

贵州樱桃种质资源的ISSR分析

宋常美^{1,2}, 文晓鹏^{1,*}, 杨尔泰³

(¹贵州大学, 贵州省农业生物工程重点实验室, 贵阳 550025; ²贵阳学院, 贵阳 550025; ³贵州大学生命科学学院, 贵阳 550025)

摘要:以 64 份贵州地方樱桃(*Prunus pseudocerasus* L.)种质资源及栽培品种黑珍珠为试材进行 ISSR 分析。结果表明:用从 90 条 ISSR 引物中筛选出的 21 条稳定性强、条带清晰及多态性丰富的引物进行 PCR 扩增,共获得 228 个标记,其中多态性标记为 199 个,多态性比例为 87.28%;采用 NTSYS 2.01 软件计算,相似系数为 0.49~0.90,表明贵州地方樱桃资源的多样性丰富;UPGMA 聚类分析显示,毕节、遵义及黔南等地资源具有丰富的多样性,尤其毕节地区拥有大量品质优良的资源,可作为品质育种的亲本。

关键词: 樱桃; 种质资源; ISSR; 遗传多样性

中图分类号: S 662.5

文献标识码: A

文章编号: 0513-353X (2011) 08-1531-08

Cherry Germplasm from Guizhou Province Analyzed by ISSR Markers

SONG Chang-mei^{1,2}, WEN Xiao-peng^{1,*}, and YANG Er-tai³

(¹Guizhou Key Laboratory of Agricultural Bioengineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China; ²Guiyang College, Guiyang 550025, China; ³College of Life Sciences, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: Sixty-four cherry (*Prunus pseudocerasus* L.) accessions from Guizhou Province, as well as the cultivar Black Pearl, were analyzed by ISSR markers. A total of 228 markers were scored from the 21 primers, which were screened out from 90 primers and demonstrated highly reproducible, clear and polymorphic bands. Among the obtained markers, 199 were polymorphic, accounting for 87.28% of the total. Analyzed by NTSYS2.01, the genetic similarity coefficient among the accessions ranged from 0.49 to 0.90, reflecting the high genetic diversity of cherry germplasms in Guizhou Province. The UPGMA dendrogram demonstrated that the accessions from Bijie, Zunyi and Qiannan areas were genetically more diversified. In particular the accessions from Bijie exhibited the highest degree of diversity in fruit quality, which may be used as elite materials for further genetic improvement in this species.

Key words: cherry; germplasm; ISSR; genetic diversity

贵州省樱桃分布较广,具有许多优良的地方资源(李金强等,2009),是进行遗传改良的物质基础。为发挥贵州樱桃种质资源优势,对其遗传多样性作出全面、客观评价具有重要指导意义。迄今利用分子标记技术解析樱桃亲缘关系的报道多集中在欧洲甜樱桃(陈晓流等,2004;蔡宇良等,2006;Turkec et al.,2006;艾呈祥等,2007,2008),部分研究包含少量中国樱桃(陈晓流等,2004)、

收稿日期: 2011-04-27; 修回日期: 2011-08-01

基金项目: 贵州省科技攻关项目(黔科合字 NY[2010]3033); 贵州省自然科学基金项目(黔科合 J 字[2009]2082)

* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: xpwenc@hotmai.com)

黑樱桃和欧李(蔡宇良 等, 2006)等。以中国樱桃资源为研究对象的报道较少, 西南地区种质涉及更少(蔡宇良, 2006; 曹东伟 等, 2007; Li et al., 2009)。本研究中以 64 份贵州樱桃种质资源及栽培品种黑珍珠为供试材料, 利用 ISSR 技术分析鉴定, 旨在促进贵州樱桃种质资源的进一步开发利用。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以 2008—2010 年收集的 64 份原产贵州的樱桃种质资源以及栽培品种黑珍珠(59 号)为试验材料(表 1), 均为中国樱桃(*Prunus pseudocerasus* L.), 其中黑珍珠为 1993 年重庆南方果树研究所筛选的中国樱桃芽变品种。上述资源的收集主要集中在资源丰富且表现良好的贵阳、遵义、安顺及毕节 4 个地区, 通过走访、实地调查方式, 采集形态特征等不同的地方栽培资源及野生资源, 其中野生资源包括 7、18、19、24、27 ~ 30、34、35、39、49、50 及 51 号样品, 其余为地方栽培资源。取幼嫩叶片当天带回实验室经液氮处理后置于超低温冰箱备用, 若当天不能到达实验室则置于含硅胶的塑料瓶中带回。

表 1 贵州樱桃种质资源及来源地

Table 1 Cherry germplasm from Guizhou and its origin used for genetic diversity evaluation

样品号 Accession	来源地 Origin	样品号 Accession	来源地 Origin
1	黔西南州安龙县 Anlong, Qianxinan	34	铜仁市茶店镇 Chadian, Tongren
2	黔西南州安龙县 Anlong, Qianxinan	35	黔南州平塘县 Pingtang, Qiannan
3	黔西南州安龙县 Anlong, Qianxinan	36	毕节地区纳雍县 Nayong, Bijie
4	遵义市 Zunyi City	37	毕节地区纳雍县 Nayong, Bijie
5	遵义县 Zunyi County	38	毕节地区大方县 Dafang, Bijie
6	遵义地区桐梓县 Tongzi, Zunyi	39	毕节地区大方县 Dafang, Bijie
7	安顺地区普定县 Puding, Anshun	40	贵阳市修文县 Xiuwen, Guiyang
8	安顺地区镇宁县 Zhenning, Anshun	41	遵义地区正安县 Zheng'an, Zunyi
9	铜仁地区德江县 Dejiang, Tongren	42	贵阳市清镇 Qingzhen, Guiyang
10	六盘水地区六枝 Liuzhi, Liupanshui	43	贵阳市清镇 Qingzhen, Guiyang
11	黔南州福泉市 Fuquan, Qiannan	44	贵阳市花溪区 Huaxi, Guiyang
12	遵义地区正安县 Zheng'an, Zunyi	45	六盘水地区水城 Shuicheng, Liupanshui
13	遵义地区务川县 Wuchuan, Zunyi	46	贵阳市清镇 Qingzhen, Guiyang
14	遵义地区务川县 Wuchuan, Zunyi	47	贵阳市清镇 Qingzhen, Guiyang
15	黔南州平塘县 Pingtang, Qiannan	48	贵阳市清镇 Qingzhen, Guiyang
16	黔南州平塘县 Pingtang, Qiannan	49	贵阳市清镇 Qingzhen, Guiyang
17	凯里市 Kaili City	50	贵阳市清镇 Qingzhen, Guiyang
18	铜仁地区沿河县 Yanhe, Tongren	51	毕节地区大方县 Dafang, Bijie
19	毕节地区黔西县 Qianxi, Bijie	52	毕节地区大方县 Dafang, Bijie
20	安顺地区镇宁县 Zhenning, Anshun	53	毕节地区大方县 Dafang, Bijie
21	黔南州贵定县 Guiding, Qiannan	54	安顺地区马场镇 Machang, Anshun
22	贵阳市 Guiyang City	55	安顺地区马场镇 Machang, Anshun
23	毕节地区威宁县 Weining, Bijie	56	安顺地区马场镇 Machang, Anshun
24	毕节地区威宁县 Weining, Bijie	57	毕节地区赫章县 Hezhang, Bijie
25	毕节地区威宁县 Weining, Bijie	58	黔南州罗甸县 Luodian, Qiannan
26	毕节地区威宁县 Weining, Bijie	59(黑珍珠 Heizhenzhu)	重庆南方果树研究所 South Fruit Research Institute of Chongqing
27	黔南州三都县 Sandu, Qiannan	60	六盘水地区六枝 Liuzhi, Liupanshui
28	贵阳地区息烽县 Xifeng, Guiyang	61	毕节地区纳雍县 Nayong, Bijie
29	贵阳地区息烽县 Xifeng, Guiyang	62	毕节地区赫章县 Hezhang, Bijie
30	遵义地区余庆县 Yuqing, Zunyi	63	毕节地区赫章县 Hezhang, Bijie
31	安顺地区镇宁县 Zhenning, Anshun	64	毕节地区赫章县 Hezhang, Bijie
32	安顺地区镇宁县 Zhenning, Anshun	65	毕节地区赫章县 Hezhang, Bijie
33	毕节市 Bijie City		

1.2 DNA提取

采用北京天根公司生产的Plant Genomic DNA Kit (DP305-03) 试剂盒提取樱桃幼嫩叶片的基因组DNA, 0.8%琼脂糖凝胶电泳和紫外分光光度计测定DNA质量及浓度, 稀释至 $20 \text{ ng} \cdot \mu\text{L}^{-1}$, -20°C 保存。

1.3 引物筛选及PCR扩增

ISSR 引物参照加拿大哥伦比亚大学 (UBC) 公布的序列 (<http://zhidao.baidu.com/question/141178305.html>), 由上海生工生物工程技术有限公司合成。以随机抽取的 3 个样品基因组DNA为模板, 利用梯度PCR扩增仪筛选引物及退火温度。ISSR扩增体系为 (总体积 $20 \mu\text{L}$): 引物 $1.0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$, DNA模板 $2.5 \text{ mg} \cdot \mu\text{L}^{-1}$, *Taq* mix (天根生化科技北京有限公司) $10.0 \mu\text{L}$, 甲酰胺 $0.5 \mu\text{L}$ 。PCR反应程序为 94°C 预变性 4 min; 94°C 变性 30 s, $38.2 \sim 66.9^\circ\text{C}$ (温度因引物不同而异) 退火 45 s, 72°C 延伸 90 s, 30 个循环; 最后 72°C 延伸 7 min, 4°C 保存。PCR产物在含EB的 1.5%琼脂糖凝胶中以 90 V 恒定电压电泳 1 h 左右, 以DL 2000 marker (天根生化科技北京有限公司) 为标准分子量对照, 紫外凝胶成像系统照相。

1.4 数据统计分析

PCR扩增试验重复两次, 不能重复的条带统计时忽略不计。ISSR为显性标记, 强带弱带均记为 1, 无带记为 0, 建立数据矩阵。对扩增产物的条带总数和多态性条带进行数量统计, 计算多态性条带所占比例。利用NTSYSpc2.10e软件, 按每两份材料间的遗传差异, 计算Nei-Li相似系数 ($S_{ij} = 2N_{ij} / (N_i + N_j)$) (Nei & Li, 1979) 或遗传距离 ($D_{ij} = 1 - S_{ij}$), 式中 N_{ij} 为样品*i*和样品*j*共有的带数, N_i 为样品*i*特有的带数, 而 N_j 为样品*j*特有的带。根据计算出的相似系数或遗传距离, 用UPGMA法进行聚类分析, 构建树状图, 分析样品间亲缘关系。聚类结果等级界线的划分参照陈守良等 (1983) 的方法。

2 结果与分析

2.1 引物筛选及多态性分析

从 90 条 ISSR 引物中筛选获得 21 条扩增条带清晰、多态性及稳定性好的引物用于 PCR 扩增 (表 2)。扩增结果表明, ISSR 标记数多, 多态性丰富 (图 1), 21 条引物共扩增出 228 个 $0.15 \sim 1.8 \text{ kb}$ 谱带, 平均每条引物扩增出 10.9 个标记, 其中多态性标记 199 个, 多态率达 87.28%; 不同引物扩增的多态性存在较大差异, 多态性谱带在 5 ~ 14 条之间。经重复试验发现 ISSR 标记稳定性较强, 多态性条带丰富, 利用 21 条引物能有效地将所有样品进行区分, 因而 ISSR 可用于樱桃种质的鉴定。

2.2 遗传相似系数分析

供试材料的 Jaccard 相似系数在 $0.49 \sim 0.90$ 之间。相似系数最大组合是来自安顺马场的 54 号和 56 号样品, 虽然二者成熟期及果色都不一样, 但它们的相似系数却达到 0.90。相似系数最小的是来自黔南平塘的 16 号和来自安顺镇宁的 20 号及遵义正安的 41 号样品 (0.49), 说明它们遗传差异较大, 亲缘关系较远。从各地区内样品之间的遗传相似系数来看, 安顺地区平均值为 0.71, 贵阳地区为 0.69, 遵义地区为 0.68, 毕节地区为 0.67, 黔南地区为 0.66。由此可知, 安顺地区樱桃种质的遗传差异较小, 种质资源多样性不如其他地区丰富, 尤其不如毕节地区和黔南地区。

表 2 21 条引物的退火温度及其扩增结果
Table 2 Annealing temperature and amplification results of the 21 primers

引物 Primer	序列 Sequence	退火温度/℃ Annealing temperature	总位点数 Number of loci	多态性位点数 Number of polymorphic loci	多态性比率/% Polymorphic proportion
812	(gA) ₈ A	52.2	11	9	81.82
814	(CT) ₈ A	49.1	10	8	80.00
815	(CT) ₈ g	49.6	11	9	81.82
827	(AC) ₈ g	53.3	11	10	90.91
834	(Ag) ₈ YT	55.1	14	12	85.71
836	(Ag) ₈ YA	49.4	10	9	90.00
840	(gA) ₈ YT	52.7	8	7	87.50
841	(gA) ₈ YC	54.9	14	14	100.00
842	(gA) ₈ Yg	54.9	11	9	81.82
852	(TC) ₈ RA	53.8	6	5	83.33
856	(AC) ₈ YA	52.7	13	13	100.00
860	(Tg) ₈ RA	51.4	9	9	100.00
864	(ATg) ₆	46.8	9	7	77.78
866	(CTC) ₆	60.9	5	5	100.00
868	(gAA) ₆	51.1	12	9	75.00
873	(gACA) ₄	54.4	9	9	100.00
880	(ggAgA) ₃	50.6	9	7	77.78
881	ggg(Tggg) ₂ T	53.8	16	14	87.50
888	BDB(CA) ₇	56.8	10	7	70.00
889	BDB(AC) ₇	56.8	15	14	93.33
891	HVH(Tg) ₇	56.0	15	13	86.67

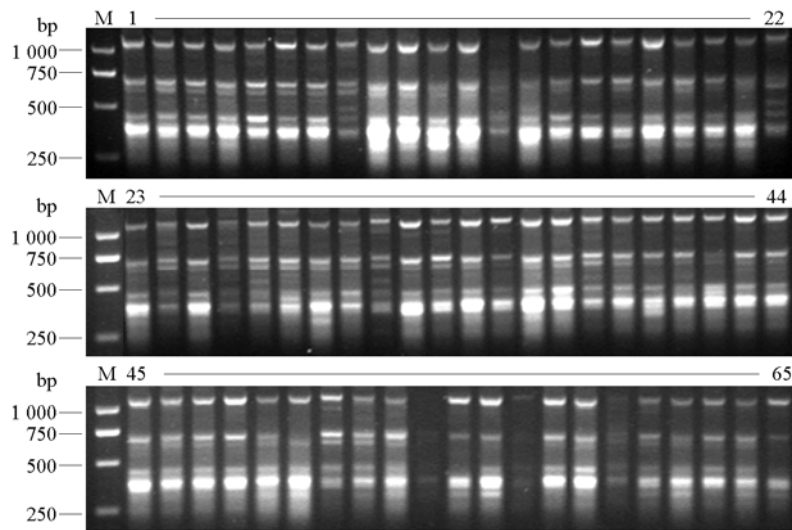


图 1 65 个樱桃样品的 ISSR (引物为 889) 扩增电泳图谱
Fig. 1 The ISSR profiles amplified with primer 889 of 65 cherry accessions

2.3 ISSR聚类分析

根据相似性系数, 采用 UPGMA 法进行聚类分析, 建立聚类分支树状图 (图 2)。以相似系数 0.67 为阈值时可将供试材料分为 6 类, 第 1 大类包含 52 份种质, 其中 46 份为地方栽培资源, 仅 7、18、27、49、50 和 51 号为野生樱桃; 14、34、35 和 39 号共 4 份野生樱桃聚为第 2 大类; 28、29、30 号共 3 份野生樱桃聚为第 3 大类; 毕节地区威宁县种质 24 和 26 号聚为第 4 类, 赫章县种质 64 和 65 号聚为第 5 类, 黔南州平塘县种质 16 号及毕节地区威宁县种质 23 号聚为第 6 类。以此看出, 栽培资源与野生资源大致可以各自聚类, 而二者在形态特征上具有一定的区别, 说明樱桃亲缘关系的远近与其形态特征具有一定的相关性。同时, 由于毕节地区和黔南地区某些种质能单独聚类, 可从一定程度上反映其区内材料遗传组成相对复杂, 与这两个地区遗传相似系数平均值低的结论一致。

若以相似系数 0.71 为阈值, 可将第一大类的 52 份种质聚为 7 亚类。第 1 亚类包含来自安龙的 1 和 2 号, 安顺的 7、31 和 32 号, 毕节的 19 和 36 号, 遵义的 4、6、12 和 13 号, 以及黔南的 21 和 27 号共 13 份种质; 第 2 亚类包含来自安龙的 3 号, 贵阳的 49 和 50 号, 黔南的 58 号共 4 份种质; 第 3 亚类包含来自遵义的 5 号, 水城的 45 号, 毕节的 37 号, 六枝的 10 号, 黔南的 15 号, 凯里的 17 号, 以及贵阳的 44 和 46 号共 8 份种质; 第 4 亚类包含来自毕节的 52 号、53 号和 57 号, 以及安顺的 54 号至 56 号共 6 份种质; 第 5 亚类包含来自毕节的 38 号及贵阳的 40、47 和 48 号; 第 6 亚类包含来自安顺的 8 和 20 号, 铜仁的 9 和 18 号, 毕节的 25 和 33 号, 贵阳的 22、42 和 43 号, 遵义的 41 号及黑珍珠共 11 份种质; 第 7 亚类包含来自黔南的 11 号, 六枝的 60 号, 毕节的 51、61、62 和 63 号共 6 份种质。而第二大类的 7 份野生资源 (14、28、29、30、34、35 和 39 号) 可分为 4 亚类。以相似系数 0.71 为阈值划分的 15 类中, 安顺地区 8 份种质被聚入不同的 3 类, 贵阳地区 12 份种质聚入不同的 5 类, 遵义地区 8 份种质聚入不同的 5 类, 毕节地区 19 份种质聚入不同的 10 类, 黔南地区 7 份种质聚入不同的 6 类。这说明安顺地区种质的遗传多样性不如毕节和黔南地区丰富, 与遗传相似系数的结论一致。同时, 虽然聚类图显示同一类中同一地区的种质优先聚在一起, 体现一定的地域性, 但并非来自同一地区的种质聚为一类, 样品亲缘关系的远近与地域没有明显的相关性。

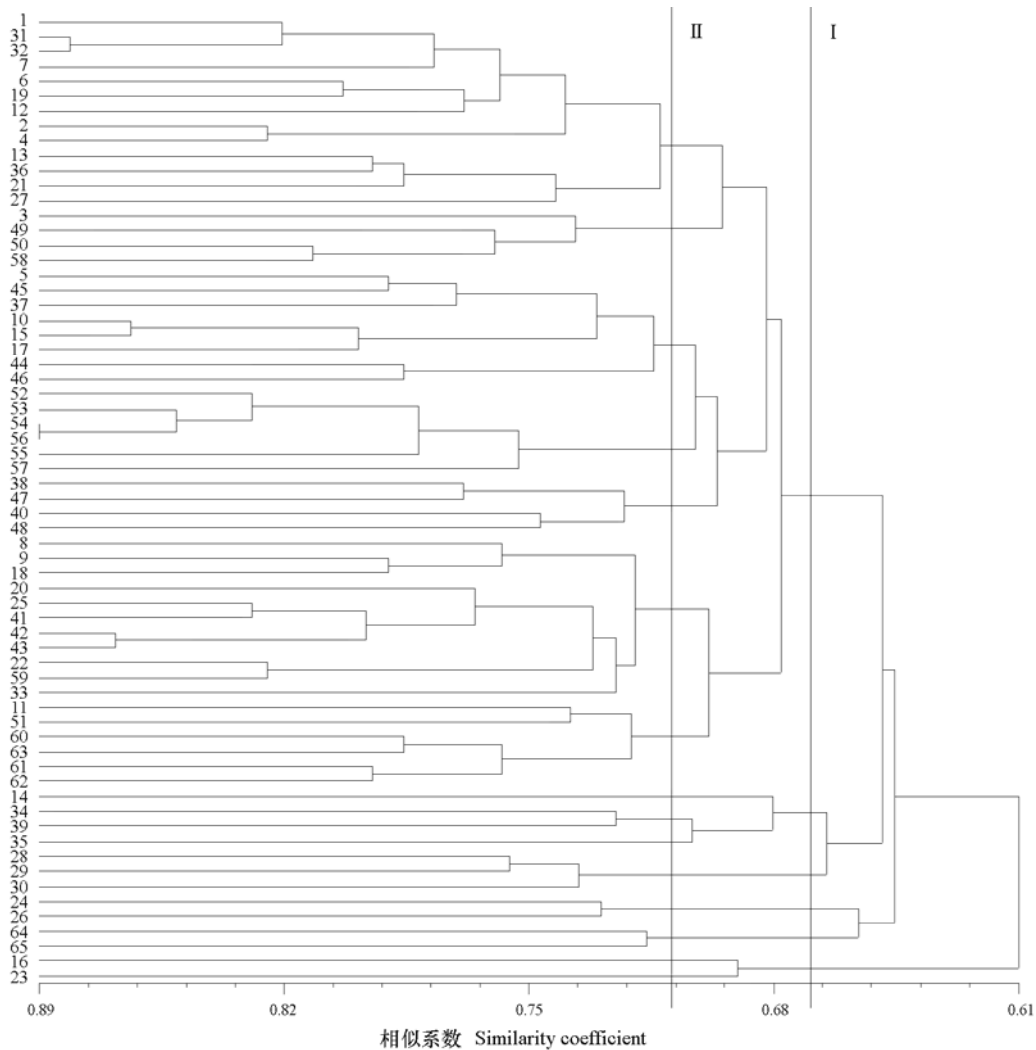


图 2 65 份樱桃材料的 UPGMA 聚类图

Fig. 2 The UPGMA dendrogram of 65 cherry accessions

3 讨论

3.1 樱桃品种鉴定和指纹图谱的构建

樱桃遗传组成复杂,对于差异不明显的个体,单从形态上很难区分,而分子标记能客观地反映不同种质的基因组差异,是一种简单有效的鉴别方法。目前,利用 ISSR 鉴别樱桃品种和构建指纹图谱的报道较少(艾呈祥等,2008;Li et al.,2009),但相对于其它标记,ISSR 具有成本低廉、操作简单、重复性强及共显性等优势(Aydind et al.,2006;张琪静等,2008)。本研究中发现,虽然并非每一个样品都具有特征标记,但利用 21 条 ISSR 引物,通过不同的引物组合,能将所有样品区分开,这与陈晓流等(2004)和蔡宇良等(2006)认为随着引物数量增加而区分更多材料的结论一致。

利用 21 条引物中的 2~3 条就能将毕节地区威宁县的 4 份资源完全区分,其中 23 号和 24 号样品均能在 7 条引物中获得特异谱带,26 号能在 5 条引物中获得特异谱带,而 25 号样品只能在其中两条获得特异谱带,分别是引物 840 和 868 在约 150 bp 及 1 700 bp 处获得,这说明 ISSR 可用于樱桃品种鉴别和指纹图谱构建。

3.2 贵州樱桃种质资源的多样性

从各地区种质在 15 类中的分布范围及区内材料平均遗传相似系数可知,安顺地区樱桃资源遗传多样性不高,8 份种质分为 3 类,果实较小的 7、31 和 32 号聚在一起,果实较大的 54、55 和 56 号聚在一起,与欧茂华等(2005)认为其资源种类不多的研究结果一致,但该区樱桃产量高,分布广。而毕节地区 24 和 26 号样品在聚类图上单独聚为一类,23 号单独聚为一类,64 和 65 号单独聚为一类,单独聚类数占 15 类的 20%,证明其樱桃资源多样性丰富。调查时发现,该区樱桃分布广泛,几乎未从外地引种,说明本生就拥有丰富的资源,并非引种造成。这印证了曹东伟(2006)对云、贵、川等省樱亚属植物分子亲缘地理学研究上的观点,即中国野生樱亚属已出现显著的遗传分化和生殖隔离。该区赫章县于 2007 年被评为“中国樱桃之乡”(http://news.sohu.com/20070524/n250194563.shtml),县内樱桃分布广,品质优良;而纳雍县的 36 号样品可溶性固形物含量高达 25%,丰产且较耐储存,为培育高品质的耐储存樱桃提供了宝贵的遗传材料。此外,值得一提的是威宁县,4 份采自高海拔地区的供试材料(23~26 号)有 3 份可单独聚为 2 类,说明该县资源差异较大。Zimmerman 等(1999)认为海拔梯度是影响生物多样性格局的决定因素之一;Itow(1991)认为气候湿润地区,物种多样性随海拔升高而增加。这也许是高海拔湿润气候的毕节地区樱桃资源多样性高的原因,也是威宁县资源与其它资源具有较高差异的原因。遵义和贵阳地区资源也较丰富,不乏果大、可食率高及口感较好的资源,但耐储性和可溶性固形物含量不如毕节地区某些资源。此外,黔南地区樱桃资源也表现出丰富的多样性,这对种质资源管理和育种具有重要意义(Fu et al.,2008)。该区福泉县 11 号样品丰产,平塘县 16 号样品果大且单独成为一类,罗甸县 58 号样品耐储存,这在以往的研究中并未受到重视,而经本研究结果分析,认为应当进一步加强该区樱桃资源的管理及利用,以期利用其遗传差异优势创造优良品种。

3.3 遗传距离与地理距离的相关性

各材料在种质遗传距离与地理距离的关系上未表现很强的相关性,聚类图显示不同地区的种质可聚为一类。这可能是引种交流导致基因在不同地区间渗入所致(张淑青等,2010),也可能是分子标记更能反映基因组本质差异所致(王志峰等,2004)。蔡宇良(2006)认为野生樱桃居群遗传

距离与地理距离无关, 差异主要来源于个体间的变异。贵州大部分地区樱桃引种以区内引种较多, 而作者的材料收集也取自地方资源及野生资源, 说明这种现象并非地区间引种交流所致。同时, 曹东伟 (2006) 认为贵州为樱亚属植物起源中心之一, 在第四纪向低纬度地区迁移。这也许说明板块运动导致的基因漂流使贵州樱桃形成了有差异的个体, 而非引种造成。目前山地还保存着环境历史变迁对生物进化和生态适应影响的遗迹 (沈泽昊 等, 2007), 也说明本研究结论是因为分子标记更能揭示基因组本质差异所得。

References

- Ai Cheng-xiang, Xin Li, Yu Xian-mei, Zhang Li-si, Wei Hai-rong, Yuan Ke-jun, Sun Qing-rong, Liu Qing-zhong. 2007. Analysis of genetic diversity in *Cerasus* by SSR markers. *Acta Horticulturae Sinica*, 34 (4): 871 – 876. (in Chinese)
- 艾呈祥, 辛 力, 余贤美, 张力思, 魏海蓉, 苑克俊, 孙清荣, 刘庆忠. 2007. 樱桃主栽品种的遗传多样性分析. *园艺学报*, 34 (4): 871 – 876.
- Ai Cheng-xiang, Zhang Li-si, Li Guo-tian, Wei Hai-rong, Fan Jing, Liu Qing-zhong. 2008. Genetic diversity and relationship of cherry germplasm by ISSR markers. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 24 (4): 47 – 51. (in Chinese)
- 艾呈祥, 张力思, 李国田, 魏海蓉, 樊 靖, 刘庆忠. 2008. ISSR 标记 34 份樱桃种质资源的遗传分析. *中国农学通报*, 24 (4): 47 – 51.
- Aydin Turkec, Muge Sayar, Berthold Heinze. 2006. Identification of sweet cherry cultivars (*Prunus avium* L.) and analysis of their genetic relationships by chloroplast sequence-characterised amplified regions (cpSCAR). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 53: 1635 – 1641.
- Cai Yu-liang. 2006. Genetic analysis of the wild cherry germplasm and identification of cultivated cherry varieties using DNA fingerprints [Ph. D. Dissertation]. Xi'an: Northwest University. (in Chinese)
- 蔡宇良. 2006. 野生樱桃种质资源的遗传分析及其栽培品种的 DNA 指纹鉴定 [博士论文]. 西安: 西北大学.
- Cai Yu-liang, Li Shan, Cao Dong-wei, Qian Zeng-qiang, Zhao Gui-fang, Han Ming-yu. 2006. Use of amplified DNA sequences for the genetic analysis of the cherry germplasm. *Acta Horticulturae Sinica*, 33 (2): 249 – 254. (in Chinese)
- 蔡宇良, 李 珊, 曹东伟, 钱增强, 赵桂仿, 韩明玉. 2006. 利用 DNA 扩增片段序列对樱桃种质资源的遗传分析. *园艺学报*, 33 (2): 249 – 254.
- Cao Dong-wei. 2006. Molecular phylogeography of *Prunus* subgenus *cerasus* [M. D. Dissertation]. Xi'an: Northwest University. (in Chinese)
- 曹东伟. 2006. 李属樱亚属植物分子亲缘地理学研究 [硕士论文]. 西安: 西北大学.
- Cao Dong-wei, Cai Yu-liang, Yang Juan, Zhao Gui-fang. 2007. PCR-RFLP analysis of *Prunus pseudocerasus*. *Journal of Northwest A & F University: Nat Sci Ed*, 35 (5): 173 – 178. (in Chinese)
- 曹东伟, 蔡宇良, 杨 娟, 赵桂仿. 2007. 中国樱桃的 PCR-RFLP 分析. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 35 (5): 173 – 178.
- Chen Shou-liang, Xu Ke-xue, Sheng Guo-ying. 1983. On the numerical classification and determination of taxa of Chinese bamboos with leptomorph rhizomes. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 21 (2): 113 – 120. (in Chinese)
- 陈守良, 徐克学, 盛国英. 1983. 中国散生竹类的数量分类和确定分类等级的探讨. *植物分类学报*, 21 (2): 113 – 120.
- Chen Xiao-liu, Chen Xue-sen, Shu Huai-rui, Xu Heng. 2004. RAPD analysis of 15 cherry cultivars. *Journal of Fruit Science*, 21 (6): 556 – 559. (in Chinese)
- 陈晓流, 陈学森, 束怀瑞, 许 衡. 2004. 15 个樱桃品种的 RAPD 分析. *果树学报*, 21 (6): 556 – 559.
- Fu Xiao-peng, Ning Guo-gui, Gao Li-ping, Bao Man-zhu. 2008. Genetic diversity of *Dianthus* accessions as assessed using two molecular marker systems (SRAPs and ISSRs) and morphological traits. *Scientia Horticulturae*, 117: 263 – 270.
- Itow S. 1991. Species turnover and diversity patterns along an elevation broad-leaved forest coenocline. *Journal of Vegetation Science*, (2): 477 – 484.
- Li Miao-miao, Cai Yu-liang, Qian Zeng-qiang, Zhao Gui-fang. 2009. Genetic diversity and differentiation in Chinese sour cherry *Prunus pseudocerasus* Lindl., and its implications for conservation. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 56: 455 – 464.
- Li Jin-qiang, Wu Ya-wei, Yuan Qi-feng. 2009. A preliminary investigation report on cherry germplasm resources in Guizhou. *Guizhou Agricultural Sciences*, 37 (3): 126 – 128. (in Chinese)
- 李金强, 吴亚维, 袁启凤. 2009. 贵州樱桃种质资源调查初报. *贵州农业科学*, 37 (3): 126 – 128.
- Nei M, Li W H. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. *Proceedings of the National Academy*

- of Sciences of the United States of America, 76: 5269 – 5273.
- Ou Mao-hua, Mao Qi-chang, Liu Yun. Cherry germplasm resources and native varieties selection in Zhenning. Guizhou Agricultural Sciences, 33 (2): 24 – 25. (in Chinese)
- 欧茂华, 毛启昌, 刘 芸. 2005. 镇宁县樱桃种质资源及农家品种的鉴定. 贵州农业科学, 33 (2): 24 – 25.
- Shen Ze-hao, Hu Zhi-wei, Zhao Jun, Wang Hui-an. 2007. Altitudinal patterns of plant diversity on Mt. Guniujiang, Anhui, China—With a discussion on the ecological impacts of hilltop condition. Journal of Mountain Science, 25 (2): 160 – 168. (in Chinese)
- 沈泽昊, 胡志伟, 赵 俊, 王会安. 2007. 安徽牯牛降的植物多样性垂直分布特征——兼论山顶效应的影响. 山地学报, 25 (2): 160 – 168.
- Turkec A, Sayar M, Heinze B. 2006. Identification of sweet cherry cultivars (*Prunus avium* L.) and analysis of their genetic relationships by chloroplast sequence-characterised amplified regions (cpSCAR). Genetic Resources and Crop Evolution, 53: 1635 – 1641.
- Wang Zhi-feng, Sun Ri-fei, Sun Xiao-lei, Gu Xing-fang, Cao Qi-wei, Qu Shi-song. 2004. Studies on genetic relationship among local cucumber germplasm of Shandong Province by AFLP analysis. Acta Horticulturae Sinica, 31 (1): 103 – 105. (in Chinese)
- 王志峰, 孙日飞, 孙小镭, 顾兴芳, 曹齐卫, 曲士松. 2004. 山东省黄瓜地方品种资源亲缘关系的 AFLP 分析. 园艺学报, 31 (1): 103 – 105.
- Zhang Qi-jing, Zhang Xin-zhong, Dai Hong-yan, Gu Da-jun, Yan Gui-jun, Li Chun-min, Zhang Zhi-hong. 2008. Development of fingerprinting key and analysis of genetic diversity with SSR marker for sweet cherry cultivars. Acta Horticulturae Sinica, 35 (3): 329 – 336. (in Chinese)
- 张琪静, 张新忠, 代红艳, 谷大军, 闫桂军, 李春敏, 张志宏. 2008. 甜樱桃品种 SSR 指纹检索系统的开发及遗传多样性分析. 园艺学报, 35 (3): 329 – 336.
- Zhang Shu-qing, Liu Dong-cheng, Liu Wei-sheng, Zhang Ai-min, Li Shao-hua. 2010. Analysis of genetic diversities in apricot cultivars (*Prunus armeniaca* L.) with simple sequence repeat (SSR) markers. Acta Horticulturae Sinica, 37 (1): 23 – 30. (in Chinese)
- 张淑青, 刘冬成, 刘威生, 张爱民, 李绍华. 2010. 普通杏品种 SSR 遗传多样性分析. 园艺学报, 37 (1): 23 – 30.
- Zimmerman J C, de Wald L E, Rowlands P G. 1999. Vegetation diversity in an interconnected ephemeral riparian system of north central Arizona, U S A. Biological Conservation, 90: 217 – 228.

征 订

欢迎订阅 2012 年《园艺学报》

《园艺学报》是中国园艺学会和中国农业科学院蔬菜花卉研究所主办的学术期刊, 创刊于 1962 年, 刊载有关果树、蔬菜、观赏植物、茶及药用植物等方面的学术论文、研究报告、专题文献综述、问题与讨论、新技术新品种以及园艺研究动态与信息, 适合园艺科研人员、大专院校师生及农业技术推广部门专业技术人员阅读参考。

《园艺学报》是全国中文核心期刊, 被英国《CAB 文摘数据库》、美国 CA 化学文摘、日本 CBST 科学技术文献速报、俄罗斯 AJ 文摘杂志、CSCD 中国科学引文数据库等多家重要数据库收录。《园艺学报》2005 年荣获第三届国家期刊奖, 2008 年获中国科技信息所“中国精品科技期刊”称号及武汉大学中国科学评价研究中心“中国权威学术期刊”称号, 2009 年获中国期刊协会和中国出版科学研究所“新中国 60 年有影响力的期刊”称号。根据“中国学术期刊影响因子年报(2010 版)”, 《园艺学报》期刊综合总被引频次 4 699, 复合总被引频次 12 283, 期刊综合影响因子 1.069, 复合影响因子 1.910。

《园艺学报》为月刊, 每月 25 日出版。2012 年每期定价 40.00 元, 全年 480.00 元。国内外公开发行, 全国各地邮局办理订阅, 国内邮发代号 82 – 471, 国外发行由中国国际图书贸易总公司承办, 代号 M448。漏订者可直接寄款至本编辑部订购。

编辑部地址: 北京市海淀区中关村南大街 12 号 中国农业科学院蔬菜花卉研究所《园艺学报》编辑部;

邮政编码: 100081; 电 话: (010) 82109523。

E-mail: yuanyixuebao@126.com。网址: <http://www.ahs.ac.cn>。