

# 广西茶树资源生化成分多样性分析

王新超, 陈亮, 杨亚军

(中国农业科学院茶叶研究所茶树资源与改良研究中心/国家茶树改良中心, 杭州 310008)

**摘要:**对国家种质杭州茶树圃保存的来源于广西的 98 份茶树资源主要生化成分进行了评价鉴定和遗传多样性分析。结果发现, 广西地方茶树资源的生化成分存在丰富的多样性和变异, 平均遗传多样性指数达到 1.90, 平均变异系数达到 25.8%。通过多变量的主成分分析, 前 7 个主成分代表了茶树生化成分多样性的 86.75% 的信息。基于生化成分, 把 98 份资源聚类分为 3 个类群。第 1 类群大部分为红绿茶兼制的资源, 第 2 类群大部分为适制红茶的资源, 第 3 类群大部分为适制绿茶的资源。并从中筛选出一批生化成分特异的资源。

**关键词:** 广西; 茶树; 种质资源; 生化成分多样性; 主成分分析; 聚类分析

## Biochemical Diversity Analysis of Tea Germplasms in Guangxi

WANG Xin-chao, CHEN Liang, YANG Ya-jun

(Research Center for Tea Germplasm and Improvement, Tea Research Institute Chinese Academy of Agricultural Sciences/National Center for Tea Improvement, Hangzhou 310008)

**Abstract:** Biochemical composition and diversity analysis of 98 tea germplasms originating from Guangxi were conducted. The results showed that the biochemical diversity and variation were high in Guangxi tea germplasms. The average diversity index and coefficient of variation were 1.90 and 25.8%, respectively. In principal component analysis, the first seven principal components represented 86.75% of the biochemical diversity. Based on the biochemical data, 98 germplasms were clustered into 3 groups. The germplasms in the first group suited to be processed green and black tea. The germplasms in the second group suited to be processed black tea. The germplasms in the third group suited to be processed green tea. A set of special germplasms on some biochemical composition were selected.

**Key words:** Guangxi; Tea plant; Germplasm; Biochemical composition diversity; Principal component analysis; Cluster analysis

广西地处我国南部, 全区年平均气温 16 ~ 23℃, 年积温 6000 ~ 8000℃, 年降雨量 1000 ~ 2000mm, 极适宜于茶树生长, 被列为茶树的适宜气候区<sup>[1]</sup>。广西种茶历史悠久, 距今有 3000 多年的历史。其中与云南、贵州毗邻的地区为茶树的次生起源中心之一<sup>[2]</sup>。而且由于广西横跨西南和华南两个茶区, 特有的地理生态环境, 形成了十分丰富的茶树种质资源, 在其中也蕴藏着一些极其特异的资源<sup>[3-4]</sup>。因而, 系统鉴定评价广

西地区茶树资源, 对于加快利用其丰富的资源具有十分重要的意义。茶叶中的化学成分, 特别是影响茶叶品质的主要生化成分是形成茶叶优良品质的物质基础, 而关于广西地区茶树资源主要生化成分的系统研究, 仅见 Chen 等<sup>[5]</sup>对 38 份资源的研究报道。为了充分发掘广西地区茶树资源的利用潜力, 本文以保存于国家种质杭州茶树圃的 98 份来源于广西地区的茶树资源为研究对象, 在同一生境下进行鉴定评价, 分析研究其主

收稿日期: 2009-06-02

修回日期: 2010-01-22

基金项目: 现代农业(茶叶)产业技术体系建设专项资金; 国家科技基础条件平台工作项目(2005DKA21002-08); 国家科技支撑计划项目(2006BAD06B01)

作者简介: 王新超, 在读博士, 主要从事茶树资源与遗传改良研究。E-mail: xcw75@mail.tricaas.com

通讯作者: 陈亮, 研究员, 博导, E-mail: liangchen@mail.tricaas.com; 杨亚军, 研究员, 博导, E-mail: yjyang@mail.tricaas.com

要生化成分的遗传多样性,并从中发掘出一些特异的种质,为深入研究与利用广西地区茶树资源提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料来源

本研究以国家种质杭州茶树圃在20世纪80至90年代征集保存的98份广西茶树资源为研究对象,各个种质的基本情况见表1。

### 1.2 测定方法

参考《茶树种质资源描述规范和数据标准》<sup>[6]</sup>的方法,在春季采摘第1轮新梢的1芽2叶制作生化样,粉碎后用于生化成分测定。水浸出物、咖啡

碱、茶多酚和氨基酸含量的测定采用国标法(GB/T 8305、GB/T 8312、GB/T 8313、GB/T 8314)。儿茶素含量的测定参考王新超等<sup>[7]</sup>的HPLC方法,茶氨酸含量的测定参考林智等<sup>[8]</sup>的HPLC方法。没食子儿茶素(GC)、表没食子儿茶素(EGC)、儿茶素(C)、表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG)、表儿茶素(EC)、没食子儿茶素没食子酸酯(GCG)、表儿茶素没食子酸酯(EGC)和茶氨酸的标样购自Sigma公司(St. Louis, Missouri, USA),色谱纯级乙腈购自Merck公司(Darmstadt, Germany),水为超纯水(>18.2M $\Omega$ ),其他试剂为市售分析纯级。各生化成分的测定均为3次测定的平均值。

表1 98份广西茶树资源的基本情况

Table 1 Basic data of 98 tea plant germplasms in Guangxi

序号 No.	名称 Name	来源地 Origin	序号 No.	名称 Name	来源地 Origin	序号 No.	名称 Name	来源地 Origin	序号 No.	名称 Name	来源地 Origin
1	北流种	北流	26	和平中学群体	桂林	51	灵山种2	灵山	76	凤凰大茶树	上思
2	博白1号	博白	27	凌云×云大	桂林	52	灵山种3	灵山	77	凤凰大茶树2	上思
3	博白2号	博白	28	绿江群体	桂林	53	陆尾双凤茶	灵山	78	金龙1号	武宣
4	白石牙茶	防城	29	毛萼阿萨姆	桂林	54	陆尾种	灵山	79	金龙2号	武宣
5	冲锋茶	防城	30	石崖茶	桂林	55	泗州茶	灵山	80	金龙3号	武宣
6	河洲茶	防城	31	五通1	桂林	56	崩坡大茶树	龙胜	81	金龙4号	武宣
7	江那茶	防城	32	五通10	桂林	57	龙胜1号	龙胜	82	金龙茶	武宣
8	田廖茶	防城	33	五通12	桂林	58	北跃单株	龙州	83	瑶山茶	象州
9	猪牙石茶	防城	34	五通19	桂林	59	后山茶	龙州	84	六岷大叶茶	兴安
10	中东野茶	扶绥	35	五通24	桂林	60	龙州15号	龙州	85	龙江白毛茶	永福
11	富川白毫	富川	36	鹰条山群体	桂林	61	龙州18号	龙州	86	龙江单株	永福
12	贵港1号	贵港	37	云桂大叶	桂林	62	龙州19号	龙州	87	象棋茶	昭平
13	贵港2号	贵港	38	桂清种	贺县	63	龙州21号	龙州	88	雷电茶	钟山
14	土霸王	贵县	39	贺县种	贺县	64	龙州雨前大芽	龙州	89	钟山红花茶	钟山
15	桂红1	桂林	40	开山白毛茶	贺县	65	蒙山种2	蒙山	90	钟山群体	钟山
16	桂红4-1	桂林	41	圣山种	横县	66	大明山群体	南宁	91	边洪21	资源
17	桂红4-2	桂林	42	古兰茶	金秀	67	板遂茶	宁明	92	边洪21-23	资源
18	桂红4-3	桂林	43	金田种	金秀	68	公母山茶	宁明	93	边洪种	资源
19	桂红4-4	桂林	44	金秀2号	金秀	69	琴清黄叶	宁明	94	红边种	资源
20	桂绿1号	桂林	45	金秀4号	金秀	70	琴清绿叶	宁明	95	资源21-23	资源
21	桂云0-1	桂林	46	短柱原茶	乐业	71	三江大叶	三江	96	资源25号	资源
22	桂云0-2	桂林	47	荔浦种	荔浦	72	牙已茶	三江	97	资源28号	资源
23	桂云0-3	桂林	48	桂北大叶茶	临桂	73	上林1号	上林	98	资源云雾茶	资源
24	桂云17-1	桂林	49	临桂大叶	临桂	74	上林3号	上林			
25	桂云17-2	桂林	50	灵山种1	灵山	75	上林6号	上林			

### 1.3 统计分析

基本统计分析、主成分分析和聚类分析通过 SPSS 13.0 for Windows 统计软件 (SPSS Inc., 2001) 进行。主成分分析采用 Factor 过程的主成分分析法, 对各变量进行方差最大化正交旋转, 因子提取方差贡献率之和大于 85% 的主成分。聚类分析方法采用离差平方和法, 距离为欧氏距离。计算遗传多样性指数 ( $H'$ ) 前先对数量性状进行质量化处理, 以每个性状级差的 1/10 为间距将各性状分为 10 个等级, 表型性状的遗传多样性指数采用 Shannon-Weave 指数 ( $H'$ )<sup>[9]</sup>, 计算公式为:

多样性指数 ( $H'$ ) =  $-\sum P_j \ln P_j$ , 其中  $P_j$  为某性状第  $j$  个代码出现的频率。

## 2 结果与分析

### 2.1 主要生化成分的表现和多样性分析

表 2 是 98 份资源主要生化成分的统计参数和遗传多样性指数。可以看出, 广西茶树资源在生化成分上差异明显, 表现出丰富的遗传多样性, 平均遗传多样性指数 ( $H'$ ) 达到 1.90。17 个指标中, 遗传多样性指数最大的是酚氨比, 为 2.06, 其次为酯型儿茶素含量和 EGCG 含量 (分别为 2.05 和 2.04), 最小的是 EC 含量, 仅为 1.38。

表 2 主要生化成分的基本统计参数和遗传多样性指数

Table 2 Basic statistic parameters and diversity index of biochemical compositions

生化成分 Biochemical composition	平均值 $\bar{x}$	最小值 Min	最大值 Max	标准差 $s$	变异系数 (%) CV	遗传多样性指数 ( $H'$ )
水浸出物 (%) Water extracts	41.9	29.8	50.2	3.3	7.9	1.93
咖啡碱 (%) Caffeine	3.6	2.5	5.7	0.5	15.3	1.92
茶多酚 (%) Tea polyphenols	28.7	12.2	38.3	4.8	16.8	1.90
氨基酸 (%) Amino acids	2.9	1.6	6.4	0.8	25.6	1.82
酚氨比 Ratio of polyphenols/ amino acids	10.4	2.2	19.5	3.2	30.8	2.06
茶氨酸 (mg/g) Theanine	14.4	8.4	28.9	3.5	24.2	1.96
GC (mg/g)	9.3	2.9	22.1	3.3	35.5	1.98
EGC (mg/g)	14.3	6.0	35.5	5.1	36.0	1.72
C (mg/g)	10.5	4.1	23.9	3.3	31.4	1.92
EGCG (mg/g)	55.5	29.9	77.8	9.9	17.8	2.04
EC (mg/g)	7.1	2.6	42.6	4.1	58.0	1.38
GCG (mg/g)	19.2	10.7	35.1	4.6	24.1	2.00
ECG (mg/g)	17.5	8.6	45.0	5.5	31.5	1.79
CG (mg/g)	2.6	1.2	5.8	0.8	31.5	1.92
儿茶素 (mg/g) Total catechins	136.0	76.6	174.3	20.4	15.0	2.01
酯型儿茶素 (mg/g) Ester catechins	94.9	55.5	128.4	14.5	15.3	2.05
非酯型儿茶素 (mg/g) Non-ester catechins	41.1	18.2	72.3	9.1	22.2	1.97

在影响茶叶品质的 4 项常规生化成分 (水浸出物、咖啡碱、茶多酚、氨基酸) 中, 变异系数最大的是氨基酸, 达到 25.6%; 最小的是水浸出物, 为 7.9%, 顺序与云南资源的结果类似<sup>[10]</sup>, 说明在这 4 个成分上, 氨基酸的改良潜力最大, 而水浸出物的最小。水浸出物含量最高的是河洲茶 (50.2%), 最低的是上林 6 号 (仅 29.8%), 80% 的资源分布在 35% ~ 45% 之间。咖啡碱含量最高的为龙州 19 号 (5.7%), 最低的为龙州雨前大芽 (2.5%), 85% 的资源分布在 3.0% ~ 4.5% 之间。茶多酚含量最高的是六峒大叶茶 (38.3%), 最低的是龙州 18 号 (12.2%), 75% 的资源分布在 25% ~ 35% 之间。氨基酸含量最高的是龙州 19 号 (6.4%), 最低的是凤凰大茶树 2 (1.6%), 87% 的资源分布在 2.0% ~ 4.0% 之间。

酚氨比是一个体现茶树资源适应性的指标, 酚氨比低的 (< 8) 一般适制绿茶, 酚氨比高的 (> 15) 一般适制红茶, 在中间的为红绿兼制型<sup>[11]</sup>。从表 3 可以看出, 酚氨比的变异幅度比较大, 低的仅 2.2 (龙州 19 号), 高的达到 19.5 (凤凰大茶树 2), 变异系数达到 30.8%。低于 8 的资源有 22 份, 高于 15 的资源有 6 份。

茶氨酸是茶树氨基酸中一个主要的成分,一般占氨基酸总含量的50%以上。它不仅是茶汤鲜爽味的主要成味物质,而且具有重要的保健功能<sup>[12]</sup>。选育高茶氨酸含量的品种是茶树功能性育种的重要内容之一。从表2可以看出,广西茶树资源的茶氨酸含量变化幅度较大,最高的板遂茶(28.9mg/g)是最低的荔浦种(8.4mg/g)的3.4倍,变异系数达到24.2%。说明选育高茶氨酸含量的茶树品种是可行的。含量高于20.0mg/g的资源有6份。

儿茶素是茶叶中一类重要的物质,是茶叶保健功能的主要成分,其含量和组成与茶叶品质密切相关,也是体现茶树进化的标志之一<sup>[13]</sup>。由表2可以看出,在总的儿茶素含量上,广西茶树资源间的差别较大,最高的冲峰茶(174.3mg/g)是最低的边洪种(76.6mg/g)的2.3倍。在儿茶素的组成上广西茶树资源也存在较大的差异。由表2可以看出,非酯型儿茶素的变异系数高于酯型儿茶素,变异系数最大的是EC的含量,达到58.0%,其次是EGC和C,而且在体现茶树进化程度的EC和C占整个儿茶素的比例上,广西茶树资源也包含丰富的类型,高的达到27.9%比例,低的仅为7.6%,存在丰富的变异(CV=23.1%),说明广西茶树资源在进化程度上存在丰富的多样性,既具有比较原始的类型,也有进化

程度较高的类型。98份资源中,儿茶素总量高于170mg/g的资源有4份,酯型儿茶素含量高于120.0mg/g的资源有4份。

## 2.2 广西茶树资源生化成分的主成分分析

主成分分析能够较好地解释群体方差的主要来源,从而获得解释方差的重要性状并简化研究性状,以利于更好地研究群体<sup>[14]</sup>。对98份资源的主要生化成分进行主成分分析(表3),结果发现,前7个主成分的累计贡献率达86.75%,这7个主成分包含了所有性状的大部分信息,可以用来对材料进行综合评价<sup>[15]</sup>。第1主成分贡献率达到18.08,贡献最大的是EGCG和酯型儿茶素含量,其次是儿茶素总量和GCG含量,反映的主要是酯型儿茶素含量的信息;第2主成分特征向量绝对值最大的是茶多酚含量,其次是水浸出物、酚氨比和氨基酸含量,其中氨基酸含量的影响为负值。第3主成分中,非酯型儿茶素的影响最大,其次是EGC、GC和儿茶素含量,体现的主要是非酯型儿茶素的信息;第4主成分中,EGC和CG的贡献较大;第5主成分中,咖啡碱和氨基酸的含量贡献较大,体现的是含氮化合物的信息;第6主成分中,茶氨酸的贡献最大,而EC对之是负影响;第7主成分中,起主要作用的是GCG和C的含量,其中C的影响是负值。

表3 广西茶树资源的主成分分析

Table 3 Principal components analysis of tea plant germplasms in Guangxi

项目 Item	PC <sub>1</sub>	PC <sub>2</sub>	PC <sub>3</sub>	PC <sub>4</sub>	PC <sub>5</sub>	PC <sub>6</sub>	PC <sub>7</sub>
水浸出物 Water extraction	0.006	0.832	-0.009	-0.105	0.190	0.109	-0.061
咖啡碱 Caffeine	0.006	0.104	-0.085	0.052	0.871	0.015	0.042
茶多酚 Tea polyphenols	0.167	0.906	0.034	0.008	0.079	-0.005	0.066
氨基酸 Amino acid	-0.124	-0.525	-0.041	-0.066	0.599	0.430	0.088
酚氨比 Ratio of polyphenols/ amino acids	0.167	0.808	0.027	0.121	-0.331	-0.279	-0.050
茶氨酸 Theanine	-0.092	-0.126	0.058	-0.007	0.142	0.884	0.006
GC	0.248	0.250	0.505	0.220	-0.141	-0.026	0.471
EGC	0.126	-0.099	0.869	-0.030	-0.110	0.160	0.083
C	0.305	0.390	0.049	0.212	-0.118	-0.008	-0.657
EGCG	0.941	0.117	0.088	-0.183	-0.051	-0.094	-0.105
EC	0.033	-0.105	0.451	0.161	0.454	-0.585	-0.144
GCG	0.612	0.128	0.129	0.151	0.068	0.176	0.673
ECC	0.194	0.043	0.103	0.914	0.016	-0.062	-0.247
CG	0.093	-0.033	0.138	0.932	0.044	-0.006	0.216
儿茶素 Total catechins	0.777	0.153	0.504	0.326	0.018	-0.104	0.006
酯型儿茶素 Ester catechins	0.913	0.135	0.148	0.326	-0.005	-0.031	0.061
非酯型儿茶素 Non-ester catechins	0.284	0.129	0.892	0.211	0.049	-0.185	-0.084
特征根 Eigenvalues	5.252	2.699	1.736	1.530	1.339	1.226	0.966
累积贡献率(%) Cumulative proportion	18.084	34.528	48.394	61.159	70.304	79.208	86.751

### 2.3 广西茶树资源的聚类分析

根据 17 个生化成分数据对 98 份资源进行聚类分析,可将之分成 3 个大的类群(图 1)。各类群的生化成分见表 4。可以看出,不同的类群之间在主要生化成分上,除咖啡碱、EGC、EC、ECG 和 CG 外,基本上都存在显著差异。第 1 类群包括 44 份资源,含 4 个亚组,基本上是茶多酚含量和氨基酸含量中等,酚氨比在 8~13 之间,是红绿茶兼制型的;第 2 类群包括 36 份资源,含 3 个亚组,基本上是茶多酚含量较高,氨基酸含量较低,酚氨比较高,是适制红茶的资源;第 3 类群包括 18 份资源,含 2 个亚组,基本上是茶多酚含量较低、氨基酸含量较高、酚氨

表 4 不同类群的主要生化成分比较

Table 4 Comparison of biochemical compositions among three clusters

类别 Item	第 1 类群 Cluster 1		第 2 类群 Cluster 2		第 3 类群 Cluster 3	
	$\bar{x} \pm s$	CV(%)	$\bar{x} \pm s$	CV(%)	$\bar{x} \pm s$	CV(%)
水浸出物(%) Water extraction	41.5 ± 2.1b*	5.2	44.4 ± 2.2c	5.0	38.2 ± 3.5a	9.2
咖啡碱(%) Caffeine	3.5 ± 0.5a	14.5	3.7 ± 0.5a	12.5	3.5 ± 0.7a	21.4
茶多酚(%) Tea polyphenols	28.3 ± 2.2b	7.9	32.8 ± 1.9c	5.8	21.3 ± 4.4a	20.5
氨基酸(%) Amino acid	3.0 ± 0.7ab	24.9	2.7 ± 0.4a	16.4	3.3 ± 1.1ab	31.9
酚氨比 Ratio of polyphenols/ amino acids	10.0 ± 2.5b	25.5	12.5 ± 2.5c	20.1	7.0 ± 2.6a	36.4
茶氨酸(mg/g) Theanine	14.3 ± 2.9a	20.7	14.2 ± 3.1a	21.9	15.3 ± 5.2b	33.7
GC(mg/g)	9.6 ± 3.7ab	38.5	9.8 ± 2.9b	29.4	7.9 ± 2.9a	37.0
EGC(mg/g)	15.5 ± 6.0a	38.8	13.1 ± 3.3a	24.8	13.5 ± 5.4a	40.1
C(mg/g)	10.2 ± 3.1b	30.9	11.9 ± 3.3c	27.3	8.2 ± 2.1a	25.5
EGCG(mg/g)	53.9 ± 8.6a	16.0	60.5 ± 8.9b	14.7	49.8 ± 10.5a	21.1
EC(mg/g)	7.8 ± 5.7a	73.0	6.8 ± 2.0a	29.9	5.9 ± 1.8a	30.5
GCG(mg/g)	18.8 ± 4.3ab	23.1	20.6 ± 5.4b	26.2	17.5 ± 2.7a	15.2
ECG(mg/g)	16.6 ± 4.8a	28.8	19.3 ± 5.8a	29.9	16.3 ± 6.1a	37.6
CG(mg/g)	2.6 ± 0.8a	32.4	2.8 ± 0.9a	32.0	2.6 ± 0.8a	28.9
儿茶素(mg/g) Total catechins	134.7 ± 21.6b	16.0	144.8 ± 14.0c	9.7	121.8 ± 20.5a	16.8
酯型儿茶素(mg/g) Ester catechins	91.7 ± 13.5a	14.7	103.1 ± 11.9b	11.6	86.2 ± 14.2a	16.5
非酯型儿茶素(mg/g) Non-ester catechins	43.0 ± 10.7b	24.8	41.7 ± 5.7b	13.7	35.6 ± 8.8a	24.8

\*:不同字母代表在 0.05 水平上存在显著差异(类群间比较)

Values followed by a different letter are significantly different at 5% level(Compared among clusters)

表 5 生化成分含量比较特异的资源

Table 5 Some special germplasms on biochemical compositions

资源类型 Germplasm type	资源名称 Germplasm name
高氨基酸(>4.5%)	板遂茶(4.6)、博白 2 号(4.7)、中东野茶(5.2)、江那茶(4.7)、龙胜 1 号(4.7)、龙州 19 号(6.4)
高茶氨酸(>25.0 mg/g)	板遂茶(28.9)、龙胜 1 号(25.2)
高水浸出物(>45.0%)	北跃单株(45.6)、桂北大叶茶(46.0)、桂云 0-1(45.1)、桂云 17-1(46.2)、桂云 17-2(45.2)、河洲茶(50.2)、开山白毛茶(49.5)、陆尾种(47.3)、毛粤阿萨姆(46.2)、上林 3 号(47.7)、田廖茶(47.5)
高咖啡碱(>5.0%)	龙州 19 号(5.7)、古兰茶(5.1)、六峒大叶茶(5.1)
高茶多酚(>35.0%)	开山白毛茶(35.5)、凌云 × 云大(35.8)、陆尾种(35.5)、六峒大叶茶(38.3)、瑶山茶(35.6)
高儿茶素(>170.0 mg/g)	冲锋茶(174.3)、富川白毫(174.1)、金龙 3 号(171.8)、雷电茶(173.5)
高酯型儿茶素(>120.0 mg/g)	白石牙茶(120.5)、金龙 3 号(127.7)、凌云 × 云大(127.4)、雷电茶(128.4)

括号内数据为各资源对应的生化成分含量

比 <8 的资源,比较适制绿茶。

### 2.4 特异资源筛选

化学成分的含量和组成是决定茶叶品质的物质基础,在当前消费多元化和茶叶功能性成分保健功能日益受到重视的背景下,选育适合不同消费群体和适应加工不同类型茶叶产品或满足深加工需要的茶树新品种是今后茶树育种的一个重要方向。根据生化成分鉴定结果,从广西茶树资源中筛选出一批在生化成分上比较特异的资源,列于表 5。这些特异资源可以作为育种亲本用于今后的育种研究,或者直接利用。

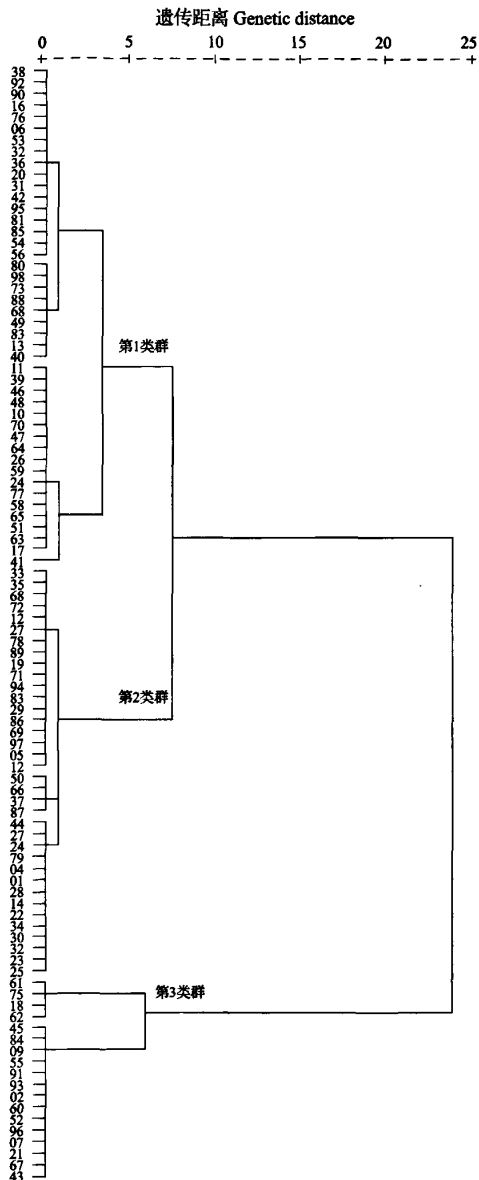


图1 广西茶树资源的聚类分析

Fig.1 Cluster analysis of Guangxi tea germplasm resources

### 3 讨论

通过进行系统鉴定评价,发现广西茶树资源的主要生化成分存在较高的遗传多样性,平均多样性指数达到1.90。变异类型比较丰富,在很多成分上变异系数较高,有很大的选择潜力。另一方面,从本研究结果可以看出,广西的茶树资源既有进化上比较原始的类型(EC和C的比例较高,接近于云南资源<sup>[16]</sup>),也有进化程度较高的类型(酯型儿茶素比例高),这可能与广西地跨西南、华南两大茶叶生态

区有关。桂西北地区属于西南茶区,毗邻茶树的起源中心,在自然环境中与其相似,可能是茶树的次生中心之一<sup>[2]</sup>,在茶树资源的分布上,蕴藏着一些进化程度较低的类型,而其他地方的资源则在进化程度上较高,所以表现在生化成分的分布上表型比较丰富,从一个方面反映了广西的茶树资源的多样性。

根据对98份资源的17个生化成分进行主成分分析,前7个主成分反映了资源大部分信息,各主成分包含的信息具有一定的相关性,每个主成分都比较客观地反映了所控制的各性状之间的相互关系,而且不同成分在7个主成分中具有明显不同的载荷值,有的成分对不同的主成分具有方向相反的影响。

聚类分析将98份资源划分为三大类群,每个类群的生化成分存在较大差异,决定了适制性不同。杨亚军<sup>[17-18]</sup>、陆锦时等<sup>[19]</sup>的研究结果认为,适制绿茶品种的氨基酸含量应该较高、茶多酚和儿茶素含量相对较低,具有一定的水浸出物含量(32%~40%)和咖啡碱含量(3.3%~3.6%),酚氨比在8以下;适制红茶的品种则是氨基酸含量相对较低,茶多酚、儿茶素、水浸出物和咖啡碱含量较高,酚氨比大于15。在这之间的则是红绿兼制品种。依据这些标准,第1类群为红绿茶兼制型,第2类群为适制红茶型,第3类群则为适制绿茶型。分类结果与实际结果大致相符。

通过系统的鉴定评价,筛选出一批生化成分比较特异的资源,这些资源在某一成分或几个成分上(如龙州19号、六峒大叶茶、开山白毛茶等)具有较高的含量,可以在今后的生产和育种中加以利用,发挥应有的价值。

### 参考文献

- [1] 中国农业科学院农业气象室农业气候组,中国农业科学院茶叶研究所区划组. 中国茶叶气候区划[J]. 农业气象,1982(1):1-5
- [2] 陈爱新. 桂西北是茶树原产地中心的一部分[J]. 广西农业科学,1995(2):94-95
- [3] 陈亮,虞富莲. 广西的大茶树[J]. 中国茶叶,1996(1):40-41
- [4] 覃秀菊,陈新强,陈春芬,等. 广西特异性茶树种质资源综述[J]. 中国农村小康科技,2006(10):37-38,45
- [5] Chen L, Zhou Z X. Variations of main quality components of tea genetic resources [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] preserved in the China National Germplasm Tea Repository [J]. Plant Foods for Human Nutrition,2005,60:31-35
- [6] 陈亮,杨亚军,虞富莲,等. 茶树种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2005
- [7] 王新超,姚明哲,马春雷,等. 我国苦茶资源主要生化成分的鉴定评价[J]. 中国农学通报,2008,24(6):65-69
- [8] 林智,杨勇,谭俊峰,等. 茶氨酸提取纯化工艺研究[J]. 天然产物研究与开发,2004,16(5):442-447

(下转第319页)

的糖浓度可以被提高。1984年,Widstrom等<sup>[13]</sup>比较了15个玉米栽培品种(cultivars)或玉米群体(populations)以及19个玉米杂交种(hybrids)茎秆糖产量,也发现提高玉米茎秆糖产量是可行的。本研究表明,玉米自交系茎秆含糖量存在很大差异,变异范围广(3.5%~16.9%),其中糖含量超过10%的自交系有65份(43.1%)。玉米茎秆含糖量是受遗传控制的<sup>[14]</sup>,自交系茎秆糖分选择潜力大,通过育种途径进一步提高玉米茎秆糖分是可能的。

据田间观察,绝大部分茎秆高糖的玉米自交系在取样(3/4乳线期)时,茎叶仍保持碧绿,说明植物光合作用还在进行。玉米茎秆是光合产物向玉米果穗中运输的主要通道,在3/4乳线期时,光合产物向玉米果穗中运输的比例减少,相对在茎秆中的积累量增加,进而相对提高了玉米茎秆中的含糖量。本研究试验中也发现,自交系LX-2、LX-3及LX49-2茎秆含糖量(Brix)很高,分别达到16.9%、14.1%、13.9%,但在3/4乳线期时,这些自交系茎叶保绿性并不好,分析其原因是玉米茎秆含糖量主要是受基因的遗传控制,保绿性的影响是有限的。另外,在茎秆高糖自交系中,与Y53有血缘关系的选系所占比例比较高(25%),Y53中可能存在茎秆高糖基因。根据以上分析,玉米茎秆含糖量除了受基因的遗传控制外,后期茎叶保绿程度可能对茎秆含糖量也有一定的影响。

每个性状在育种中的重要性不同,但每个性状的优劣都会影响资源的利用程度<sup>[15]</sup>。玉米优异种质资源掖478自交系能够成为我国玉米育种的骨干自交系,不仅因为其配合力高,还由于其具有好的综合性状<sup>[16]</sup>。在本研究中,尽管自交系LX-2茎秆含糖量最高(表2),但根据田间观察,其株型、抗病性、茎叶保绿性等都比较差,认为它不是一个优良的茎秆高糖种质资源。78599-1-550、78599-2、YXD053-646、Y53-245、预CY509 5个自交系不仅茎秆高糖

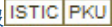
(表2),同时株型清秀、抗逆性强、茎叶保绿性好,据初步测定,一般配合力也较高,因此这5个自交系在培育茎秆高糖青贮玉米新品种过程中应加强应用。

#### 参考文献

- [1] 赵久然,杨国航,孙世贤,等. 国家青贮玉米品种区域试验现状及发展趋势[J]. 作物杂志,2008(1): 85-89
- [2] 白琪林,陈绍江,戴景瑞. 我国常用玉米自交系秸秆品质性状及其相关分析[J]. 作物学报,2007,33(11):1777-1781
- [3] Johnson L M, Harrison J H, Davidson D, et al. Corn silage management: Effects of hybrid, maturity, inoculation, and mechanical processing on fermentation characteristics[J]. J Dairy Sci, 2003, 86:287-308
- [4] McDonald P, Henderson N, Heron S J E. The Biochemistry of Silage, 2nd edn [M]. Marlow, United Kingdom: Chalcombe Publications, 1991: 70-120
- [5] Kleinschmit D H, Schmidt R J, Kung Jr L. The effects of various antifungal additives on the fermentation and aerobic stability of corn silage[J]. J Dairy Sci, 2005, 88:2130-2139
- [6] 张德玉,李忠秋,刘春龙. 影响青贮饲料品质因素的研究进展[J]. 家畜生态学报,2007,28(1):109-112
- [7] Froetschel M A, Ely L O, Amos H E. Effects of additives and growth environment on preservation and digestibility of wheat silage to holstein heifers [J]. J Dairy Sci, 1991, 74:546-556
- [8] Wilkinson J M, Chapman M P F, Wilkins R J, et al. Interrelationships between pattern of fermentation during ensilage and initial crop composition [C] //Proceeding of the 14th international Grassland, Lexington, 1983:631-634
- [9] Singleton W R. Sucrose in the stalks of maize inbreds [J]. Science, 1948, 107:174
- [10] 李风华,董海合,吴俊强,等. 茎秆高糖的能源玉米新品种选育研究[J]. 玉米科学,2007,15(3):19-21
- [11] Widstrom N W, Carr M E, Bagby M O, et al. Distribution of sugar and soluble solids in the maize stalk [J]. Crop Sci, 1988, 28: 861-863
- [12] Bian Y L, Yazaki S J, Inoue M K, et al. QTLs for sugar content of stalk in sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) [J]. Agric Sci China, 2006, 5:736-744
- [13] Widstrom N W, Bagby M O, Palmer D M, et al. Relative stalk sugar yields among maize populations, cultivars, and hybrids [J]. Crop Sci, 1984, 24:913-915
- [14] Van Reen R, Singleton W R. Sucrose content in the stalks of maize inbreds [J]. Agron J, 1952, 44:610-614
- [15] 李凤艳,张兴华,张仁和. 玉米优异地方种质资源的筛选与评价[J]. 植物遗传资源学报,2003,4(3):225-227
- [16] 李登海,毛丽华,杨今胜,等. 玉米优异种质资源-478自交系的选育与应用[J]. 莱阳农学院学报,2005,22(3):159-164
- [17] 徐雅静,汪远征. 主成分分析应用方法的改进[J]. 数学的实践与认识,2006,36(6):68-75
- [18] Chen J, Wang P, Xia Y, et al. Genetic diversity and differentiation of *Camellia sinensis* L. (cultivated tea) and its wild relatives in Yunnan province of China, revealed by morphology, biochemistry and allozyme studies [J]. Genetic Resources and Crop Evolution, 2005, 52(1):41-52
- [19] 杨亚军. 茶树育种品质早期化学鉴定-I. 鲜叶的主要生化组分与红茶品质的关系 [J]. 茶叶科学, 1990(2):127-131
- [20] 杨亚军. 茶树育种品质早期化学鉴定-II. 鲜叶的主要生化组分与红茶品质的关系 [J]. 茶叶科学, 1991(2):59-64
- [21] 陆锦时,魏芳华,李春华. 茶树品种主要化学成分与品质关系的研究 [J]. 西南农业学报, 1994, 7(增刊):1-5

(上接第314页)

- [9] 刘玉皎,宗绪晓. 青海蚕豆种质资源形态多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2008,9(1):79-83
- [10] 王新超,许玫,陈亮,等. 优质红碎茶资源的鉴定与筛选[J]. 植物遗传资源学报,2005,6(3):262-265
- [11] 程启坤. 茶叶品种适制性的生化指标——酚氨比[J]. 中国茶叶,1983(1):38
- [12] 吕毅,郭雯飞,倪捷儿,等. 茶氨酸的生理作用及合成[J]. 茶叶科学,2003,23(1):1-5
- [13] 杨贤强,王岳飞,陈留记. 茶多酚化学[M]. 上海:上海科学技术出版社,2003:71-73
- [14] 严学兵,周禾,王翌,等. 被碱草属植物形态多样性及其主成分分析[J]. 草地学报,2005,13(2):111-116

作者: [王新超](#), [陈亮](#), [杨亚军](#), [WANG Xin-chao](#), [CHEN Liang](#), [YANG Ya-jun](#)  
作者单位: [中国农业科学院茶叶研究所茶树资源与改良研究中心/国家茶树改良中心](#), 杭州, 310008  
刊名: [植物遗传资源学报](#)   
英文刊名: [JOURNAL OF PLANT GENETIC RESOURCES](#)  
年, 卷(期): 2010, 11(3)

## 参考文献(19条)

1. 刘玉皎;宗绪晓 [青海蚕豆种质资源形态多样性分析](#)[期刊论文]-[植物遗传资源学报](#) 2008(01)
2. 林智;杨勇;谭俊峰 [茶氨酸提取纯化工艺研究](#)[期刊论文]-[天然产物研究与开发](#) 2004(05)
3. 王新超;姚明哲;马春雷 [我国苦茶资源主要生化成分的鉴定评价](#)[期刊论文]-[中国农学通报](#) 2008(06)
4. 陈亮;杨亚军;虞富莲 [茶树种质资源描述规范和数据标准](#) 2005
5. Chen L;Zhou Z X [Variations of main quality components of tea genetic resources\[Camellia sinensis\(L.\)O.Kuntze\]preserved in the China National Germplasm Tea Repository](#) 2005
6. 覃秀菊;陈新强;陈春芬 [广西特异性茶树种质资源综述](#)[期刊论文]-[中国农村小康科技](#) 2006(10)
7. 陈亮;虞富莲 [广西的大茶树](#) 1996(01)
8. 陈爱新 [桂西北是茶树原产地中心的一部分](#) 1995(02)
9. 陆锦时;魏芳华;李春华 [茶树品种主要化学成分与品质关系的研究](#)[期刊论文]-[西南农业学报](#) 1994(增刊)
10. [杨亚军](#) [茶树育种品质早期化学鉴定-II. 鲜叶的主要生化组分与红茶品质的关系](#) 1991(02)
11. [杨亚军](#) [茶树育种品质早期化学鉴定-I. 鲜叶的主要生化组分与红茶品质的关系](#) 1990(02)
12. [Chen J;Wang P;Xia Y](#) [Genetic diversity and differentiation of Camellia sinensis L. \(cultivated tea\)and its wild relatives in Yunnan province of China, revealed by morphology, biochemistry and allozyme studies](#)[外文期刊] 2005(01)
13. [徐雅静;汪远征](#) [主成分分析应用方法的改进](#)[期刊论文]-[数学的实践与认识](#) 2006(06)
14. [严学兵;周禾;王堃](#) [披碱草属植物形态多样性及其主成分分析](#)[期刊论文]-[草地学报](#) 2005(02)
15. [杨贤强;王岳飞;陈留记](#) [茶多酚化学](#) 2003
16. [吕毅;郭雯飞;倪捷儿](#) [茶氨酸的生理作用及合成](#)[期刊论文]-[茶叶科学](#) 2003(01)
17. [程启坤](#) [茶叶品种适制性的的生化指标—酚氨比](#) 1983(01)
18. [王新超;许玫;陈亮](#) [优质红碎茶资源的鉴定与筛选](#)[期刊论文]-[植物遗传资源学报](#) 2005(03)
19. [中国农业科学院农业气象室农业气候组;中国农业科学院茶叶研究所区划组](#) [中国茶叶气候区划](#) 1982(01)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_zwyczyxb201003011.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201003011.aspx)