

杏不同品种花粉量及花粉萌发特性的研究

王朝凤, 杨途熙, 魏安智, 李 洋

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以 17 个鲜食杏品种、4 个仁用杏品种和 4 个杏李杂交品种为试材,对单个花药花粉量、花粉萌发率、花粉管长度进行测定,并观察统计了这 25 个杏品种的完全花比例,为杏主栽品种选择适宜授粉树。结果表明:不同杏品种间单个花药花粉量、花粉萌发率、花粉管长度和完全花比率差异显著;不同果实类型(鲜食、仁用和杏李杂交)间花粉量和完全花比例差异显著,花粉萌发率和花粉管长度则没有果实类型间的显著差异。花粉量与花粉萌发率和完全花比率之间无显著相关性,而与花粉管长度显著相关($r=0.417, P<0.05$);花粉萌发率与花粉管长度极显著正相关($r=0.691, P<0.01$),与完全花比率负相关但不显著。聚类分析发现,花粉量较多且花粉管生长状况较好的杏品种有“串枝红”、“沙金红”、“金太阳”和“胡安娜”,适宜作为授粉树;花粉粒较少和花粉管生长状况较弱的有“恐龙蛋”、“味帝”和“苏联 4 号”,而它们的完全花比例都很高,需要配置授粉树。

关键词:杏;花粉量;花粉萌发率;花粉管长度;完全花比例;聚类分析

中图分类号:S 662.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)09-0001-05

杏(*Prunus armeniaca* L.)原产于我国,栽培历史悠久。杏树适应性强,耐干旱、瘠薄,喜阳光,适应范围广,易于栽培管理,是干旱阳坡造林的先锋树种。但是杏花期经常遇到低温、阴雨天气,不利于品种间相互授粉,也不利于花粉在柱头上萌发及花柱内花粉管生长,不能完成受精而造成落果。加之杏是高度自交不亲和树种,普遍存在坐果率低、产量不稳定的问题^[1],严重阻碍杏产业的发展。所以,在生产中选择花粉量大及其生活力强的品种作为授粉品种,成为解决当前生产中授粉不良的理想选择。有研究指出^[2],花粉萌发率及花粉数量是影响杏品种授粉受精效率的重要因素;Egea 等^[3]研究发现杏自交不亲和发生在花柱内,主要表现为花粉管在花柱内停止生长,说明花粉管生长状况与杏授粉受精关系密切。目前有关杏花粉生活力的研究已有一些报道^[2,4-6],但不同杏品种花粉量及其萌发率的系统分类研究尚未见诸报道。该试验拟通过测定不同品种杏的花粉量、花

粉发芽率和花粉管长度,并对完全花比率进行观察统计,以期对杏良种选育和选择适宜授粉树以及为相关领域的研究提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试材取自西北农林科技大学渭河试验站杏品种试验园 10 a 生的 25 个杏品种(17 个鲜食杏、4 个仁用杏和 4 个杏李杂交品种)。盛花期时(约有 25% 的花朵完全开放)每个杏品种选长势基本一致的 3 棵树,摘取即将开放的大花蕾约 100 朵花,放入自封袋,带回实验室。剥取花药,随机取 100 枚发育完整的花药用于花粉量的测定;余下的花朵,阴干散粉 24 h,然后装入指形试管,塞入脱脂棉,并在其上放数粒变性硅胶,封口后放入 4℃ 的冰箱中用于花粉萌发率和花粉管生长的测定。

1.2 试验方法

1.2.1 单药花粉量(以下简称花粉量)测定 参照张建英等^[7]的方法,取未开裂的花药 100 粒,放入试管中,待其自然开裂花粉放出后,加入 2.5% 果胶酶溶液 0.5 mL 常温下处理 4~6 h,游离粘在一起或附着在花药臂上的花粉粒,然后再加入 2.5% 的蔗糖溶液 9.5 mL 进行稀释,用微量进样器取 1 μ L 稀释液(注意每次吸取时都要充分振荡)滴于载玻片上,每滴 3 μ L 在放大 100 倍(10×10 倍)的显微镜下观察每滴药液中的花粉数,每个品种观察 15 滴,算出平均数,以 1 μ L 溶液中的花粉数×10 000/100,计算不同品种的花粉量。

第一作者简介:王朝凤(1986-),男,在读硕士,现主要从事林木遗传育种研究工作。E-mail:hnikdwzy@sina.com。

责任作者:杨途熙(1963-),男,硕士,副教授,现主要从事生态学及植物资源利用等教学和科研工作。E-mail:y2848@126.com。

基金项目:国家林业科技支撑计划资助项目(2006BAD18B02);陕西省重大科技专项计划资助项目(2006kz09-G6);西北农林科技大学唐仲英育种基金资助项目。

收稿日期:2012-01-11

1.2.2 花粉萌发率和花粉管长度的测定 采用固体培养基法,其制备为 15%蔗糖+1%琼脂+0.03%硼酸^[8-9]。加热溶化后,用玻璃棒蘸取培养基滴于载玻片上,待培养基凝固后,用棉球棒轻轻粘取少许花粉,震动棉球棒使花粉震落在培养基上(切忌播得太密,否则不易观察),然后放入装有湿滤纸的培养皿中,不同品种做好标记后放于 25℃恒温箱中,黑暗培养 24 h 后用 10×10 倍的显微镜观察计数,用显微镜内置测微尺进行花粉管长度测量,每个品种测 3 个样,每个样测 5 个视野,每个视野不少于 100 个花粉粒。花粉萌发以花粉管长度大于花粉直径为准。

1.2.3 完全花比率的统计 完全花以长有雌蕊且雌蕊不低于雄蕊为准^[10]。于盛花期,每个杏品种选长势基本一致的 3 棵树,每棵树选择有代表性的大枝 1 个,计数不少于 100 朵的总花数,统计完全花,计算完全花比率。完全花比率=完全花数/总花数×100%。

1.3 数据处理

数据用 Microsoft Excel 处理,用 SPSS 软件进行 LSD 多重比较、Pearson 简单相关分析和系统聚类分析。

2 结果与分析

2.1 杏花(粉)各指标方差分析

由表 1、2 可知,杏不同果实类型不同品种花粉量之间差异显著。25 个测试品种中,以鲜食类型的“串枝红”杏花花粉量最高为 2 489 粒/花药,杏李杂交的“苏联 4 号”的最小为 441 粒/花药,大小之间相差了 464%。鲜食杏平均花粉量为 1 415 粒/花药,仁用杏的为 710 粒/花药,杏李杂交的为 521 粒/花药。这 25 个杏品种的花粉量都不高,除“串枝红”外均在 2 000 粒/花药以下,4 个仁用杏和 4 个杏李杂交品种的花粉量又分别在 1 000 粒/花药和 500 粒/花药以下。花粉离体培养结果表明,不同品种以及同一类型的杏花花粉萌发率之间差异较大,25 个杏品种的花粉萌发率较大有:“串枝红”71.2%、“胡安娜”70.4%和“早熟胡安娜”61.1%,较低的有:“特大早熟杏”5.8%、“库车托拥”3.5%和“冀光杏”1.0%。鲜食杏花粉平均萌发率为 35.0%,仁用杏的为 31.0%,杏李杂交的为 34.3%,无显著差异。表 1 表明,不同品种以及同一类型的杏花花粉管长度也有显著差异($P<0.05$),但不同类型间差异不显著。鲜食杏花粉管平均长度为 2 907 μm ,仁用杏的为 2 102 μm ,杏李杂交类型的为 2 290 μm 。

表 1 杏不同品种花粉量、萌发率、花粉管长度和完全花比例

Table 1 The pollen number, germination rate, pollen tube length and percentage of full-grown flowers of different apricot cultivars

品种 Cultivars	花粉量 Pollen grains	萌发率 Germination rate/%	花粉管长度	完全花比例
	per anther/粒·花药 ⁻¹		Pollen tube length/ μm	Percentage of full-grown flowers/%
“阿克托拥”‘Aketuoyong’	1 289±28.0efg	10.3±1.2m $r_1=-0.387$	1 058±36.3t $r_1=-0.448, r_2=0.885^*$	22.1±1.4kl $r_1=0.230, r_3=-0.934^{**}$
“阿克牙格勒克”‘Akeyageleke’	1 278±36.5fg	15.4±1.4l $r_1=0.700$	1 077±17.6st $r_1=0.522, r_2=0.503$	14.1±1.4m $r_1=-0.144, r_3=-0.507$
“草坯杏”‘Caopixing’	1 249±3.4g	35.1±1.2h $r_1=0.468$	2 089±28.8m $r_1=0.920^{**}, r_2=0.351$	12.3±1.5m $r_1=-0.288, r_3=-0.586$
“串枝红”‘Chuanzhihong’	2 489±54.5a	71.2±1.0a $r_1=-0.036$	4 800±67.0d $r_1=0.494, r_2=0.238$	26.7±1.8ij $r_1=0.345, r_3=-0.923^{**}$
“胡安娜”‘Huanna’	1 328±25.2de	70.4±3.0a $r_1=-0.101$	5 820±48.9c $r_1=-0.678, r_2=0.369$	32.5±1.7h $r_1=0.663, r_3=-0.411$
“黄洪依克”‘Huanghongyike’	1 273±50.8fg	35.5±1.5gh $r_1=-0.236$	2 932±35.4f $r_1=-0.083, r_2=0.281$	38.5±1.3fg $r_1=-0.866, r_3=0.602$
“鸡蛋杏”‘Jidaxing’	1 429±60.3c	53.5±5.3d $r_1=-0.162$	3 493±16.7e $r_1=-0.305, r_2=0.369$	42.1±2.2e $r_1=-0.926, r_3=0.783$
“冀光杏”‘Jiguangxing’	1 648±23.5b	1.0±1.3p $r_1=0.211$	1 615±15.2p $r_1=-0.443, r_2=-0.550$	69.4±1.3b $r_1=0.398, r_3=0.205$
“金太阳”‘Jintaiyang’	1 450±50.5c	49.3±2.3e $r_1=0.113$	6 286±77.6a $r_1=0.231, r_2=0.296$	41.6±1.9ef $r_1=0.112, r_3=-0.567$
“库车托拥”‘Kuchetuoyong’	1 271±53.3fg	3.5±1.6o $r_1=-0.226$	1 095±25.2s $r_1=-0.178, r_2=-0.208$	37.1±0.8g $r_1=0.950, r_3=0.853$
“皮乃孜”‘Pinaizi’	1 344±45.5d	55.5±1.4cd $r_1=0.068$	2 951±99.2f $r_1=0.718, r_2=0.402$	32.2±1.9h $r_1=-0.393, r_3=0.704$
“日本红杏”‘Ribenhongxing’	1 283±28.0efg	11.6±1.6m $r_1=0.519$	1 170±35.5r $r_1=0.366, r_2=0.49$	47.8±2.10d $r_1=0.109, r_3=0.696$
“沙金红”‘Shajinhong’	1 683±54.8b	38.2±1.5fg $r_1=0.702$	6 126±105.5b $r_1=0.872^*, r_2=0.707$	70.8±1.9b $r_1=0.75, r_3=0.327$
“特大早熟杏”‘Tedazaoshu’	1 313±50.2def	5.8±1.6n $r_1=-0.084$	1 305±18.9q $r_1=-0.217, r_2=-0.332$	26.8±2.2ij $r_1=0.533, r_3=0.507$
“银香白”‘Yinxiangbai’	1 083±45.8h	18.2±1.2k $r_1=0.189$	2 029±57.3n $r_1=0.544, r_2=0.596$	36.7±3.8g $r_1=0.098, r_3=-0.220$
“早熟黑叶杏”‘Zaoshuheiyex’	1 300±57.9defg	59.7±2.8b $r_1=0.074$	2 871±25.8g $r_1=0.288, r_2=0.301$	5.4±1.3n $r_1=0.002, r_3=0.039$
“早熟胡安娜”‘Zaoshuhuanna’	1 339±57.3d	61.1±2.9b $r_1=0.159$	2 701±81.8h $r_1=-0.464, r_2=0.497$	30.1±3.2hi $r_1=-0.256, r_3=0.545$
“超仁”‘Chaoren’	684±40.8k	35.7±3.6gh $r_1=-0.222$	2 127±25.2m $r_1=-0.583^*, r_2=0.215$	33.8±2.2h $r_1=0.317, r_3=0.899$
“丰仁”‘Fengren’	728±38.9j	38.7±1.5f $r_1=0.560$	2 289±36.7jk $r_1=0.131, r_2=0.774$	25.4±1.7jk $r_1=-0.279, r_3=-0.381$
“国仁”‘Guoren’	680±37.4k	15.0±2.6l $r_1=0.247$	1 886±69.0o $r_1=0.198, r_2=0.338$	39.2±1.7fg $r_1=-0.411, r_3=0.609$
“油仁”‘Youren’	748±11.5ij	34.3±1.0h $r_1=0.112$	2 104±13.8m $r_1=0.002, r_2=0.758$	51.9±2.8c $r_1=0.103, r_3=-0.598$
“恐龙蛋”‘Konglongdan’	433±36.5l	23.6±1.6j $r_1=0.103$	2 223±51.7l $r_1=0.458, r_2=0.475$	87.1±3.9a $r_1=-0.100, r_3=0.157$
“苏联 4 号”‘Suliansihao’	441±7.2l	25.7±1.6j $r_1=0.789$	2 240±53.4kl $r_1=0.058, r_2=0.445$	69.1±3.7b $r_1=-0.066, r_3=0.055$
“味帝”‘Weidi’	442±9.5l	30.2±2.1i $r_1=0.194$	2 332±25.0ij $r_1=0.377, r_2=0.832^*$	86.1±3.3a $r_1=-0.051, r_3=0.276$
“味馨”‘Weixin’	767±59.1i	56.6±3.1c $r_1=0.373$	2 364±23.9i $r_1=0.159, r_2=0.327$	18.7±1.4l $r_1=0.330, r_3=-0.667$

注:1. 字母 r_1 表示同一品种花粉量与其它 3 个指标的相关系数,小写字母 r_2 和 r_3 表示同一品种萌发率与花粉管长度和完全花比例的相关系数,* 和 ** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平(双侧)上显著相关。2. 英文小写字母表示在 0.05 水平差异显著性,下同。

Note:1. r_1 is the correlation coefficient of pollen grains per anther between the three other indexes for the same apricot cultivar, r_2 and r_3 are respectively the correlation coefficient of pollen germination rate between pollen tube length and percentage of full-grown flowers for the same apricot cultivar, * and ** stand for significant correlation at 0.05 and 0.01 level(two tails)respectively. 2. The low-case English letters stand for significant difference at 0.05 level, the same as follows.

表 2 杏不同类型花粉量、萌发率、花粉管长度和完全花比例

Table 2 The pollen number, germination rate, pollen tube length and percentage of full-grown flowers of different apricot types

类型 Fruit types	花粉量 Pollen grains per anther /粒·花药 ⁻¹	萌发率 Germination rate/%	花粉管长度 Pollen tube length/ μm	完全花比例 Percentage of full-grown flowers/%
鲜食 Fresh	1 415±311a	35.0±0.3a	2 907±1 820a	34.5±0.2b
仁用 Almond	710±33b	31.0±0.1a	2 102±166a	37.5±0.1b
杏李杂交 Apricot-plum hybrid	521±164b	34.3±0.2a	2 290±69a	65.3±0.3a

完全花比率的高低直接影响坐果率的大小,与果实产量的多少关系最为紧密和直接,理论上来说,一朵完全花就对应着一个果实。由表 1、2 可知,杏不同品种、不同类型以及同一类型的完全花比率差异显著($P<0.05$)。25 个杏品种中,完全花比例较高的是杏李杂交的“恐龙蛋”、“味帝”和“苏联 4 号”,分为 87.1%、86.1%和 69.1%,鲜食杏的“沙金红”和“冀光杏”完全花比例也分别达到了 70.8%和 69.4%,最低的是鲜食类型的“早熟黑叶杏”,仅为 5.4%。3 个不同果实类型的平均完全花比例由大到小依次为,杏李杂交 65.3%>仁用杏 37.5%>鲜食杏 34.5%。

2.2 杏花(粉)各指标间相关性分析

由表 3 可知,杏花粉量与花粉萌发率、完全花比率分别呈正、负相关($r=0.236, r=-0.325$),但都没有达到显著水平,花粉量与花粉管长度间则显著正相关($r=0.417, P<0.05$);花粉萌发率和花粉管长度是花粉质量的体现,该研究发现,杏萌发率与花粉管长度极显著相关($r=0.691, P<0.01$),与完全花比例负相关($r=-0.277$),但不显著。如表 1 所示,“冀光杏”的花粉量高为 1 648 粒/花药,花粉管长度为 1 615 μm ,完全花比例也高达 69.4%,然而其花粉萌发率仅为 1.0%,在 25 个测试品种中最低;“阿克牙格勒克”的花粉量、花粉管长度和完全花比例分别为 1 278 粒/花药、1 077 μm 和 14.1%,都相应地低于“冀光杏”的,但“阿克牙格勒克”的萌发率为 15.4%,高于“冀光杏”的 1.0%。杏花粉量和

表 3 杏不同品种花粉量与萌发率、花粉管长度和完全花比例关系

Table 3 the correlation coefficient of pollen germination rate between pollen tube length for the same apricot cultivar

	萌发率 Germination rate/%	花粉管长度 Pollen tube length/ μm	完全花比例 Percentage of full-grown flowers/%
花粉量 Pollen grains per anther/粒·花药 ⁻¹	0.236	0.417 *	-0.325
萌发率 Germination rate/%	1.000	0.691 * *	-0.277

萌发率都与完全花比例的关系虽没有达到显著性但都呈负相关,说明杏品种间雌雄性器官的发育相互影响,雌蕊败育率高的品种花粉发育较好。

2.3 杏花(粉)各指标聚类分析

以花粉量为标准,由于品种间花粉量差异较大,因此对数据采取 Z 得分值标准化后,进行 Q 型系统聚类分析,25 个杏品种分为 4 个类群较为合适,具体为:I类群只包括“串枝红”1 个品种,花粉量最多为 2 489 粒/花药;II类群有“冀光杏”(1 648 粒/花药)和“沙金红”(1 683 粒/花药),花粉量较多;III类群有 14 个品种,皆为鲜食类型,花粉量较少,平均为 1 302 粒/花药;IV类群包括仁用类型的 4 个和杏李杂交类型的 4 个共 8 个品种,花粉量少,平均为 611 粒/花药。

以萌发率为标准,25 个杏品种分为 7 个类群较为合适,具体为:I类群为萌发率最高品种,包括“串枝红”(71.2%)和“胡安娜”(70.4%);II类群包括 5 个品种,为萌发率较高品种,分别是“早熟胡安娜”(61.1%)、“早熟黑叶杏”(59.7%)、“味馨”(56.6%)、“皮乃孜”(55.5%)和“鸡蛋杏”(53.5%);III类群只有“金太阳”(49.33%),为萌发率高的品种;IV类群为萌发率低的品种,包括“丰仁”(38.7%)、“沙金红”(38.2%)、“超仁”(35.7%)、“黄洪依克”(35.5%)、“草坯杏”(35.1%)和“油仁”(34.3%);V类群和 VI类群为萌发率较低品种,V类群有“味帝”(30.2%)、“苏联 4 号”(25.7%)和“恐龙蛋”(23.6%),VI类群包括“银香白”(18.2%)、“阿克牙格勒克”(15.4%)、“国仁”(15.0%)、“日本红杏”(11.6%)和“阿克托拥”(10.3%);VII类群包括“特大早熟杏”(5.8%)、“库车托拥”(3.5%)和“冀光杏”(1.0%),为萌发率最低品种。

该试验中花粉管的长度均为 24 h 的生长量,反应了不同杏品种花粉管生长状况,以此为标准,聚类为 5 个类群,具体为:I类群为花粉管长势最强品种,包括“金太阳”(6 286 μm)、“沙金红”(6 126 μm)和“胡安娜”(5 820 μm);II类群只有“串枝红”(4 800 μm),花粉管长势较强;III类群包括“鸡蛋杏”(3 493 μm)、“皮乃孜”(2 951 μm)、“黄洪依克”(2 932 μm)、“早熟黑叶杏”(2 871 μm)和“早熟胡安娜”(2 701 μm),为花粉管长势强的品种;IV类群有 10 个品种,花粉管长势较弱,平均为 2 168 μm ;V类群包括 6 个品种,花粉管长势弱,最大和最小分别为 1 058 和 1 615 μm ,平均为 1 220 μm 。

以完全花比例为标准,25 个杏品种聚类结果为 6 个类群,具体为:I类群有“味帝”和“恐龙蛋”,完全花比例分别 86.1%和 87.1%,皆为杏李杂交品种;II类群为完全花比率较高品种,包括“沙金红”(70.8%)、“冀光杏”(69.4%)和“苏联 4 号”(69.1%);III类群有“油仁”

(51.9%)和“日本红杏”(47.8%);IV类群杏品种完全花比例也较高,有10个品种,平均为36.4%;V类群包括5个杏品种,平均完全花比率为24.0%,较低;VI类群完全花比率最低,包括“阿克牙格勒克”(14.1%)、“草坯杏”

(12.3%)和“早熟黑叶杏”(5.4%)。

以花粉量和花粉管长度为指标,经系统聚类分析,25个杏品种划分为8个类群(表4)。

表4 不同杏品种花粉量和花粉管长度聚类结果

Table 4 Classification of pollen number per anther and pollen tube length of different apricot cultivars

类群	品种代码	花粉量	花粉量变幅	花粉管长度	花粉管长度变幅
Cluster	Cultivar code	Pollen number per anther/粒·花药 ⁻¹	Range of pollen number/粒·花药 ⁻¹	Pollen tube length/ μm	Range of pollen tube length/ μm
1	C1	2 489a		4 800b	
2	C2	1 683b		6 126a	
3	C3	1 648b		1 615e	
4	C4、C5	1 389±61c	1 328~1 450	6 053±233a	5 820~6 286
5	C6、C7、C8、C9、C10	1 337±59c	1 273~1 429	29 900±298c	2 701~3 493
6	C11、C12、C13、C14、C15	1 287±16cd	1 271~1 313	1 141±101f	1 077~1 305
7	C16、C17	1 166±83d	1 083~1 249	2 059±30d	2 029~2 089
8	C18、C19、C20、C21、C22、C23、C24、C25	615±149e	441~767	2 195±154d	1 886~2 364

注:C1=“串枝红”;C2=“沙金红”;C3=“冀光杏”;C4=“胡安娜”;C5=“金太阳”;C6=“黄洪依克”;C7=“鸡蛋杏”;C8=“皮乃孜”;C9=“早熟黑叶杏”;C10=“早熟胡安娜”;C11=“阿克托拥”;C12=“阿克牙格勒克”;C13=“库车托拥”;C14=“日本红杏”;C15=“特大早熟杏”;C16=“草坯杏”;C17=“银香白”;C18=“超仁”;C19=“丰仁”;C20=“国仁”;C21=“油仁”;C22=“味帝”;C23=“味馨”;C24=“恐龙蛋”;C25=“苏联4号”。

Note:C1=‘Chuanzhihong’,C2=‘Shajinhong’,C3=‘Jiguangxing’,C4=‘Huanna’,C5=‘Jintaiyang’,C6=‘Huanghongyike’,C7=‘Jidanxing’,C8=‘Pinaizi’,C9=‘Zaoshuheiyex’,C10=‘Zaoshuhuanna’,C11=‘Aketuoyong’,C12=‘Akeyageleke’,C13=‘Kuchetuoyong’,C14=‘Ribenhongxing’,C15=‘Tedazaoshu’,C16=‘Caopixing’,C17=‘Yinxiangbai’,C18=‘Chaoren’,C19=‘Fengren’,C20=‘Guoren’,C21=‘Youren’,C22=‘Weidi’,C23=‘Weixin’,C24=‘Konglongdan’,C25=‘Suliansihao’。

3 讨论与结论

植物花粉量及其生活力是开花植物生物学特性研究中的一重要内容,果树花粉量的多少直接影响其授粉、受精乃至坐果的成败。因此,无论对引种栽培,还是杂交育种,开展果树花粉量和生活力的研究都有重要意义。花药内花粉数量的多少及花粉萌发率的高低,与品种特性、树体营养及花芽发育状况,以及当年气候条件、栽培管理措施等外界条件有关,但与品种的关系更为密切^[10-12]。同一种内不同品种之间的花粉量差异很大,这在梨^[13]、枣^[14]、山楂^[15]等植物中均有报道。该研究结果与此结论一致,但是25个杏品种单药花粉量不高,“味馨”花粉量的测定结果比谢鹏等^[8]的结果低,只有“恐龙蛋”和“味帝”花粉量高于它们的。

从遗传上讲,花粉直接反映雄配子的育性发育状况,花粉的育性是衡量植株育性最根本、最直接的指标。根据中国对花粉育性的划分,将可育率大于50%划为正常可育,31%~50%为低不育,6%~30%为半不育,小于5%为高不育,0为全不育^[16]。在国外,Burgos L等^[17]报道了‘Arrogante’、‘Colorao de Moxó’和‘Colorao’3个雄性不育品种。Badenes等^[18]找到了与杏子雄性不育性及自交亲和性相连锁的RAPD标记。但是,国内有关杏的雄性不育的报道还很少。该研究中,没有发现花粉量为0的品种,且均为花粉可育,但品种间差异很大,25个杏品种中萌发率大于50%的有7个,占总数的28%,低不育、半不育和高不育的分别占总数的28%、36%和8%。普崇连等^[19]研究发现,仁用杏品种的雌蕊退化现象轻于

鲜食品种,该研究结果从完全花比例方面支持这一观点,即仁用37.5%>鲜食34.5%,且发现杏李杂交的完全花比率最高为62.3%。另外,该研究表明,杏品种间完全花比率与花粉量和萌发率呈负相关,说明雌雄性器官的发育相互影响,完全花比例小的品种花粉发育较好,这可能与该品种可使花药等雄性器官获得更多的营养而有利于花粉的发育有关。但是,杏花花粉萌发特性很复杂,涉及到基因、环境、营养和激素等多个方面,还需要从生理生化以及细胞和分子生物学等方面深入研究。

该研究中,同一品种的杏花粉量、花粉萌发率、花粉管生长和完全花比率之间相关性达不到显著水平,且正负不一。以花粉量、萌发率、花粉管长度和完全花比例为指标对25个供试品种进行了系统聚类分析时,结果存在较大的差异。所以,生产中不应仅以花粉量或其它某一指标的好坏来衡量一个杏品种的优劣,应综合考虑花粉萌发率、花粉管长度和完全花比率等指标。一般地说,花粉管生长长度比花粉萌发率更能代表花粉的代谢活力,与能否完成受精关系更为密切^[20],该研究初步以花粉量和花粉管长度聚类分析的结果作为花粉萌发特性好坏的依据,花粉量较多且花粉管生长状况较好的杏品种有“串枝红”、“沙金红”、“金太阳”和“胡安娜”,适宜作为授粉树;花粉粒较少和花粉管生长状况较弱的有“恐龙蛋”、“味帝”和“苏联4号”,而它们的完全花比例都很高,需要配置授粉树。然而,是否存在以及能否找到某一指标在杏品种选育时可以作为标准,还需进一步研究。

参考文献

- [1] 冯殿齐,王玉山,李国华,等. 杏花粉萌芽率与生命力测定及大棚杏花期授粉试验[J]. 山东林业科技,2001(6):10-12.
- [2] 李硕,冯建荣,李文慧,等. 新疆杏品种花育性的调查分析[J]. 石河子大学学报(自然科学版),2011,29(1):21.
- [3] Egea J, Garcia J E, Egea L, et al. Self-incompatibility in apricot cultivars [J]. Acta Hort, 1991, 293: 285-293.
- [4] 周怀军,安连荣,朱哲峰,等. 杏树不同品种及果枝花粉发芽试验研究[J]. 河北林果研究,2000,15(3):253-256.
- [5] Burgos L, Alburquerque N, Egea J. Flower biology in apricot and its implications for breeding(review) [J]. Spanish Journal of Agricultural Research, 2004(2):227-241.
- [6] Bolat I, Pirlak L. An investigation on pollen viability, germination and tube growth in some stone fruits [J]. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 1999, 23: 383-388.
- [7] 张建英,朱亚伟,陈运娣. 李品种花粉量及花粉发芽率的测定[J]. 河北林业科技,2006(1):9.
- [8] 谢鹏,谭小凤,李芳东,等. 6个杏李品种花粉量及花粉萌发率测定[J]. 中国南方果树,2009,38(2):34-35.
- [9] 马峰旺,张宏亮,李嘉瑞,等. 不同品种杏的性器官发育和结实性比较研究[J]. 西北植物学报,1999,19(4):629-635.
- [10] 许方. 梨树生物学[M]. 北京:科技出版社,1992:35.
- [11] 龙兴桂. 现代果树栽培(落叶果树卷)[M]. 北京:中国林业出版社,2000:418-457.
- [12] Sakata T, Takahashi H, Nishiyama L, et al. Effects of high temperature on the development of pollen mother cells and microspores in barley *Hordeum vulgare* [J]. J Plant Res, 2000, 113: 395-402.
- [13] 姜雪婷,杜玉虎,张绍铃,等. 梨43个品种花粉生活力及4种测定方法的比较[J]. 果树学报,2006,23(2):178-181.
- [14] 刘玲,王玖瑞,刘孟军,等. 枣不同品种花粉量和花粉萌发率的研究[J]. 植物遗传资源学报,2006,7(3):338-341.
- [15] 王玉霞,王颖,李芳东,等. 不同种仁率山楂品种花粉量及花粉活力的测定[J]. 山东农业科学,2008(2):8-10.
- [16] 朱国英. 水稻雄性不育生物学[M]. 武汉:武汉大学出版社,2000:143-146.
- [17] Burgos L, Ledbetter C A. Observation on inheritance of male sterility in apricot [J]. Hort Science, 1993, 29(2):127.
- [18] Badenes L M, Hurtado M A, Sanz F, et al. Searching for molecular markers linked to male sterility and self-compatibility in apricot [J]. Plant Breeding, 2000, 119: 157-160.
- [19] 普崇连,王玉柱. 杏树坐果率低的原因调查分析[J]. 中国果树,1986(2):23-25.
- [20] 黄家兴,吴杰,安健东,等. 凯特杏花粉的离体培养及影响因子分析[J]. 西北植物学报,2008,28(1):52-58.

Study on the Number and Germinating Characteristics of Pollens of Different Apricot Cultivars

WANG Chao-feng, YANG Tu-xi, WEI An-zhi, LI Yang

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

Abstract: Taking seventeen fresh apricot varieties, four almond apricot varieties and four apricot-plum hybrid as test materials, the pollen number per anther, pollen germination rate, pollen tube length were determined, and the percentage of full-grown flowers was of twenty-five apricot varieties was investigated, to select suitable pollenizers for main cultivation apricot varieties. The results showed that there were extremely significant differences in the pollen number per anther, pollen germination rate, pollen tube growth and the percentage of full-grown flowers of various apricot cultivars. And the pollen number per anther and the percentage of full-grown flowers significantly differed from each other because of different fruit types (Fresh, Almond and Apricot-plum hybrid). The pollen number per anther significantly correlated with pollen tube growth ($r=0.417, P<0.05$), but there was no significant correlation between pollen germination rate and the percentage of full-grown flowers; The correlation between pollen germination rate and pollen tube growth was extremely significant ($r=0.691, P<0.01$), and the correlation between pollen germination rate and percentage of full-grown flowers was negative but not significant. Further investigation on the pollination value of different peaches was performed based on cluster analysis. The apricot cultivars with larger pollen number and longer pollen tube which were suitable for pollenizers included 'Chuanzhong', 'Shajinhong', 'Jintaiyang' and 'Huanna'; The apricot cultivars with lower pollen number, shorter pollen tube and higher percentage of full-grown flowers which ought to need pollenizers included 'Konglongdan', 'Weidi', 'Suliansihao'.

Key words: apricot; pollen number per anther; pollen germination rate; pollen tube length; percentage of full-grown flowers; cluster analysis