

[文章编号] 1000-2782(1999) 06-0079-06

杏品种资源抗寒性主成分分析

张军科, 桑春果, 李嘉瑞, 李 莉, 朱延庆

(西北农业大学园艺系, 陕西杨陵 712100)

[摘 要] 以杏一年生休眠枝为试材, 主成分分析法为手段, 用 11 个生态、代谢以及生理生化指标对 36 个杏品种的抗寒性进行了综合评价, 排出了抗寒性大小序列, 其中龙王帽、河北银白杏、串枝红抗寒性最强, 早红、崂山红、红荷包抗寒性最差, 并提出了杏品种抗寒性鉴定模型。

[关键词] 杏; 抗寒性; 主成分分析; 品种资源

[中图分类号] S662. 202. 4 [文献标识码] A

杏原产我国和中亚, 是抗性较强的树种之一。干旱、半干旱地区已广泛栽培, 然而在适生区北部, 如我国的黑龙江、新疆、甘肃、吉林等地, 北美、欧洲各地, 杏常常受到冬季严寒的危害, 导致花芽、枝条的损伤或死亡, 严重影响产量^[1~2]。本研究试图通过抗寒性鉴定, 确定我国各地名优杏品种资源的抗寒性, 为寒冷地区确定抗寒品种以及引种和育种提供选材依据, 并探讨抗寒性鉴定的方法和模型。

1 材料和方法

1. 1 试验材料

试验材料为普通杏(*Armeniaca vulgaris* Lam.), 采自西北农业大学杏树种质资源圃, 树龄 11~13 年生, 共 36 个品种(表 1)。

1. 2 研究方法

材料处理 在 1 月中旬, 杏枝条抗寒力最强时, 取粗度一致、发育正常的一年生枝, 用梯度降温法, 分组进行冷冻处理。降温 and 升温速度为 4 /h, 冷冻温度为 - 20, - 24, - 28, - 32, - 36, - 40 , 冷冻时间为 12 h。

指标测定 电解质外渗率的测定采用电导法^[3], 每样重复 3 次; 半致死温度的测定采用电解质外渗率配合 Logistic 方程确定^[4]; 组织含水量的测定采用烘干称重法, 组织含水量($g \cdot kg^{-1}$) = (鲜质量 - 干质量) / 干质量 $\times 100\%$; 韧皮木质比以枝条的韧皮和木质干质量比计算; 酶液制备、蛋白质 (Pr) 含量测定(考马斯亮蓝法)、过氧化物酶(POD) 活性测定(愈创木酚比色法) 参照文献[5] 的方法; 超氧化物歧化酶(SOD) 活性测定用氮蓝四唑(NBT) 显色法^[6]; 丙二醛(MDA) 含量测定用硫代巴比妥(TBA) 显色法^[7]; 超氧阴离子(O_2^-) 产生速率测定用羟胺定量法, 参照文献[8] 的方法。脯氨酸(Pro) 含量测定用酸性茚

三酮比色法^[5]; 高能磷、无机磷测定参照文献[9] 的方法提取, 用磷钼蓝试剂显色, 以 KH_2PO_4 作标准曲线比色。

表 1 试验材料

品种代号	品种名称	原产地	品种代号	品种名称	原产地
1	龙王帽	河北	19	李光杏	兰州
2	河北银白杏	河北	20	阿克西米西	新疆
3	串枝红	河北	21	金杏	内蒙
4	张公圆	河北	22	鸡蛋杏	河南
5	黑龙江 657	黑龙江	23	平凉牛心杏	兰州
6	巴斗	安徽	24	沙金红	山西清徐
7	兰州大接杏	兰州	25	黑龙江 606	黑龙江
8	广杏	陕西礼泉	26	早熟墨叶杏	新疆
9	锦西大红杏	辽宁	27	冰佳丽娜	新疆
10	马歪嘴	青海民和	28	Tyrinthos	意大利
11	红荷包	山东	29	早红	山东
12	和田李光	敦煌	30	川口镇东塔 1 号	青海民和
13	广武 10 号	宁夏青铜峡	31	玛瑙杏	欧洲
14	Regiedi Imo-la	意大利	32	李光实生	敦煌
15	宁夏银白杏	宁夏灵武	33	辽大杏梅	辽宁
16	软核	辽宁	34	大曹杏	陕西
17	旬阳荷包杏	陕西旬阳	35	崂山红	山东
18	梅杏	陕西泾阳	36	蔡桥 5 号	宁夏中卫

2 结果与分析

2.1 抗寒指标相关分析

杏一年生枝条, 经低温冷冻处理后, 各抗寒指标测定结果见表 2.

表 2 低温胁迫下杏品种的生理生化指标

品种 代号	组织含 水量/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	SOD 活性/ ($\text{U} \cdot \text{mg}^{-1}$)	POD 活性/ ($\text{U} \cdot \text{mL}^{-1}$)	MDA 含量/ ($\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$)	蛋白质 含量/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	O_2^- 产生 速率/ ($\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	脯氨酸 含量/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	高能磷/ ($\text{mmol} \cdot \text{g}^{-1}$)	无机磷/ ($\text{mmol} \cdot \text{g}^{-1}$)	韧皮木 质比/ %	半致死 温度/ $^{\circ}\text{C}$
1	814	3.85	786	9.62	13.40	29.62	8.11	50.56	68.42	33.73	- 36.2
2	731	3.24	1 156	5.77	10.10	34.44	6.91	48.78	66.89	39.62	- 31.6
3	713	5.07	1 092	17.95	8.73	33.23	5.61	50.21	64.15	45.61	- 31.4
4	820	3.18	728	17.63	9.80	39.27	5.51	52.54	66.64	46.40	- 30.1
5	879	3.96	888	16.99	10.63	23.04	5.36	51.37	61.83	32.95	- 29.9
6	820	3.79	1 686	43.91	9.90	43.65	5.26	53.51	36.43	52.70	- 29.9
7	860	3.96	1 128	12.82	12.80	33.25	7.54	51.37	62.62	44.91	- 29.8
8	801	3.68	1 152	29.17	12.30	39.90	4.93	64.32	44.41	50.27	- 29.6
9	815	3.34	780	9.29	12.06	38.33	6.50	52.02	58.73	46.96	- 29.5
10	860	3.84	696	11.54	12.01	34.44	6.46	51.54	56.73	47.21	- 29.3
11	866	3.00	1 812	40.06	10.30	39.91	4.46	60.67	40.92	52.43	- 29.3
12	897	3.88	1 248	18.00	12.82	39.36	5.17	52.62	64.15	44.45	- 29.2
13	885	3.98	696	9.62	10.36	33.41	5.46	49.50	64.15	46.61	- 29.0
14	801	3.71	954	9.92	10.70	45.06	5.67	51.33	61.80	34.25	- 28.2
15	879	3.73	678	9.92	10.34	33.40	5.51	48.78	61.91	47.22	- 28.2

续表 2

品种 代号	组织含 水量/ (g · kg ⁻¹)	SOD 活性/ (U · mg ⁻¹)	POD 活性/ (U · mL ⁻¹)	MDA 含量/ (U · g ⁻¹)	蛋白质 含量/ (mg · g ⁻¹)	O ₂ ⁻ 产生 速率/ (μmol · g ⁻¹ · min ⁻¹)	脯氨酸 含量/ (g · kg ⁻¹)	高能磷/ (mmol · g ⁻¹)	无机磷/ (mmol · g ⁻¹)	韧皮木 质比/ %	半致死 温度/
16	854	3.26	840	9.29	10.11	38.32	5.55	51.61	61.91	44.72	- 28.1
17	877	3.20	1 156	28.85	7.66	42.65	5.19	60.66	50.21	53.61	- 27.9
18	835	3.20	1 440	27.56	8.97	45.16	5.50	54.74	45.57	56.64	- 27.3
19	897	3.41	1 080	12.50	12.41	34.14	5.61	50.82	54.85	47.71	- 27.2
20	805	3.03	1 320	20.50	6.69	38.37	4.91	55.74	50.21	56.15	- 27.0
21	797	3.81	684	9.62	11.22	39.30	5.60	49.92	61.80	50.25	- 26.7
22	797	3.20	1 356	41.35	8.24	42.65	4.62	53.62	51.79	51.40	- 26.7
23	868	3.80	1 116	17.38	11.63	36.91	5.87	52.62	51.37	42.81	- 26.4
24	821	3.21	1 161	25.96	9.54	44.32	5.07	56.16	49.05	44.82	- 26.2
25	846	3.86	960	12.50	11.36	33.71	5.78	51.54	51.47	46.64	- 26.2
26	872	3.43	1 206	14.10	6.92	34.94	5.01	52.44	44.44	49.90	- 26.2
27	790	6.07	2 004	9.62	7.11	40.25	5.13	49.05	45.67	45.90	- 25.5
28	870	3.71	1 188	10.57	11.12	34.94	6.11	50.95	49.65	42.91	- 24.1
29	869	3.03	1 944	36.86	7.88	45.04	4.59	62.44	36.63	56.63	- 25.7
30	853	3.79	1 044	10.90	9.06	38.35	5.14	50.66	41.42	47.92	- 27.0
31	873	3.17	1 032	14.14	9.19	37.64	5.72	54.01	43.74	49.90	- 28.1
32	844	3.79	1 068	10.58	8.20	34.40	5.77	53.60	51.10	47.81	- 27.6
33	862	5.04	960	10.57	9.91	34.47	5.63	59.06	47.13	40.29	- 30.0
34	899	3.27	924	27.24	9.63	45.16	5.18	66.64	42.26	41.44	- 26.1
35	901	3.54	1 034	29.17	10.00	42.16	5.20	68.42	40.19	46.62	- 26.3
36	882	4.97	924	11.54	10.93	33.33	5.47	66.79	50.11	37.41	- 29.0

注: MDA、蛋白质、脯氨酸、高能磷、无机磷含量和 O₂⁻ 产生速率均以单位鲜质量中的量计。

表 3 是 11 个生理生化指标的相关系数阵。从表 3 可以看出, 半致死温度与过氧化物酶活性、蛋白质含量、超氧阴离子产生速率、脯氨酸含量、无机磷含量、韧皮木质比率显著相关, 半致死温度可以代表这些指标的绝大部分信息, 从而验证了半致死温度可以作为快速鉴定的单因素指标。同样, 从表 3 中还可以看出, 丙二醛含量、韧皮木质比率与其他多数指标显著相关, 在一定程度上可以作为单一指标进行抗寒性鉴定。

表 3 杏抗寒指标间的相关系数阵

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁
X ₁	1.000 0 [*]										
X ₂	- 0.184 7	1.000 0 [*]									
X ₃	- 0.121 4	0.047 9	1.000 0 [*]								
X ₄	0.058 6	- 0.374 1 [*]	0.592 7 [*]	1.000 0 [*]							
X ₅	0.173 3	0.028 1 [*]	- 0.455 0 [*]	- 0.280 1 [*]	1.000 0 [*]						
X ₆	- 0.063 1	- 0.339 9 [*]	0.446 3 [*]	0.585 9 [*]	- 0.342 4 [*]	1.000 0 [*]					
X ₇	- 0.182 4	0.118 0	- 0.440 4 [*]	- 0.574 1 [*]	0.577 2 [*]	- 0.487 1 [*]	1.000 0 [*]				
X ₈	0.359 5 [*]	- 0.137 7	0.195 5	0.543 1 [*]	- 0.129 6	0.406 3 [*]	- 0.414 0 [*]	1.000 0 [*]			
X ₉	- 0.297 5	0.095 6	- 0.608 1 [*]	- 0.592 5 [*]	0.447 3 [*]	- 0.507 4 [*]	0.575 7 [*]	- 0.597 3 [*]	1.000 0 [*]		
X ₁₀	0.005 8	- 0.383 9 [*]	0.462 6 [*]	0.531 8 [*]	- 0.460 8 [*]	0.506 0 [*]	- 0.496 5 [*]	0.153 9	- 0.503 6 [*]	1.000 0 [*]	
X ₁₁	0.327 4	- 0.155 9	0.366 1 [*]	0.212 6	- 0.445 7 [*]	0.462 8 [*]	- 0.583 7 [*]	0.212 6	- 0.569 4 [*]	0.435 9 [*]	1.000 0 [*]

2.2 杏品种资源抗寒性排序

以主成分分析法为手段, 对 36 个杏品种进行抗寒性综合评价。由表 4 可见, 前 6 个主

成分的累积贡献率达到 88.5%,所以对前 6 个主成分进行分析即可。

表 4 主成分的特征值、贡献率和累积贡献率

主成分	特征值	贡献率/%	累积贡献率/%	主成分	特征值	贡献率/%	累积贡献率/%
1	4.761 9	43.3	43.3	4	1.042 5	9.5	77.8
2	1.535 5	13.9	57.2	5	0.602 7	5.7	83.5
3	1.219 8	11.1	68.3	6	0.556 7	5.0	88.5

表 5 列出了 36 个杏品种的主成分值,根据公式 $\sum_{i=1}^j \lambda_j u_{ij}$ (λ :主成分贡献率, u :杏品种主成分值, j :1~6),可求出 36 个杏品种的抗寒性大小及抗寒力顺序(由大到小)如表 6。

表 5 杏品种的主成分值

品种 代号	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 4	主成分 5	主成分 6
1	- 2.544 1	+ 0.219 3	- 1.227 5	+ 2.011 8	+ 0.812 6	- 0.382 0
2	- 1.380 6	- 1.664 9	- 1.394 8	+ 0.377 6	- 0.399 1	+ 0.312 4
3	- 0.820 2	- 2.676 1	+ 0.256 7	+ 1.228 7	- 1.167 5	- 0.993 2
4	- 0.463 3	- 0.172 3	- 1.329 3	- 0.459 8	- 1.523 2	- 0.402 1
5	- 0.820 9	+ 0.119 2	- 1.167 1	- 0.264 9	+ 0.070 3	+ 0.954 4
6	- 0.482 3	- 0.524 5	- 0.536 5	- 1.179 5	- 0.673 1	+ 1.162 5
7	- 0.790 8	+ 0.355 3	+ 0.339 0	- 1.150 1	- 0.260 6	- 1.006 1
8	- 1.235 3	+ 0.695 5	+ 1.193 0	+ 0.154 4	- 0.124 3	- 2.544 6
9	- 0.699 3	+ 0.374 0	+ 0.147 9	- 1.452 5	- 0.128 0	- 0.842 4
10	- 0.441 3	+ 0.229 3	- 0.432 0	- 1.112 0	- 0.703 6	+ 0.224 0
11	- 1.242 9	+ 0.359 7	- 0.434 9	+ 0.430 2	+ 2.163 9	+ 0.587 5
12	- 0.898 3	+ 0.587 4	- 0.277 2	- 0.343 1	+ 0.610 1	+ 0.051 8
13	- 0.607 9	- 0.413 1	- 0.280 1	+ 0.108 3	- 1.651 4	- 2.610 8
14	- 0.061 4	- 0.380 2	+ 0.587 0	- 0.762 7	- 0.217 2	- 0.766 1
15	- 0.339 2	+ 0.212 8	+ 0.463 6	- 0.759 4	+ 0.739 0	+ 0.315 0
16	- 0.335 5	+ 0.960 9	+ 0.017 4	- 0.966 2	+ 1.554 4	- 0.047 9
17	+ 0.984 0	- 1.097 8	- 0.588 7	- 0.969 6	- 0.744 8	- 1.368 3
18	- 0.330 6	+ 0.758 2	- 0.105 8	+ 0.211 7	+ 0.903 4	+ 0.471 5
19	+ 0.277 7	+ 0.418 3	- 0.156 0	- 0.788 8	+ 0.287 6	- 0.525 2
20	+ 0.289 3	- 0.217 4	+ 0.721 7	- 0.967 9	+ 0.032 5	+ 0.036 2
21	- 0.200 9	+ 0.429 3	+ 0.879 3	- 1.112 9	+ 1.358 9	+ 1.278 6
22	+ 0.630 8	- 0.278 1	+ 0.830 0	- 1.491 6	- 0.083 1	- 1.421 4
23	- 0.452 5	+ 0.275 9	+ 1.894 5	+ 1.229 9	- 0.687 3	- 0.331 8
24	- 0.193 3	+ 0.564 0	- 0.395 9	- 0.217 3	+ 0.909 7	+ 0.939 8
25	+ 1.208 1	- 1.005 6	- 1.129 5	+ 0.082 5	- 0.545 6	- 0.473 7
26	+ 0.728 5	- 0.068 4	- 0.545 3	- 0.036 4	- 0.936 7	+ 1.176 8
27	+ 0.534 4	- 2.943 3	+ 3.075 7	+ 0.484 2	+ 0.960 0	+ 1.363 7
28	- 0.406 1	+ 1.289 9	+ 2.168 0	+ 1.718 8	- 1.235 8	- 0.116 5
29	+ 1.129 3	- 0.522 1	- 1.066 8	- 0.200 1	+ 0.695 5	+ 0.413 8
30	+ 1.079 3	+ 0.361 8	- 0.590 9	- 0.141 5	- 0.842 2	- 0.862 4
31	+ 0.631 5	+ 0.494 8	- 0.712 1	+ 1.845 4	- 0.312 5	- 0.029 1
32	+ 1.246 7	- 0.823 9	- 0.845 4	+ 1.754 2	+ 1.619 8	- 0.324 4
33	+ 0.979 1	+ 1.840 5	+ 0.218 2	+ 0.614 1	- 1.722 6	+ 1.160 2
34	+ 1.490 9	+ 0.396 5	- 0.802 6	+ 1.414 3	+ 1.264 3	- 1.431 4
35	+ 1.102 1	+ 1.806 8	+ 0.410 8	+ 0.899 3	- 0.935 1	+ 0.405 9
36	+ 2.412 6	+ 0.038 3	+ 0.023 9	- 0.188 9	+ 0.981 4	+ 0.403 7

表 6 杏品种的抗寒性排序

排序号	品种代号	品 种	抗寒力	排序号	品种代号	品 种	抗寒力
1	1	龙王帽	- 0.990 0	19	31	玛瑙杏	+ 0.075 9
2	2	河北银白杏	- 0.956 3	20	30	川口东塔 1 号	+ 0.090 6
3	3	串枝红	- 0.700 6	21	28	Tyrinthos	+ 0.106 3
4	4	张公园	- 0.521 8	22	26	早熟墨叶杏	+ 0.107 5
5	9	锦西大红杏	- 0.440 9	23	33	辽大杏梅	+ 0.114 4
6	10	马歪嘴	- 0.432 3	24	23	平凉牛心杏	+ 0.117 4
7	13	广武 10 号	- 0.430 2	25	22	鸡蛋杏	+ 0.210 1
8	5	黑龙江 657	- 0.427 2	26	24	沙金红杏	+ 0.249 4
9	15	宁夏银白杏	- 0.422 1	27	27	冰佳丽娜	+ 0.330 0
10	16	软 核	- 0.344 5	28	36	蔡桥 5 号	+ 0.333 5
11	7	兰州大接杏	- 0.344 1	29	18	梅 杏	+ 0.338 5
12	21	金 杏	- 0.333 3	30	17	旬阳荷包杏	+ 0.347 8
13	14	Requedi Imola	- 0.301 2	31	8	广 杏	+ 0.420 0
14	32	李光实生	- 0.138 3	32	6	巴 斗	+ 0.571 4
15	25	黑龙江 606	- 0.080 3	33	34	大曹杏	+ 0.726 9
16	19	李光杏	- 0.016 0	34	11	红荷包	+ 0.744 1
17	20	阿克西米西	+ 0.003 4	35	35	崂山红	+ 0.829 5
18	12	和田李光	+ 0.046 0	36	29	早 红	+ 1.116 1

2.3 杏品种抗寒鉴定模型

对表 2 中的指标及表 6 中的抗寒力(Y) 进行普通回归, 可得出回归方程:

$$Y = 2.719\ 8 + 0.002\ 4X_1 + 0.076\ 0X_2 + 0.000\ 3X_3 + 0.007\ 1X_4 + 0.025\ 4X_5 + 0.014\ 4X_6 + 0.005\ 0X_7 + 0.022\ 4X_8 - 0.015\ 2X_9 + 0.001\ 0X_{10} + 0.035\ 4X_{11}$$

上式变量过多, 对杏品种抗寒性进行鉴定时较复杂, 对其进行逐步回归, 可得:

$$Y = -3.208\ 8 + 0.002\ 6X_1 + 0.000\ 4X_3 + 0.015\ 7X_6 + 0.028\ 3X_8 - 0.015\ 4X_9 + 0.027\ 8X_{11}$$

式中, X_1 为相对含水量, X_3 为过氧化物酶活性, X_6 为超氧阴离子产生速率, X_8 为高能磷含量, X_9 为无机磷含量, X_{11} 为半致死温度 LT_{50} 。

经 F 测验($F = 251.902\ 0$ 大于 $F_{0.01}$), 回归方程达极显著水平。用已知抗寒性较强品种红扁杏、抗寒性中等品种大红桃杏和抗寒性较弱品种华县大接杏^[10] 初步进行验证, 计算出抗寒力分别为- 0.521 8, + 0.046 0, + 0.347 8, 与排序结果完全一致。

3 讨 论

3.1 关于抗寒性鉴定方法和指标

在以往的抗寒性研究中, 多采用生态、形态、理化、代谢和生化的单一指标进行抗寒性鉴定, 然而植物的生理过程是错综复杂的, 植物的抗性受多种因素影响, 孤立地用某一指标很难反映植物的抗寒的实质, 也不利于揭示植物抗寒的本质^[5, 11]。为了全面准确地利用各种指标对植物的抗性进行综合评价, 克服单指标鉴定的不足, 人们先后提出了隶属函数法、分级评价法、直接比较法^[12, 13]。本研究通过综合评价方法——主成分分析法, 评价果树的抗寒性, 进一步确定了各个指标对抗寒性的贡献, 提出了综合鉴定模型。

3.2 杏枝条抗寒性和花器抗寒性的差异

与前人鉴定结果比较, 杏不同时期抗寒力顺序不同, 就是蕾期和开花期也不相同^[3, 10]。杏枝条经过抗寒锻炼进入深度休眠后, 获得了最大抗寒力, 此时其抗寒力差异主要由遗传差异引起, 此时鉴定可以较精确地确定不同品种资源由遗传引起的抗寒力差异, 从而确定各品种的最大抗寒能力。在选择杂交亲本、抗寒砧木及抗冬季低温品种时, 应在此时进行鉴定。花期抗寒性鉴定由于脱锻炼、物候期、休眠深度、生长发育进程、温湿因子等差异, 必然影响抗寒性顺序, 然而在实际选择抗花期霜冻品种时, 此时鉴定更符合生产实际。在实际鉴定中, 应根据鉴定目的, 选择相应的鉴定时期。

[参考文献]

- [1] Bassi D, Andalo G, Bartolozzi F, et al. Tolerance of apricot to winter temperature fluctuation and spring frost in northern Italy[J]. *Acta Horticulturae*, 1995, 384: 315 ~ 321.
- [2] Ashworth E N. The freezing of water in woody tissues of apricot and peach and the relationship to freezing injury [J]. *J Amer Soc Hort Sci*, 1983, 108: 293 ~ 303.
- [3] 王 飞, 陈登文, 李嘉瑞. 等. 杏花及幼果的抗寒性研究[J]. *西北植物学报*, 1995, 15(2): 133 ~ 137.
- [4] 朱振海, 刘祖琪, 朱培仁. 应用 Logistic 方程确定植物组织低温半致死温度的研究[J]. *南京农业大学学报*, 1986, 9(3): 11 ~ 16.
- [5] 刘祖琪. 植物抗性生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.
- [6] 季 成, 王崇效, 余叔文. 凤眼莲超氧化物歧化酶活性与抗寒性的关系[J]. *植物生理学报*, 1989, 15(2): 133 ~ 137.
- [7] 林植芳, 李双顺, 林桂珠. 衰老叶片和叶绿体中 H_2O_2 的累积与膜脂过氧化化的关系[J]. *植物生理学报*, 1988, 14(1): 16 ~ 22.
- [8] 王爱国, 罗广华. 植物超氧自由基与羟胺反应的定量关系[J]. *植物生理学通讯*, 1990(6): 55 ~ 57.
- [9] [俄] X H 波钦诺克. 植物生物化学分析方法[M]. 荆家海, 丁钟荣译. 北京: 科学出版社, 1981.
- [10] 王 飞. 杏品种抗寒性鉴定指标及抗寒机理研究[D]. 陕西杨陵: 西北农业大学, 1995.
- [11] 王荣富. 植物抗寒指标的种类及其应用[J]. *植物生理学通讯*, 1987(2): 49 ~ 55.
- [12] 龚 明. 作物抗旱鉴定方法与指标的综合评价[J]. *云南农业大学学报*, 1989, 5(1): 73 ~ 81.
- [13] 黎 裕. 作物抗旱鉴定方法与指标[J]. *干旱地区农业研究*, 1993, 11(1): 91 ~ 99.

Cold resistance evaluation of apricot cultivars

ZHANG Jun-ke, SANG Chun-guo, LI Jia-rui, LI Li, ZHU Yan-qing

(Department of Horticulture, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Using principal component analysis, the cold resistance of 36 apricot cultivars was evaluated with the material of dormant shoots and 11 physiology and morphology indexes. Through the test, the resistance of 36 apricot cultivars was determined and sorted. The most cold resistant cultivars are: Longwangmao, Yinbaixing and Chuanzhong and the most cold sensitive cultivars are: Zaohong, Laoshanhong and Honghebao. The equation which could measure cold resistance grades of apricot cv. was also found.

Key words: apricot; cold resistance; principal component analysis; germplasm resource

©1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net