

涂良剑, 郑金贵, 林金科, 等. 茶树杂交 F<sub>1</sub> 代儿茶素类的遗传表型研究 [J]. 福建农业学报, 2012, 27 (10): 1067-1075.  
TU L-J, LIN Y-S, YANG Z-J, et al. Genetic Phenotype of Catechins in Tea Plants Hybrid F<sub>1</sub> Generation [J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2012, 27 (10): 1067-1075.

## 茶树杂交 F<sub>1</sub> 代儿茶素类的遗传表型研究

涂良剑, 郑金贵, 林金科, 杨志坚, 林用松, 黄则栋, 赵文净, 孙 平, 严婷婷

(福建农林大学农产品品质研究所, 福建 福州 350002)

**摘要:** 以高 EGCG 茶树新品系为主要杂交亲本, 分析其杂交 F<sub>1</sub> 代儿茶素类的遗传表型。结果表明: 杂交 F<sub>1</sub> 代的 EGC、EC、EGCG、ECG、酯型儿茶素类、简单儿茶素类、TC (儿茶素总量)、酯型儿茶素类/TC、简单儿茶素类/TC、EGCG/咖啡碱、EGCG/TC、儿茶素 (类) 品质指数等指标, 不同株系差异很大; 不同杂交组合存在显著差异, Kruskal Wallis 检验和稳健检验均达显著性水平; 不同杂交组合的分离存在极显著性差异, 方差齐性检验表明达到极显著性水平。不同杂交组合 F<sub>1</sub> 代 TC 的分布因亲本的遗传力而定; 不同杂交组合 F<sub>1</sub> 代高 EGCG 单株、高酯型儿茶素类单株和高儿茶素 (类) 品质指数单株的分布也因亲本的遗传力而定。

**关键词:** 茶树; 杂交 F<sub>1</sub> 代; 儿茶素类; EGCG; 遗传表型

**中图分类号:** S 571.1

**文献标识码:** A

### Genetic Phenotype of Catechins in Tea Plants Hybrid F<sub>1</sub> Generation

TU Liang-jian, ZHENG Jin-gui, LIN Jin-ke, YANG Zhi-jian, LIN Yong-song, HUANG Ze-dong,  
ZHAO Wen-jing, SUN Ping, YAN Ting-ting

(Agricultural Product Quality Institute, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou,  
Fujian 350002, China)

**Abstract:** The hybrid F<sub>1</sub> generation of the new tea plants with high EGCG content were used in this experimentation to study the genetic phenotype of catechins. The results showed that (a) the contents of EGC, EC, EGCG, ECG, ester-catechins, simple catechins and TC (total catechins), the ratios of ester-catechins/TC, simple catechins/TC, EGCG/caffeine and EGCG/TC, as well as the catechin quality index of the tea plants differed significantly among different varieties; (b) the differences among the hybrid combinations reached a significant level according to Kruskal Wallis and the robust tests; and (c) the different hybrid combinations separated very significantly from one another based on the homogeneity of variance test. The TC distribution in the F<sub>1</sub> generation of the hybrid combinations was determined by the genetic heritability. The distribution of individual plants with high EGCG, high ester-catechins and high quality catechins index was also determined by the heritability of their parents' genetic.

**Key words:** Tea plant; hybrid F<sub>1</sub> generation; catechins; epigallocatechin gallate; genetic phenotype

儿茶素类是茶叶主要的保健功能成分, 具有促进皮肤外伤愈合、预防艾滋病、防癌抗癌、保护神经系统等生理功能<sup>[1-4]</sup>。儿茶素类的组成与茶树品种及其所处的地理条件有着密切的关系<sup>[5]</sup>, 对品种的适制性和成茶的感官品质<sup>[5-6]</sup>和保健品质<sup>[7-9]</sup>有重要影响。因此选育含特异儿茶素类的茶树品种具有重要意义。为提高杂交育种效率, 研究茶树杂交 F<sub>1</sub> 代儿茶素类的遗传表型具有重要意义。

前人已有对茶树杂交儿茶素类遗传表型的研究。王威廉等<sup>[10]</sup>综合茶树育种实践和国内部分相关文献, 分析了茶树品质性状的遗传传递性, 认为芽叶发酵性的相对遗传力, 视杂交组合不同而异, F<sub>1</sub> 代多为正向部分显性; 多酚类含量的相对遗传力, 多为正向部分显性, 二者的遗传倾向性 (倾向母本或父本) 则没有明显的规律性。张金霞等<sup>[9]</sup>调查研究黄山群体种自然杂交后代的种质资源, 并对

收稿日期: 2012-08-28 初稿; 2012-10-15 修改稿

作者简介: 涂良剑 (1983-), 男, 博士, 主要从事茶树遗传育种研究 (E-mail: tlj7510@163.com)

通讯作者: 郑金贵 (1949-), 男, 教授, 博导, 主要从事作物遗传育种和生物技术研究 (E-mail: fpqri\_advisor@163.com)

基金项目: 农业部“948”计划项目 (2011-Z59; 2012-Z30)

其中 204 份种质的 6 种儿茶素类进行分析研究, 结果表明, 在儿茶素类组成成分上, 黄山群体种自然杂交后代的遗传多样性指数平均为 1.78, 变异系数平均为 31.2%, 存在丰富的多样性和较大的变异幅度。李家华等<sup>[1]</sup>分析了红富贵×红交 27 的 F<sub>1</sub> 代 14 个单株、红交 27×F95181 F<sub>1</sub> 代 7 个单株及其亲本中各儿茶素类含量, 研究杂交 F<sub>1</sub> 代茶多酚的遗传规律, 结果表明, 其 F<sub>1</sub> 代茶多酚的表型分别以 3:10 和 2:5 的分离比例被分成类似于母本的表型集群和类似于父本的表型集群, 因此推断, 与母本相比, 茶多酚的遗传具有父本倾向于显性的遗传倾向。显然, 目前儿茶素类, 特别是儿茶素类组成的遗传表型的研究尚有不足。

为了弥补上述研究的不足, 加快含特异儿茶素类品种的育种进程, 本试验选取高 EGCG 茶树品系为主要亲本进行杂交, 研究儿茶素类的遗传表型。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料为福建农林大学农产品品质研究所种植的 a、b、c、d 4 个品系(种)相互杂交获得的 1 236 株茶树杂交苗(见表 1), 其均种植于福建农林大学农产品品质研究所试验地。其中品系 a, c, d 为高 EGCG 茶树新品系(未命名, EGCG 含量>13%<sup>[7]</sup>), b 为铁观音。

表 1 人工杂交组合与苗数

Table 1 Artificial hybrid combinations and seedling quantity

编号	杂交组合 (♀×♂)	人工杂交苗数/株
A1	a×b	262
A2	a×d	189
A3	a×c	537
B1	b×d	43
B2	b×c	29
B3	b×a	4
C1	c×b	91
C2	c×a	72
C3	c×d	9
D1	d×b	0
D2	d×c	0
总计		1236

注:以 d 为母本的杂交组合(D1 和 D2)因环境条件的影响未结实,也因此没有设计 D3(d×a)。

### 1.2 主要仪器和药品

DHG-9140A 型电热恒温鼓风干燥箱, Sartorius BSA124S-CW 型电子天平, XMTD-204 型数显恒温水浴锅, Sigma 3k15 型离心机, Waters HPLC 仪, 乙腈(merk, 色谱纯)。

### 1.3 试验方法

1.3.1 材料的获取 采摘 2011 年春 1 芽 2 叶鲜叶烘干固样, -10℃ 保存。

1.3.2 检测方法 儿茶素类和咖啡碱检测, 按照《GB/T 8313-2008 茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》。

1.3.3 数据分析 采用 Excel 2003 和 IBM SPSS Statistics 19 进行数据分析。

儿茶素(类)品质指数 = (EGCG + ECG) / EGC × 100%<sup>[12]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同杂交组合 F<sub>1</sub> 代儿茶素类的分离比较

#### 2.1.1 不同杂交组合 F<sub>1</sub> 代儿茶素类的比较

EGCG、EGCG/TC (Total catechins, 儿茶素类总量)、EGCG/咖啡碱、酯型儿茶素类、酯型儿茶素类/TC、简单儿茶素类、简单儿茶素类/TC、儿茶素(类)品质指数、TC 的均值、变化范围和变异系数(CV)等如表 2。对各杂交 F<sub>1</sub> 代儿茶素类含量的非参数比较(Kruskal Wallis 检验)表明, EGC、EC、EGCG、GCG、ECG、酯型儿茶素类、简单儿茶素类、TC、酯型儿茶素类/TC、简单儿茶素类/TC、EGCG/咖啡碱、EGCG/TC 和儿茶素(类)品质指数的差异均达极显著性水平(表 2); 而采用稳健的参数检验, 酯型儿茶素类/TC、简单儿茶素类/TC 二者差异仅达显著性水平(表 3)。表明不同杂交组合 F<sub>1</sub> 代儿茶素类含量均存在显著差异。

#### 2.1.2 不同杂交组合 F<sub>1</sub> 代儿茶素类的分离

各杂交组合 F<sub>1</sub> 代儿茶素类的方差齐性检验表明, 各杂交组合 F<sub>1</sub> 代 EGC、EC、EGCG、GCG、ECG、酯型儿茶素类、简单儿茶素类、TC、酯型儿茶素类/TC、简单儿茶素类/TC、EGCG/咖啡碱、EGCG/TC 和儿茶素(类)品质指数的方差均存在极显著差异, 表明不同杂交组合 F<sub>1</sub> 代儿茶素类的分离存在极显著差异(表 4)。

表 2 各杂交组合 F<sub>1</sub> 代儿茶素类的 Kruskal Wallis 检验  
Table 2 Kruskal Wallis' test on catechins in F<sub>1</sub> generation of a single plant

项目	含量/%	变化范围/%	变异系数 CV /%	卡方	df	近似 P 值
EGC	2.65	0.19~8.43	53.99	71.164	8	0.000
EC	0.40	0.00~1.23	57.75	235.148	8	0.000
EGCG	8.57	0.45~19.40	37.74	71.452	8	0.000
ECG	1.78	0.00~3.97	30.61	90.504	8	0.000
酯型儿茶素类	10.43	0.60~23.35	34.98	53.164	8	0.000
简单儿茶素类	3.38	0.34~9.71	46.03	73.305	8	0.000
TC	13.81	1.51~30.98	33.38	75.687	8	0.000
酯型儿茶素类/TC	75.19	29.36~96.55	11.11	30.630	8	0.000
简单儿茶素类/TC	24.81	3.45~70.64	33.67	30.630	8	0.000
EGCG/咖啡碱	2.3238	0.13~5.73	37.26	61.350	8	0.000
EGCG/TC	61.13	9.47~86.33	13.96	63.946	8	0.000
儿茶素(类)品质指数	533.11	72.60~6278.95	94.97	40.485	8	0.000

表 3 各杂交组合 F<sub>1</sub> 代儿茶素类平均含量的稳健检验  
Table 3 Robust test on average catechins content in F<sub>1</sub> generation of a single plant (%)

项目	检验方法	统计量 <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
EGC	Welch 法	12.059	8	49.441	0.000
	Brown-Forsythe 法	7.824	8	72.825	0.000
EC	Welch 法	41.106	8	49.751	0.000
	Brown-Forsythe 法	29.271	8	32.525	0.000
EGCG	Welch 法	8.338	8	49.400	0.000
	Brown-Forsythe 法	9.516	8	152.555	0.000
ECG	Welch 法	10.102	8	49.493	0.000
	Brown-Forsythe 法	9.383	8	91.206	0.000
酯型儿茶素类	Welch 法	5.966	8	49.419	0.000
	Brown-Forsythe 法	6.643	8	159.741	0.000
简单儿茶素类	Welch 法	11.038	8	49.490	0.000
	Brown-Forsythe 法	11.858	8	80.143	0.000
TC	Welch 法	8.964	8	49.406	0.000
	Brown-Forsythe 法	9.843	8	122.536	0.000
酯型儿茶素类/TC	Welch 法	2.526	8	51.614	0.021
	Brown-Forsythe 法	2.409	8	124.696	0.019
简单儿茶素类/TC	Welch 法	2.526	8	51.614	0.021
	Brown-Forsythe 法	2.409	8	124.696	0.019
EGCG/咖啡碱	Welch 法	6.045	8	49.665	0.000
	Brown-Forsythe 法	8.119	8	117.025	0.000
EGCG/TC	Welch 法	5.576	8	50.638	0.000
	Brown-Forsythe 法	7.138	8	236.942	0.000
儿茶素(类)品质指数	Welch 法	14.328	8	53.273	0.000
	Brown-Forsythe 法	6.224	8	74.984	0.000

注：<sup>a</sup> 渐近 F 分布式。

表 4 各杂交组合 F<sub>1</sub> 代儿茶素类的方差齐性检验

Table 4 Homogeneity of variances on catechins contents in F<sub>1</sub> generation of each hybrid combination

项目	Levene 统计	df1	df2	Sig.
EGC	16.502	8	1227	0.000
EC	8.469	8	1227	0.000
EGCG	4.986	8	1227	0.000
ECG	7.958	8	1227	0.000
酯型儿茶素类	5.300	8	1227	0.000
简单儿茶素类	16.189	8	1227	0.000
TC	3.891	8	1227	0.000
酯型儿茶素类/TC	7.949	8	1227	0.000
简单儿茶素类/TC	7.949	8	1227	0.000
EGCG/咖啡碱	6.362	8	1227	0.000
EGCG/TC	3.924	8	1227	0.000
儿茶素(类)品质指数	50.957	8	1227	0.000

2.2 茶树杂交 F<sub>1</sub> 代儿茶素类的分布特征

2.2.1 F<sub>1</sub> 代 EGCG、EGCG/TC 和 EGCG/咖啡碱的分布特征 通过对不同杂交组合亲本后代的聚类分析（分析参数：PROXIMITIES EGCG EGCG/儿茶素类总量 EGCG/咖啡碱，/VIEW=CASE，/MEASURE=SEUCLID，/PRINT NONE，/ID=NAME，/STANDARDIZE=VARIABLE Z，其中杂交组合 B2 F<sub>1</sub> 代的聚类分析见图 1）及各分类

的株树统计，可知不同杂交组合后代高 EGCG 单株的遗传表型是：杂交组合 A1 后代高 EGCG 株系的遗传表型是倾向亲本 a，A2 是与父母本的距离相近，A3 是与父母本的距离相近，B1 是倾向 b，B2 是倾向 c，B3 是倾向 a，C1 是倾向 b，C2 是倾向 a，C3 则是倾向 d。故不同杂交组合后代高 EGCG 单株分布因亲本的遗传力而定（表 5）。

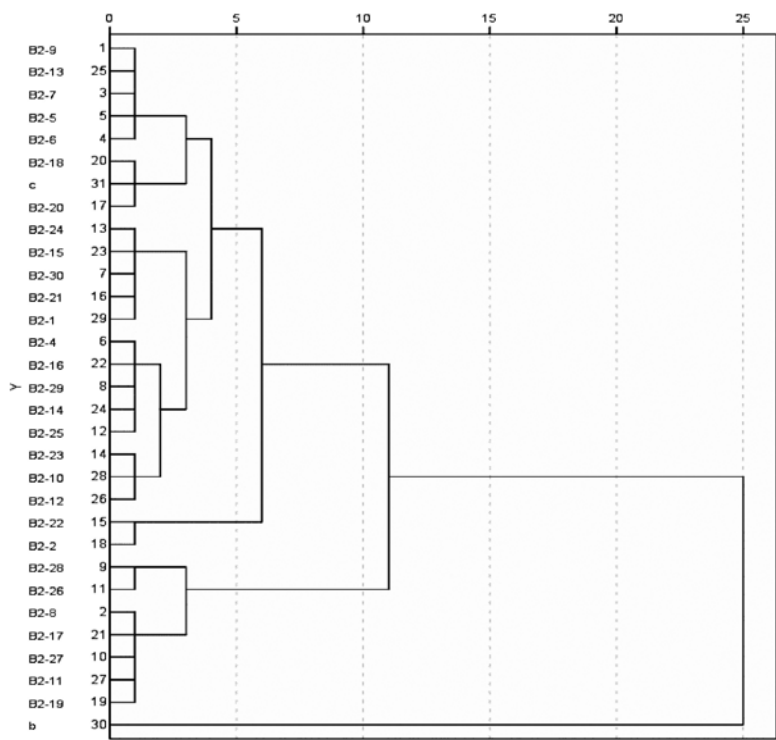


图 1 杂交组合 B2 F<sub>1</sub> 代 EGCG 的聚类树状图

Fig. 1 Cluster dendrogram of EGCG in F<sub>1</sub> generation of hybrid combination B2

注：B2-6、B2-16、B2-9、B2-4、B2-13 为高 EGCG 单株。

表 5 F<sub>1</sub> 代高 EGCG 株系的分布  
Table 5 Distribution of strains with high EGCG content in F<sub>1</sub> generation

组合		分布及遗传倾向					
A1	与亲本关系	倾向亲本 a	倾向亲本 b	高 EGCG 株系	特异株系倾向	其他类型株系	合计
	株系个数	259	1	4	亲本 a	1	261
	所占比例/%	99.23	0.38	1.53		0.38	100.00
A2	与亲本关系	倾向亲本 a 和 d		高 EGCG 株系	特异株系倾向	其他类型株系	合计
	株系个数	4		22	与父母本的距离相近	164	190
	所占比例/%	2.11		11.58		86.32	100.00
A3	与亲本关系	倾向亲本 a	倾向亲本 c	高 EGCG 株系	特异株系倾向	其他类型株系	合计
	株系个数	165	291	3	与父母本的距离相近	78	537
	所占比例/%	30.73	54.19	0.56		14.53	100.00
B1	与亲本关系	倾向亲本 b	倾向亲本 d	高 EGCG 株系	特异株系倾向	其他类型株系	合计
	株系个数	42	1	17	倾向 b	0	43
	所占比例/%	97.67	2.33	39.53		0.00	100.00
B2	与亲本关系	倾向亲本 b	倾向亲本 c	高 EGCG 株系	特异株系倾向	其他类型株系	合计
	株系个数	0	29	5	倾向 c	0	29
	所占比例/%	0	100	17.24		0.00	100.00
B3	与亲本关系	倾向亲本 b	倾向亲本 a	高 EGCG 株系	特异株系倾向	其他类型株系	合计
	株系个数	0	2	2	倾向 a	2	4
	所占比例/%	0.00	50.00	50.00		50.00	100.00
C1	与亲本关系	倾向亲本 c	倾向亲本 b	高 EGCG 株系	特异株系倾向	其他类型株系	合计
	株系个数	73	8	8	倾向 b	10	91
	所占比例/%	80.22	8.79	8.79		10.99	100.00
C2	与亲本关系	倾向亲本 c	倾向亲本 a	高 EGCG 株系	特异株系倾向	其他类型株系	合计
	株系个数	57	14	14	倾向 a		71
	所占比例/%	80.28	19.72	19.72			100.00
C3	与亲本关系	倾向亲本 c	倾向亲本 d	高 EGCG 株系	特异株系倾向	其他类型株系	合计
	株系个数	5	4	2	倾向 d		9
	所占比例/%	55.56	44.44	22.22			100.00

2.2.2 F<sub>1</sub> 代酯型儿茶素类和酯型儿茶素类/TC 的分布特征 通过对不同杂交组合亲本后代的聚类分析及各分类的株树统计, 可知不同杂交组合后代高酯型儿茶素类单株的遗传表型是: 杂交组合 A1、A2、A3、B1、B3 均是与父母本的距离相近, B2、C1 是倾向 b, C2 是倾向 a, C3 是倾向 d。故不同杂交组合后代高酯型儿茶素类单株分布因亲本的遗传力而定, 表现为 a、b、d>c (表 6)。

2.2.3 F<sub>1</sub>代儿茶素（类）品质指数和 EGCG 的分布特征 通过对不同杂交组合亲本后代的聚类分析（分析参数：PROXIMITIES 儿茶素（类）品质指数 EGCG，/VIEW = CASE，/MEASURE = SEUCLID，/PRINT NONE，/ID = NAME，/STANDARDIZE=VARIABLE Z）及各分类的株树统计，可知不同杂交组合后代高儿茶素（类）品质指数单株的遗传表型是：杂交组合 A2、A3、B1、C1、C2 均是与父母本的距离相近、A1 是倾向 a、B2 是倾向 c、B3 是倾向 b、C3 是倾向 d。故不同杂交组合后代高儿茶素（类）品质指数单株是因亲本的遗传力而定（表 7）。

表 6 F<sub>1</sub>代高酯型儿茶素类株系的分布  
Table 6 Distribution of strains with high ester-catechin content in F<sub>1</sub> generation

组合		分布及遗传倾向				
A1	与亲本关系	倾向亲本 a 和 b		高酯型儿茶素类株系	特异株系倾向	其他类型株系
	株系个数	44		3	与父母本的距离相近	214
	所占比例/%	16.86		1.15		81.99
A2	与亲本关系	倾向亲本 a 和 d		高酯型儿茶素类株系	特异株系倾向	其他类型株系
	株系个数	25		5	与父母本的距离相近	160
	所占比例/%	13.16		2.63		84.21
A3	与亲本关系	倾向亲本 a	倾向亲本 c	高酯型儿茶素类株系	特异株系倾向	其他类型株系
	株系个数	57	124	2	与父母本的距离相近	354
	所占比例/%	10.61	23.09	0.37		65.92
B1	与亲本关系	倾向亲本 b 和 d		高酯型儿茶素类株系	特异株系倾向	其他类型株系
	株系个数	4		2	与父母本的距离相近	37
	所占比例/%	9.30		4.65		86.05
B2	与亲本关系	倾向亲本 b	倾向亲本 c	高酯型儿茶素类株系	特异株系倾向	其他类型株系
	株系个数	12	6	5	倾向 b	11
	所占比例/%	41.38	20.69	17.24		37.93
B3	与亲本关系	倾向亲本 b 和 a		高酯型儿茶素类株系	特异株系倾向	其他类型株系
	株系个数	0		3	与父母本的距离相近	4
	所占比例/%	0.00			100.00	100.00
C1	与亲本关系	倾向亲本 c	倾向亲本 b	高酯型儿茶素类株系	特异株系倾向	其他类型株系
	株系个数	68	12	2	倾向 b	11
	所占比例/%	74.73	13.19	2.20		12.09
C2	与亲本关系	倾向亲本 c	倾向亲本 a	高酯型儿茶素类株系	特异株系倾向	其他类型株系
	株系个数	48	14	14	倾向 a	9
	所占比例/%	67.61	19.72	19.72		12.68
C3	与亲本关系	倾向亲本 c	倾向亲本 d	高酯型儿茶素类株系	特异株系倾向	其他类型株系
	株系个数	4	4	2	倾向 d	1
	所占比例/%	44.44	44.44	22.22		11.11

表 7 F<sub>1</sub> 代高儿茶素(类)品质指数株系的分布  
Table 7 Distribution of strains with high catechins quality index in F<sub>1</sub> generation

组合		分布及遗传倾向					
A1	与亲本关系	倾向亲本 a	倾向亲本 b	高儿茶素(类)品质指数株系	特异株系倾向	其他类型株系	合计
	株系个数	23	236	1	亲本 a	2	261
	所占比例/%	8.81	90.42	0.38		0.77	100.00
A2	与亲本关系	倾向亲本 a 和 d		高儿茶素(类)品质指数株系	特异株系倾向	其他类型株系	合计
	株系个数	53		6	与父母本的距离相近	131	190
	所占比例/%	27.89		3.16		68.95	100.00
A3	与亲本关系	倾向亲本 a 和 c		高儿茶素(类)品质指数株系	特异株系倾向	其他类型株系	合计
	株系个数	374		23	与父母本的距离相近	140	537
	所占比例/%	69.65		4.28		26.07	100.00
B1	与亲本关系	倾向亲本 b 和 d		高儿茶素(类)品质指数株系	特异株系倾向	其他类型株系	合计
	株系个数	11		2	与父母本的距离相近	30	43
	所占比例/%	25.58		4.65		69.77	100.00
B2	与亲本关系	倾向亲本 b	倾向亲本 c	高儿茶素(类)品质指数株系	特异株系倾向	其他类型株系	合计
	株系个数	11	11	2	倾向 c	7	29
	所占比例/%	37.93	37.93	6.90		24.14	100.00
B3	与亲本关系	倾向亲本 b	倾向亲本 a	高儿茶素(类)品质指数株系	特异株系倾向	其他类型株系	合计
	株系个数	4	0	2	倾向 b	0	4
	所占比例/%	100.00	0.00	50.00		0.00	100.00
C1	与亲本关系	倾向亲本 c	倾向亲本 b	高儿茶素(类)品质指数株系	特异株系倾向	其他类型株系	合计
	株系个数	49	6	8	与父母本的距离相近	36	91
	所占比例/%	53.85	6.59	8.79		39.56	100.00
C2	与亲本关系	倾向亲本 c	倾向亲本 a	高儿茶素(类)品质指数株系	特异株系倾向	其他类型株系	合计
	株系个数	40	28	3	与父母本的距离相近	3	71
	所占比例/%	56.34	39.44	4.23		4.23	100.00
C3	与亲本关系	倾向亲本 c	倾向亲本 d	高儿茶素(类)品质指数株系	特异株系倾向	其他类型株系	合计
	株系个数	4	4	1	倾向 d	1	9
	所占比例/%	44.44	44.44	11.11		11.11	100.00

2.2.4 F<sub>1</sub> 代 TC 的分布特征 不同杂交组合的遗传表型是：杂交组合 A1 是倾向父本 b，A2 是母本 a，A3 是父本 c，B1 是母本 b，B2 是父本 c，B3 是母本 b，C1 是母本 c，C2 是母本 c，C3 是父本 d，即 F<sub>1</sub> 代 TC 的分布特征不是倾向亲本的某一方，而是因亲本的遗传力而定，表现为 c>b>a>d（表 8）。

表 8 F<sub>1</sub>代 TC 的分布  
Table 8 Distribution of TC in F<sub>1</sub> generation

组合	分布	遗传倾向					
A1	与亲本关系	>a	a≥T>均值	均值≥T>b	≤b	合计	父本 b
	株系个数	8	0	0	253	261	
	所占比例/%	3.07	0.00	0.00	96.93	1	
A2	与亲本关系	≤a	均值≥T>a	d≥T>均值	>d	190	母本 a
	株系个数	156	10	6	18	190	
	所占比例/%	82.11	5.26	3.16	9.47	100.00	
A3	与亲本关系	>a	a≥T>均值	均值≥T>c	≤c		父本 c
	株系个数	34	103	203	197	537	
	所占比例/%	6.33	19.18	37.80	36.69	100.00	
B1	与亲本关系	≤b	均值≥T>b	d≥T>均值	>d		母本 b
	株系个数	36	0	2	5	43	
	所占比例/%	83.72	0.00	4.65	11.63	100.00	
B2	与亲本关系	≤c	均值≥T>c	b≥T>均值	>b		父本 c
	株系个数	9	9	10	1	29	
	所占比例/%	31.03	31.03	34.48	3.45	100.00	
B3	与亲本关系	>a	a≥T>均值	均值≥T>b	≤b		母本 b
	株系个数	1	0	0	3	4	
	所占比例/%	25.00	0.00	0.00	75.00	100.00	
C1	与亲本关系	≤c	均值≥T>c	b≥T>均值	>b		母本 c
	株系个数	46	34	9	2	91	
	所占比例/%	50.55	37.36	9.89	2.20	100.00	
C2	与亲本关系	≤c	均值≥T>c	a≥T>均值	>a		母本 c
	株系个数	43	14	5	9	71	
	所占比例/%	60.56	19.72	7.04	12.68	100.00	
C3	与亲本关系	≤c	均值≥T>c	d≥T>均值	>d		父本 d
	株系个数	4	0	1	4	9	
	所占比例/%	44.44	0.00	11.11	44.44	100.00	

注:T 为株系的 TC。

### 3 讨论与结论

张金霞等<sup>[9]</sup>研究黄山群体种自然杂交后代(204 份)儿茶素类的变异特性,结果表明其儿茶素类各组分变异系数在 22.4%~57.7% (其中变异系数最大的是 C 的含量,达到 57.7%,其次是 EC 和 ECG),变异显著;儿茶素类总量平均为 13.44%,最高为 19.26%,最低为 7.48%,相差 1.6 倍,酯型儿茶素类平均为 7.31%,最小为 3.47%,最大为 12.01%,变异系数 19.7%;简单儿茶素类平均为 6.04%,最小为 3.33%,最大为 9.53%,变异系数 18.4%,即酯型儿茶素类的变

异系数高于非酯型儿茶素类。EGCG 含量平均为 6.16%,在 2.28%~9.83%,变异系数为 20.2%,而且接近或者超过 9.80%的品种很少;儿茶素(类)品质指数最高的为 826.6,是最低值 80.8 的 10.2 倍。

本试验对杂交 F<sub>1</sub>代 1236 单株及亲本的儿茶素类含量等进行了检测,结果表明各单株的 EGC、EC、EGCG、GCG、ECG、酯型儿茶素类、简单儿茶素类、TC、酯型儿茶素类/TC、简单儿茶素类/TC、EGCG/咖啡碱、EGCG/TC、儿茶素(类)品质指数差异很大,与张金霞<sup>[9]</sup>等的研究结果相比,变化范围更广;不同杂交组合 F<sub>1</sub>代存在



显著差异, Kruskal Wallis 检验和稳健的参数检验均达显著性水平; 不同杂交组合  $F_1$  代的分离存在极显著性差异, 方差齐性检验表明达到极显著性水平。即高 EGCG 含量茶树种质杂交  $F_1$  代, 其儿茶素类的变化范围更广, 出现特异种质 (比如高 EGCG 种质、高酯型儿茶素类种质、高儿茶素品质指数种质、高 TC 种质等) 的概率更高; 即使同是高 EGCG 含量茶树种质杂交, 亲本组合的不同,  $F_1$  代也存在显著差异。因此在选育含特异儿茶素类品种的研究时, 选择高 EGCG 含量茶树种质作为亲本有着重要的现实意义。

通过与亲本的比较分析表明, 不同杂交组合  $F_1$  代 TC 的分布特征是因亲本的遗传力而定的, 表现为  $c > b > a > d$ , 与王威廉等<sup>[10]</sup>的研究结果基本一致。通过多因素聚类分析及综合比较表明, 不同杂交组合  $F_1$  代高 EGCG 单株、高酯型儿茶素类单株和高儿茶素 (类) 品质指数单株的分布是由亲本的遗传力而定, 其中高 EGCG 单株表现为  $a$ 、 $b$ 、 $d > c$ 。这与王威廉和李家华等<sup>[10-11]</sup>的研究结果均不同, 有待进一步的研究。研究还表明, 亲本的遗传力可能与亲本的生长势有密切联系。

通过对不同杂交组合后代儿茶素类的比较分析表明, 选育含特异儿茶素类品种时, 选择高 EGCG 含量茶树种质作为杂交亲本有着重要的现实意义; 通过对杂交后代的遗传表型分析表明, 不同杂交组合  $F_1$  代 TC 的分布因亲本的遗传力而定, 不同杂交组合  $F_1$  代高 EGCG 单株、高酯型儿茶素类单株和高儿茶素 (类) 品质指数单株的分布也是由亲本的遗传力而定。

致谢: 本试验得到了福建农业大学农产品品质研究所许明、黄志伟、程祖铎等老师的大力帮助, 林金

科、吴亮宇等老师在论文的修改上花了大量精力, 谨此表示衷心的感谢!

#### 参考文献:

- [1] 熊立瑰, 刘仲华, 黄建安. 茶儿茶素研究进展 [J]. 茶叶通讯, 2011, 38 (1): 27-31.
- [2] 解奕瑞, 朱彪. 表没食子儿茶素没食子酸酯对艾滋病防治作用的研究进展 [J]. 国际流行病学传染病学杂志, 2006, 33 (5): 336-339.
- [3] 申羽佳, 李卫国, 张江江, 等. 表没食子儿茶素-3-没食子酸酯抑制小鼠皮肤外伤愈合组织基质金属蛋白酶 1 的表达 [J]. 解剖学报, 2010, 41 (3): 395-399.
- [4] 葛建, 林芳, 李明揆, 等. 表没食子儿茶素没食子酸酯 (EGCG) 生物活性研究进展 [J]. 安徽农业大学学报, 2011, 38 (2): 156-163.
- [5] 陆锦时. 茶树儿茶素含量及组成特性与品种品质的关系 [J]. 西南农业学报, 1994, 7 (S1): 6-12.
- [6] 林金科, 陈荣冰, 陈常颂, 等. 高酯型儿茶素含量的茶树资源筛选研究 [J]. 茶叶科学, 2005 25 (1): 30-36.
- [7] 林金科, 郑金贵, 陈荣冰, 等. 高 EGCG 含量的特异茶树种质资源的筛选与研究 [J]. 作物学报, 2005, 31 (11): 1511-1517.
- [8] 伍妍俊, 汪小钢, 宛晓春, 等. 甲基化 EGCG 的研究现状及展望 [J]. 茶叶科学, 2010, 30 (6): 407-413.
- [9] 张金霞, 丁兆堂, 洪永聪, 等. 黄山群体种自然杂交后代儿茶素组分的变异特性 [J]. 植物遗传资源学报, 2010, 11 (6): 736-740.
- [10] 王威廉, 董丽娟, 张贻礼. 茶树品质遗传的窥测 [J]. 茶叶通讯, 1989, (2): 10-15.
- [11] 李家华, 张广辉, 邵宛芳, 等. 基于 PCA 和聚类分析的茶树  $F_1$  代茶多酚遗传分析 [J]. 分子植物育种, 2011, 9 (4): 491-497.
- [12] 阮宇成, 程启坤. 茶儿茶素的组成与绿茶品质的关系 [J]. 园艺学报, 1964, 3 (3): 287-300.

(责任编辑: 柯文辉)