

不同杏品种的多个数量性状的分析和综合评价

王 佳, 魏安智, 杨途熙, 戴惠萍

(西北农林科技大学 生命学院 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 对48 个不同杏品种的干径、二次分枝数、南北冠幅、叶面积、单果重、叶柄长、核重、仁重、壳厚、果实体积等10 个数量性状进行主成分分析, 从而得出5 个主成分。结果表明: 果实生长指标、营养生长指标、二次分枝指标、冠幅指标等的累积方差贡献率可达到87%以上, 可以反映10 个相关性状的主要信息, 并根据综合主成分值为48 个杏品种排名, 排名结果与实际的表现相一致。根据计算出的主成分值, 48 个杏品种可聚为四大类: 营养生长水平中等、果大小中等类型; 营养生长水平高、无果或小果类型; 果大、营养生长水平良好类型; 营养生长水平良好、果大小中等类型。

关键词: 杏; 数量性状; 主成分分析; 聚类分析
中图分类号: S 662.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2011)12—0005—05

我国杏树种质资源非常丰富, 约有1 400 多个品种。按用途可分为仁用杏和鲜食杏。目前我国有很多的优良杏品种, 但对杏品种评价主要采取的是人工打分的方法, 缺乏科学依据且进展较慢^[1], 为优良品种的选择评价带来不利影响。该试验通过对不同杏品种多个数量性状的主成分分析, 为杂交育种和良种选择提供科学依据, 并对杏品种的评价提供较为科学全面的依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于2009 年在西北农林科技大学渭河试验站的7 a 生杏种质资源圃进行。选取资源圃中48 个杏品种(表1), 每个试验小区5 株, 3 次重复, 随机区组设计。

1.2 试验方法

1.2.1 数量性状调查方法 在田间测定干径、树高、主枝个数、二次分枝个数。在不同株的的向光和背光的树中部各采取叶片和果实10 个, 带回实验室测量其叶长、叶柄长、核重、壳厚、单果重。

第一作者简介: 王佳(1986-), 女, 陕西杨凌人, 在读硕士, 现主要从事林木生物工程方面的研究工作。E-mail: water2312@163.com。
责任作者: 魏安智(1958-), 男, 陕西杨凌人, 博士, 教授, 现主要从事林木遗传育种研究工作。E-mail: weianzhi@126.com。
基金项 目: 国家“十一五”科技支撑计划资助项目(2006BAD18B0201); 西北农林科技大学唐仲英育种基金资助项目。
收稿日期: 2011—04—06

表 1 48 个杏品种及其产地来源		
序号 Number	品种名 Name	原产地 The place of origin
1	特早熟大杏 'Tedazaoshu'	新疆 Xinjiang
2	BH2	不祥 Unknown
3	秋红 'Qiahong'	河北 Hebei
4	大果杏 'Daguo'	山东 Shandong
5	八月红 'Bayuehong'	辽宁 Liaoning
6	H6 大明杏 'Daming H6'	河北 Hebei
7	端午黄 'Duanwuhuang'	陕西 Shaanxi
8	鸡蛋杏 'Jidan'	河南 Henan
9	御杏 'Yuxing'	河北 Hebei
10	供佛杏 'Gongfo'	河北 Hebei
11	试管一号 'Shiguan No.1'	山东 Shandong
12	莱西金杏 'Laixijinxiang'	山东 Shandong
13	澳洲甜杏 'Aozhoutian'	澳大利亚 Australia
14	泾阳皇 'Jingyanghuang'	陕西 Shaanxi
15	奎克皮曼 'Kuikepiman'	新疆 Xinjiang
16	早熟胡安娜 'Zaoshuhuanna'	新疆 Xinjiang
17	JD	河北 Hebei
18	L1 丰仁 'L1 Fengren'	辽宁 Liaoning
19	油仁 'Youren'	辽宁 Liaoning
20	超仁 'Chao ren'	辽宁 Liaoning
21	国仁 'Guoren'	辽宁 Liaoning
22	银香白 'Yinxianghai'	陕西 Shaanxi
23	骆驼黄 'Luotuo huang'	陕西 Shaanxi
24	草坯杏 'Caopixing'	新疆 Xinjiang
25	仲秋美 'Zhongqiumei'	不详 Unknown
26	亚杏 2 号 'Yaxing No.2'	西亚 Xiya
27	阿克托用 'Aketuoyong'	新疆 Xinjiang
28	早熟黑叶杏 'Zaoshuheyex'	新疆 Xinjiang
29	紫杏 'Zixing'	新疆 Xinjiang
30	皮乃孜 'Pinaizi'	新疆 Xinjiang
31	赛买提 'Saimaiti'	新疆 Xinjiang
32	辣椒杏 'Lajiao'	新疆 Xinjiang
33	粗黑叶杏 'Cuheiye'	新疆 Xinjiang
34	库尔勒托用 'Kuerletuoyong'	新疆 Xinjiang
35	油黑叶杏 'Youheiye'	新疆 Xinjiang
36	库车托用 'Kuchetuoyong'	新疆 Xinjiang
37	黄洪倚克 'Huanghongyike'	新疆 Xinjiang
38	阿克牙格勒克 'Akeyageleke'	新疆 Xinjiang
39	胡安娜 'Huanna'	新疆 Xinjiang
40	安江胡安娜 'Anjiang huanna'	新疆 Xinjiang
41	味帝 'Weidi'	美国杏李杂交 USA
42	味馨 'Weixin'	美国杏李杂交 USA
43	串枝红 'Chuanzhihong'	河北 Hebei
44	金太阳 'Jintaiyang'	欧洲 Europe
45	龙王帽 'Longwangmao'	河北 Hebei
46	沙金红 'Shajinhong'	山西 Shanxi
47	双仁 'Shuangren'	甘肃 Gansu
48	争魁 'Zhengkui'	河北 Hebei

1.2.2 统计分析 应用统计分析软件 Spss 13.0 对测量的 48 个杏品种的 10 个数量性状进行主成分分析, 并根据计算出的各品种的主成分值进行聚类分析。

2 结果与分析

2.1 主成分分析

对 48 个杏品种数量性状的主成分分析结果见表 2。

表 2 总变异系数解释

Table 2 Total variance explained

Component	Initial eigenvalues			Extraction Sums of squared loadings		
	Total	Variance / %	Cumulative / %	Total	Variance / %	Cumulative / %
1	2.452	24.518	24.518	2.452	24.518	24.518
2	2.098	20.985	45.502	2.098	20.985	45.502
3	1.734	17.337	62.839	1.734	17.337	62.839
4	1.360	13.602	76.441	1.360	13.602	76.441
5	1.058	10.578	87.019	1.058	10.578	87.019
6	0.596	5.959	92.978			
7	0.304	3.037	96.014			
8	0.205	2.045	98.059			
9	0.128	1.278	99.337			
10	0.066	0.663	100.00			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

由表 2 可看出, 10 个成分经处理后特征根大于 1 的总共有 5 个, 即 $m=5$ 。第 1 主成分的特征根为 2.452, 方差贡献率为 24.5, 代表了全部信息的 24.5%, 是最主要的主成分。第 2 主成分的特征根为 2.098, 方差贡献率为 20.0, 代表了全部信息的 20%。第 3 主成分的特征根为 1.734, 方差贡献率为 17.3, 代表了全部信息的 17.3%。第 4 主成分的特征根为 1.360, 方差贡献率为 13.6, 代表了全部信息的 13.6%。第 5 主成分的特征根为 1.058, 方差贡献率为 10.6, 代表了全部遗传信息的 10.6%。前 5 个主成分的累积方差贡献率为 87.0%, 代表了全部信息的 87%。其它主成分的贡献率依次减少。因此前 5 个主成分是否树 10 个综合性状主成分的重要主成分。

载荷系数的大小说明了对应指标在对应主成分中所占信息量的大小。由表 3 可知, 在第 1 主成分中, 叶柄长、叶面积、南北冠幅、果实体积、核重、单果重等占有较大的载荷, 说明第 1 主成分反映的既有与果实指标相关的因子信息, 又有与营养生长有关指标信息。第 2 主成分中, 二次分枝、壳厚、干径、南北冠幅等占有较大的载荷, 主要反应的为营养生长的信息。第 3 主成分中, 干径、南北冠幅、二次分枝, 载荷最大, 而单果重果实体积为负载荷。第 4 主成分中, 干径、果实体积的载荷较大, 说明第 4 主成分反应的既包括果实生长

的指标信息, 又包括树体营养生长的指标信息。第 5 主成分中载荷最大的是壳厚, 可称为壳厚因子。

表 3 主成分矩阵

Table 3 Component Matrix(a)

	主成分 Component				
	1	2	3	4	5
干茎 Stem diameter/ cm	0.250	0.405	0.572	0.412	-0.375
二次分支 Secondary branch numbers/ 个	0.054	0.568	0.386	0.395	0.320
南北冠幅 Canopy widths/ m	0.553	0.284	0.458	0.204	0.033
叶面积 Leaf area/ m ²	0.799	0.001	0.106	-0.537	0.035
果重 Single fruit weight/ g	0.545	0.088	-0.657	0.374	-0.143
叶柄长 Petiole length/ cm	0.844	0.073	0.084	-0.446	0.142
核重 Nucleus weight/ g	0.320	-0.795	0.243	0.289	0.243
仁重 Kernel weight/ g	0.126	-0.844	0.277	0.294	0.215
壳厚 Hull thick/ mm	-0.073	0.415	-0.269	0.085	0.810
果实体积 Fruit volume/ mL	0.556	-0.015	-0.624	0.434	-0.104

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 5 component s extracted.

由于主成分是原变量的正规线性化组合而构成的函数, 所以根据各性状相关矩阵的特征相量, 可以列出前 4 个主成分以及 1 个综合主成分的相关函数式分别为: (P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 分别代表 5 个主成分, F 代表综合主成分, $x_1 \sim x_{10}$ 分别对应的指标性状为: 干茎、二次分支、南北冠幅、叶面积、单果重、叶柄长、核重、仁重、壳厚、果实体积)。

$$P_1=0.16x_1-0.04x_2+0.36x_3+0.51x_4+0.35x_5+0.54x_6+0.21x_7+0.08x_8-0.05x_9+0.36x_{10};$$

$$P_2=+0.28x_1+0.39x_2+0.2x_3+0.0x_4+0.07x_5+0.05x_6-0.55x_7-0.58x_8+0.29x_9-0.01x_{10};$$

$$P_3=+0.43x_1+0.29x_2+0.35x_3+0.08x_4-0.5x_5+0.06x_6+0.18x_7+0.21x_8-0.21x_9-0.47x_{10};$$

$$P_4=+0.41x_1+0.4x_2+0.2x_3-0.54x_4+0.37x_5-0.45x_6+0.29x_7+0.29x_8+0.09x_9+0.43x_{10};$$

$$P_5=-0.37x_1+0.3x_2+0.03x_3+0.03x_4-0.14x_5+0.14x_6+0.24x_7+0.21x_8+0.79x_9-0.1x_{10};$$

$$F=0.21x_1+0.25x_2+0.25x_3+0.09x_4+0.05x_5+0.13x_6+0.03x_7-0.01x_8-0.12x_9+0.05x_{10}。$$

通过计算不同品种的 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 值可以对其在果实生长、营养生长状况、二次分枝、南北冠幅等方面进行评价。如表 4 为 48 个杏品种的 5 个主成分值及其 1 个综合主成分排名。综合主成分值的排名即可以反映此品种的果实生长及营养生长的优劣情况, 排名越靠前, 越为优势种。主成分值结合聚类结果可以挑选优秀的种质资源。

表 4 48 个杏品种的主成分值及其综合主成分排名

Table 4 Principal component and comprehensive numbers of 48 kinds of apricot

品种 Varieties	第 1 主成分值 The first principal component	第 2 主成分值 The second principal component	第 3 主成分值 The third principal component	第 4 主成分值 The fourth principal component	第 5 主成分值 The fifth principal component	综合主成分值排名 Comprehensive numbers
秋红 Qiuhong’	37.8419	10.3729	11.5182	6.8159	10.1201	1
银香白 Yinxiangba’	43.5617	11.1235	8.8306	3.113	7.7407	2
争魁 Zhengkui’	27.6454	12.6712	10.0113	6.1355	5.4294	3
龙王帽 Longwangmao’	21.853	12.2019	10.548	8.3534	6.9036	4
供佛杏 Gongfo’	24.2356	11.2696	9.5396	7.728	9.7332	5
大果杏 Daguo’	33.5096	7.8717	7.248	−0.0339	8.1621	6
BH2	28.1141	7.8435	8.6229	4.2533	5.9769	7
阿克牙格勒克 Akeya ° geleke’	21.9367	10.2	9.4457	6.3063	5.4368	8
串枝红 Chuanzhihong’	22.2587	11.4324	8.6104	4.6037	4.9452	9
粗黑叶杏 Cuheye’	40.4249	7.1974	7.51	2.9568	9.6432	10
鸡蛋杏 Jidan’	34.891	9.6592	6.8605	0.6713	6.5397	11
黄洪倚克 Huanghongyike’	12.6515	12.0776	10.8396	9.7416	4.0683	12
JD	28.1087	7.7197	7.9933	3.6842	6.6853	13
赛买提 Saimaiti’	15.6731	12.4413	8.6075	7.7722	7.0497	14
胡安娜 Huanna’	32.8943	9.2911	6.9612	1.0909	5.501	15
沙金红 Shajinhong’	27.5191	9.4733	7.0079	2.2317	4.2527	16
端午黄 Duanwuhuang’	39.0571	6.3681	6.2797	1.628	8.1537	17
亚杏 2 号 Yaxing No. 2	32.048	5.6931	5.801	−11.8127	3.9927	18
草坯杏 Caopi’	26.9228	6.9239	6.6876	2.1798	4.72	19
特早熟大杏 Tezaoshu’	23.5405	6.3843	6.6896	2.4373	5.4278	20
L1 丰仁 L1Fengren’	17.7326	6.8854	7.1383	5.1249	5.8798	21
莱西金杏 Laixijin’	23.7872	6.2848	5.9832	1.6727	4.9159	22
国仁 Guoren’	17.5655	7.5079	6.6483	4.4756	5.7441	23
库尔勒托用 Kuerletuoyong’	22.1203	9.0316	4.9433	1.6038	8.1192	24
仲秋美 Zhongqiumei’	20.3707	7.2489	7.6053	5.255	5.1317	25
早熟胡安娜 Huanna’	19.4031	6.5863	6.8951	3.5956	4.6875	26
澳洲甜杏 Aozoutian’	19.9566	8.2697	5.7828	2.0262	2.994	27
油仁 Youren’	18.2077	6.2369	6.429	4.0142	4.6326	28
试管一号 Shiguan No. 1’	22.4747	5.8928	4.7261	0.0636	4.0136	29
八月红 Bayuehong’	18.2598	9.0916	6.3368	11.8652	4.5072	30
阿克托用 Ajiaituoyong’	15.8196	8.6574	6.4819	3.8398	2.9458	31
奎克皮曼 Kuikepiman’	17.1747	5.9109	6.266	3.5151	3.3706	32
皮乃孜 Pinaizi’	16.3755	6.1298	6.8508	5.6444	3.8906	33
库车托用 Kuche tuoyong’	16.5682	7.0629	4.8661	2.5103	2.9502	34
御杏 Yuxing’	9.5766	5.5428	4.6362	2.3655	2.832	35
紫杏 Zixing’	7.774	6.185	5.4593	4.3737	3.3038	36
超仁 Chao ren’	17.0142	3.5362	4.3758	1.7592	3.6538	37
味馨 Weixin’	20.4143	4.0512	4.0634	0.081	4.1315	38
安江胡安娜 Anjianghuanna’	6.8787	7.4091	5.3483	4.086	2.4677	39
早熟黑叶杏 Hāyetezao shu’	7.6717	6.2993	5.4435	3.8437	2.0147	40
H6 大明杏 Daming H6’	7.5125	7.127	4.136	2.567	1.844	41
泾阳皇 Jingyanghuang’	17.4146	3.823	3.1693	0.3689	3.948	42
油黑叶杏 Yuohēyē’	7.6161	4.3084	4.4099	2.9106	2.0218	43
辣椒杏 Lajiao’	7.933	2.3541	4.5918	3.1598	2.4238	44
骆驼黄 Luotuo huang’	8.1979	3.3634	3.204	1.4528	1.2212	45
双仁 Shuangren’	7.0168	2.5724	2.166	0.5929	1.783	46
金太阳 Jintaiyang’	6.4715	2.7535	1.1466	−0.5949	1.989	47
味帝 Weidi’	12.5364	−0.9522	−0.7644	−3.1276	2.3366	48

2.2 聚类分析

从聚类分析结果可看出,当欧氏距离为 24.33 时可将供试的 48 个品种分为 A、B、C、D 4 组。A 组包括 27 个杏品种:“BH2”、“JD”、“争魁”、“沙金红”、“串枝红”、“龙王帽”、“特大早熟杏”、“莱西金杏”、“仲秋美”、“试管 1 号”、“味馨”、“味帝”、“澳洲甜杏”、“早熟胡安娜”、“库车托用”、“奎克皮曼”、“皮乃孜”、“阿克托用”、

“泾阳皇”、“超仁”、“油仁”、“国仁”、“阿克牙格勒克”、“草坯杏”、“供佛杏”、“库尔勒托用”、“丰仁”、“八月红”。B 组包括 12 个杏品种:“大明杏”、“早熟黑叶杏”、“黄洪倚克”、“安江胡安娜”、“御杏”、“骆驼黄”、“油黑叶杏”、“辣椒杏”、“紫杏”、“赛买提”、“金太阳”、“双仁”。C 组包括 7 个杏品种:“秋红”、“大果杏”、“鸡蛋杏”、“胡安娜”、“端午黄”、“粗黑叶杏”、“银香白”。D

组 1 个杏品种:“亚杏 2 号”。A 组品种第 1、4 主成分值中等,即果实生长指标中等,树体营养形态状况中等,为果实大小中等、营养水平中等类型。B 组第 1、4 主成分值低,即无果或果很小,第 2、3 主成分值即二次分支因子、南北冠幅较大,营养生长旺盛,树体生长状况良好,为营养水平高、无果或小果类型。C 组第 1 主

成分值最大,即果大,第 2、3 主成分值均较高,表明总体营养生长状况较好,为果大、营养水平良好类型。D 组只有 1 个品种,产量及营养生长状况均差于 C 组,营养水平良好、果大小中等,属于均衡生长类型。综合主成分总排名为: C 组最前, B 组最后, D 组为中间靠前 1 个品种,其余全为 A 组。

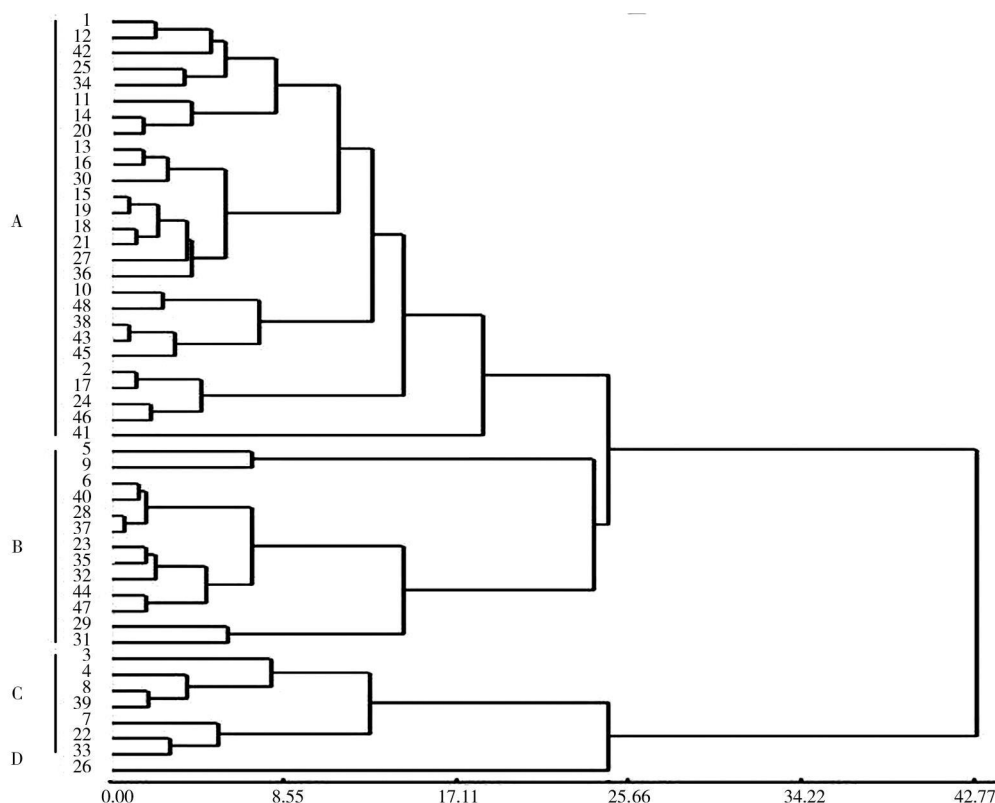


图 1 48 个杏品种的聚类图

Fig. 1 Graph one clustering figure of 48 varieties of the apricot

3 结论与讨论

由表 1 中得出的 4 个主成分值即可代表了 10 个性状指标的 87% 的综合信息,并且跟主成分之间互不相关,避免了各成分之间的相互关联,可以有效简便地进行品种选择和评价。通过计算各品种的 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 值即可对各品种的相关指标做出评价,进行有效的品种优劣的选择。

杏树果实的生长大小等状况不仅跟其本身的种质有关,也与其种植地的气候条件、营养生长状况密切相关,栽培管理会影响其大小产量及经济效益。所以对于树高、叶面积、冠幅等指标应当予以考虑。在分析中加入一定的形态指标有助于更全面实际地评价品种的优劣。

由表 2 可知,第 3 主成分中干径、南北冠幅、二次分枝等的载荷值较大,而单果重及果实体积为较大负载荷,表明二次分枝数及干径值等的过大会对果实的

生长产生负影响,应合理控制二次分支数,控制其营养生长。第 1、4 主成分中的果实生长和营养生长指标载荷均为正值,表明叶面积、冠幅等较大,有利于光合作用的进行和有机物质的积累,从而提高产量。但过多的营养消耗则会导致果实营养供给不足,从而影响单果重、果实体积等果实指标,所以参照各主成分值,应平衡营养生长和果实生长之间的关系,合理控制树高、二次分枝数,及时修剪避免徒长。

在主成分分析的基础上进行的聚类分析,可以有效地去除一些无关紧要或者影响很小的因子,使得结果更精确化。聚类出的 4 类杏品种中, A 类品种最多,果实生长指标属于 4 类中的中等水平,相对应的营养生长状况也属于中等,表明渭河试验站的杏树中大多数品种应该加强管理,果实指标也会相应得提高。B 组的果实生长指标较低,大多无果或果很小,而营养生长状况则较好,属于表现较差树种。C 组的果实生长指标最高,营养生长状况良好,表明在当地的适应生长

状况良好,属于当地较优势的品种。“秋红”的综合主成分值排名第1,为最优品种,果大、营养水平高。“银香”白次之,具体排名可参照表4。第4类只有1个品种,可能与采样品种数量有关,此品种的第1主成分值较大,即综合产量较高、营养生长均衡发展,但均低于C组,属于表现适应良好的树种。当考察不同的指标时排名结果可能会有所不同,而且排名结果也与当地的管理以及生长条件有关。

由聚类结果可看出,大多来源产地相同的品种归于一组,但也有来源相同的归于不同的组,表明来源产地相同的品种在当地的表現不一定相同,不一定会聚于一类,如“银香白”、“骆驼黄”均来源于陕西,但分别属于C组合B组,即使地理来源相同,遗传差异并不一定相同,其表现也会有所不同。而且由于长时间对当地气候的适应会导致形态指标等表型的改变,在品种选育时应该给予考虑,结合当地的具体表现予以选择。

渭河试验站的48个品种中,B组的12个品种大多无果或者果很小。可能是由于树体的营养生长过剩,导致树体过于高大,耗费过多营养,导致无果或者果很小,因此应加强管理,及时修剪。也有可能是开花时期的授粉问题导致坐果率为零,应该在授粉方面给予研究,实行人工授粉以改善这12个品种的不结果或果实太小问题。

参考文献

[1] 卞贵建,周庆阳,张庆霞. 树莓经济性状主成分分析及优种选择[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(4): 610-611.
[2] 陈守智,李正丽,龙月娟,等. 桃树主要性状指标的主成分分析与产量关系的研究[J]. 云南农业大学学报, 2005, 20(4): 93-96.
[3] 郭宝林,杨俊霞,李永慈,等. 主成分分析法在仁用杏品种主要经济性状选种上的应用研究[J]. 林业科学, 2000, 36(6): 53-56.
[4] 魏亦农,曹连莆. 二棱啤酒大麦品种资源农艺性状的聚类分析和主成分分析[J]. 种子, 2003(3): 69-70.

The Analysis and Comprehensive Valuation on Many Quantitative Characters of Different Apricots

WANG Jia WEI An-zhi YANG Tu-xi DAI Hui-ping

(College of Forestry, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling Shaanxi 712100)

Abstract: This paper made principal component analysis on the ten quantitative characters; stem diameter, secondary branch numbers, canopy widths from North to South, single fruit weight, leaf area, petiole length, nucleus weight, kernel weight, hull thick, fruit volume and got 5 main component. The results showed that the contribution rate of cumulative variance about the index of fruit growth, vegetative growth, secondary branches and canopy widths could reach 87%, could reflect the main information. This paper ranked the 48 kinds of apricot according to the numbers of comprehensive principal component, it was match to the real condition in the locality. The paper divided the 48 kinds of apricot to 4 clusters according to the numbers of comprehensive principal component; medium fruit, medium vegetative growth; small fruit or no fruit, excellent vegetative growth; big fruit, good vegetative growth; medium fruit, good vegetative growth.

Key words: apricot; quantitative characters; principal component analysis; cluster analysis