

陈 成, 万春雁, 糜 林<sup>1</sup>, 等. 3 个美味猕猴桃品种花粉直感效应研究[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(20): 183–188.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.20.027

### 3 个美味猕猴桃品种花粉直感效应研究

陈 成<sup>1</sup>, 万春雁<sup>1</sup>, 糜 林<sup>1</sup>, 戴 莉<sup>2</sup>, 乔玉山<sup>2</sup>, 霍恒志<sup>1</sup>, 陈丙义<sup>1</sup>, 李金凤<sup>1</sup>, 狄华涛<sup>1</sup>, 陈雪平<sup>1</sup>, 阎永齐<sup>1</sup>

(1. 江苏丘陵地区镇江农业科学研究所, 江苏句容 212400; 2. 南京农业大学园艺学院, 江苏南京 210095)

**摘要:**为了探讨不同授粉树对美味猕猴桃坐果率及果实品质的影响,进而为科学配置授粉树提供依据。以自然授粉为对照,选用红阳雄、スツク、Hort16A 雄、早雄、徐香雄、陶木里 6 种花粉,分别给徐香、海沃德、香绿猕猴桃雌株授粉,研究不同授粉组合对 3 个美味猕猴桃坐果率、果实外观品质(果实质量、纵径、横径、果形指数、萼片宿存情况及果实形状)、采收时和软熟后内在品质(可溶性固形物含量、可滴定酸含量、固酸比及维生素 C 含量)及种子性状的影响。结果表明,不同雌株和雄株猕猴桃品种开花物候期相差较大,花期最长的有 9 d,最短的只有 3 d,花性状差异也较大;相同雄株猕猴桃花粉对不同雌株猕猴桃授粉,不同雄株猕猴桃花粉对相同雌株猕猴桃授粉,均对坐果率有较大影响,且均高于对照;果实外观品质、采收时和软熟后内在品质及种子性状等方面均表现出明显的花粉直感效应。综上,徐香雄适合作为徐香和海沃德的授粉树,而香绿可以采用红阳雄和陶木里混合花粉进行授粉。

**关键词:**猕猴桃;品种;花粉直感;果实品质

**中图分类号:** S663.401 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2022)20-0183-06

猕猴桃属于猕猴桃科(Actinidiaceae)猕猴桃属(*Actinidia* Lindl.)多年生藤本植物,是我国重要的本土果树。猕猴桃于 20 世纪初被成功驯化,并且在全球范围内进行商业种植<sup>[1]</sup>。猕猴桃果实具有怡人的风味,营养丰富,富含维生素 C、叶酸,有“VC 之王”的美名<sup>[2]</sup>。美味猕猴桃(*Actinidia deliciosa*)为原中华猕猴桃(*Actinidia chinensis*)硬毛变种,一般为六倍体,生长势旺盛,海沃德、徐香、翠香及香绿等国内或国外猕猴桃主栽品种都属于这一类。目前,就生产上而言,绝大多数猕猴桃栽培品种为雌雄异株,且雄株只开花不结果。雄株对雌株果实性状的影响主要是通过花粉直感现象表现。选择雌雄株花期一致、出粉量大、花粉直感优的雄株品种,是提高猕猴桃果实品质和产量的关键技术。因此,研究猕猴桃的花粉直感效应对配套授粉树的筛选具有指导意义,可为猕猴桃优质高效生产提供理论基础。

花粉直感效应是指用不同花粉为母本授粉后,当代所结果实或种子表现与母本有差异,产生不同

变化的一种现象。在生产上,花粉直感现象可以为合理配置授粉树提供理论支持。花粉直感效应最初由 Garfield 在苹果上发现<sup>[3]</sup>;猕猴桃花粉直感现象最早由陈庆红等在金魁猕猴桃上发现<sup>[4]</sup>。近年来,在红阳、华优、贵长、湘吉无籽等猕猴桃中也发现花粉直感效应的存在,且果实外观及内在品质等方面表现明显的花粉直感效应<sup>[5-8]</sup>。为进一步研究不同花粉对徐香、海沃德及香绿猕猴桃授粉后表现的差异,选择适合这些品种的配套雄株,笔者通过选取红阳雄、スツク、Hort16A 雄、早雄、徐香雄及陶木里 6 个雄株花粉对以上 3 个猕猴桃品种进行授粉试验,旨在研究花粉直感现象在猕猴桃生产上的表现,以便为猕猴桃育种及果园授粉树配置、人工授粉提供科学依据。

#### 1 材料与方法

##### 1.1 试验材料

本试验于 2014 年 4—12 月在江苏丘陵地区镇江农业科学研究所猕猴桃资源圃内进行。供试雌株猕猴桃品种为徐香、海沃德及香绿,砧木为野生美味猕猴桃实生苗,中庸管理。供试雄株猕猴桃品种为红阳雄、スツク、Hort16A 雄、早雄、徐香雄及陶木里。

##### 1.2 试验设计

雄株猕猴桃品种在花序开放散粉前套袋隔离,

收稿日期:2021-09-09

基金项目:镇江市科技创新资金(编号:NY2020018、NY2021022)。

作者简介:陈 成(1990—),男,江苏射阳人,硕士,助理研究员,主要从事猕猴桃果实品质调控及抗性育种研究。E-mail:chencheng\_2014@163.com。

通信作者:万春雁,硕士,副研究员,主要从事果树生理及新品种选育研究。E-mail:254071691@qq.com。

在大蕾期采集花粉,于-28℃冰箱中贮存备用。雌株猕猴桃品种选择发育良好的花蕾,在舌状花刚露色时套袋,在盛花期解袋后用上述备用花粉进行人工点授,授粉完成后立即套袋,并挂标签,同时统计各授粉组合授粉花朵数。对照为不套袋自然授粉。

1.3 坐果率调查

于授粉套袋5周后调查各授粉组合坐果数,统计坐果率。坐果率=(坐果数/挂牌数)×100%。

1.4 开花物候期及花器官性状观察

参照《猕猴桃种质资源描述规范和数据标准》中的方法<sup>[9]</sup>记录初花期、盛花期、终花期及花器官性状指标。

1.5 果实品质测定

于果实成熟后收获,立即测定单果质量、纵径、横径、果形指数、萼片宿存情况及果实形状等果实外观品质指标。于果实采收时及果实软熟后测定果实内在品质指标,其中可溶性固形物含量用手持测糖仪(PAL-1, ATAGO, 日本)测定,可滴定酸含量用NaOH滴定法<sup>[10]</sup>测定,固酸比用可溶性固形物含量与可滴定酸含量的比值表示,结果均以各指标的质量分数表示。维生素C含量测定参照Kampfenkel 等的方法<sup>[11]</sup>。

2 结果与分析

2.1 不同猕猴桃品种开花物候期

由表1可知,3个雌株品种花期最早的是徐香,盛花期为5月4日;花期最晚的是香绿,盛花期为5月12日。6个雄株品种中,花期最早的是红阳雄,初花期为4月14日;但盛花期最早的是スック,为4月17日;花期最晚的是陶木里,初花期为5月7日,盛花期为5月8日。花期持续时间最长的是红阳

雄,为9 d;最短的是海沃德和陶木里,仅为3 d。雌株品种徐香雄和陶木里均可以覆盖雌株海沃德的花期。

表 1 不同猕猴桃品种开花物候期

品种	初花期 (月-日)	盛花期 (月-日)	终花期 (月-日)	花期 (d)
徐香♀	05-02	05-04	05-07	6
海沃德♀	05-07	05-08	05-09	3
香绿♀	05-09	05-12	05-14	5
红阳雄♂	04-14	04-18	04-22	9
スック♂	04-15	04-17	04-22	8
Hort16A 雄♂	04-15	04-18	04-24	8
早雄♂	04-30	05-02	05-05	6
徐香雄♂	05-06	05-08	05-09	4
陶木里♂	05-07	05-08	05-09	3

2.2 不同猕猴桃品种花性状

由表2可知,3个雌株品种花冠直径、花瓣数量及花萼数差异不大,花柱姿势均为水平;徐香和海沃德花瓣形状为阔卵圆形,香绿花瓣形状为椭圆形;徐香和香绿花柱数差异不大,海沃德花柱数为22~37。6个雄株品种中花冠直径最小的是スック,为1.8 cm,最大的是陶木里,为4.2 cm;红阳雄、Hort16A 雄及徐香雄的花瓣形状为卵圆形,スック和早雄为近圆形,陶木里为椭圆形;各品种间雄蕊数差异较大,主要分为2类,红阳雄、スック、Hort16A 雄及早雄为一类,雄蕊数量较少,徐香雄及陶木里为一类,雄蕊数量较多;红阳雄花药形状为肾形,スック、早雄及徐香雄为长椭圆形,陶木里为箭头形。

2.3 不同授粉组合对坐果率的影响

由图1可知,相同雄株猕猴桃花粉对不同雌株猕猴桃授粉,坐果率增长影响不同。红阳雄、Hort16A 雄对徐香坐果率增长影响最大,而对香绿

表 2 不同猕猴桃品种花性状

品种	花冠直径 (cm)	花瓣数量 (个)	花瓣形状	花萼数 (个)	花柱数 (个)	花柱姿势	雄蕊数 (个)	花药形状
徐香♀	4.6	6~7	阔卵圆形	6	31~33	水平	—	—
海沃德♀	4.8	6	阔卵圆形	5~6	22~37	水平	—	—
香绿♀	4.9	7	椭圆形	6~7	30~33	水平	—	—
红阳雄♂	3.0	6~7	卵圆形	5~6	—	—	36~43	肾形
スック♂	1.8	4~6	近圆形	4~6	—	—	29~46	长椭圆形
Hort16A 雄♂	2.7	5~7	卵圆形	4~6	—	—	43~47	箭头形
早雄♂	3.7	6	近圆形	6	—	—	52~59	长椭圆形
徐香雄♂	4.1	6~7	卵圆形	6~7	—	—	184~213	长椭圆形
陶木里♂	4.2	6	椭圆形	6	—	—	158~224	箭头形

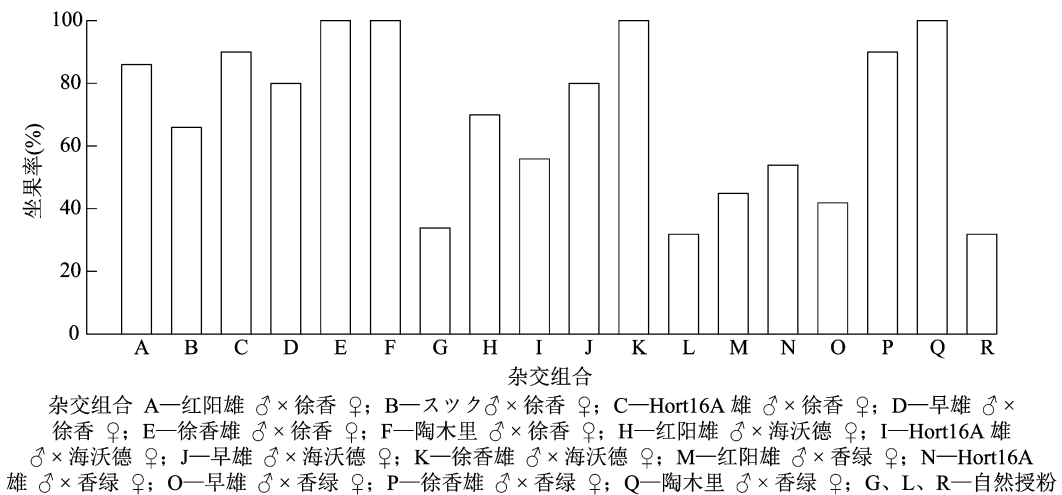


图1 不同授粉组合对坐果率的影响

坐果率增长影响最小;早雄对香绿坐果率增长影响最小;徐香雄对 3 个雌株猕猴桃品种坐果率增长影响均明显。

不同雄株猕猴桃花粉对相同雌株猕猴桃授粉,坐果率增长明显不同。对徐香而言,スツク授粉坐果率增长最小,徐香雄和陶木里授粉坐果率最大;对海沃德而言,Hort16A 雄授粉坐果率增长最小,徐香雄授粉坐果率增长最大;对香绿而言,早雄授粉坐果率增长最小,陶木里授粉坐果率增长最大。

2.4 不同授粉品种对果实外观品质的影响

由表 3 可知,不同雄株猕猴桃授粉对徐香果实外观品质的影响各有不同,除徐香雄授粉后果实单果质量达 83 g,其余处理果实单果质量均小于 CK。早雄授粉后果形指数最高,达 1.43,其余处理果形指数均小于 CK。Hort16A 雄、早雄授粉后与 CK 一致,果实无萼片宿存,其余处理果实有萼片宿存。早雄、徐香雄授粉后果实形状没有发生改变,仍为椭圆形,其余处理果实形状为短圆。

表 3 不同授粉品种对徐香猕猴桃果实外观品质的影响

处理	单果质量 (g)	纵径 (mm)	横径 (mm)	果形 指数	萼片宿存 情况	果实 形状
红阳雄	55	52	46	1.13	有	短圆
スツク	55	55	45	1.22	有	短圆
Hort16A 雄	52	51	40	1.28	无	短圆
早雄	70	63	44	1.43	无	椭圆形
徐香雄	83	63	46	1.37	有	椭圆形
陶木里	68	58	51	1.13	有	短圆
CK	73	67	48	1.40	无	椭圆形

由表 4 可知,不同雄株猕猴桃授粉对海沃德果实外观品质的影响各有不同,徐香雄授粉后果实单果质量最高,达 113 g,其余处理果实单果质量均小

于 CK。Hort16A 雄授粉后果形指数与 CK 一致,其余处理果形指数均高于 CK。除早雄授粉后果实无萼片宿存,其余处理果实均有萼片宿存。红阳雄、徐香雄授粉后果实形状改变为椭圆形,Hort16A 雄、早雄授粉后果实形状没有改变,仍为短圆。

表 4 不同授粉品种对海沃德猕猴桃果实外观品质的影响

处理	单果质量 (g)	纵径 (mm)	横径 (mm)	果形 指数	萼片宿存 情况	果实 形状
红阳雄	67	59	44	1.34	有	椭圆形
Hort16A 雄	52	47	43	1.09	有	短圆
早雄	80	57	48	1.19	无	短圆
徐香雄	113	72	54	1.33	有	椭圆形
CK	102	58	53	1.09	有	短圆

由表 5 可知,不同雄株猕猴桃授粉对香绿果实外观品质的影响各有不同,陶木里授粉后果实单果质量最大,达 104 g,红阳雄、Hort16A 雄、早雄授粉后果实单果质量均小于 CK。陶木里授粉后果形指数最大,为 1.77,其余处理果形指数均小于 CK。所有处理果实均有萼片宿存。徐香雄、陶木里授粉后果实形状没有改变,为长椭圆形,其余处理果实形状为短圆。

表 5 不同授粉品种对香绿猕猴桃果实外观品质的影响

处理	单果质量 (g)	纵径 (mm)	横径 (mm)	果形 指数	萼片宿存 情况	果实 形状
红阳雄	48	56	37	1.51	有	短圆
Hort16A 雄	44	47	34	1.38	有	短圆
早雄	39	47	33	1.42	有	短圆
徐香雄	90	77	46	1.67	有	长椭圆形
陶木里	104	78	44	1.77	有	长椭圆形
CK	90	74	43	1.72	有	长椭圆形

2.5 不同授粉品种对果实内在品质的影响

由表 6 可知,不同雄株猕猴桃授粉对徐香果实采收时及软熟后内在品质的影响各有不同。采收时,陶木里授粉后果实可溶性固形物含量最高,达 7.6%,其余处理果实可溶性固形物均低于 CK;早雄、陶木里授粉后果实可滴定酸含量低于 CK,分别为 0.83%、0.87%,其余处理果实可滴定酸含量均高于 CK;并且,早雄、陶木里授粉后果实固酸比高于

CK,分别为 8.43、8.74,其余处理果实固酸比均低于 CK;早雄授粉后果实维生素 C 含量最高,其余处理果实维生素 C 含量均在 300 mg/kg 以下。软熟后,早雄授粉果实可溶性固形物含量最高,达 21.6%,其余处理果实可溶性固形物含量均低于 CK;所有处理果实可滴定酸含量均高于 CK,固酸比均低于 CK;除早雄授粉后果实维生素 C 含量低于 CK,其余处理果实维生素 C 含量均高于 CK。

表 6 不同授粉品种对徐香猕猴桃果实内在品质的影响

处理	采收时内在品质				软熟后内在品质			
	可溶性固形物含量(%)	可滴定酸含量(%)	固酸比	维生素 C 含量(mg/kg)	可溶性固形物含量(%)	可滴定酸含量(%)	固酸比	维生素 C 含量(mg/kg)
红阳雄	5.8	1.80	3.22	286.00	17.4	1.35	12.89	405.44
スック	7.2	1.80	4.00	204.00	18.1	1.35	13.41	452.88
Hort16A 雄	6.7	1.50	4.67	244.20	15.6	1.35	11.56	483.12
早雄	7.0	0.83	8.43	504.00	21.6	1.35	16.00	376.80
徐香雄	6.8	1.75	3.89	295.80	18.2	1.25	14.56	443.52
陶木里	7.6	0.87	8.74	267.30	15.9	1.50	10.60	451.44
CK	7.3	1.05	6.95	261.60	18.3	1.05	17.43	392.60

由表 7 可知,不同雄株猕猴桃授粉对海沃德果实采收时及软熟后内在品质的影响各有不同。采收时,Hort16A 雄授粉后果实可溶性固形物含量最低,仅 6.4%,早雄授粉后果实可溶性固形物含量最高,达 11.8%;除徐香雄外,其余处理果实可滴定酸含量均高于 CK;早雄和徐香雄授粉后果实固酸比大

于 CK;所有处理果实维生素 C 含量均低于 CK。软熟后,Hort16A 雄授粉后果实可溶性固形物含量最高,达 19.2%,其余处理果实可溶性固形物含量均低于 CK;除徐香雄外,其余处理果实可滴定酸含量均高于 CK;所有处理果实固酸比均低于 CK;早雄、徐香雄授粉后果实维生素 C 含量高于 CK。

表 7 不同授粉品种对海沃德猕猴桃果实内在品质的影响

处理	采收时内在品质				软熟后内在品质			
	可溶性固形物含量(%)	可滴定酸含量(%)	固酸比	维生素 C 含量(mg/kg)	可溶性固形物含量(%)	可滴定酸含量(%)	固酸比	维生素 C 含量(mg/kg)
红阳雄	9.8	1.43	6.85	161.20	15.5	1.35	11.48	178.12
Hort16A 雄	6.4	1.43	4.48	165.06	19.2	1.35	14.22	241.92
早雄	11.8	1.28	9.22	56.64	18.4	1.35	13.63	291.20
徐香雄	8.7	1.13	7.70	67.60	17.1	1.05	16.29	311.52
CK	8.6	1.13	7.61	247.60	18.7	1.05	17.81	289.50

由表 8 可知,不同雄株猕猴桃授粉对香绿果实采收时及软熟后内在品质的影响各有不同。采收时,所有处理果实可溶性固形物含量均低于 CK;Hort16A 雄、早雄授粉后果实可滴定酸含量高于 CK,徐香雄、陶木里授粉后果实可滴定酸含量低于 CK;所有处理果实固酸比均低于 CK;除陶木里外,其余处理果实维生素 C 含量均高于 CK。软熟后,所有处理果实可溶性固形物含量均低于 CK,可滴定酸含量均高于 CK,固酸比均低于 CK,维生素 C 含量均低于 CK。

2.6 不同授粉品种对果实种子性状的影响

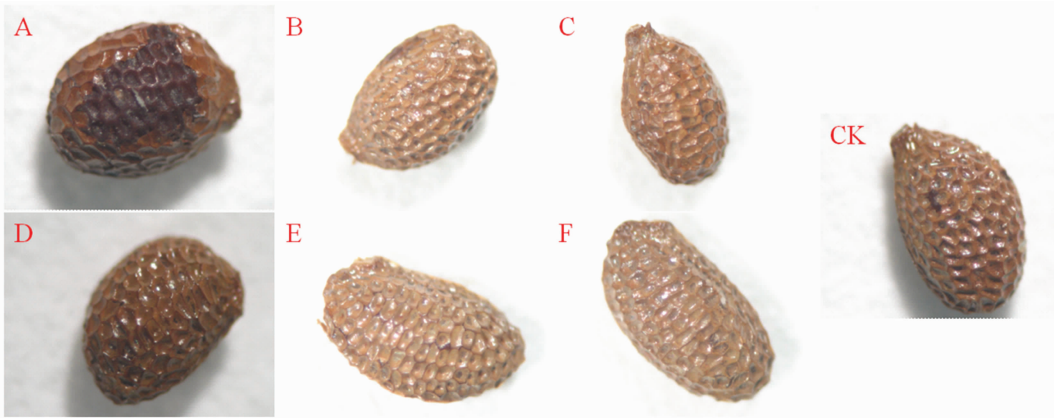
由图 2 可知,不同雄株猕猴桃授粉对徐香果实种子性状的影响各有不同。スック、Hort16A 雄、徐香雄、陶木里授粉后种子颜色发生改变,为浅褐色。同时,徐香雄、陶木里授粉后种子形状为长椭圆形。

由图 3 可知,不同雄株猕猴桃授粉对海沃德果实种子性状的影响各有不同。红阳雄、Hort16A 雄授粉后果实种子形状发生改变,为近圆形。徐香雄授粉后果实种子颜色变浅,为黄色。

由图 4 可知,不同雄株猕猴桃授粉对香绿果实

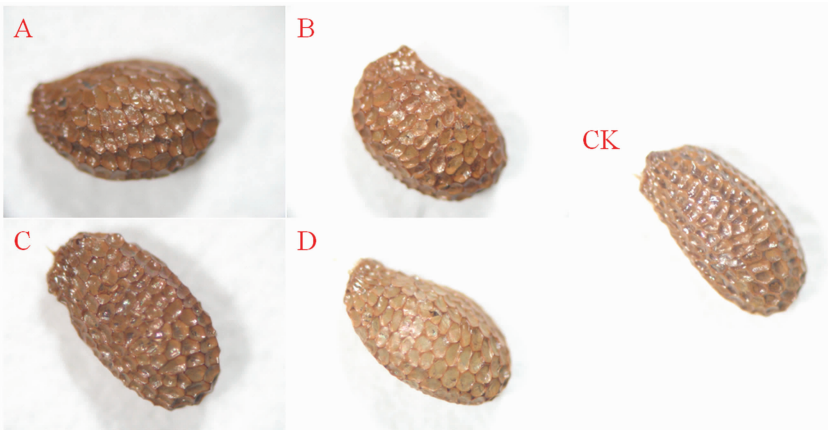
表 8 不同授粉品种对香绿猕猴桃实内在品质的影响

处理	采收时内在品质				软熟后内在品质			
	可溶性固形物含量 (%)	可滴定酸含量 (%)	固酸比	维生素 C 含量 (mg/kg)	可溶性固形物含量 (%)	可滴定酸含量 (%)	固酸比	维生素 C 含量 (mg/kg)
红阳雄	7.2	2.00	3.60	184.00	21.8	1.35	16.15	153.72
Hort16A 雄	9.1	3.00	3.03	199.98	18.4	2.03	9.06	226.80
早雄	12.1	2.40	5.04	183.60	17.0	1.65	10.30	226.20
徐香雄	10.0	1.95	5.13	259.56	16.9	1.35	12.52	165.20
陶木里	11.0	1.80	6.11	143.84	17.4	1.35	12.89	163.52
CK	13.2	2.00	6.60	179.52	22.6	1.20	18.83	392.60



A—红阳雄 ♂ × 徐香 ♀；B—スツク ♂ × 徐香 ♀；C—Hort16A 雄 ♂ × 徐香 ♀；D—早雄 ♂ × 徐香 ♀；E—徐香雄 ♂ × 徐香 ♀；F—陶木里 ♂ × 徐香 ♀；CK—自然授粉

图2 不同授粉组合对徐香果实种子性状的影响



A—红阳雄 ♂ × 海沃德 ♀；B—Hort16A 雄 ♂ × 海沃德 ♀；C—早雄 ♂ × 海沃德 ♀；D—徐香雄 ♂ × 海沃德 ♀；CK—自然授粉

图3 不同授粉组合对海沃德果实种子性状的影响

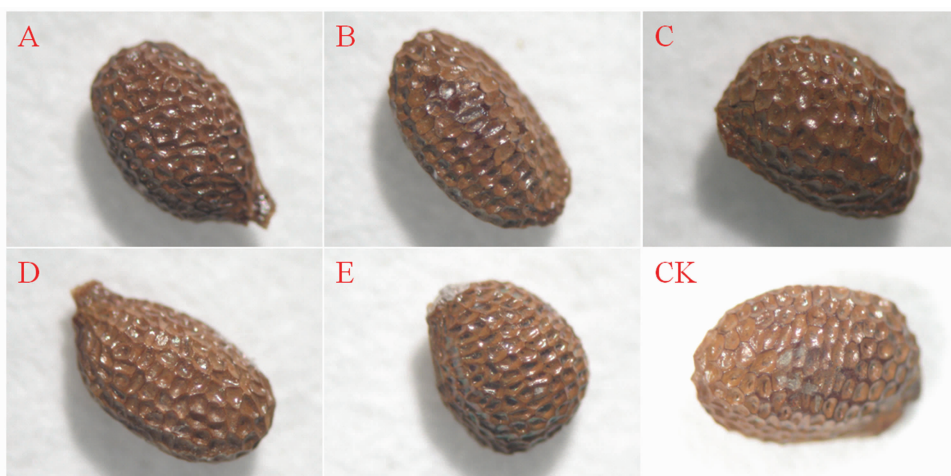
种子性状的影响各有不同。Hort16A 雄、徐香雄授粉后果实种子形状变为长椭圆形,而早雄、陶木里授粉后果实种子形状变为圆形。各雄树授粉对果实种子颜色没有产生改变。

3 讨论与结论

本研究对 3 个雌株猕猴桃品种及 6 个雄株猕猴

桃品种开花物候期进行比较,发现不同猕猴桃品种开花期、盛花期、终花期及花期持续天数均存在较大差异。雌株品种中,盛花期最早和最晚相差 8 d;雄株品种中,盛花期最早和最晚相差 21 d。并且,雌株品种中,花期最短的只有 3 d,最长的有 6 d;雄株品种中,花期最短的只有 3 d,最长的达 9 d。与此同时,雌雄株的花期相遇也是决定自然授粉成功率的





A—红阳雄♂×香绿♀；B—Hort16A雄♂×香绿♀；C—早雄♂×香绿♀；D—徐香雄♂×香绿♀；E—陶木里♂×香绿♀；CK—自然授粉

图4 不同授粉组合对香绿果实种子性状的影响

关键。在本试验中,只有徐香雄和陶木里雄花花期能够覆盖雌株海沃德的整个花期。因此,在生产中,如遇花期不能相遇时,应积极采集早期雄株花粉加以保存,待需要时,采用人工辅助授粉的方式以确保授粉工作的顺利完成;建设专门的雄株园,进行超低温贮藏花粉,翌年使用,也可达到提高授粉效率的目的。

目前,许多研究在苹果<sup>[12]</sup>、梨<sup>[13]</sup>、火龙果<sup>[14]</sup>、杨梅<sup>[15]</sup>等果树上发现了花粉直感现象。在本研究中,不同雄株授粉对3个雌株猕猴桃果实外观品质、内在品质及果实种子性状均存在明显的花粉直感效应。徐香雄授粉可以明显改善徐香和海沃德果实单果质量,而陶木里授粉可以明显改善香绿果实单果质量。同时,徐香雄授粉对徐香果实软熟后可溶性固形物影响不大,对海沃德果实软熟后固酸比的降低量最小。因此,可以选择徐香雄作为徐香和海沃德的授粉树品种。陶木里授粉对香绿果实软熟后可溶性固形物含量影响较大,同时,红阳雄授粉对香绿果实软熟后可溶性固形物含量影响较小。因此,生产上香绿的授粉可以采用陶木里和红阳混合花粉进行授粉。

花粉直感现象对果树生产有着极其重要的意义,可以为授粉树品种的配置、改善果实品质、提高产量和经济效益提供理论依据<sup>[16]</sup>。猕猴桃不同雄株花粉所产生的直感现象有正面影响,也有负面影响。因此,在生产中,应根据实际情况配置授粉树,同时辅以必要的人工授粉,才能达到优质生产的目的。

#### 参考文献:

[1] Zhang Q, Liu C Y, Liu Y F, et al. High-density interspecific genetic

maps of kiwifruit and the identification of sex-specific markers[J].

DNA Research, 2015, 22(5): 367-375.

[2] Huang S X, Ding J, Deng D J, et al. Draft genome of the kiwifruit *Actinidia chinensis* [J]. Nature Communications, 2013, 4: 2640.

[3] 胡适宜. 被子植物生殖生物学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.

[4] 陈庆红, 张忠慧, 秦仲麒, 等. 金魁猕猴桃的雄株选配及其花粉直感研究[J]. 中国果树, 1996(2): 23-24.

[5] 杨技超, 韩振诚, 何茂梅, 等. ‘红阳’猕猴桃花粉直感效应研究[J]. 中国果树, 2021(6): 7-12, 109.

[6] 杨技超, 韩振诚, 何茂梅, 等. “贵长”猕猴桃花粉直感效应研究[J]. 中国南方果树, 2021, 50(1): 79-85, 95.

[7] 李亮, 雷玉山, 李永武, 等. ‘华优’猕猴桃花粉直感效应研究[J]. 陕西农业科学, 2015, 61(9): 34-36.

[8] 肖艺, 何凯霞, 刘世彪, 等. 花粉直感对湘吉无籽猕猴桃坐果和果实品质的影响[J]. 湖南农业科学, 2013(19): 100-102.

[9] 胡忠荣, 陈伟, 李坤明, 等. 猕猴桃种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.

[10] 张志良, 瞿伟菁, 李小方. 植物生理学实验指导[M]. 4版. 北京: 高等教育出版社, 2009.

[11] Kampfenkel K, Vanmontagu M, Inze D. Extraction and determination of ascorbate and dehydroascorbate from plant tissue[J]. Analytical Biochemistry, 1995, 225(1): 165-167.

[12] 李保国, 顾玉红, 郭素平, 等. 2001苹果果实若干性状的花粉直感规律研究[J]. 河北农业大学学报, 2004, 27(6): 34-37.

[13] 沙海峰, 朱元娣, 高琪洁, 等. 花粉直感对京白梨品质的影响[J]. 果树学报, 2006, 23(2): 287-289.

[14] 胡子有, 李立志, 邓俭英, 等. 花粉直感对火龙果果实品质的影响[J]. 广东农业科学, 2011, 38(18): 38-40.

[15] 戚行江, 郑锡良, 任海英, 等. 花粉直感对杨梅果实品质及不同蔗糖代谢酶活性的影响[J]. 果树学报, 2017, 34(7): 861-867.

[16] 贾爱平. 猕猴桃种内与种间杂交亲和性与花粉直感研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2010.