

# 苹果杂交授粉方法的比较研究

邓丰产<sup>1</sup>, 马锋旺<sup>1</sup>, 邹养军<sup>1</sup>, 荆惠锋<sup>2</sup>, 束怀瑞<sup>1,3</sup>

(1. 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 洛川县果树研究所, 陕西 洛川 727400; 3. 山东农业大学 园艺科学与工程学院 山东 泰安 271018)

**摘 要:** 在果园杂交授粉时设计 6 种处理 (A: 去花瓣、不去雄、不授粉、不套袋; B: 去花瓣、去雄、不授粉、不套袋; C: 不去花瓣、不去雄、不授粉、套袋; D: 不去花瓣、去雄、授粉、套袋; E: 自然坐果; F: 不去花瓣、去雄、授粉、不套袋) 应用于陕西省苹果杂交育种的秦冠、富士、嘎拉共 3 个核心亲本, 花后 20 d 统计坐果率, 进行比较分析。以试图简化苹果杂交育种的传统方法去雄、授粉然后套袋, 分析花瓣、自体花粉和套袋对授粉坐果的影响, 提出简单可行的杂交育种授粉方法。结果表明: 无自交结实能力的嘎拉和有较弱自交结实能力的富士做母本, 去掉花瓣, 无论有无自体花粉, 无人工授粉时结实率均为 0; 有较强自交结实能力的秦冠做母本, 自体花粉在无花瓣时可以形成自交结实, 结实率为 10%; 套袋降低杂交授粉的结实率。说明有较强自交结实能力的秦冠做母本时, 杂交授粉需要去掉花瓣和雄蕊, 不必套袋; 无自交结实能力的嘎拉和富士做母本时, 杂交授粉时仅去掉花瓣即可, 不必去雄和套袋。

**关键词:** 苹果; 杂交; 授粉方法; 坐果率

**中图分类号:** Q 945.78; S 661.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)09-0004-03

常规杂交育种是创制作物新品种的主要方法, 苹果也不例外。世界上栽培较多的金冠 (Golden Delicious)、元帅 (Red Delicious)、司密斯 (Granny smith), 以及中国过去栽培最多的国光 (Ralls Janet)、红玉 (Jonathan)、英国的著名品种桔苹 (Cox's orange pippin) 等, 都是来源于自然杂交种<sup>[1]</sup>。由自然杂交种形成苹果品种随机性大, 时间漫长, 上世纪初, 世界各苹果主产国开始选用优良亲本开展人工杂交育种获得一大批优良苹果品种和砧木<sup>[2-3]</sup>, 世界上杂交育成栽培较多的品种有富士 (Fuji)、嘎拉 (Gala)、粉红女士 (Pink lady)、布瑞本 (Burrben) 等, 杂交育成并应用的砧木有 M9、M26、B9、O3 等。我国杂交育成栽培较多的有秦冠 (Qinguan)<sup>[4]</sup>、华冠 (Huanguan)<sup>[5]</sup>、寒富 (Hanfu)<sup>[6]</sup> 等。我国苹果育种机构大多采用传统的去雄、授粉、套袋方法获取杂交种子, 需要较多的劳力投入, 效率低下。该试验针对这一实际问题, 设计 6 种不同的杂交授粉方法, 试图分析总结出省工高效的苹果杂交育种新方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点

试验设在陕西省洛川县旧县镇荆尧村荆张琪和荆惠锋 2 户果农的果园中进行。洛川县地处黄土高原

平原沟壑区, 无灌溉条件, 年平均温度 10.2℃, 年平均降水 621 mm。

### 1.2 试验材料

试验树为 13 a 生乔化树, 基础是新疆野苹果 (*Malus sieversii*), 品种分别是秦冠、富士和嘎拉。每个品种 2 株, 共 6 株试验树。富士和蜜脆 (Honey crisp) 花粉各 1 小瓶, 单层纸袋 450 只。

### 1.3 试验方法

2008 年 4 月 16 日, 洛川苹果开花初期 (5% 的花朵开放), 在每个品种的 2 株树上选取花序数较多的 6 个大主枝进行标记, 摘掉开放的花朵, 然后标记的每个主枝保留 50 个花序, 每个花序留 2 朵花, 疏除多余的花序和花朵。试验设计 6 个处理: A: 去花瓣、不去雄、不授粉、不套袋; B: 去花瓣、去雄、不授粉、不套袋; C: 不去花瓣、不去雄、不授粉、套袋; D: 不去花瓣、去雄、授粉、套袋; E: 自然坐果; F: 不去花瓣、去雄、授粉、不套袋。秦冠和富士分别用蜜脆授粉, 嘎拉用富士授粉, 花后 20 d 2008 年 5 月 6 日统计各处理主枝的坐果数, 分析比较几种苹果杂交授粉方法的坐果率及自体花瓣和花粉在结实中的作用。

## 2 结果与分析

### 2.1 6 种杂交授粉方法下秦冠苹果坐果率比较

6 种杂交授粉方法下秦冠苹果的坐果率见表 1, 秦冠苹果的 C 处理不去花瓣、不去雄、不授粉、套袋处坐果率为 27%, 具有较强的自交结实现象; A 处理去花瓣、不去雄、不授粉、不套袋坐果率为 10%, 而 E 处理自然坐果率为 82%, 表明花瓣在自然授粉中有非常重要的作用; A 处理去花瓣、不去雄、不授粉、不套袋坐果率的 10% 和 B

第一作者简介: 邓丰产 (1970-), 男, 陕西礼泉人, 在读博士, 现主要从事苹果矮化砧木的选育与繁殖利用研究工作。E-mail: dengfengchan1970@163.com。

基金项目: 农业部科技支撑计划资助项目 (2007BAD79B05)。

收稿日期: 2009-04-10

处理的去花瓣、去雄、不授粉、不套袋坐果率的 2％相比，表明有较强自交结实能力的母本自体花粉在去掉花瓣时仍有较高的授粉结实能力；传统的杂交育种授粉方法

D 处理的不去花瓣、去雄、授粉、套袋的坐果率的 58％和 F 处理的不去花瓣、去雄、授粉、不套袋的坐果率的 77％相比，表明花朵的套袋极大的降低了坐果率。

表 1 6 种杂交授粉方法下秦冠苹果的坐果率

Table 1 Setting fruit rates of Qinguan apple in 6 crossing pollination methods			
处理 Treatment	标记花朵数 Number of flowers marked	花后 20 d 坐果数 Number of fruits percentage after flowering 20 days	坐果率 Setting fruits/ %
A: 去花瓣、不去雄、不授粉、不套袋 Removing petals, no removing anthers, no pollinating, no bagging	100	10	10
B: 去花瓣、去雄、不授粉、不套袋 Removing petals, removing anther, no pollinating, no bagging	100	2	2
C: 不去花瓣、不去雄、不授粉、套袋 No removing pedals, no removing anthers, no pollinating, bagging	100	27	27
D: 不去花瓣、去雄、授粉、套袋 No removing pedals, removing anthers, pollinating, bagging	100	57	57
E: 自然坐果 Open pollination	100	82	82
F: 不去花瓣、去雄、授粉、不套袋 No removing pedals, removing anthers, pollinating, no bagging	100	83	83

2.2 6 种杂交授粉方法下嘎拉苹果坐果率比较

6 种杂交授粉方法下嘎拉苹果的坐果率见表 2。嘎拉苹果的 C 处理不去花瓣、不去雄、不授粉、套袋处坐果率为 0，无自交结实现象；A 处理去花瓣、不去雄、不授粉、不套袋座果率为 0，而 E 处理自然坐果率为 26％，表明花瓣在自然授粉中有非常重要的作用；A 处理去花瓣、不去雄、不授粉、不套袋坐果率和 B 处理的去花瓣、

去雄、不授粉、不套袋坐果率同为 0，表明无自交结实能力的母本自体花粉在去掉花瓣时不能自然授粉结实；传统的杂交育种授粉方法 D 处理的不去花瓣、去雄、授粉、套袋的坐果率的 57％和 F 处理的不去花瓣、去雄、授粉、不套袋的坐果率的 83％相比，表明花朵的套袋极大的降低了坐果率。

表 2 6 种杂交授粉方法下嘎拉苹果的坐果率

Table 2 Setting fruit rates of Gala apple in 6 crossing pollination methods			
处理 Treatment	标记花朵数 Number of flowers marked	花后 20 d 坐果数 Number of fruits percentage after flowering 20 days	坐果率 Setting fruits/ %
A: 去花瓣、不去雄、不授粉、不套袋 Removing petals, no removing anthers, no pollinating, no bagging	100	0	0
B: 去花瓣、去雄、不授粉、不套袋 Removing petals, removing anther, no pollinating, no bagging	100	0	0
C: 不去花瓣、不去雄、不授粉、套袋 No removing pedals, no removing anthers, no pollinating, bagging	100	0	0
D: 不去花瓣、去雄、授粉、套袋 No removing pedals, removing anthers, pollinating, bagging	100	58	58
E: 自然坐果 Open pollination	100	26	26
F: 不去花瓣、去雄、授粉、不套袋 No removing pedals, removing anthers, pollinating, no bagging	100	77	77

表 3 6 种杂交授粉方法下富士苹果的坐果率

Table 3 Setting fruit rates of Fuji apple in 6 crossing pollination methods			
处理 Treatment	标记花朵数 Number of flowers marked	花后 20 d 坐果数 Number of fruits percentage after flowering 20 days	坐果率 Setting fruits/ %
A: 去花瓣、不去雄、不授粉、不套袋 Removing petals, no removing anthers, no pollinating, no bagging	100	0	0
B: 去花瓣、去雄、不授粉、不套袋 Removing petals, removing anther, no pollinating, no bagging	100	0	0
C: 不去花瓣、不去雄、不授粉、套袋 No removing pedals, no removing anthers, no pollinating, bagging	100	2	2
D: 不去花瓣、去雄、授粉、套袋 No removing pedals, removing anthers, pollinating, bagging	100	6	6
E: 自然坐果 Open pollination	100	11	11
F: 不去花瓣、去雄、授粉、不套袋 No removing pedals, removing anthers, pollinating, no bagging	100	15	15

6种杂交授粉方法下富士苹果的坐果率见表3。富士苹果的C处理不去花瓣、不去雄、不授粉、套袋坐果率为0, 无自交结实现象; A处理去花瓣、不去雄、不授粉、不套袋坐果率为0, 而E处理自然坐果率为11%, 表明花瓣在自然授粉中有非常重要的作用; A处理去花瓣、不去雄、不授粉、不套袋坐果率和B处理的去花瓣、去雄、不授粉、不套袋坐果率同为0, 表明无自交结实能力的母本自体花粉在去掉花瓣时不能自然授粉结实; 传统的杂交育种授粉方法D处理的不去花瓣、去雄、授粉、套袋的坐果率的6%和F处理的不去花瓣、去雄、授粉、不套袋的坐果率的15%相比, 表明花朵的套袋极大的降低了坐果率。

### 3 讨论

试验仅对近年来陕西苹果育种的3个核心亲本秦冠、嘎拉和富士进行研究, 研究结果可以应用于有这3个品种做母本的苹果杂交育种工作中。对于其他苹果品种做母本的杂交育种实践, 必须进一步研究相应品种的自交结实能力和自体花瓣花粉在结实中的作用。

美国采用更为省工的苹果杂交育种方法是用核心育种亲本嫁接在矮化自根砧上建立杂交育种圃, 在初花期搭尼龙网, 可以同时罩住父本和母本植株, 也可以罩住母本加上插在水桶的若干父本花枝, 然后在网内去掉开放的花朵, 置放授粉的壁蜂, 节约劳动力, 坐果率高。美国农业部几内瓦农业试验站利用这一简单杂交方法育成了优良苹果矮化砧木G41<sup>[9]</sup>、G935<sup>[10]</sup>。有条件的苹果育种单位可以积极引进试验这一方法。

### 4 结论

传统的去雄、授粉然后套袋的苹果人工杂交育种方法费时费力, 效率低下。试验探明了花瓣、自体雄蕊和套袋对杂交结实的影响。鲜艳的花瓣吸引昆虫授粉, 有自交结实能力的母本自体花粉在无花瓣时可以形成自交结实, 套袋降低杂交授粉的结实率。有较强自交结实能力的品种做母本时, 杂交授粉需要去掉花瓣和雄蕊, 不必套袋; 无自交结实能力的品种或较弱自交结实能力的品种做母本时, 杂交授粉时仅去掉花瓣即可, 不必去雄和套袋。

### 参考文献

- [1] 束怀瑞. 苹果学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999(6): 107.
- [2] 王宇霖. 关于我国苹果育种研究工作的几点想法[J]. 果树学报 2008, 25(3): 559-565.
- [3] Yoshioy, Xueton G F, Maxp. Fuji Apple[J]. Fruit Varieties Journal 1995, 49(4): 194-197.
- [4] Susan K B, David E T. The Cornell University Apple Breeding Program: Past, Present, and Future[J]. Fruit Varieties Journal, 1997, 51(4): 199-204.
- [5] Williams C, (Bill) Johnson. Apple Rootstock Breeding and Evaluation Program[J]. The 42nd Annual IDFTIA Conference, 1999: 20-24.
- [6] 付润民, 黄智敏. 苹果新品种“秦冠”[J]. 陕西农业科学, 1989(4): 40.
- [7] 王宇霖, 张顺妮, 过国南, 等. 苹果新品种“华美”培育研究报告[J]. 果树科学, 1990(7): 1-6.
- [8] 王德森. 抗寒优质苹果品种寒富[J]. 中国农村科技, 2003(3): 7.
- [9] Fazio G, Aldwinckle H S, Terence L. Robinson, and James Cummins (314) Geneva<sup>®</sup>41: A New Fire Blight Resistant Dwarf Apple Rootstock[J]. HortScience 2005, 7(40): 1027.
- [10] Fazio G, Herb S A, Terence L. Robinson, and James Cummins (315) Geneva<sup>®</sup>935: A New Fire Blight Resistant, Semidwarfing Apple rootstock[J]. HortScience 2005, 7(40): 1027.

## Comparison of Apple Crossing Pollination Methods

DENG Feng-chan<sup>1</sup>, MA Feng-wang<sup>1</sup>, ZOU Yang-jun<sup>1</sup>, JING Hui-feng<sup>2</sup>, SHU Huai-rui<sup>1,3</sup>

(1. College of Horticulture, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Luochuan County Fruit tree Institute, Luochuan, Shaanxi 727400, China; 3. College of Horticulture Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China)

**Abstract:** The purpose of this study is to simplify the traditional apple hybrid breeding methods that include removing anther, pollination and bagging, analysis the influence of the petals and self anther to pollination and setting fruit and provide a simple and available apple hybrid breeding method. 6 treatments (A: Removing petals, no removing anther, no pollinating, and no bagging. B: Removing petals, removing anther, no pollinating, and no bagging. C: No removing petals, no removing anther, no pollinating, and bagging. D: No removing petals, removing anther, pollinating, bagging. E: Setting fruit naturally. F: No removing petals, removing anther, pollinating, and no bagging) was applied in 3 nuclear parents including Qinguan, Gala and Fuji of apple hybrid breeding in Shaanxi, China. The setting fruit's rate was recorded, calculated and analyzed after flowering 20 days. When Gala without apomixes or Fuji with weaker apomixes was selected as mother parent, the petal was removed completely and whatever self anther was removed, the setting fruit rate was 0. The anther of apomixes Qinguan selected as mother parent could produce fruit without petals and the setting fruit was 10%. Bagging decreased setting fruit rate of crossing pollination. When Qinguan with stronger apomixes was selected as mother parent in hybrid breeding, the petals and anther should be removed completely but bagging was not necessary. When Fuji and Gala without apomixes was selected as mother parent in hybrid breeding, the petals should be removed completely but both of removing anther and bagging are not necessary.

**Key words:** Apple; Crossing; Pollination methods; Fruit setting rate