

王飞权,黄两成,罗盛财,等. 46 份茶树种质资源夏茶生化成分多样性分析[J]. 江苏农业科学,2017,45(18):105-110.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.18.027

46 份茶树种质资源夏茶生化成分多样性分析

王飞权¹,黄两成¹,罗盛财²,陈荣冰¹,冯花¹,张见明³,李少华¹,叶江华¹,李悍彪¹,罗青嫦¹

(1. 武夷学院茶与食品学院/福建省高校茶叶工程研究中心,福建武夷山 354300;

2. 武夷山龟岩茶业有限公司,福建武夷山 354300; 3. 武夷学院国际茶业研究中心,福建武夷山 354300)

摘要:为探明不同茶树种质资源夏茶鲜叶的生化成分特性,对武夷山市茶区 46 份茶树种质资源夏茶鲜叶的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,武夷山市茶树种质资源夏茶鲜叶生化成分的遗传多样性和变异性丰富,遗传多样性指数和变异系数的平均值分别达到 2.04 和 24.58%。通过多变量的主成分分析,前 3 个主成分代表了茶树生化成分多样性 80.37% 的信息。基于生化成分,把 46 份茶树种质资源聚类划分为 3 个类群。3 个类群除了水浸出物和黄酮类的含量差异不显著外,其他各生化成分均存在显著差异。第 I 类群多数适制绿茶,第 II 类群多数适制红茶,第 III 类群多数适制乌龙茶。从 3 个类群中初步筛选出高茶多酚特异资源 3 份、高水浸出物特异资源 4 份。结果可为武夷山市茶区夏茶资源利用和新品种选育奠定基础。

关键词:武夷山市;茶树种质资源;夏茶生化成分;遗传多样性;主成分分析;聚类分析

中图分类号: S571.102 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)18-0105-05

武夷山市作为全国重点产茶县之一,有着悠久的产茶历史,既是世界自然与文化遗产地,也是红茶与乌龙茶的发源地^[1-2]。茶产业作为武夷山市农村经济发展的支柱产业,在农民增收过程中起着至关重要的作用,但在发展过程中仍存在着以春茶为主,秋茶为辅,夏暑茶不采等现象,造成夏茶资源的极大浪费,这样不仅缩短了茶叶的生产期,影响到全年的产量和经济效益^[3];同时,存在茶树资源多样性开发不足等问题,包括品质和季节多样性的开发。上述原因造成武夷山市茶产业综合效益较低,影响了武夷山市茶产业的增效与茶农的增收。

据测,夏暑茶约占年茶叶总量的 35%~40%^[4],若能对其合理地开发和利用,生产出品质优良的夏暑茶产品,将对提高茶叶生产的经济效益具有重要意义。众所周知,茶树鲜叶是进行茶叶生产加工的物质原料,其生化成分的含量与组成是形成茶叶品质和判断适制性的重要因子^[5-6],茶树品种不同,生化成分的含量和组成也会存在差异^[7-8]。因此,为有效地开发和利用武夷山市茶树种质资源及其夏暑茶鲜叶资源,进行优质夏暑茶叶的生产,首先要知道其夏暑茶鲜叶的生化成分特性,判断其适制性,这样才能够做到有的放矢,才能最恰当地对其进行开发和利用。

武夷山市产茶历史悠久,茶树种质资源十分丰富,据文献

记载其种类多达 1 178 种^[9],但目前关于武夷山市茶树种质资源生化成分的系统性研究,只有王飞权等和张见明分别对 42 份武夷名丛的春茶和 26 份武夷名丛的秋茶鲜叶进行的生化成分分析报道^[10-11],夏暑茶鲜叶的生化成分分析尚未见报道。其他茶区,也仅见朱明珠等对四川产区 60 个茶树品种的夏秋茶鲜叶进行了系统的测定与分析,其在了解四川不同品种夏秋茶鲜叶生化组分的基础上,明确了各品种的制作工艺^[12],为四川夏秋茶的开发利用奠定了基础。本试验以福建省武夷山市茶区的 42 份武夷名丛和黄观音等 4 份乌龙茶树品种的夏茶鲜叶为材料,系统测定了主要生化成分的含量,并利用数理统计软件和制茶理论对其遗传多样性、变异性、主成分、聚类情况及适制性等进行了深入的分析,同时从这些种质资源中筛选出了生化成分含量表现特异的茶树种质,旨在为武夷山市夏茶鲜叶资源的合理利用及对武夷山市茶树种质资源生化成分特性的了解提供参考。

1 材料与方法

1.1 茶树种质资源保存地环境条件和基本信息

位于武夷山风景区梅子桥村的武夷山市龟岩茶树种质资源圃,具有深厚的土层和良好的灌溉条件。资源圃年平均最高气温 23.6℃、平均最低气温 14.0℃,年平均气温 17.9℃,7 月份的平均气温达 33.5℃,是一年中气温最高的时间段,1 月份平均温度 3.5℃,是气温最低的时期,10℃以上的活动积温在 5 000℃以上;夏秋季节,日照时数≥8.5 h/d,并以漫射光为主;资源圃的降水量一般在 1 500 mm 以上,且相对湿度在 80%左右。因此,资源圃雨量充沛、温湿度适宜,适合茶树生长^[13]。

在武夷山市龟岩茶树种质资源圃,本试验选取不见天等 42 份武夷名丛和金观音、黄观音、黄玫瑰、毛蟹 4 份乌龙茶树品种为研究对象(表 1),其中武夷名丛均由其来源地取无病虫害的枝梢进行扦插繁育,之后移植于武夷山市龟岩茶树种质资

收稿日期:2017-03-27

基金项目:福建省 2011 协同创新中心-中国乌龙茶产业协同创新中心专项(编号:闽教科[2015]75 号);国家级大学生创新性实验项目(编号:201510397007);武夷学院校科研基金(编号:XD201705);福建省教育厅科技项目(编号:JAT160517);福建省大学生创新性实验项目(编号:201410397051);福建省科技重点项目(编号:2013N0033)。

作者简介:王飞权(1982—),男,陕西西安人,硕士,讲师,主要从事茶树种质资源与茶叶生物化学研究。E-mail: hanxi2000827@163.com。

表 1 46 份茶树种质资源的基本信息

种质编号	种质名称	来源地	种质编号	种质名称	来源地
JM001	不见天	九龙窠九龙洞狭谷凹处	JM054	金毛猴	—
JM002	白鸡冠	慧苑火焰峰下之外鬼洞	JM055	小红梅	九龙窠
JM005	雀舌	九龙窠	JM056	老君眉	九龙窠
JM006	瓜子金	北斗峰	JM061	正太阴	外鬼洞
JM007	半天妖	三花峰	JM062	大红袍	九龙窠
JM008	玉笋	北斗峰	JM063	玉 井	内鬼洞
JM011	石中玉	刘官寨	JM064	流香 水金龟	牛栏坑杜葛寨
JM012	岭上梅	状元岭	JM065	留兰香	九龙窠
JM018	灵芽	刘官寨	JM066	小玉桂	九龙窠
JM019	玉蟾	刘官寨	JM073	正柳条	九龙窠
JM021	正玉兰	状元岭	JM077	大红梅	十八寨
JM024	玉麒麟	九龙窠	JM078	九龙珠	九龙窠
JM028	玉观音	钟鼓岩	JM079	正太阳	外鬼洞
JM029	向天梅	北斗峰	JM082	过山龙	宝国岩
JM033	紫罗兰	九龙窠	JM090	绿绣球	弥陀岩
JM034	醉贵姬	内鬼洞	LM001	正白毫	岚谷乡岭阳村
JM042	胭脂柳	北斗峰	TM001	仙女散花	天游峰顶麻石坑
JM044	红鸡冠	内鬼洞	HM001	百岁香	慧苑岩
JM045	金罗汉	内鬼洞	GYSR	龟岩石乳	龟岩种质资源圃
JM048	红孩儿	内鬼洞	105	黄观音	福建省农业科学院茶叶研究所
JM049	不知春	流香洞	204	金观音	福建省农业科学院茶叶研究所
JM051	肉桂	马枕峰	HMG	黄玫瑰	福建省农业科学院茶叶研究所
JM053	铁罗汉	内鬼洞	MX	毛蟹	大坪乡福美村

注:“—”表示来源地不详。

源圃中保存,46 份茶树种质的树龄基本在 4~15 年之间。

1.2 茶样处理与测定方法

1.2.1 茶样处理方法 于 2014 年至 2015 年的 6—7 月,按照 1 芽 2 叶的采摘标准取夏茶第 1 轮新梢的鲜叶为试验材料,且各种质均在取样地 3 个不同地点取样。取样后利用高温水蒸汽将鲜叶杀青,再在电热恒温干燥箱中烘干并用万能粉碎机粉碎过筛,最后妥善保存于冰箱冷冻层内备用^[10]。

1.2.2 生化成分分析方法 供试材料中主要生化成分(水浸出物、氨基酸、咖啡碱、茶多酚)含量的测定均参考文献[14]的方法。黄酮类化合物的测定采用黄意欢等的方法^[15]。生化成分测定时均设 3 次重复。

1.3 数据统计与分析方法

所测指标的基本统计参数(平均值、最大值、最小值、标准差、极差和变异系数)和遗传多样性指数采用 Excel 进行统计分析。主成分分析和聚类分析在 SPSS 20.0 for Windows 统计软件中进行。其中,主成分分析采用因子过程的主成分分析法,并采用方差最大化正交法对各变量进行旋转,因子提取累积贡献率大于 80% 且特征值大于 1 的部分;聚类分析采用 Ward’s 方法,遗传距离为欧式平方距离。采用单因素方差分析(One-way ANOVA)、最小显著差异法(LSD’s method)对聚类后各类群间生化成分的差异性进行多重比较。生化成分的遗传多样性指数(H’)的计算参照文献[16]。

2 结果与分析

2.1 夏茶鲜叶主要生化成分的基本参数和遗传多样性

由表 2 可以看出,46 份武夷山茶树种质资源夏茶鲜叶的生化成分存在明显的差异,遗传多样性表现丰富(H’的平均值达 2.04),6 个主要生化成分的遗传多样性指数的变化范围在 1.80~2.16。其中,H’最大的是茶多酚含量,为 2.16,其次

是氨基酸含量、咖啡碱含量,均为 2.12,水浸出物含量最小,仅为 1.80。

对 46 份茶树种质资源夏茶鲜叶主要生化成分的变异系数分析发现,其变异系数较高,平均变异系数为 24.58%,表现出丰富的变异性。6 个生化成分的变异系数变化范围为 8.92%~41.66%,其中,酚氨比的变异系数最大,为 41.66%,氨基酸、黄酮类的含量其次,分别为 36.78% 和 22.72%,水浸出物含量最小,为 8.92%。表明在改良生化成分方面,氨基酸和黄酮类具有较大的潜力,水浸出物具有最小的潜力。

对 46 份茶树种质资源夏茶鲜叶各生化成分的含量分析发现,水浸出物含量最高的是红鸡冠(55.82%),最低的是正太阴(32.95%),其中有 80.43% 的茶树种质资源水浸出物含量分布在 44.0%~55.0% 之间;咖啡碱含量最高的为留兰香(4.98%),最低的为铁罗汉(1.94%),84.78% 分布在 2.5%~4.5% 之间;茶多酚含量最高的是红鸡冠(40.58%),最低的是小玉桂(20.87%),78.26% 分布在 25.0%~40.0% 之间;氨基酸含量最高的是黄玫瑰(4.46%),最低的是瓜子金(0.94%),82.61% 分布在 1.5%~4.0% 之间;黄酮类含量有 84.78% 的种质分布在 0.8~1.8% 之间,其中最高的是红鸡冠(1.85%),最低的是雀舌(0.63%)。

一般情况下,在茶树种质资源适制性的初步鉴定中,酚氨比常作为判断某一茶树种质适制性的重要参考指标,其中酚氨比小于 8,且具有较高氨基酸含量的茶树种质适制绿茶^[17];适制红茶的种质一般要求酚氨比>15、茶多酚含量较高^[18];酚氨比在 8~13 或 13~15 的种质,则适制乌龙茶或红绿茶兼制^[19-21]。由表 2 可知,46 份茶树种质资源夏茶鲜叶酚氨比的变异幅度较大(变异系数达到 41.66%),其比值在 5.59~36.43 之间,其中毛蟹的最低,仅为 5.59,瓜子金的最高,达

表 2 46 份茶树种质的主要生化成分分析

代码	含量(%)					酚氨比
	茶多酚	氨基酸	咖啡碱	水浸出物	黄酮	
JM001	22.73	2.96	2.99	44.51	0.97	7.68
JM002	35.23	1.67	3.29	50.64	1.27	21.10
JM005	35.19	1.92	3.21	45.54	0.63	18.33
JM006	34.24	0.94	3.84	47.14	1.07	36.43
JM007	35.04	3.24	3.68	36.15	1.67	10.81
JM008	22.18	1.93	3.55	43.29	1.18	11.49
JM011	34.05	1.54	2.95	50.37	1.09	22.11
JM012	33.83	1.65	3.3	42.45	1.07	20.50
JM018	30.36	1.59	2.22	46.93	1.22	19.09
JM019	35.04	2.08	3.61	53.93	1.12	16.85
JM021	32.61	2.08	2.90	44.49	1.19	15.68
JM024	35.43	3.96	4.14	49.14	0.81	8.95
JM028	33.84	3.45	3.27	46.65	1.27	9.81
JM029	24.36	1.69	4.24	49.62	0.92	14.41
JM033	31.58	2.78	2.73	44.03	1.05	11.36
JM034	36.92	2.09	4.27	50.50	0.73	17.67
JM042	35.27	2.73	3.53	48.63	1.00	12.92
JM044	40.58	1.68	2.95	55.82	1.85	24.15
JM045	34.01	1.07	2.72	44.22	0.72	31.79
JM048	32.18	2.67	4.24	44.96	1.24	12.05
JM049	26.75	3.56	3.52	44.60	1.13	7.51
JM051	35.26	1.61	2.48	50.79	1.20	21.90
JM053	27.19	1.49	1.94	49.85	1.14	18.25
JM054	29.97	1.31	2.02	48.74	1.19	22.88
JM055	35.47	2.69	3.36	49.11	0.96	13.19
JM056	40.31	2.65	3.85	49.74	0.81	15.21
JM061	28.41	2.21	2.89	32.95	0.93	12.86
JM062	31.36	3.19	3.86	42.87	1.01	9.83
JM063	26.74	1.75	3.14	45.95	1.11	15.28
JM064	24.78	1.98	3.62	47.27	1.04	12.52
JM065	34.57	2.60	4.98	52.28	0.79	13.30
JM066	20.87	2.52	2.71	44.72	1.48	8.28
JM073	28.12	2.45	4.42	49.37	1.39	11.48
JM077	34.68	1.43	4.39	48.03	1.05	24.25
JM078	27.13	1.22	2.23	40.92	0.95	22.24
JM079	23.36	3.43	3.72	43.99	0.88	6.81
JM082	38.96	1.74	3.41	51.2	1.14	22.39
JM090	33.88	1.73	3.58	46.01	1.27	19.58
LM001	28.56	2.16	3.19	46.06	1.51	13.22
TM001	26.02	2.58	2.67	45.80	1.33	10.09
HM001	36.04	2.78	3.57	47.53	1.33	12.96
GYSR	23.85	1.26	2.33	40.59	1.12	18.93
204	25.58	1.67	2.96	46.29	0.75	15.32
105	27.64	1.53	3.15	44.81	0.75	18.07
HMG	26.51	4.46	3.66	48.51	1.23	5.94
MX	21.36	3.82	4.12	49.53	0.94	5.59
平均值	30.83	2.25	3.33	46.66	1.10	15.68
最大值	40.58	4.46	4.98	55.82	1.85	36.43
最小值	20.87	0.94	1.94	32.95	0.63	5.59
标准差	5.24	0.83	0.68	4.16	0.25	6.53
变异系数	17.01	36.78	20.41	8.92	22.72	41.66
极差	19.71	3.52	3.04	22.87	1.22	30.83
遗传多样性指数	2.16	2.12	2.12	1.80	2.01	2.01

36.43, 平均值为 15.68。高于 15 的茶树种质有 23 份(占总数的 50%), 均适制红茶; 适制乌龙茶的有 14 份; 红绿茶兼制

型的有 4 份; 适制绿茶的有 5 份。

2.2 46 份茶树种质资源夏茶鲜叶生化成分的主成分分析

为了更好地研究诸如种质资源等群体对象, 并能够解释群体方差的主要来源, 研究工作者常采用主成分分析方法, 从而获得解释方差的重要性状并简化研究性状^[10,16,22]。如表 3 所示, 本试验以茶多酚等 6 个生化成分为变量, 以特征值 > 1、累计贡献率 > 80% 为标准, 对 46 份武夷山茶树种质资源夏茶鲜叶进行分析, 最终前 3 个成分被确定为主成分。前 3 个主成分的累计贡献率达到了 80.37%, 表明这 3 个主成分保留了 6 个主要生化成分的大部分信息, 因此可对 46 份茶树种质资源(夏季)进行综合评价^[23]。第 1 主成分的贡献率为 36.31%, 酚氨比的贡献最大, 氨基酸含量次之(其影响为负值), 其特征所凝聚的生物学信息主要是与酚氨比值含量和氨基酸含量的信息相关。第 2 主成分中咖啡碱含量的贡献最大, 水浸出物含量和茶多酚含量次之, 反映的主要是咖啡碱的信息; 第 3 主成分贡献最大的是黄酮类含量。

2.3 46 份茶树种质资源夏茶鲜叶生化成分的聚类分析

如图 1 所示, 基于夏茶鲜叶 6 个主要生化成分的分析结果, 对 46 份茶树种质进行了聚类分析, 将其分为 3 大类群^[24]。各类群之间生化成分的比较结果见表 4。其中, 12 份茶树种质资源聚到第 I 类群, 包含 2 个亚群: 第 1 亚群包括 JM001、JM049、JM079、HMG 和 MX, 第 2 亚群包括 JM008、JM029、JM063、JM064、JM066、TM001 和 LM001。22 份茶树种质资源聚到第 II 类群, 包含 2 个亚群: 第 1 亚群包括 JM002、JM006、JM011、JM019、JM044、JM045、JM051、JM077 和 JM082; 第 2 亚群包括 M005、JM012、JM018、JM021、JM033、JM053、JM054、JM061、JM078、GYSR、204、105 和 JM090。12 份茶树种质资源聚到第 III 类群, 包含 2 个亚群: 第 1 亚群包括 JM007、JM024、JM028、JM042、JM048、JM055、JM062、JM073 和 HM001, 第 2 亚群包括 JM034、JM056 和 JM065。

由表 4 可知, 除了水浸出物和黄酮类的含量不存在显著差异外, 3 大类群的其他生化成分之间均存在一定的差异: 第 III 类群茶多酚含量最高, 与第 II 类群之间没有差异, 但显著高于第 I 类群; 第 I 和第 III 类群之间的氨基酸含量差异不显著, 但均显著高于第 II 类群; 3 个类群之间的咖啡碱含量均存在显著差异, 其中第 III 类群含量最高, 第 I 类群次之, 第 II 类群最低; 酚氨比则表现为第 II 类群最高, 并显著高于第 I、第 III 类群, 后两者之间不存在显著性差异。

总体来看, 第 III 类群夏茶鲜叶的生化成分含量最丰富, 茶多酚、氨基酸、咖啡碱、水浸出物的含量均最高, 且酚氨比中等, 其大部分适制乌龙茶, 少数适制红茶和红绿茶兼制; 第 II 类群次之, 酚氨比最高, 茶多酚、水浸出物的含量中等, 该类群大部分适制红茶, 个别适制乌龙茶; 第 I 类群生化成分含量最不丰富, 黄酮类含量最高, 氨基酸、咖啡碱的含量中等, 茶多酚、水浸出物的含量及酚氨比最低, 该类群多数适制绿茶, 部分适制乌龙茶, 个别适制红茶。

2.4 特异种质资源的筛选

在茶叶深加工中功能性成分的提取、高含量功能性成分茶产品的开发以及杂交育种的研究中, 生化成分特异的茶树种质资源常作为原料品种或育种亲本加以利用^[25]。本试验根据夏茶鲜叶生化成分的测定结果, 参照钟雷总结的特异资

表 3 6 个主要生化成分的主成分分析

成分	水浸出物含量	茶多酚含量	氨基酸含量	咖啡碱含量	黄酮类含量	酚氨比	特征值	累积贡献率(%)
第 1 主成分	0.270	0.494	-0.889	-0.391	0.003	0.958	2.178	36.31
第 2 主成分	0.711	0.659	0.279	0.738	-0.098	0.020	1.572	62.50
第 3 主成分	0.197	0.139	0.133	-0.233	0.965	-0.102	1.072	80.37

注:下划线标示的是主成分中绝对值较大的载荷。

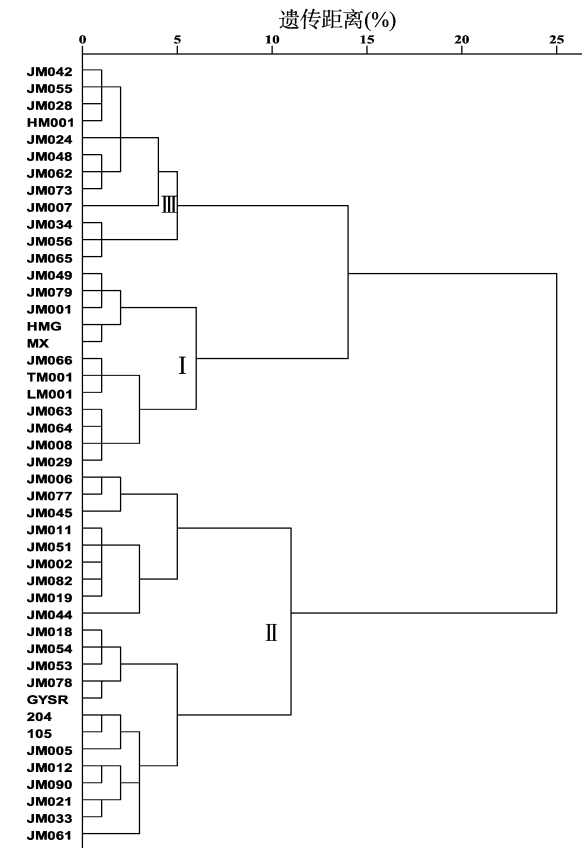


图 1 46 份茶树种质资源的聚类分析

24.58%),与该茶区的春茶(均值分别为 2.06 和 22.02%)相源筛选标准^[26],从 46 份茶树种质资源中筛选出了一批在生化成分含量上特异的种质(表 5)。此外,本试验还筛选了一些生化成分含量较高的茶树种质,在茶叶生产中也可以利用,如茶多酚:JM034(36.92%)、HM001(36.04%)、JM055(35.47%)、JM024(35.43%)、JM042(35.27%)、JM051(35.26%)、JM002(35.23%)、JM005(35.19%)、JM007(35.04%)和 JM019(35.04%);氨基酸:JM024(3.96%)和 HMG(4.46%);咖啡碱:JM024(4.14%)、JM029(4.24%)、JM034(4.27%)、JM048(4.24%)、JM065(4.98%)、JM073(4.42%)、JM077(4.39%);水浸出物:JM002(50.64%)、JM011(50.37%)、JM034(50.50%)和 JM051(50.79%);黄酮类:JM044(1.85%)。

3 讨论

遗传多样性包括表型、蛋白质、染色体、DNA 和碱基序列等多层次遗传变异,是生物多样性的重要组成部分,是遗传信息的总和,是新品种选育的基础,遗传多样性越丰富,栽培品种改良或新品种选育的潜力就越大^[27]。茶树存在丰富的次生代谢产物,因此生化成分是其重要的表型性状,其多样性是茶树遗传多样性与环境多样性的综合体现。本试验对武夷山市茶区 46 份茶树种质资源所构成的群体,从夏季茶叶生化成分的角度进行了表型多样性研究。经系统的鉴定与评价后,发现武夷山市 46 份茶树种质资源夏茶鲜叶的主要生化成分遗传多样性指数和变异系数均较高(均值分别达到 2.04 和

表 4 不同类群之间主要生化成分的比较

生化成分	类群 I		类群 II		类群 III	
	平均值 ± 标准差	变异系数	平均值 ± 标准差	变异系数	平均值 ± 标准差	变异系数
茶多酚含量(%)	24.52 ± 2.45b	9.98	32.24 ± 4.27a	13.24	34.55 ± 3.03a	8.77
氨基酸含量(%)	2.74 ± 0.91a	33.14	1.65 ± 0.41b	24.62	2.88 ± 0.50a	17.45
咖啡碱含量(%)	3.43 ± 0.50b	14.61	2.96 ± 0.61c	20.73	3.93 ± 0.50a	12.66
水浸出物含量(%)	46.15 ± 2.14a	4.64	46.62 ± 4.97a	10.66	47.24 ± 4.30a	9.11
黄酮类含量(%)	1.14 ± 0.21a	18.54	1.08 ± 0.25a	23.25	1.08 ± 0.29a	27.05
酚氨比	9.90 ± 3.39b	34.28	20.64 ± 5.57a	26.99	12.35 ± 2.46b	19.89

注:同行数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著(类群间比较)。

表 5 生化成分含量特异的种质

种质类型	种质名称
高水浸出物(51.0%)	JM019(53.93%)、JM044(55.82%)、JM065(52.28%)、JM082(51.20%)
高茶多酚(38.0%)	JM044(40.58%)、JM056(40.31%)、JM082(38.96%)

注:括号内数据为各种质对应的生化成分含量。

比^[10],其多样性指数略低而变异系数明显偏高,与该茶区的秋茶(均值分别为 1.87 和 19.35%)相比均偏高^[11],说明作为表型性状的生化成分受季节性影响较大;与四川夏秋茶(变异系数均值为 30.20%)相比^[12],其变异系数明显偏低,

体现了生化成分的地域性和品种性差异。46 份资源主要生化成分的变异类型比较丰富,在酚氨比、氨基酸含量和黄酮类含量上均表现出较高的变异系数,说明夏季这些资源在氨基酸含量、黄酮类含量和酚氨比上有很大的选择潜力。6 个主

要生化成分中有 5 个(除水浸出物外)的遗传多样性指数大于 2.0,说明这 5 个生化成分具有丰富的遗传多样性和一定的改良潜力。就生化成分的含量而言,与春季相比^[10],46 份茶树资源夏茶鲜叶除了氨基酸含量和咖啡碱含量较低外,其他生化成分均偏高,尤其是茶多酚含量与酚氨比;与秋季相比^[11],除了咖啡碱含量有较大差异外,其他生化成分均差异不明显,说明生化成分在含量上表现出较为明显的季节性变化规律,这与夏秋季节的高温高光强加强了碳素代谢而降低了氮素代谢的规律相符合。

本试验对武夷山市 46 份茶树种质夏茶鲜叶的 6 个主要生化成分进行了主成分分析,以累积贡献率大于 80% 和特征值大于 1 为前提,提取了前 3 个主成分(累计贡献率达到 80.37%),包含了 46 份茶树种质资源的大部分信息。3 个主成分包含的信息存在一定的相关性,每个主成分均能够较为客观地体现出与所控制的相应性状之间的关系,不同生化成分在各个主成分中的载荷不同,且有主次之分,对不同主成分的影响部分生化成分具有相反的方向。主成分分析的目的在于简化指标数量,为种质资源进一步的信息分析做好准备。

以遗传距离为 12.5 将 46 份茶树种质资源聚为三大类群,其中,第Ⅰ类群包括 12 份茶树种质,第Ⅱ类群 22 份,第Ⅲ类群 12 份。经过对三大类群各生化成分进行方差分析发现,除了水浸出物和黄酮类含量不存在显著差异外,三大类群的其他生化成分均存在一定的显著差异。本试验以酚氨比作为适制性的评判标准,对各种质的适制性做了初步认定,以缩小研究范围、提高其夏茶资源的利用率,但具体还应根据加工试验的结果而定。杨亚军等研究认为,酚氨比小于 8,且具有较高的氨基酸含量、相对较低的茶多酚含量以及具有一定的水浸出物含量和咖啡碱含量的种质适制绿茶^[17-18,28];酚氨比大于 15,且具有相对较低的氨基酸含量,及相对较高的茶多酚、水浸出物和咖啡碱含量的种质适制红茶,而红绿茶兼制的品种则在此之间。王新超等、王小萍等、堵源康等、刘声传等分别将广西、四川、云南、贵州等地茶树种质资源进行了分类,并依据以上研究理论对各类群的适制性进行了界定^[16,27,29-30]。考虑到武夷山市是主要的乌龙茶产区,其茶树种质资源在生产中多用于乌龙茶生产,因此,还依据了宛晓春等的研究结论^[20-21],酚氨比在 8~13 之间、氨基酸含量和茶多酚含量适中的种质适制乌龙茶。根据以上研究理论,46 份茶树种质资源夏茶鲜叶在生化成分的适制性方面表现为:第Ⅰ类群大部分适制绿茶,部分适制乌龙茶,个别适制红茶;第Ⅱ类群大部分适制红茶,个别适制乌龙茶;第Ⅲ类群大部分适制乌龙茶,少数适制红茶和红绿茶兼制。这个结果与茶树在夏暑季节受高温、高光照度影响而表现为碳代谢旺盛、氮代谢弱的规律相一致^[20],也反映出夏茶鲜叶加工红茶的潜力较大,这在王飞权等的研究结果^[31-32]中得到了一定的印证。

根据生化成分特异资源的筛选标准,本试验从 46 份茶树种质资源中初步筛选出一批夏暑茶鲜叶生化成分含量特异或含量较高的种质,这些种质有的在某一个成分或几个成分上(如 JM002、JM044、JM082 等)具有较高的含量,因此,在今后的茶叶深加工、功能性茶产品的开发以及茶树育种中可以直接加以利用,尤其是产量高、价格低廉的夏茶资源,开发和利用这些资源将会产生一定的经济效益,对提高茶叶产值和增

加茶农收入具有重要的现实意义^[33-34]。

4 结论

本试验通过对武夷山市茶区 46 份夏季茶树种质鲜叶的 6 个主要生化成分进行了包括变异性、遗传多样性、主成分及聚类等在内的比较深入的分析,研究发现,46 份种质间生化成分的含量有明显差异,且遗传多样性和变异性比较丰富。被提取的前 3 个主成分能够反映 80.37% 的信息量。进一步系统聚类,可将 46 份茶树种质聚成 3 类,除了水浸出物和黄酮类的含量不存在显著差异外,各类群的其他生化成分间均存在一定的差异。按照适制性的标准,第Ⅰ类群大部分适制适制绿茶,第Ⅱ类群大部分适制红茶,第Ⅲ类群大部分适制乌龙茶,总体大部分适制红茶。按照特异性种质资源的标准,筛选出一批生化成分特异的种质。在武夷山市夏暑茶资源利用和茶树种质资源开发不足的情况下,本研究利用生物统计学的方法系统探讨了其表型性状的遗传多样性及适制性,旨在为夏暑茶资源的开发和茶树品种的选育与改良奠定基础。

参考文献:

- [1] 叶元高,徐 斌. 浅谈武夷山市茶产业发展的现状和展望[J]. 中国茶叶,2009(6):38-39.
- [2] 张锡友. 武夷山市茶产业发展研究[J]. 现代农业科技,2011(10):382-383.
- [3] 张文锦,王 峰,翁伯琦. 武夷山市茶业现状与发展对策[J]. 福建农业学报,2012,27(11):1264-1268.
- [4] 郑乃辉. 有效利用夏暑茶,提高茶叶的年经济效益[J]. 茶叶科学技术,2001(3):36,34.
- [5] 魏 勇. 广东省优异茶树种质资源的筛选[D]. 长沙:湖南农业大学,2008.
- [6] 鄢东海,罗显扬,魏 杰,等. 贵州地方茶树资源的生化成分多样性及绿茶品质[J]. 中国农学通报,2010,26(3):81-85.
- [7] 乔小燕,吴华玲,韩雪文,等. 仁化白毛茶生化成分与成品白茶品质的相关性研究[J]. 核农学报,2015,29(12):2327-2333.
- [8] 陈 林,陈 键,陈泉宾,等. 不同工艺制法对茶叶风味品质化学轮廓的影响[J]. 核农学报,2016,30(11):2196-2203.
- [9] 罗盛财. 武夷岩茶名丛录[M]. 北京:科学出版社,2007:1-2.
- [10] 王飞权,冯 花,王 芳,等. 42 份武夷名丛茶树资源生化成分多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2015,16(3):670-676.
- [11] 张见明. 26 份武夷名丛茶树种质资源秋茶生化成分多样性分析[J]. 武夷学院学报,2016,35(9):1-7.
- [12] 朱明珠,齐桂年,李建华,等. 60 个茶树品种夏秋叶主要生化成分分析[J]. 云南大学学报(自然科学版),2016,38(3):494-500.
- [13] 洪永聪,卢 莉,辛 伟,等. 武夷岩茶“十大名丛”种质生物学特性的鉴定与评价[J]. 中国农学通报,2012,28(28):234-238.
- [14] 张正竹. 茶叶生物化学实验教程[M]. 北京:中国农业出版社,2009:32-42.
- [15] 黄意欢,叶银芳,包先进. 茶学实验技术[M]. 北京:中国农业出版社,1997:124.
- [16] 王新超,陈 亮,杨亚军. 广西茶树资源生化成分多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2010,11(3):309-314.
- [17] 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绿茶品质的关系[J]. 茶叶科学,1991,11(2):127-131.
- [18] 杨亚军. 茶树育种品质早期化学鉴定——Ⅰ. 鲜叶的主要生化

李元应,侯晓奎. 粉尘污染对郑州市典型绿化树种叶片生理生化特性的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(18):110-115.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.18.028

粉尘污染对郑州市典型绿化树种 叶片生理生化特性的影响

李元应, 侯晓奎

(黄河交通学院,河南焦作 454950)

摘要:以河南省郑州市城区道路中的典型绿化树种为试验材料(紫叶李、木槿、连翘、垂丝海棠、紫荆),连续3年研究和比较粉尘污染对不同绿化树种滞尘效应及生理特性的影响,为不同绿化树种在生态景观配置、选择适合的绿化树种、合理的城市绿化建设方面提供科学依据。结果表明:(1)不同绿化树种降尘粒径主要分布在2.5~100.0 μm之间,叶面降尘中颗粒物粒径集中分布在100.0 μm以下(占99%以上),降尘物主要为在大气中经一定距离漂移的总悬浮颗粒物(TSP,粒径≤100 μm);(2)不同绿化树种降尘物中细颗粒物(PM_{2.5},粒径≤2.5 μm)、可吸入颗粒物(PM₁₀,粒径≤10 μm)和TSP平均粒径均以连翘和垂丝海棠较高,木槿和紫荆相对较低;(3)不同绿化树种比叶质量(x)与叶片滞尘能力(y)之间的线性函数关系最佳,其拟合方程为 $y=0.04054x-0.89432$, $r^2=0.9730$ ($P<0.01$),表明两者间存在明显的相关关系,即比叶质量较大的植物滞尘能力较强;(4)对于绿化树种叶片生理特性,不同绿化树种叶片比叶质量、叶面积指数、叶绿素a和b含量、可溶性蛋白含量、可溶性糖含量、过氧化氢酶活性、过氧化物酶活性和超氧化物歧化酶活性基本表现为连翘和垂丝海棠较高,木槿和紫荆相对较低;而丙二醛含量却表现为木槿和紫荆相对较高,连翘和垂丝海棠相对较低,由此表明连翘和垂丝海棠对粉尘污染具有较高的抗性;(5)相关性分析表明,郑州市绿化树种叶面降尘的粒径与叶片生理生化指标之间具有一定的相关性,绿化树种叶面降尘的粒径与叶片丙二醛含量呈显著或极显著负相关关系,绿化树种降尘物PM_{2.5}粒径主要依赖于叶片生理生化特性,绿化树种降尘物PM₁₀粒径主要依赖于比叶质量和叶面积指数。

关键词:粉尘污染;绿化树种;生理生化特性;郑州市

中图分类号: X513 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)18-0110-06

大气污染已成为影响人类健康的主要环境危害之一,关

收稿日期:2016-04-18

作者简介:李元应(1977—),男,河南信阳人,讲师,研究方向为园林规划设计、植物景观等。E-mail:Leeyuanying@126.com。

通信作者:侯晓奎,讲师,研究方向为园艺设计、园林规划等。
E-mail:4127yulin@163.com。

组分与红茶品质的关系[J]. 茶叶科学,1990,10(2):59-64.

[19]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.

[20]宛晓春,黄继轸,沈生荣. 茶叶生物化学[M]. 3版. 北京:中国农业出版社,2008:248-252.

[21]张文锦,郭专. 乌龙茶鲜叶酚氨比与品质的关系及其调控[J]. 茶叶科学简报,1993(4):4,13-16.

[22]严学兵,周禾,王堃,等. 披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.

[23]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.

[24]石林. 聚类分析在茶树品种分类中的应用[J]. 中国茶叶,1988(3):15-17.

[25]林小端. 我国茶树特异资源研究进展[J]. 贵州茶叶,2008(2):1-5.

[26]钟雷. 武夷名丛种质资源特征特性研究及筛选[D]. 福州:福建农林大学,2009.

系到人类长期的生存和发展,受到当今世界各国的普遍关注和重视^[1-2]。城市大气污染中的可吸入颗粒物已被公认为是对人体健康危害最大且表性最强的污染物,成分复杂且在环境空气中持续时间长、影响范围广,在城市发展进程中给人类带来了新的生存危机^[3-4]。粉尘污染对植物的损害作用表现在叶片上,长期负载的粉尘通过影响叶片的气体交换,降低其

[27]王小萍,唐晓波,王迎春,等. 52份茶树资源生化组分的表型多样性分析[J]. 茶叶科学,2012,32(2):129-134.

[28]陆锦时,魏芳华,李春华. 茶树品种主要化学成份与品质关系的研究[J]. 西南农业学报,1994,7(增刊1):1-5.

[29]堵源康,秦廷发,王子浩,等. 云南35份茶树良种生化成分多样性分析[J]. 西南大学学报(自然科学版),2013,35(10):36-41.

[30]刘声传,段学艺,赵华富,等. 贵州野生茶树种质资源生物多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2014,15(6):1255-1261.

[31]王飞权,冯花,罗盛财,等. 武夷名丛“向天梅”夏暑红茶适制性研究[J]. 食品研究与开发,2013,34(15):51-55.

[32]钟兰馨,冯花,罗盛财,等. 三种武夷名丛夏暑红茶适制性研究[J]. 黑龙江农业科学,2013(9):84-86.

[33]李建华,丁清平,陈元良,等. 夏秋茶的增值利用途径研究[J]. 中国茶叶加工,2009(3):20-21.

[34]李永章. 深度开发夏秋茶充分利用茶资源[J]. 茶叶,2007,33(1):46-47.