 华北农学报, 2011, 26(3): 7-10.
- [14] 常青山, 张利霞, 陈煜, 等. 菊花黄绿叶突变体的光合与类囊体膜光谱[J]. 林业科学, 2013, (2): 72-78.
- [15] 国艳梅, 顾兴芳, 张春震, 等. 黄瓜叶色突变体遗传机制的研究[J]. 园艺学报, 2003, 30(4): 409-412.
- [16] 马国荣, 刘盖. 大豆细胞质遗传芽黄突变体的发现[J]. 作物学报, 1994, 20(3): 334-338.
- [17] 于茜茜. 中华金叶榆子代苗生长与光合特性及叶片呈色机制研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2013.
- [18] 郁万文, 祝遵凌, 曹福亮, 等. 金叶银杏半同胞子代无性系的叶色和色素含量变化及呈色机制分析[J]. 植物资源与环境学报, 2016, 25(1): 43-53.
- [19] 代波. 金叶榆、家榆光合特性及抗寒性的比较研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2009.
- [20] 祁海艳. 光胁迫对中华金叶榆叶色及光合特性的影响[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2010.

(上接第32页)

本调查首次系统地查明了徐州市蝴蝶的种类, 初步掌握了它们的寄主、分布、发生和危害等情况, 为保护和利用蝴蝶资源, 开展生物多样性观测及环境评价等提供了科学依据^[1]。由于蝴蝶是对气候变化最敏感的指示物种之一, 根据本调查结果, 建议在开展生物多样性观测时, 对徐州市16种常见种类的蝴蝶种群数量和30种稀有种类的蝴蝶种类变化进行监测与研究, 其结果可作为生物多样性观测和环境评价的重要指标; 对4种以栽培植物为寄主的优势种类蝴蝶, 在开展种群动态监测的基础上结合植物栽培实际制定防治对策, 以减少蝴蝶危害; 加强蝴蝶资源的保护与利用, 加大对丘陵山区森林植被的保护力度, 城市园林应适当增加乡土树种、

草本植物和开花植物等, 为蝴蝶生长发育提供条件, 吸引更多的蝴蝶种类在城市园林中定植, 从而相应增加了城市园林的美观度。

参考文献:

- [1] 武春生, 徐培峰. 中国蝴蝶图鉴[M]. 福州: 海峡出版发行集团 海峡书局, 2017: 1-16.
- [2] 黄灏, 张巍巍. 常见蝴蝶野外识别手册: 2版[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2009: 1-214.
- [3] 周尧. 中国蝴蝶原色图鉴[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1999: 1-9.
- [4] 江苏省森林病虫害普查办公室. 江苏省森林病虫害普查病、虫、天敌名录[M]. 南京: 江苏省农林厅, 1982: 83-124.
- [5] 高惠璇, 李东风, 耿直, 等. SAS系统与基础统计分析[M]. 北京: 北京大学出版社, 1995: 117-138.