

新疆树上干杏遗传关系的鉴定

周书娟¹, 王 飞^{1*}, 田治国¹, 薛海滨²

(1. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 新疆生产建设兵团 农四师农业科学研究所, 新疆 伊宁 835000)

摘要:通过对6个树上干杏材料的树型、枝、叶、花和果实等生物学特性进行调查,并采用RAPD标记与其他62个杏品种进行遗传多样性分析,对新疆树上干杏的亲缘关系进行了鉴定。结果显示:(1)6个树上干杏材料在树型、枝、叶、花和果实等生物学特性上存在较小差异,难以作为准确鉴别树上干杏不同株系的指标。(2)聚类分析的结果显示,6个树上干杏材料的遗传相似系数在0.831与0.938之间,可被分为3个不同株系:S1、S2、S3和S6为株系I,S4为株系II、S5为株系III。(3)与其他62份杏材料的聚类分析结果显示,树上干杏株系与新疆的李光杏的亲缘关系最近,其遗传相似系数达到0.802。本研究利用生物学特性观察结合RAPD标记的方法,对新疆地区树上干杏的亲缘关系进行鉴定,为树上干杏种质的挖掘和品种遗传改良奠定基础。

关键词:树上干杏; 亲缘关系; RAPD标记; 生物学特性

中图分类号: S718.46 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-7461(2011)05-0076-06

Identification of the Genetic Relationship of Shushanggan Apricot in Xinjiang

ZHOU Shu-juan¹, WANG Fei^{1*}, TIAN Zhi-guo¹, XUE Hai-bin²

(1. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Agricultural Science Research Institute, Xinjiang Production and Construction Corps, Yining, Xinjiang 835000, China)

Abstract: Genetic relationship of an apricot species, Shushanggan from Xinjiang was analyzed through the random amplified polymorphic DNA (RAPD) makers and biological characteristic analysis, including tree type, leaf, floral, fruit characters and so on. The results are reported as follows. (1) Within the 6 Shushanggan materials, no significant differences were observed in tree type, leaf, floral, fruit characters, therefore, they could not be used as biological standards for identification. (2) Clustering analysis displayed that the genetic similarities of the 6 Shushanggan materials were from 0.831 to 0.938, and it could be gathered into three classes, S1, S2, S3, and S6 of class I and S5 of class II and S4 of class III. (3) The highest similarity(0.802) between Shushanggan apricot group and "Liguang" apricot in Xinjiang indicated the close sibship.

Key words: Shushanggan apricot; genetic relationship; random amplified polymorphic DNA (RAPD) maker; biological characteristics

树上干杏(俗称吊死干、花干杏),属蔷薇科(Rosaceae)、李亚科(Prunoideae)、杏属(*Prunus*)^[1],是我国天山北麓特克斯河谷和伊犁河谷特有的杏资源,主要分布于中国新疆伊犁西部沿天山阿力玛里古城一带的霍城县及周边地区^[2],因其果实成熟后不落地、

直接在树上风干而得名。其果肉酸甜可口、果壳轻嗑即裂、具有很高的经济价值^[3]。

目前国内外对树上干杏的研究报道大多集中在树上干杏的栽培技术及管理等方面^[4-5],但对我国特有的树上干杏的生物学特性、亲缘关系、品质特性等

收稿日期:2010-12-10 修回日期:2011-03-11

基金项目:新疆兵团科技局项目(2009GC03)。

作者简介:周书娟,女,硕士研究生,研究方向:园林植物与观赏园艺。

* 通讯作者:王飞,女,教授,博士生导师,主要从事果树及花卉生理与生物技术育种研究。

方面未见报道。通过前期调查发现,树上干杏有多个株系,它们在果实色泽、果肉与果核厚薄、丰产性、抗逆性等方面差异较大,这对树上干杏的大面积推广栽培是极为不利的。因此,本研究在前期大田生物学性状调查的基础上,采用 RAPD 分子标记技术对树上干杏所有株系以及国内外的 62 份杏品种遗传多样性进行分析,旨在从分子水平上鉴定树上干杏的亲缘关系,为树上干杏的种质挖掘和品种遗传改良提供基础数据。

表 1 68 个供试杏材料

Table 1 List of the 68 apricot cultivars in the study

编号	品种	来源产地	采摘地	编号	品种	来源产地	采摘地
1	阿克苏米西	新疆库车	陕西杨凌	35	银香白 1	陕西西安	伊宁 61 团
2	端午黄	山西清徐	陕西杨凌	36	银香白 2	陕西西安	伊宁 61 团
3	金妈妈	甘肃兰州	陕西杨凌	37	S1	新疆伊犁	伊宁 61 团
4	兰州大接杏	甘肃兰州	陕西杨凌	38	S2	新疆伊犁	伊宁 61 团
5	脆佳娜丽	新疆和田	陕西杨凌	39	S3	新疆伊犁	伊宁 61 团
6	沙金红	山西清徐	陕西杨凌	40	S4	新疆伊犁	伊宁 61 团
7	Reale dimola	意大利	陕西杨凌	41	S5	新疆伊犁	伊宁 61 团
8	Cafona	意大利	陕西杨凌	42	S6	新疆伊犁	伊宁 61 团
9	金杏	内蒙古包头	陕西杨凌	43	野生杏 A	新疆伊犁	伊宁大西沟
10	红丰	日本	陕西杨凌	44	野生杏 B	新疆伊犁	伊宁大西沟
11	串枝红	河北	陕西杨凌	45	野生杏 C	新疆伊犁	伊宁大西沟
12	胭脂红	陕西华县	陕西杨凌	46	野生杏 D	新疆伊犁	伊宁大西沟
13	玛瑙	美国加州	陕西杨凌	47	野生杏 E	新疆伊犁	伊宁大西沟
14	牛心	宁夏	陕西杨凌	48	野生杏 F	新疆伊犁	伊宁大西沟
15	一窝蜂	河北涿鹿	陕西杨凌	49	野生杏 G	新疆伊犁	伊宁大西沟
16	龙王帽	河北张家口	陕西杨凌	50	阿克牙格勒克	新疆和田	陕西杨凌
17	巴斗	安徽淮北	陕西杨凌	51	克孜玛衣桑	新疆	陕西杨凌
18	牛角柳	陕西眉县	陕西杨凌	52	赛买提	新疆	陕西杨凌
19	金寿杏	美国	陕西杨凌	53	秋红	澳大利亚	陕西杨凌
20	梅杏	青海乐都	陕西杨凌	54	争魁	美国	陕西杨凌
21	金太阳	美国	陕西杨凌	55	澳洲甜杏	澳大利亚	陕西杨凌
22	张公园	陕西三原	陕西杨凌	56	意大利 1 号	意大利	陕西杨凌
23	金二十世纪	日本	陕西杨凌	57	库尔勒托拥	新疆	陕西杨凌
24	崂山红	山东青岛	陕西杨凌	58	Mn	美国	陕西杨凌
25	早红	河北石家庄	陕西杨凌	59	花冠杏	未知	陕西杨凌
26	秦王	陕西	陕西杨凌	60	泾阳黄	陕西	陕西杨凌
27	未知 A	未知	伊宁 61 团	61	试管 1 号	山东	陕西杨凌
28	未知 B	未知	伊宁 61 团	62	御杏	河北	陕西杨凌
29	小红杏	辽宁盖州	伊宁 61 团	63	莱西金杏	山东	陕西杨凌
30	李光杏	新疆	伊宁 61 团	64	世纪龙	日本	陕西杨凌
31	鸡蛋杏	河南浉池	伊宁 61 团	65	大明杏	未知	陕西杨凌
32	伊犁小白杏	新疆伊犁	伊宁 61 团	66	丰仁	辽宁	陕西杨凌
33	KaK	新疆	伊宁 61 团	67	国仁	辽宁	陕西杨凌
34	仁用杏	新疆	伊宁 61 团	68	新世纪 1 号	美国	陕西杨凌

1.2 方法

1.2.1 树上干杏株系生物学性状调查 按新疆建设兵团的粗略分类,共分 6 个株系。选树龄 8~10 a,每个株系生长一致的选 30 株进行试验调查与研究。2009、2010 年对新疆伊宁地区的树上干杏株系生物学特性、果实性状等进行了调查与统计。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验于 2009—2010 在西北农林科技大学园艺学院生物技术实验室进行,供试材料来源于新疆建设兵团和西北农林科技大学杏种质资源圃,共选取了 62 个不同的栽培杏和新疆伊犁特有的杏资源。从旺盛生长的 1 年生新梢上摘取叶片,进行编号后于 -20℃ 超低温冰箱中保存备用(表 1)。

1.2.2 RAPD 技术对树上干杏亲缘关系鉴定 采用改良 CTAB 方法^[6]提取杏叶片 DNA,并用 UV-1700 型紫外分光光度计检测 DNA 纯度及浓度。PCR 扩增体系参考吴树敬^[7]的杏反应体系。

电泳图片采用 Gene Tools 软件进行处理分析;用 NTSYSp2.02 软件进行数据分析,通过分析聚

类图并结合生物学特性,确定树上干杏的亲缘关系。

2 结果与分析

2.1 树上干杏株系的生物学特性

2009、2010 年对树上干杏品种群的开花物候期的观察(表 2),树上干杏株系从花芽萌动期到落花期末,持续时间为 20~30 d,单株花期持续时间较短,为 8~11 d;6 个树上干杏株系,S5 的花期持续时间最长,且花芽开始萌动的时期最晚,S1 和 S6 最早,S2、S3 和 S4 的盛花期相近;2009 年和 2010 年观察到的结果也存在较大差异,由于 2010 年 4 月份伊犁地区较长时间的持续低温影响,6 个树上干杏株系的花期相对前一年整体延后 8 d 左右,但不同株系的花芽萌动顺序与前一年一致;其次,由于地理位置的差异、田间小气候、植株遗传特性等方面的影

响,单株个体间物候期也有一定的差异,但差异不大。

树上干杏 6 个株系的树型、1 年生枝、皮孔、叶片、花等性状的调查结果(表 2)可知,树上干杏 6 个株系的树型上分为直立型、开张型和半开张型 3 种,S5 为直立型,S4 为半开张型,S1、S2、S3 和 S6 为开张型;树上干杏不同株系枝条存在微小差异,主要表现在 1 年生枝条颜色有黄褐和红褐 2 种颜色,再树干皮孔的大小和数量上也有区别;树上干杏株系在叶片上的差别较小,除幼叶及成熟叶片颜色上的微小差异外,树上干杏叶形、叶面状态、茸毛有无等性状上基本一致,都为卵圆形、叶面平展、叶片上无茸毛;6 个株系的花萼颜色存在较大差异,S4 和 S5 的花萼颜色表现为很明显的紫绿色,而其他 4 个则为紫红色,S5 花瓣颜色为粉红色,其他则为白色,形状都为卵圆形。

表 2 树上干杏品种群生物学特性调查

Table 2 Investigations on biological characteristics Shushanggan apricot cultivars

品种	树型	1 年生枝颜色	皮孔		叶		花		花期				
			大小、数量	幼叶、老叶	花瓣、花萼	花芽萌动期	露萼期	始花期	盛花期	落花期			
S1	开张	黄褐	大、中	绿、绿	白、紫红	3.21-4.03	3.30-4.09	4.2-4.13	4.6-4.18	4.10-4.19			
S2	开张	黄褐	小、中	红褐、深绿	白、紫红	3.23-4.03	3.29-4.10	4.2-4.12	4.5-4.14	4.10-4.21			
S3	开张	黄褐	中、中	红褐、深绿	白、紫红	3.23-4.04	3.29-4.11	4.2-4.14	4.5-4.14	4.10-4.22			
S4	半开张	红褐	中、中	绿、绿	白、紫绿	3.24-4.04	3.27-4.14	3.31-4.15	4.2-4.18	4.7-4.25			
S5	直立	红褐	中、少	绿、绿	粉红、紫绿	3.26-4.06	4.2-4.18	4.4-4.16	4.6-4.22	4.12-4.29			
S6	开张	黄褐	中、中	绿、绿	白、紫红	3.21-4.02	3.29-4.8	4.2-4.12	4.5-4.15	4.10-4.20			

2.2 树上干杏株系果实性状调查

树上干杏株系的果实性状调查(表 3)可以看出,S1、S2 和 S3 的果实成熟期较早且相近,都开始于 6 月 15 日左右,S5 的果实成熟期最晚,7 月初开始成熟;S4 果实果个最大,但果肉可溶性固形物含量相对较低,S6 果个较 S4 小,但可溶性固形物含量最高(23.5%),S5 的果实单果重、果肉厚度都最小;S4 和 S6 的果肉较厚果核较大,较适合做鲜食与仁用两用的杏品种,S5 果实品质最差。由上可知,树上干杏的 6 个株系在果实性状与果实品质上存在较大的差异,在树上干杏的生产调查中也常发现同一果园的果实存在成熟期、品质参差不齐的现象。

通过 6 个树上干杏株系在枝条、叶片、花上以及果实形状的差异比较,不能作为区分各个株系的直观指标,也无法准确表明各株系间的亲缘关系远近,因此,采用树上干杏的生物学特性结合分子标记技术共同鉴定树上干杏的亲缘关系。

2.3 树上干杏株系内遗传关系分析

用筛选出的 15 个引物对 6 个树上干杏材料进行 PCR 扩增,扩增产物用琼脂糖电泳检测,得到带型清晰并呈多态性的电泳图片(图 1)。从图 1 可见,

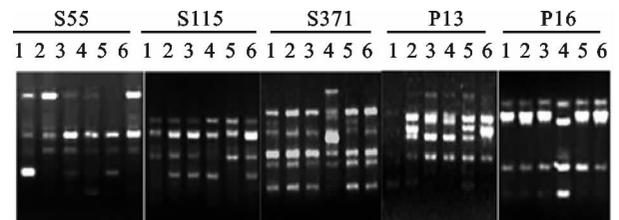
表 3 树上干杏品种群果实性状

Table 3 Fruit characters of Shushanggan apricot cultivars

品种	单果重	果实		果肉厚	核鲜重	可溶性固形物含量	果实成熟期
		纵径	横径				
S1	16.8	31.7	29.6	10.0	1.5	17.6	6.15-7.10
S2	11.6	27.4	27.5	8.8	1.3	20.7	6.15-7.07
S3	16.4	28.0	30.3	10.5	1.6	22.3	6.15-7.08
S4	19.4	32.0	31.5	10.0	1.8	18.3	6.28-7.15
S5	8.3	25.8	24.9	7.6	1.0	18.9	7.10-7.15
S6	17.4	31.8	31.3	10.2	1.8	23.5	6.20-7.15

注:每个株系随机取 20 个果实测量,取其平均值。

6 个株系用相同引物扩增出的条带相似程度较大,但同时也存在明显的特异谱带,因此从分子水平证实这 6 个树上干杏株系间的遗传差异。



1:树上干 C;2:树上干 D;3:树上干 E;4:树上干 F;5:树上干 G;6:树上干 H

图 1 部分引物对树上干杏的扩增产物

Fig. 1 PCR amplification products from 6 Shushanggan apricot cultivars by several primers

用 NTSYSpc2.02 软件中的 Similarity 程序计算相似系数材料间的 Jaccard 遗传相系数(GS), 并获得相似系数矩阵(表 4), 用 SHAN 程序和 UPGMA 方法进行聚类分析, 并通过 Tree Plot 模块生成聚类图(图 2)。

由表 4 可见, 供试材料间 GS 值变化范围为 0.831~0.938, 其中 S2 与 S3 的相似系数最大, 达到了 0.938, 可见在 6 个树上干杏株系种中, S2 与 S3 之间的遗传距离最小, 亲缘关系最近, 由生物学特性的调查可知, S2 和 S3 的树型都为开张型, 1 年生枝条颜色、叶片、花瓣和花萼的颜色也相近, 且花期和果实成熟期靠近, 果实的大小和可溶性固形物的含量差异也很小, 与 RAPD 分析的结果较为一致。由此从分子标记和生物学特性两方面都确立了 S2 和 S3 的亲缘关系; 由图 2 可见, S5 与其他树上干杏株系的相似系数最小, 仅为 0.831, 说明 S5 与其他株系之间差异最大, 从生物学特性来看, S5 的树型为直立型, 果实果个最小, 且在 1 年生枝颜色、叶片颜色、花萼、花瓣颜色及果实等性状上也与其他树上干杏株系有明显差异, 这与 RAPD 分析的结果较为一致。

从图 2 可以看出, 供试的 6 份树上干杏材料在 $GS=0.900$ 处, 被聚为 3 类: S1、S2、S3 和 S6 株系为 I 类, S4、S5 株系分别为 II 类、III 类。I 类内的 4 个植株个体之间在花、果实、枝、叶等生物学特性上存在微小差异, 但是考虑受地理位置的差异、田间小气候、植株遗传特性等方面的影响, 单株个体间生物学性状会有一定的差异, 而 RAPD 分析的结果显示 4 个材料间的相似性系数最高可达到 0.921, 亲缘关系极为相近, 可以判定 4 个材料为同一树上干杏株系内的不同植株个体。I 类中 S6 的果实品质最优, 适宜作为树上干杏优良株系进行大面积推广与种植。S4 归为 II 类, 与 I 类亲缘关系较近, 且果实品质较好, 果核大, 适宜做仁用杏。S5 单独归为 III 类, 与其他株系间遗传差异最大, 果实品质最差, 不适宜大面积推广种植, 可以考虑淘汰该株系。

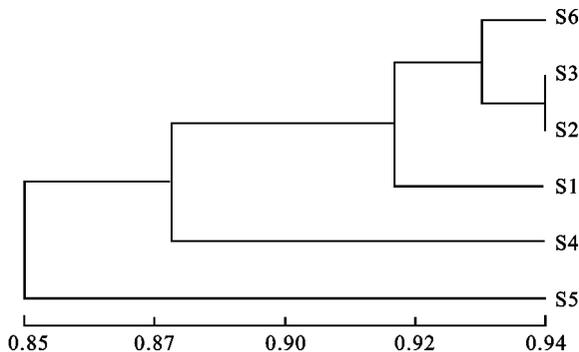


图 2 6 个树上干杏品种的 RAPD 聚类分析图

Fig. 2 Dendrogram of 6 shushanggan apricot cultivars based on RAPD analysis

表 4 树上干杏各品种的遗传相似系数

Table 4 Genetic similarities

品种	S6	S3	S2	S1	S4	S5
S6	1.000					
S3	0.921	1.000				
S2	0.934	0.938	1.000			
S1	0.909	0.921	0.909	1.000		
S4	0.864	0.876	0.847	0.847	1.000	
S5	0.876	0.888	0.876	0.867	0.831	1.000

2.4 供试材料的遗传关系分析

为了研究树上干杏与栽培杏以及新疆伊犁野生杏的关系, 本研究从 60 个随机引物中筛选出 15 个多态性引物, 均能得到比较稳定的 RAPD 指纹图谱。用这些引物对参试的杏材料进行 RAPD 分析, 共在 242 份位点上扩增出条带, 平均每个引物扩增位点 16.1 个, 多态性位点 239 个, 多态性百分率为 98.8%。每个引物所扩增出的条带数在 15~24 之间, 扩增出的分子量在 100~2 911 bp 之间。

采用 UPGMA 法对 68 份材料的多态性数据进行聚类分析并构建树状聚类图(图 3)。在遗传相似系数为 0.739 处, 68 份材料可以分成 7 类。

第 I 类有 15 个杏品种, 包括来自陕西的张公园、牛角柳、胭脂红、泾阳黄和秦王, 甘肃的金妈妈和兰州大接杏, 山西的沙金红和端午黄, 河北的早红、龙王帽、一窝蜂、御杏、串枝红, 以及来自安徽的巴斗杏, 原产地均为华北地区。

第 II 类有 6 个杏品种, 都为采自新疆伊宁大西沟的野生杏品种, 共有 6 个: 野生杏 A、B、C、D、E、G, 由于均采自野生群体, 以实生繁殖为主要繁殖方式, 因此种群内保持着较高的遗传多样性。

第 III 类共有 8 个杏品种, 澳洲甜杏和秋红来源于澳大利亚, 玛瑙、新世纪 1 号、Mn、争魁、金太阳和金寿杏来源美国, 这 8 个杏品种参试材料采摘地都为西北农林科技大学杏资源圃, 虽然来自地域差距较大的 2 个不同国家, 但是在人为引种驯化的过程中, 品种之间的遗传信息交流广泛, 品种间的遗传差异也随着减小。

第 IV 类聚类品种数目最多的一类, 一共有 22 个品种, 包括 6 个树上干杏株系, 新疆的仁用杏、KaK、李光杏、脆佳娜丽、阿克西米西、库尔勒托拥、赛买提、克孜玛衣桑和阿克牙格勒克, 辽宁的小红杏, 青海的梅杏, 宁夏的牛心, 内蒙古的金杏, 陕西的银香白 1、2, 河南的鸡蛋杏。在遗传相似系数为 0.762 处, 该类群可以划分为 3 个亚类: 第 I 亚类包括 6 个树上干杏株系和仁用杏、KaK、李光杏、脆佳娜丽、阿克西米西、库尔勒托拥、赛买提、克孜玛衣桑和阿克牙格勒克共 7 个来源于新疆的杏品种, 仁用杏、KaK 和李光杏与树上干杏 6 个株系的亲缘关系较近, 且来源地和采摘地

均为新疆。李光杏与树上干杏株系在 0.802 处聚为一类,亲缘关系最近。其次,脆佳娜丽、阿克西米西、库尔勒托拥和赛买提与树上干杏株系亲缘关系也较近,相似性系数为 0.762 处聚为一类。这 4 个杏品种采自于陕西杨凌,经过了长时间的人为驯化和生态适应过程,与原产地的杏品种之间的基因差异明显。由于仁用杏、KaK、李光杏、脆佳娜丽、阿克西米西、库尔勒托拥、赛买提、克孜玛衣桑和阿克牙格勒克都属于中亚生态群,由此可以初步判定,树上干杏与中亚生态群的其他品种间保持着较高的遗传相似度,极有可能是来源于中亚生态群,李光杏与树上干杏株系亲缘关系最近,可能是李光杏的变种。在了解了树上干杏的遗传关系的基础上,可以利用与其有着较近亲缘关系的杏品种来进行杂交育种或嫁接,为更好的开发和利用这一具有抗寒性强、果实食用品质高等优良品质的品种提供了坚实的理论基础。第Ⅱ亚类包括小红

杏、梅杏、牛心、金杏、克孜玛衣桑和阿克牙格勒克。第Ⅲ亚类包括银香白 1、2 和鸡蛋杏。

第Ⅴ类包括新疆的伊犁小白杏以及未知 A、未知 B。编号为 27、28 的杏材料(未知 A、未知 B)是采自树上干杏产地的 2 株上百年树龄的杏树,当地人认为是树上干杏的母树。经过本试验的聚类分析可知,未知 A、未知 B 与伊犁小白杏亲缘关系较近,与新疆地区的其他品种,包括 6 个树上干杏材料,则保持较大的遗传距离。由此可以肯定,这 2 株老树不是树上干杏的母树,且不属于树上干杏株系。

第Ⅵ类包括日本的世纪龙、金二十世纪和红丰,意大利的意大利 1 号、Cafona 和 Reale dimola 共 6 个杏材料。

第Ⅶ类共有 8 个杏品种,包括山东的崂山红、莱西金杏和试管 1 号,辽宁的国仁和丰仁,大明杏、花冠杏和 1 个新疆野生杏材料。

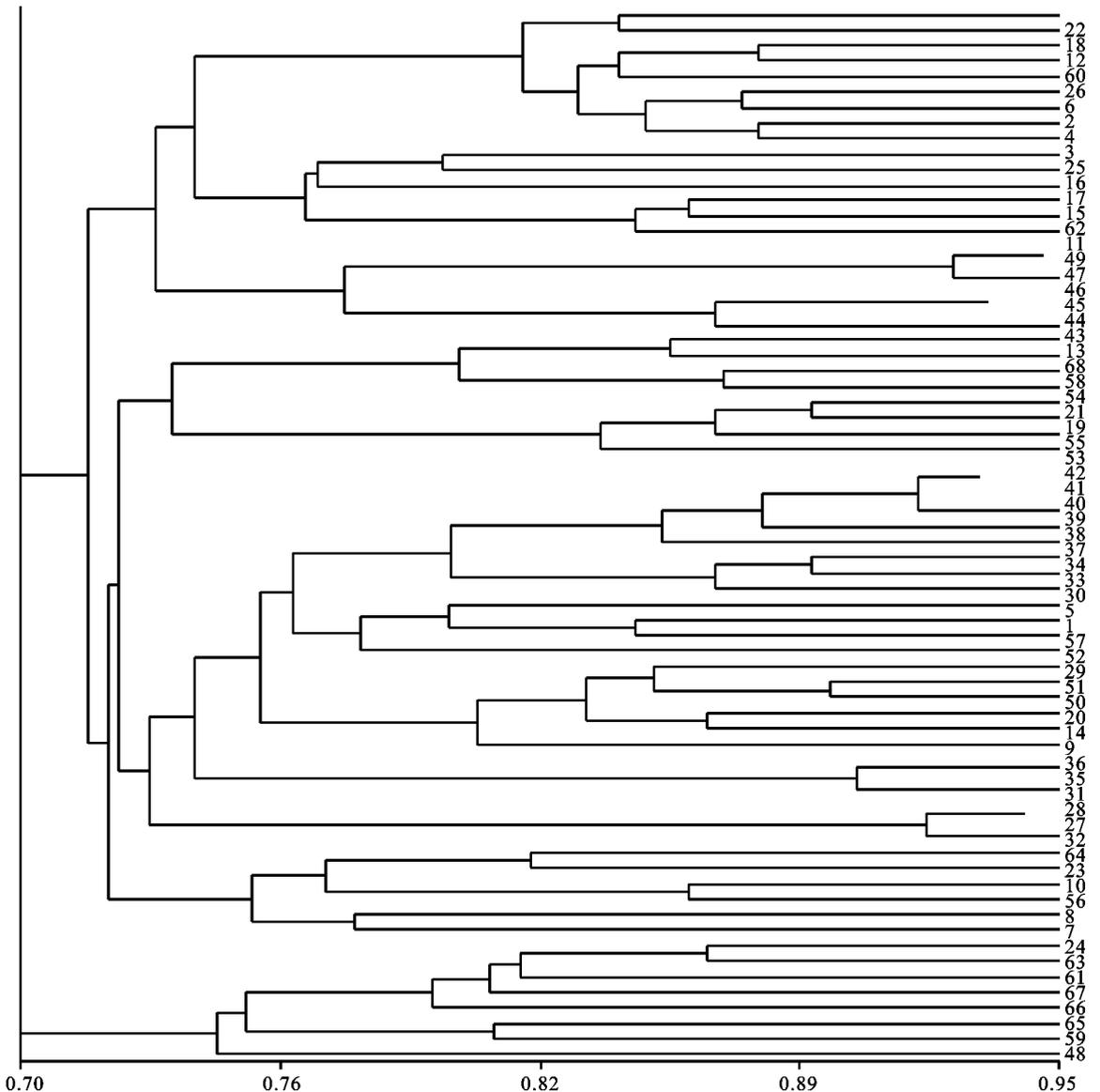


图 3 68 个杏品种的 RAPD 聚类分析图

Fig. 3 Dendrogram of 68 apricot cultivars based on RAPD analysis

3 结论与讨论

RAPD 技术方法具有操作技术简单、快捷、不易受外界环境影响以及不需要预知基因组序列的特点与优势,已被广泛应用于品种的分类研究、种质资源的遗传基础研究、基因连锁标记、遗传图谱的构建等方面^[8-10],是植物种质资源遗传评价、品种鉴定以及系谱分析的重要 DNA 标记技术之一^[11]。U. Galderisiv^[12]等利用 RAPD 技术区分了 6 个不同的可食无花果品种,并准确鉴别出既可制干,也可制汁的独特品种"Bianco del Cilento"。M. Omura^[13]等利用 RAPD 技术,发现温州蜜柑的 RAPD 带型接近中国宽皮柑桔,而与日本原产的立花桔(*Citrus tachibana*)差异较大,说明温州蜜柑与宽皮柑桔关系更近。Z. N. Deng^[14]等采用 RAPD 分析,认为柠檬可能源于枸橼。M. A. Hurtado^[15]等对来自于法国、美国、西班牙的 18 个杏品种进行 RAPD 分析,结果表明了北美杏是起源于欧洲杏和亚洲杏的杂交种。李振江^[16]利用 RAPD 技术将 22 份山杏供试材料分成了 6 个类群,进而分析了各单株间的亲缘关系,为应用 RAPD 分子标记对山杏种质资源进行分类及优株选择等方面的研究奠定了基础。本试验利用 RAPD 技术和生物学特性研究树上干杏品种群内各品种间的亲缘关系,结果显示,树上干杏包括 3 个不同株系,S1、S2、S3 和 S6 为株系 I,S4 为株系 II、S5 为株系 III,不同株系间在枝条、叶、花以及果实品质等性状上存在差异,RAPD 分子标记的结果与生物学性状调查结果较为一致,两者结合起来确定了树上干杏不同株系间的亲缘关系。

本研究选用了 68 个来自部分国家和地区的品种作为试验材料,从 60 个随机引物中筛选出 15 个引物,共扩增出 242 个条带,经过聚类分析将所试材料分为 7 大类。树上干杏与李光杏、KaK、仁用杏、脆佳娜丽、阿克西米西等聚类一类,其中树上干杏与李光杏亲缘关系最接近,遗传相似系数达到了 0.802,其次与 KaK、仁用杏等品种的相似系数较大,因此初步判断树上干杏是李光杏的变种。6 个树上干杏材料的相似系数在 0.831 与 0.938 之间,在 $GS=0.900$ 处,可聚为 3 类:S1、S2、S3 和 S6 为株系 I,S4 为株系 II、S5 为株系 III,其中 S6 果实果肉品质较好,适宜大面积推广种植,S4 果实果核较大,果仁品质较好,适宜做仁用杏品种进行推广。

参考文献:

- [1] 张加延,张钊. 中国果树志·杏卷[M]. 北京:中国林业出版社,2003.
ZHANG J Y,ZHANG Z. China Fruit Record·Apricot Volume[M]. Beijing:China Forestry Press,2003. (in Chinese)
- [2] 唐伟,李明,顾杰林. 树上干杏丰产栽培技术[J]. 北方果树,2008(4):35-47.
- [3] 杨超,李俊英. "树上干"杏栽培管理技术[J]. 新疆林业,2008(2):30-31.
- [4] 金源江. 树上干杏栽培技术[J]. 农村科技,2008(10):54-55.
- [5] 肖刚,齐晓云,苑华. 树上干杏栽培技术[J]. 新疆农垦科技,2003(6):17-18.
- [6] 沈向,郭卫东,吴燕民,等. 杏 43 个品种资源的 RAPD 分类[J]. 园艺学报,2000,27(1):55-56.
- [7] 吴树敬. 杏品种的 RAPD 分析[J]. 果树学报,2003,20(2):107-111.
WU S J. RAPD analysis of apricot cultivars[J]. Journal of Fruit Science,2003,20(2):107-111. (in Chinese)
- [8] LIN K H, LAI Y C, LI H C. Genetic variation and its relationship to root weight in the sweet potato as revealed by RAPD analysis[J]. Scientia Horticulturae,2009,120(1):2-7.
- [9] AN N, GUO H B, KEW D. Genetic variation in rhizome lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn. ssp. *nucifera*) germplasms from China assessed by RAPD markers[J]. Agricultural Sciences in China,2009,8(1):31-39.
- [10] YANG R W, ZHUO Y H, DING C B, et al. Relationships among *Leymus* species assessed by RAPD markers[J]. Biologia Plantarum,2008,52(2):237-241.
- [11] 房经贵,章镇,周兰华. RAPD 标记鉴定果树芽变的可行性分析[J]. 果树学报,2001,18(3):182-185.
FANG J G, ZHANG Z, ZHOU L H, et al. The possibility of using RAPD marker for the identification of fruit sport[J]. Journal of Fruit Science,2001,18(3):182-185. (in Chinese)
- [12] GALDERSIV U, CIPOLLARO M, BERMARDOG D I, et al. Identification of the edible fig 'Bianco del Cilento' by random amplified polymorphic DNA analysis [J]. Hort. Sci. hnce,1999,34(7):1263-1265.
- [13] OMURA M, HIDAKA T, NESUMI H, et al. PCR markers for citrus identification and mapping techniques on gene diagnosis and breeding in fruit trees[M]. Japan: FTRS,1993:66-73.
- [14] DENG Z N, GENTILE A, NICOLOSI E, et al. Identification of in vivo and in vitro lemon mutants by RAPD markers [J]. J. Hort. Sci.,1995,70:117-125.
- [15] HURTADO M A, BVADENES M L, LIACER G, et al. Random amplified polymorphic DNA markers as a tool for apricot cultivar identification[J]. Acta. Hort.,1999,488:281-287.
- [16] 李振江. 山杏良种资源的 RAPD 分析[D]. 保定:河北农业大学,2007.
LI Z J. The analysis of *Armeniaca sibirica* (L.) Lam. Elite germplasm resource by RAPD Marker[D]. Baoding: Agricultural University of Hebei,2007. (in Chinese)