

文章编号: 1001-1498(2009)01-0048-07

河北和山东冬枣果实品质评价及 AFLP 分子标记的研究

马庆华^{1,2}, 续九如^{2*}, 王贵禧¹, 姚立新², 李颖岳²

(1. 中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局森林培育重点实验室, 北京 100091;
2. 北京林业大学生物科学与技术学院, 北京 100083)

摘要:为探讨产区间冬枣的品质、遗传差异, 将来源于河北和山东不同产地的冬枣按照完全随机区组设计栽种于河北、山东、北京的 4 个试验园, 采取同样的栽培管理措施。通过对试验园冬枣果实的形态、品质等各项指标进行连年的分析测定和感官评价, 并进行了 DNA-AFLP 分子标记研究。结果表明: 河北、山东两省冬枣的单果质量、纵横径、果形指数、可食率、含水率、着色指数、果实 Vc、总糖、可滴定酸和可溶性固形物含量等指标间没有明显差异, 在同一试验园两省冬枣的感官评价差异也不明显; AFLP 分析证明两省冬枣样品间遗传相似性很高 ($SM = 0.9873 \sim 1.0000$), 被聚为一类, 表明产自河北、山东的冬枣属于同一品种, 造成冬枣果实品质差异的主要原因是立地条件和管理措施。冬枣品种内确实存在一定差异, 这些差异属于单株变异, 与产地来源无关。

关键词:冬枣产地; 品质; AFLP 分子标记; 差异

中图分类号: S665.1 文献标识码: A

Studies on the Fruit Quality and AFLP Markers of *Ziziphus jujuba* cv. Dongzao from Hebei and Shandong Provenances

MA Qing-hua^{1,2}, XU Jiu-ru^{2*}, WANG Gui-xi¹, YAO Li-xin², LI Ying-yue²

(1. Research Institute of Forestry, CAF; Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China;
2. College of Biological Sciences and Biotechnology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: 'Dongzao' (*Ziziphus jujuba* Mill. cv. Dongzao) is one of the famous fresh-eating cultivars of Chinese jujubes that matures in middle October. 'Dongzao' originates in the neighbouring region of Bohai Bay region. There is a little bit difference in the quality of 'Dongzao' fruit from different production area of Hebei and Shandong province, and we are curious about the reason. Four paralleled orchards, located respectively in Huanghua and Cangxian counties in Hebei province, Zhanhua county in Shandong province and Changping county in Beijing were established to evaluate the fruit quality of 'Dongzao', in order to analyze the main factor causing the quality difference. The three-year-old grafted jujube trees derived from five different original provenances, which were Huanghua and Cangxian counties in Hebei province, and Zhanhua, Qingyun and Laoling counties in Shandong province respectively, were selected as test tree materials. The results are as follows: the quality traits of 'Dongzao' fruit such as weight, shape, water content, edible ratio, color of the pericarp, contents of Vc, organic acid, sugar, soluble solid content and the score of sense evaluation, as well as the AFLP markers, from different original provenances' tree materials, had not significant difference in the same experiment orchard. So we could

收稿日期: 2008-05-06

基金项目: 国家林业局 2005 年重点项目“冬枣良种区域化试验及标准化栽培”(2005-03)

作者简介: 马庆华 (1978—), 女, 在站博士后, 从事经济林育种研究。

*通讯作者: 续九如 (1942—), 男, 教授, 博导, 从事林木遗传育种研究。E-mail: xjru@sohu.com

consider that 'Dongzao', native to Hebei or Shandong province, belonging to the same variety, which had a very small distance of heredity ($SM = 0.9873 - 1.0000$). The reason causing the difference of the fruit quality of 'Dongzao' in different orchards could be attributed to the different growth condition and cultivating methods. So the improvement of 'Dongzao' was mainly dependent on selecting of the individual advanced trees.

Key words: provenances of 'Dongzao' jujube (*Ziziphus jujuba* cv. *Dongzao*); fruit quality; AFLP markers; variation

冬枣 (*Ziziphus jujuba* Mill. cv. *Dongzao*) 别名冻枣、雁来红、苹果枣、冰糖枣等^[1], 是我国特有的优良鲜食、晚熟枣树品种, 主要分布在河北、山东交界的渤海湾地区, 在河北黄骅至今还保存有千亩原始冬枣林^[2], 山东沾化也有数十株百年冬枣树散生在农户家中^[3]。20 世纪 90 年代开始, 拥有冬枣原始资源的各地政府和科研部门, 对其进行了重点开发与推广, 将其引种至全国各地^[4-10], 形成华夏冬枣、鲁北冬枣、渤海冬枣、沾化冬枣、沧州冬枣等各种品牌。另外, 河北黄骅冬枣和山东沾化冬枣在 2002 年先后列入中华人民共和国国家标准^[11-12], 受到原产地地域产品的保护, 两地冬枣品种在遗传特性上的差异一直是枣树界争论的热点, 生产上也有河北冬枣和山东冬枣在果形和品质等方面存在差异的现象。许多学者对冬枣品质的影响因素、冬枣产业存在的问题、冬枣的区域化栽培以及冬枣与其它晚熟枣品种的差异等问题进行了探讨^[13-16], 而不同产地冬枣在遗传和品质上的差异未见报道。要对不同产地的冬枣进行比较, 必须在同一立地条件下对比, 才能得到客观的结论。本研究在山东沾化、河北黄骅和沧县及北京昌平 3 个省市设立了 4 个冬枣对比试验园, 将以黄骅冬枣、沧县冬枣为代表的河北冬枣和以沾化冬枣、庆云冬枣、乐陵冬枣为代表的山东冬枣栽种于同一试验园, 采用同样的管理措施, 通过观察果实形态、品质测定及分子标记等研究其表型和遗传特性的差异, 以期解决河北冬枣和山东冬枣在遗传和品质上到底有无差异的问题。

1 试验地概况

冬枣试验园分别设于山东沾化、河北黄骅、河北沧县和北京昌平 4 个地点。山东沾化县地处山东省东北部 (117°05' ~ 118°21' E, 37°34' ~ 38°11' N), 年均气温 13.7℃, 年均降水 537.2 mm, 年均日照 2 526.9 h, 土壤类型以滨海潮土和盐化潮土为主; 河北黄骅市地处河北省东南部 (117°05' ~ 117°49' E, 38°09' ~ 38°39' N), 年均气温 11.9℃, 年均降水 590 mm, 年均日照 2 699 h, 无霜期 193 d, 土壤以滨

海潮土、盐化潮土为主; 河北沧县地处河北省东南部 (116°27' ~ 117°09' E, 38°05' ~ 38°33' N), 年均气温 12.5℃, 年均降水 616.4 mm, 年均日照 2 890.1 h, 无霜期 196 d, 土壤分布大部分为潮土、粘土和沙土; 北京昌平县位于北京市区西北部 (116°14' E, 40°13' N), 年均气温 11.7℃, 年均降水 569.8 mm, 土壤属褐潮土。

2 材料与方法

2.1 试材来源与试验设计

山东沾化和北京昌平冬枣试验园的冬枣树于 2002 年春天定植, 试验选用的河北冬枣是来源于黄骅和沧县的 3 年生冬枣嫁接苗, 山东冬枣是来源于沾化、庆云和乐陵的 3 年生冬枣嫁接苗。两试验园按完全随机区组设计栽种, 每系号各 1 株, 5 株为 1 小区, 重复 10 次, 栽培管理一致。

河北黄骅和沧县的试验园于 2005 年春天高接建园, 接穗采自北京昌平冬枣试验园, 砧木为 8 年生金丝小枣, 试验设计同上, 分别重复 5 次和 20 次, 2006 年新建试验园开始稳定坐果。

2.2 试验方法及指标测定

2.2.1 果实及叶片的采集 由于山东沾化试验园定植的冬枣第 2 年坐果不稳定, 于 2003 年 9 月底在冬枣苗产区的沾化、黄骅、庆云、沧县和乐陵分别采集冬枣各样品; 各试验园冬枣稳定坐果后, 于 2004、2005 年 9 月底在沾化试验园及 2006 年 9 月底到 10 月初在沾化、黄骅和沧县三个试验园, 按照果园地点和产地分类分别采集健康、无病虫害的成熟冬枣果实, 用于冬枣形态和品质分析。于 2005 年 6 月在北京昌平冬枣试验园采集冬枣幼嫩叶片, 作为 AFLP 分子标记试验的样品, 按产地、单株采集并编号: D1 ~ D15 为沾化冬枣, D16 ~ D30 为黄骅冬枣, D31 ~ D45 为庆云冬枣, D46 ~ D60 为沧县冬枣, D61 ~ D75 为乐陵冬枣; 另外采集沧县红枣良繁场 2 个系号的金丝小枣叶片, 编号 J1 和 J2, 作为衡量冬枣品种内遗传差异的参照。

2.2.2 枣果性状调查 分别抽取 50 粒果实测量单果质量、果实横径、纵径、果形指数 (纵径/横径);再从中随机选取 20 粒果实,测定可食率、含水率、着色指数等指标,其中着色指数的分级标准为:

3级:大于 2/3 果面呈现品种特有的红色,有少量黄绿色斑块;

2级:1/3 ~ 2/3 果面红色,其余果面黄绿色;

1级:小于 1/3 果面红色,大部分果面黄绿色或绿色;

0级:果面未着色,果面绿色或黄绿色。

$$\text{着色指数} = \frac{(\text{级内果实数} \times \text{划定级别})}{\text{总果数} \times \text{最高级别}} \times 100\%$$

2.2.3 果实品质分析 Vc 依照 GB/T 5009.86 - 2003 测定,可滴定酸度 (以苹果酸计) 依照 GB/T 12293 - 1990 测定,总糖采用 GB/T 6194 - 1986 测定,可溶性固形物使用阿贝折射仪 GB/T 12295 - 1990^[17-20]测定。

2.2.4 果品感官评价 随机邀请 20 名消费者参加冬枣果实品质的评定,对不同来源冬枣样品的果皮厚、口感、果汁、风味、肉质等性状进行评价,按表 1 的标准评分,对评分结果进行方差分析。

2.2.5 叶片 DNA-AFLP 分子标记 样品 DNA 提取参照 Paterson^[21]和申连英^[22]的方法加以改进;采用 EcoR 和 Mse 双酶切,经 2 次 PCR 扩增,电泳后银染法显带。AFLP 显带的记录方法:对扩增产物的电泳结果采用“0-1 系统记录谱带,“有”记做“1”,“无”记做“0”。将所有 20 对选择性扩增引物产生的 AFLP 多态性 DNA 扩增带数据输入到数据矩阵,使用 NT-SYS pc 2.10e 分析软件^[23]对供试样品进行聚类分析;相似性系数使用简单匹配系数 SM^[24-25],不加权重对算术平均法 (UPGMA) 进行聚类分析。

表 1 冬枣果实品质感官评定标准

项目	品评标准		
外观	果皮光滑,外观美观,着色好 (10 - 15 分)	果皮较光滑,外观稍差,着色一般 (5 - 9 分)	果皮粗糙,果形较差,着色差 (0 - 4 分)
口感	细嫩多汁,肉质酥脆,口感极佳,口食无渣 (60 - 75 分)	汁液中等,较细嫩,肉质较脆,口感好,口食无渣 (50 - 59 分)	汁液较少,质地疏松,口感一般,口食少渣 (40 - 49 分)
果皮厚	果皮特薄而脆 (8 - 10 分)	果皮薄而脆 (5 - 7 分)	果皮较厚,脆度一般 (0 - 4 分)

3 结果与分析

3.1 不同产地冬枣果实经济性状比较

本研究对不同产地冬枣的果实形态指标进行了连续 4 年的调查 (表 2),在同一年份同一试验园中,不同产地冬枣各指标的排序没有重复性,例如,2003 年采集各原产地冬枣果实,其单果质量的排列顺序为:乐陵 > 沾化 > 黄骅 > 庆云 > 沧县;2004 年和

2005 年沾化试验园冬枣单果质量的排列顺序分别为:沾化 > 庆云 > 沧县 > 乐陵 > 黄骅和 黄骅 > 庆云 > 沧县 > 沾化 > 乐陵,2006 年沾化试验园排序为:庆云 > 黄骅 > 沾化、沧县 > 乐陵;黄骅试验园为:沧县 > 乐陵 > 沾化、黄骅 > 庆云,沧县试验园为:沾化 > 庆云 > 沧县、黄骅 > 乐陵。冬枣的果实纵横径和果形指数的排序也没有表现出相似的规律性。

表 2 不同产地冬枣果实形态指标调查结果

年份及 采样地	形态指标	不同产地冬枣					年份及 采样地	形态指标	不同产地冬枣				
		沾化	黄骅	庆云	沧县	乐陵			沾化	黄骅	庆云	沧县	乐陵
2003 年各原 产地采集	单果质量 /g	13.0	11.9	11.0	8.5	13.8	2006 年沾化 试验园	单果质量 /g	12.6	13.2	14.7	12.6	12.3
	纵径 /cm	2.90	2.93	2.79	2.65	2.96		纵径 /cm	2.81	2.88	3.02	2.87	2.83
	横径 /cm	2.97	2.82	2.66	2.49	3.03		横径 /cm	2.86	2.95	3.07	2.94	2.91
	果形指数	0.98	1.04	1.05	1.07	0.98		果形指数	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
2004 年沾化 试验园	单果质量 /g	12.2	9.8	11.6	11.4	11.0	2006 年黄骅 试验园	单果质量 /g	9.3	9.3	8.5	11.2	9.4
	纵径 /cm	2.90	2.69	2.90	2.85	2.87		纵径 /cm	2.66	2.68	2.60	2.87	2.70
	横径 /cm	2.82	2.62	2.80	2.77	2.74		横径 /cm	2.56	2.60	2.51	2.76	2.59
	果形指数	1.03	1.02	1.03	1.03	1.05		果形指数	1.04	1.03	1.04	1.04	1.04
2005 年沾化 试验园	单果质量 /g	11.8	14.0	13.1	12.9	11.7	2006 年沧县 试验园	单果质量 /g	8.8	7.6	8.5	7.6	6.9
	纵径 /cm	2.82	2.96	2.93	2.89	2.81		纵径 /cm	2.65	2.52	2.62	2.53	2.45
	横径 /cm	2.85	3.06	2.97	2.96	2.87		横径 /cm	2.50	2.41	2.53	2.39	2.33
	果形指数	0.99	0.97	0.99	0.98	0.98		果形指数	1.06	1.05	1.04	1.06	1.05

对 2006 年各试验园不同产地冬枣的果实形态数据进行不同产地和不同试验园的双因素方差分析,结果(表 3)表明:在不同试验园间,冬枣的单果质量、果实纵横径、果形指数等指标差异极显著;而不同产地间,冬枣的单果质量、果实纵横径等指标差异也极显著,果形指数差异不显著。各形态指标在不同试验园间的 F 值都远远大于冬枣产地间的 F 值,说明在同一试验园内不同产地冬枣果实的质量和大小等指标间的差异明显比不同试验园间的差异小,各指标虽然在不同产地间有一定的排列顺序,但排序没有重复性(表 2),即在同一年份同一试验园中,各产地冬枣的形态差异具有一定的随机性,不存在本质的差异。

表 3 不同产地冬枣果实形态性状方差分析(2006 年)

指标	变异来源	df	F
单果质量	试验园	2	242.681**
	产地	4	3.975**
	机误	743	
果实纵径	试验园	2	109.092**
	产地	4	3.643**
	机误	743	
果实横径	试验园	2	254.400**
	产地	4	3.542**
	机误	743	
果形指数	试验园	2	119.533**
	产地	4	0.844
	机误	743	

注: $F_{0.05}(4, 743) = 2.38, F_{0.01}(4, 743) = 3.34$

冬枣果实的可食率、含水率、着色指数等指标是衡量冬枣商品价值的关键指标,不仅关系到冬枣果实商品等级的划分,也影响到冬枣的耐贮藏能力^[26-27]。对 2006 年不同产地冬枣果实经济性的

数据进行方差分析,结果(表 4)表明:不同试验园间,冬枣可食率、含水率、着色指数等指标差异极显著;而在不同产地间,冬枣的上述指标差异均不显著。说明这几项指标是与果园肥水管理和激素使用等栽培管理措施直接相关的品质指标,不同的立地条件和管理方式对冬枣的经济品质影响较大,而产地来源对这些指标影响不大。

表 4 不同产地冬枣果实其它经济性状方差分析(2006 年)

指标	变异来源	df	F
可食率	试验园	2	19.403**
	产地	4	0.867
	机误	8	
含水率	试验园	2	82.030**
	产地	4	0.239
	机误	8	
着色指数	试验园	2	301.602**
	产地	4	1.473
	机误	8	

注: $F_{0.05}(4, 8) = 3.84, F_{0.01}(4, 8) = 7.01$

3.2 不同产地冬枣果实品质差异

3.2.1 不同产地冬枣果实营养品质差异 由表 5 看出:在同一年份同一试验园中,不同产地冬枣的各项营养指标在年度和试验地点间的排序没有重复性,如 2003 年,冬枣的可溶性固形物以黄骅和乐陵的冬枣最高,其次是沾化、沧州和庆云的冬枣;2004 年冬枣可溶性固形物含量的排序为:乐陵 > 沧县 > 黄骅 > 庆云 > 沾化;2005 年冬枣可溶性固形物含量的差别不大,其排序为:沧县 > 乐陵 > 黄骅、庆云 > 沾化;2006 年,不同产地冬枣的 V_c 、可滴定酸、总糖和可溶性固形物含量在三个试验园中均有所差异,表现为随机排列,因而不是本质的差异。

表 5 不同产地冬枣果实营养成分测定

年份及采样地	形态指标	不同产地冬枣					年份及采样地	形态指标	不同产地冬枣				
		沾化	黄骅	庆云	沧县	乐陵			沾化	黄骅	庆云	沧县	乐陵
2003 年各原 产地采集	$V_c/(g \cdot kg^{-1})$	3.28	2.88	2.70	2.90	2.93	2006 年沾化 试验园	$V_c/(g \cdot kg^{-1})$	3.40	4.38	5.39	5.00	6.32
	可滴定酸 / %	0.35	0.30	0.24	0.17	0.24		可滴定酸 / %	0.29	0.19	0.29	0.32	0.29
	总糖 / %	21.5	24.7	20.8	19.5	24.0		总糖 / %	14.4	15.6	15.2	15.2	15.0
	可溶性固形物 / %	27.5	30.5	26.5	27.0	30.5		可溶性固形物 / %	18.3	18.3	20.4	18.3	18.3
2004 年沾化 试验园	$V_c/(g \cdot kg^{-1})$	2.04	2.14	2.36	1.69	1.66	2006 年黄骅 试验园	$V_c/(g \cdot kg^{-1})$	5.78	5.84	6.74	5.66	5.69
	可滴定酸 / %	0.42	0.38	0.38	0.39	0.41		可滴定酸 / %	0.29	0.29	0.33	0.33	0.42
	总糖 / %	32.6	34.1	30.4	34.3	30.3		总糖 / %	20.8	21.8	21.7	22.5	22.2
	可溶性固形物 / %	22.4	26.0	25.4	27.3	28.3		可溶性固形物 / %	26.1	26.1	24.3	25.5	27.0
2005 年沾化 试验园	$V_c/(g \cdot kg^{-1})$	3.39	3.44	3.43	3.40	3.28	2006 年沧县 试验园	$V_c/(g \cdot kg^{-1})$	5.01	6.16	6.26	6.86	6.12
	可滴定酸 / %	0.18	0.20	0.22	0.21	0.21		可滴定酸 / %	0.30	0.34	0.35	0.36	0.32
	总糖 / %	13.7	13.8	14.7	14.6	14.1		总糖 / %	22.0	22.6	22.2	21.6	21.6
	可溶性固形物 / %	20.5	21.0	21.0	22.0	21.5		可溶性固形物 / %	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1

对 2006 年沾化、黄骅和沧县试验园不同产地冬枣的果实营养指标进行方差分析,结果(表 6)表明:在不同试验园间,冬枣的总糖和可溶性固形物含量差异达极显著, Vc 含量差异显著,可滴定酸差异不显著;而不同产地间,各指标均没有明显差异。因此,说明不同试验园冬枣果实品质的形成受立地环境的影响非常显著,同一试验园,其立地、肥水、管理等条件相对一致,而不同试验园,其所处的地理纬度、年均温度、降水、日照时数以及土壤类型都有差别,再加上不同的栽培管理措施,都直接影响到冬枣的果实品质。果实 Vc 含量变化较大,这与各试验园采样时间略有差异和鲜枣采后 Vc 含量迅速下降有关^[28-29]。

表 6 不同产地冬枣果实营养品质方差分析(2006 年)

指标	变异来源	df	F
Vc	试验园	2	4.801*
	产地	4	2.242
	机误	8	
总糖	试验园	2	362.480**
	产地	4	1.678
	机误	8	
可滴定酸	试验园	2	3.363
	产地	4	1.648
	机误	8	
可溶性固形物	试验园	2	98.403**
	产地	4	0.112
	机误	8	

注: $F_{0.05}(4, 8) = 3.84$, $F_{0.01}(4, 8) = 7.01$

3.2.2 不同产地冬枣感官评价 果实外观、口感和果皮厚是冬枣品质优劣的重要标志,通过消费者品评,可以较为客观地反映不同来源冬枣的食用品质。对 2006 年沾化、黄骅和沧县 3 个试验园冬枣的感官评价数据进行方差分析,结果(表 7)表明:在不同试验园间,果实的外观、口感和果皮厚差异极显著;在同一试验园,不同产地冬枣的外观、口感和果皮厚差异均不明显。

表 7 果实感官性状方差分析(2006 年)

感官指标	变异来源	df	F
外观	试验园	2	78.482**
	产地	4	1.414
	机误	293	
口感	试验园	2	58.728**
	产地	4	1.280
	机误	293	
果皮厚	试验园	2	33.061**
	产地	4	0.891
	机误	293	

注: $F_{0.05}(4, 293) = 2.40$, $F_{0.01}(4, 293) = 3.38$

3.3 不同产地冬枣 DNA-AFLP 分子标记差异

采用 20 对 AFLP 引物组用于研究不同产地冬枣的遗传差异,共获得 865 条扩增带,扩增带清晰丰富,多态性较强,能够满足不同产地冬枣遗传差异的研究需要。

使用简单匹配系数(SM)进行不加权重对算术平均法(UPGMA)聚类分析,生成聚类图 1。当 SM 取 0.74 时,可将 77 份样品分为两大类群。第一类群包括金丝小枣 2 个系号,其余 75 个冬枣样品组成第二类群。不同产地冬枣样品间的 SM 为 0.9873 ~ 1.0000,表明冬枣样品间遗传相似性很高,属于同一品种;冬枣与金丝小枣的 SM 为 0.7306 ~ 0.7410,被分为 2 个群体,表明冬枣群体内的遗传相似性高于冬枣和金丝小枣之间的遗传相似性。

在聚类图中,冬枣的类群又分为若干个组,各样品间遗传距离的大小与产地没有相关性,如 D28、D41 和 D72 聚为一组,它们分别来自黄骅、庆云和乐陵;D48 和 D68 首先聚在一起,又与 D6 聚在一起,它们分别是沧县冬枣、乐陵冬枣和沾化冬枣,在聚类图的其他部位也表现出类似的现象。本研究的 5 个产地的冬枣均由当地林业局提供,虽然能够充分代表当地冬枣的生产状况,但并不能说明同一产地内冬枣的遗传背景是一致的,可见冬枣群体内确实存在微小的遗传差异,但这种差异主要存在于单株之间而不是在产地之间。

4 结论与讨论

经过几年的比较研究,在同一试验园内,不同产地的冬枣果实在单果质量、纵横径、果形指数;含水量、可食率、着色指数;Vc 含量、可滴定酸、总糖、可溶性固形物含量,以及感官评价等方面均没有明显差异;在不同年份和不同的试验园中,不同产地冬枣的上述品种指标的排列顺序没有重复性。叶片 DNA 的 AFLP 研究在分子水平上进一步证明,冬枣样品间遗传相似性很高,从而说明产自河北、山东的冬枣属于同一品种。造成河北冬枣、山东冬枣果实品质差异的主要原因是不同枣园的土壤条件、不同年份的气候条件以及不同的栽培管理措施。

经过长期的生产栽培和单株选择,冬枣在其品种范围内确实存在着一定的差异,甚至有优良性状的芽变产生,不同产地冬枣的 AFLP 分析证明,冬枣品种内的差异主要是在单株之间而不是在产地之间,这些差异表现在果实形状、大小、品质及成熟期等多

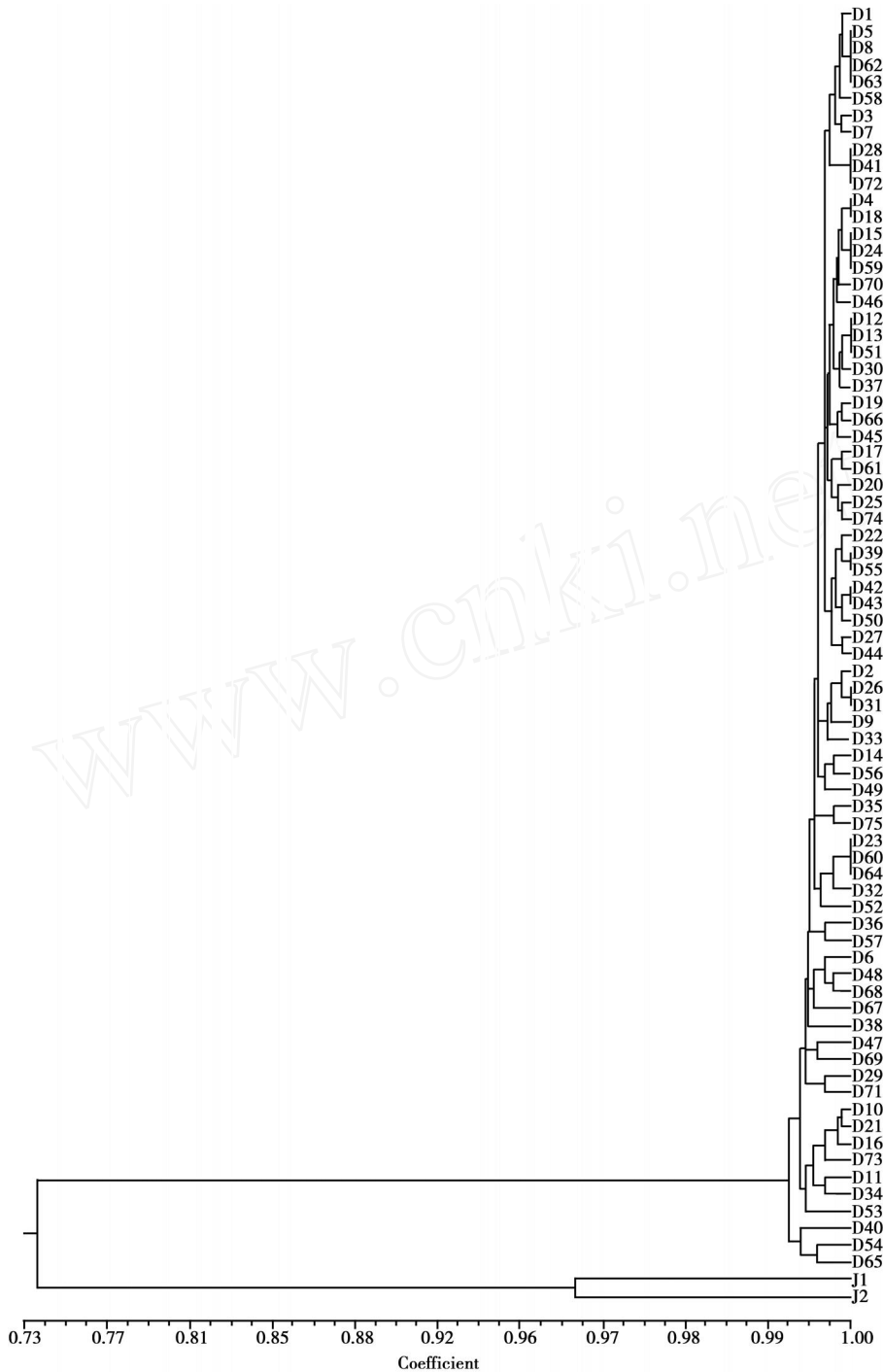


图 1 不同产地冬枣基于 AFLP 多态性数据转化成 SM 简单匹配系数矩阵得到的聚类分析结果

个方面,因此冬枣遗传改良的重点不是产地的选择,而是单株变异的筛选和利用。

参考文献:

[1] 曲泽州,王永蕙. 中国果树志·枣卷 [M]. 北京:中国林业出版社, 1991

[2] 张长铎,王少华. 中国果品之冠——黄骅冬枣 [M]. 北京:气象出版社, 2005: 50 - 53

[3] 刘荣昌. 沾化冬枣志 [M]. 济南:山东省地图出版社, 2000

[4] 王世威,薛军,续九如. 北京地区冬枣引种试验初报 [J]. 北京林业科技, 1992 (1): 19 - 22

[5] 马福广. 冬枣在大连地区的表现 [J]. 北方果树, 2000 (2): 12 - 13

[6] 李东发,张万军,杨永辉,等. 太行山果树引种与生态适应性研究 [J]. 生态经济, 2002 (8): 57 - 59

[7] 孙灿辉. 鲁北冬枣引种栽培技术 [J]. 安徽林业, 2003 (3): 12

[8] 田伟政,陈志阳,姜小文,等. 衡阳引种沾化冬枣第一年枣头生长规律的研究初报 [J]. 湖南环境生物职业技术学院学报, 2003, 9 (4): 295 - 297

- [9] 刘多红. 二二四团沾化冬枣引种示范 [J]. 新疆农垦科技, 2005 (5): 21 - 22
- [10] 苏满意, 朱正阳, 曹金娥. 紫色页岩引种冬枣试验及丰产栽培技术研究初报 [J]. 林业实用技术, 2006 (4): 32 - 33
- [11] 李岩, 王金庭, 赵金练, 等. GB / 18740-2002, 黄骅冬枣 [S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2002
- [12] 郭艳灵, 李爱民, 樊玉东, 等. GB / 18846-2002, 原产地域产品 - 沾化冬枣 [S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2002
- [13] 彭士琪. 规范栽培技术提质增效打造黄骅冬枣国际知名品牌 [M] // 张长铎, 王少华. 中国果品之冠——黄骅冬枣. 北京: 气象出版社, 2005: 50 - 53
- [14] 王贵禧. 冬枣产业现状、存在问题及其发展前景 [M] // 张长铎, 王少华. 中国果品之冠——黄骅冬枣. 北京: 气象出版社, 2005: 55 - 57
- [15] 郭裕新, 单公华, 杨茂林. 我国枣树的区化栽培 [J]. 中国果树, 2002 (4): 44 - 46, 51
- [16] 续九如, 李守勇, 张昌盛. 冬枣的形态特征及其与其他晚熟枣品种的区别 [J]. 河北林果研究, 2003 (3): 38 - 42
- [17] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. 水果、蔬菜及其制品 总抗坏血酸的测定 (荧光法和 2,4-二硝基苯肼法) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2004
- [18] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 12293-90, 水果、蔬菜制品 可滴定酸度的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2004
- [19] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 12295-1990, 水果、蔬菜制品 可溶性固形物的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2004
- [20] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 6194-1986, 水果、蔬菜制品 可溶性总糖的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2004
- [21] Paterson A, Brubaker C, Wendel J. A rapid method for extraction of (*Gossypium* spp) genomic DNA suitable for RFLP or PCR analysis [J]. Plant Molecular Biology Reporter, 1993, 11 (2): 122 - 127
- [22] 申连英. 枣遗传图谱构建及性状的 QTL 定位研究 [D]. 保定: 河北农业大学, 2005
- [23] Rohlf J F. NTSYS pc: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Version 2.1, Users Guide [R]. Exeter Software, Setauket, New York, 2000
- [24] 明军, 张启翔, 毛庆山, 等. 美人梅与其近缘种亲缘关系的 AFLP 研究 [J]. 园艺学报, 2002, 29 (6): 588 - 589
- [25] 郭晶心, 周乃元, 马荣才, 等. 白菜类蔬菜遗传多样性的 AFLP 分子标记研究 [J]. 农业生物技术学报, 2002, 10 (2): 138 - 143
- [26] 王贵禧. 冬枣贮藏保鲜现状与对策 [J]. 保鲜与加工, 2003 (6): 1 - 2
- [27] 张平. 冬枣贮藏保鲜综合配套技术 [J]. 保鲜与加工, 2004 (5): 25 - 26
- [28] 寇晓虹, 王文生, 吴彩娥, 等. 鲜枣采后 Vc 含量与氧化酶活性变化关系的研究 [J]. 山西农业大学学报, 2000, 20 (1): 71 - 74
- [29] 王春生, 李建华, 王永勤. 鲜枣采后生理及贮藏研究进展 [J]. 果树科学, 1999, 16 (3): 219 - 223