



猕猴桃雄花特性与授粉果实性状相关性研究

张文慧, 张百忍, 李学宏, 钟云鹏, 李夏, 郑敏, 潘晓红

引用本文:

张文慧, 张百忍, 李学宏, 等. 猕猴桃雄花特性与授粉果实性状相关性研究[J]. 农业资源与环境学报, 2020, 37(3): 413–418.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0576>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

湘西猕猴桃种植基地土壤和猕猴桃中重金属积累状况研究

王仁才, 石浩, 庞立, 卜范文, 吴小燕, 刘琼, 肖志伟

农业资源与环境学报. 2017, 34(3): 280–285 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2016.0282>

十堰猕猴桃果园生草生态效应的分析

朱先波, 潘亮, 王华玲, 肖丽丽, 钟云鹏, 齐秀娟, 吴伟

农业资源与环境学报. 2020, 37(3): 381–388 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0486>

覆盖作物不同利用方式对猕猴桃园土壤微生物群落结构的影响

李青梅, 张玲玲, 赵建宁, 张艳军, 刘红梅, 王华玲, 王慧, 杨殿林, 张凡, 翁昌明

农业资源与环境学报. 2020, 37(3): 319–325 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0627>

不同叶用黄麻种质对重金属吸附的差异及其机制分析

邓灿辉, 唐靖, 戴志刚, 杨泽茂, 程超华, 许英, 陈小军, 刘婵, 陈基权, 粟建光

农业资源与环境学报. 2020, 37(3): 438–444 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0523>

叶面喷施不同形态硒对草莓吸收和转运硒的影响

王晓芳, 罗章, 万亚男, 王琪, 孙宏杰, 郭岩彬, 李花粉

农业资源与环境学报. 2016, 33(4): 334–339 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2016.0023>



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

张文慧, 张百忍, 李学宏, 等. 猕猴桃雄花特性与授粉果实性状相关性研究[J]. 农业资源与环境学报, 2020, 37(3): 413–418.

ZHANG Wen-hui, ZHANG Bai-ren, LI Xue-hong, et al. Effects of the correlation between the characteristics of male flowers and pollinated fruit of kiwifruit[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2020, 37(3): 413–418.



开放科学 OSID

猕猴桃雄花特性与授粉果实性状相关性研究

张文慧¹, 张百忍^{1*}, 李学宏¹, 钟云鹏², 李 夏¹, 郑 敏¹, 潘晓红¹

(1.安康市农业科学研究院, 陕西 安康 725021; 2.中国农业科学院郑州果树研究所, 郑州 450009)

摘 要:为明确猕猴桃雄花特性与授粉果实性状间的相关关系,于2018年,选择“徐香”猕猴桃为母本,用10个不同猕猴桃雄株的花粉分别为其授粉,调查不同雄花的特性及杂交果实的性状。结果表明,不同花粉授粉后,果实各性状差异明显。果实坐果率最高为56.67%、最低为3.33%,单果质量最大为68.53 g、最小为32.07 g, Vc含量最高为2.14 mg·L⁻¹、最低为1.10 mg·L⁻¹,固酸比最高为68.63、最低为25.55;雄花特性与果实各性状间存在显著的相关性。研究表明,猕猴桃存在明显的花粉直感效应,选择合适的授粉雄株可以显著改善当代果实的性状指标。

关键词:猕猴桃;雄花;果实;花粉直感效应

中图分类号:Q945

文献标志码:A

文章编号:2095-6819(2020)03-0413-06

doi: 10.13254/j.jare.2019.0576

Effects of the correlation between the characteristics of male flowers and pollinated fruit of kiwifruit

ZHANG Wen-hui¹, ZHANG Bai-ren^{1*}, LI Xue-hong¹, ZHONG Yun-Peng², LI Xia¹, ZHENG Min¹, PAN Xiao-hong¹

(1. Ankang Municipality Agricultural Science Research Institute, Ankang 725021, China; 2. Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450009, China)

Abstract: This study was conducted in 2018 to determine the correlation between the characteristics of male flower and the pollinated fruits of kiwifruit. Selecting "Xuxiang" as the female parent, pollen from 10 male plants of kiwifruit was used for pollination. The characteristics of different male flowers and hybrid fruit traits were investigated, and the results showed significant differences among pollination combinations in fruit characters. The highest and the lowest fruit setting rate was 56.67%, 3.33%, respectively. The maximum and the minimum fruit weight was 68.53, 32.07 g, respectively. The maximum Vc content was 2.14 mg·g⁻¹, with a minimum of 1.10 mg·g⁻¹. The highest and the lowest solid-acid ratio was 68.63, 25.55, respectively. There were significant correlations between male flower and fruit traits. Our results indicated an obvious xenia effect in kiwifruit. The selection of suitable pollinating male plants will improve fruit properties and is important in kiwifruit industry.

Keywords: kiwifruit; male flower; fruit; pollen xenia effect

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。目前,已经在大白菜^[1]、苹果^[2]、梨^[3]、火龙果^[4]、板栗^[5]、罗汉果^[6]等植物上发现这一现象。猕猴桃的花粉直感现象最早由陈庆红等^[7]在“金魁”猕

猴桃上发现。其研究得出,用不同雄株的花粉为“金魁”授粉后,其果形、单果质量、可溶性固形物含量、Vc(维生素C)含量、总酸含量等均有所变化,贮藏期受花粉直感效应的影响有所延长。齐秀娟等^[8]通过对3个猕猴桃品种的研究,也得到相似结果:猕猴桃

收稿日期:2019-11-25 录用日期:2020-04-16

作者简介:张文慧(1990—),女,山东阳信人,硕士研究生,从事猕猴桃育种及栽培技术研究。E-mail: 1048586254@qq.com

*通信作者:张百忍 E-mail: 463794457@qq.com

基金项目:中国农业科学院科技创新工程协同创新任务(CAAS-XTCX2016015)

Project supported: Cooperative Innovation Project of Agricultural Science and Technology Innovation Program of CAAS(CAAS-XTCX2016015)

在坐果率、单果质量、外观品质及内在成分等方面表现出明显的花粉直感现象,但是同种花粉对不同的雌株表现并不相同,此外某些性状并未表现出明显的花粉直感效应,如果实形状及果柄分离的难易程度等。李永武等^[9]对“华优”猕猴桃的研究结果表明,花粉直感效应在坐果率、单果质量、果形指数、可溶性固形物含量、硬度等方面表现显著。贾爱平^[10]研究发现,除了上述各方面,果实其他性状亦表现出明显的花粉直感效应,如果肉颜色、果实胎座、表皮绒毛等。肖艺等^[11]的研究发现果柄长度也表现出花粉直感现象。成红梅^[12]通过对“脐红”猕猴桃的研究,发现同一雄株对不同性状的影响不同,不同雄株对同一性状的影响程度也不同。各研究均表明,猕猴桃存在明显的花粉直感现象,但是具体表现却不尽相同,在坐果率、硬度、果实风味、果肉颜色等方面均有不同程度的体现。

猕猴桃为雌雄异株植物,果实的成熟期、产量及品质等直接决定了经济效益的高低。花粉直感效应能直接影响当代果实的性状,在生产上选择适宜的搭配雄株具有重要意义。“徐香”是一个美味猕猴桃品种,抗性强、口感好、品质佳,目前在全国栽培面积较大,前景非常好,但对其雄株品种相关研究较少。本试验选择10个形态性状差异较大的猕猴桃雄株,用雄株花粉为“徐香”授粉,通过分析花朵形态性状与杂交果实各性状间的相关关系,筛选能使“徐香”增产提质的雄株花朵形态特征。该研究具有重要现实意义,为“徐香”品种的雄株选配提供重要参考。

1 材料与方法

1.1 试验地点及材料

试验地点为西北农林科技大学眉县试验站,供试雌株品种为美味猕猴桃“徐香”,所有参试植株年龄均在6年以上,生长状况基本一致且长势良好。10个雄株的花粉均采摘于安康市农业科学研究院猕猴桃种质资源圃内。依次编号为A~J,A为徐州75-8,C为华雄602,B和D为野生中华猕猴桃雄株,E、F和G为野生软枣猕猴桃雄株,H、I和J为野生美味猕猴桃雄株。所有雄株均为栽培3年以上的植株,生长条件及管理水平一致,生长状况良好,无病弱株。

1.2 试验设计

1.2.1 花粉的采集与雄花性状的测定

选择阳光充足的上午,于8:00—10:00采摘雄株的“铃铛花”(花瓣露出花萼,即将张开时),带回实验

室。用剪刀或镊子等工具取出花药,平摊在容器内。放置于烘箱中促使其散粉,温度设置在27℃左右,8~12 h后,花粉散出。将已经散粉的花药连同花粉一起充分研磨,过100目筛,筛下物收藏待用。短时间保存的样品放置于4℃冰箱中冷藏,长时间保存的样品与干燥剂一起密封,贮藏于-18℃冰箱中。授粉前1 d,将花粉拿出放置在室温下解冻复苏。

采摘完全开放的雄花,带回实验室,测量其直径、质量、干物质含量、花粉比重等雄花性状指标。

1.2.2 授粉

2018年4月29日于“徐香”雌花大多数露白时,选择并标记长势健壮且一致的果枝,进行套袋处理。首先进行疏花,摘掉耳花、畸形花和多余的花。每个处理每果枝留3朵花,选10个结果枝,重复3次,共10个处理。5月2日,雌花完全开放,打开套袋,充分授粉。授粉之后迅速将套袋封好,挂好吊牌,依次标记为(A-1~J-1)。

5月9日去掉套袋,6月9日调查坐果率,10月15日统一采收。常温下后熟,测定单果质量、果实纵横径、可溶性固形物含量、总酸含量、Vc含量等果实性状指标。

1.3 试验方法

1.3.1 雄花相关指标的测定

花朵直径:电子游标卡尺测定;

雄蕊个数:目测计数,计算200朵花的平均值;

花朵鲜质量:万分之一电子分析天平称量;

花朵干质量:分离花药后,各部分分别烘干,用万分之一电子分析天平称量,计算总质量(包含花萼、花丝、花瓣、花药);

花粉(花药)干质量:烘干,用万分之一电子分析天平称量;

花粉(花药)比重=花粉(花药)干质量/花朵干质量 $\times 100\%$;

干物质含量=花朵干质量/花朵鲜质量 $\times 100\%$ 。

1.3.2 果实相关指标的测定与计算

坐果率=坐果数/授粉花朵数 $\times 100\%$;

单果质量:数显式电子天平测定;

果实纵横径:电子游标卡尺测定;

果形指数=果实纵径/果实横径;

可溶性固形物及总酸:PAL-BXIACID8手持糖酸一体机测定;

固酸比=可溶性固形物含量/总酸含量;

Vc含量:2,6-二氯酚酚滴定法测定。

1.3.3 数据分析

采用IBM SPSS Statistics 19对试验数据进行方差分析及相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同猕猴桃雄株花朵特性

表1为不同猕猴桃雄株花朵的特性。由表1可以看出,不同猕猴桃雄株的花朵各性状差异明显。最重的雄花A单花鲜质量为716.35 mg,最轻的雄花G单花鲜质量仅为55.95 mg;花朵直径也各不相同,雄花A直径为4.87 cm,雄花G直径仅为1.78 cm;雄蕊个数差异明显,雄花A平均有224.80个雄蕊,雄花E平均只有34.60个雄蕊;最大的雄花A花粉干质量也最重,

为38.38 mg,雄花F花粉干质量仅为2.20 mg;花朵干质量最重的是雄花A,为76.10 mg,最轻的是雄花F,为7.30 mg;干物质含量差异明显,含量最高的是雄花G,为20.29%,最低的是雄花B,为9.51%。

2.2 不同花粉对果实坐果率及外观性状的影响

表2为不同花粉授粉后果实坐果率及果实外观性状。由表2可以看出,不同雄株花粉对“徐香”果实的坐果率影响差异显著,表现出明显的花粉直感效应。处理A-1、H-1坐果率最高,均为56.67%;处理G-1坐果率最低,为3.33%。不同雄株花粉对“徐香”授粉后,果实的单果质量差异显著,其中处理A-1单果质量最大,为68.53 g,处理D-1单果质量最小,为32.07 g。

表1 不同猕猴桃雄株花朵特性

Table 1 Flower characteristics of male plants of different kiwifruit

雄花 Male flower	花朵鲜质量 Flower fresh weight/mg	花朵直径 Flower diameter/cm	雄蕊个数 Number of stamens	花粉(花药)干质量 Dry weight of pollen (anther)/mg	花朵干质量 Dry weight of flowers/mg	花粉(花药)比重 Pollen(anthers) proportion/%	干物质含量 Dry matter content/%
A	716.35	4.87	224.80	38.38	76.10	50.43	15.98
B	212.62	2.56	55.10	8.50	11.73	72.46	9.51
C	128.17	2.64	63.70	4.95	10.79	45.88	12.28
D	106.35	2.55	58.50	4.10	8.54	48.01	11.88
E	84.95	2.24	34.60	3.25	8.93	36.39	14.34
F	59.90	1.85	34.70	2.20	7.30	30.14	15.86
G	55.95	1.78	34.80	2.43	8.92	27.24	20.29
H	521.82	3.58	197.90	24.55	59.09	41.55	16.03
I	675.22	3.99	155.60	21.74	73.04	29.76	14.04
J	396.50	3.30	160.60	23.61	47.00	50.23	11.85

表2 不同花粉授粉后果实坐果率及果实外观性状

Table 2 Fruit setting rate and appearance characters after different pollen pollination

处理编号 Treatments	坐果率 Fruit setting rate/%	单果质量 Single fruit weight/g	纵径 Longitudinal diameter/mm	横径 Transverse diameter/mm	果形指数 Fruit shape index
A-1	56.67±4.73a	68.53±2.13a	57.23±1.10a	48.69±2.08a	1.18±0.03a
B-1	10.00±1.26e	44.42±1.23cd	46.10±0.44c	43.25±1.42b	1.06±0.03ab
C-1	23.33±1.78d	47.47±1.12c	46.62±1.01bc	42.51±2.18bc	1.08±0.05ab
D-1	23.33±2.56d	32.07±1.03f	39.31±3.30d	38.71±4.19c	0.99±0.01b
E-1	20.00±0.82d	44.61±2.13cd	45.40±2.45c	42.36±1.94bc	1.05±0.09ab
F-1	23.33±0.90d	44.44±0.87cd	46.69±1.54bc	43.40±0.89b	1.08±0.04ab
G-1	3.33±1.49f	51.41±0.84b	51.16±1.37b	43.51±2.53b	1.16±0.09ab
H-1	56.67±1.84a	41.76±1.25de	46.15±0.84c	41.70±1.41bc	1.11±0.03ab
I-1	50.00±0.88b	47.95±3.60c	47.09±4.41bc	45.75±1.81ab	1.06±0.13ab
J-1	33.33±2.48c	40.10±2.87e	42.61±5.20cd	41.58±1.49bc	1.07±0.23ab

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。下同。

Notes: The different lowercase letters in a column indicate significant differences among treatments at $P<0.05$ level. The same below.

2.3 不同花粉对果实品质性状的影响

表3为不同花粉授粉后果实的品质性状。由表3可知,不同雄株花粉授粉所得“徐香”果实内在品质表现差异明显。其中处理A-1、B-1、G-1、I-1的果实Vc含量较高,为1.90~2.14 mg·L⁻¹,处理D-1果实Vc含量最低,为1.10 mg·L⁻¹;不同花粉对果实可溶性固形物含量影响较小,处理间差异不显著;但是不同花粉对果实总酸含量影响较大,其中处理I-1总酸含量最高,为0.86%,处理F-1总酸含量最小,为0.28%;由此对固酸比带来的影响差异也是显著的,其中处理F-1固酸比最高,为68.63,处理B-1固酸比最小,为25.55。这些变化会直接影响果实的风味与口感。

2.4 不同雄花特性与果实性状间的相关性

表4为不同雄花特性与果实性状间的相关系数。由表4可以看出,雄花多个特性在一定程度上与果实各性状间存在显著相关性。其中,雄花鲜质量与果实

横径极显著正相关;花粉干质量与单果质量、果实横径极显著正相关;花朵干质量与果实横径极显著正相关;花粉比重与果实可溶性固形物含量极显著正相关;雄花干物质含量与固酸比、果实纵径、果形指数极显著正相关;花朵直径与单果质量、果实横径极显著正相关。

3 讨论

猕猴桃为雌雄异株植物,花粉直感现象表现明显^[13]。学者对于花粉直感效应产生的机理进行了大量的研究。宋长冰等^[14]通过对苹果的研究,发现可能是花粉和果实内源多胺水平不同,引起果实性状的差异,表现出花粉直感现象。钟晓红^[15]对沙田柚的研究结果也证实了上述结论。Denney^[16]研究发现沙田柚异花授粉处理比自花授粉处理更能促使子房内源激素水平的上升,且果实发育更快更好。樊卫国等^[17]对

表3 不同花粉授粉后果实的品质性状

Table 3 Quality characters of fruits after different pollen pollination

处理编号 Treatments	Vc 含量 Content of Vc/mg·L ⁻¹	可溶性固形物含量 Content of soluble solids/%	总酸含量 Content of total acid/%	固酸比 Solid-acid ratio
A-1	1.99±0.21a	19.30±1.32a	0.38±0.06bcd	59.76±5.90ab
B-1	1.90±0.18a	19.35±0.91a	0.78±0.16a	25.55±4.75e
C-1	1.42±0.18b	18.93±1.05a	0.50±0.05b	44.49±9.81bcd
D-1	1.10±0.07c	19.03±0.91a	0.45±0.05bc	52.19±17.78abc
E-1	1.54±0.08b	18.68±1.11a	0.47±0.08b	40.99±5.13cde
F-1	1.43±0.14b	18.97±0.62a	0.28±0.08d	68.63±4.71a
G-1	2.14±0.21a	17.27±1.56a	0.36±0.05bcd	65.36±11.59a
H-1	1.54±0.14b	18.45±1.14a	0.32±0.07cd	61.48±14.55ab
I-1	2.09±0.24a	18.83±1.40a	0.86±0.07a	27.79±9.62de
J-1	1.44±0.14b	18.56±1.39a	0.36±0.06bcd	61.63±6.39ab

表4 不同雄花特性与果实性状间的相关系数

Table 4 Coefficient of correlation between male flower traits and fruit traits

果实性状 Fruit traits	花朵鲜质量 Flower fresh weight	花粉干质量 Dry weight of pollen	花朵干质量 Dry weight of flowers	花粉比重 Pollen proportion	干物质含量 Dry matter content	花朵直径 Flower diameter	雄蕊个数 Number of stamens
Vc 含量 Content of Vc	0.422 3*	0.323 6*	0.399 2*	-0.115 7	0.419 3*	0.295 0	0.227 4
单果质量 Single fruit weight	0.478 6*	0.529 0**	0.464 0*	-0.055 7	0.439 7*	0.510 9**	0.409 8*
可溶性固形物含量 Content of soluble solids	0.259 3	0.244 5	0.156 0	0.592 9**	-0.717 9**	0.384 2*	0.187 2
总酸含量 Content of total acid	0.239 9	-0.001 9	0.140 1	0.291 0	-0.506 5**	0.183 0	-0.043 2*
固酸比 Solid-acid ratio	-0.115 8	0.093 9	-0.008 5	-0.380 8	0.611 4**	-0.106 7	0.133 0
纵径 Longitudinal diameter	0.421 6*	0.468 3*	0.415 2*	-0.125 0	0.571 0**	0.420 1*	0.364 7*
横径 Transverse diameter	0.611 5**	0.579 8**	0.586 7**	-0.085 0	0.332 6	0.581 8**	0.459 9*
果形指数 Fruit shape index	0.358 7*	0.467 0*	0.392 3*	-0.182 9	0.697 8**	0.325 7*	0.409 0*

注:*表示显著相关($P<0.05$);**表示极显著相关($P<0.01$)。

Notes: * and ** mean the significant correlation at $P<0.05$ and $P<0.01$ level, respectively.

刺梨研究也发现,种子内源激素 GA1+3 和 IAA 含量随种子发育而增加,一直到种子成熟后含量才下降。这可能是由于种子是激素合成的主要器官,其对果实的生长发育发挥作用。陈景顺^[18]研究发现不同鸭梨品种授粉后,果实过氧化物酶同工酶的酶谱差异显著。冉辛拓等^[19]研究发现蜜梨相关性状的花粉直感效应主要受遗传基因影响,亲缘关系的远近对于改变蜜梨的单果质量、可溶性固形物含量和果形指数影响各不相同。这为从分子水平探明花粉直感效应机理提供了新的依据。本研究通过试验分析不同雄花特性与“徐香”当代杂交果实性状之间的相关关系,得出能显著改善“徐香”杂交果产量及品质的雄花性状指标,这为生产者正确地“徐香”选择雄株提供了参考依据,对于促进猕猴桃产业健康发展具有重要意义。当然,雌雄株间的亲和力与雄株的染色体倍性对直感效应的影响需要进一步研究。

4 结论

(1)不同雄株花粉为“徐香”授粉后,各处理间坐果率、单果质量、Vc 含量、可溶性固形物含量、总酸含量、固酸比等性状差异明显,表现出典型的花粉直感效应。

(2)雄花特性与“徐香”果实的各性状存在明显的相关关系。在生产中,选择雄花健壮、花粉量多的雄株予以搭配,会明显改善“徐香”当代果实的性状;也可根据生产需要,为“徐香”选择适配的雄株,以使果实的某些品质性状显著提升。

参考文献:

- [1] 周修涛,王滨蔚,车鹏燕,等. 植物花粉直感效应及其机理[J]. 山东林业科技, 2011, 41(3): 113-117.
ZHOU Xiu-tao, WANG Bin-wei, CHE Peng-yan, et al. Advances of pollen xenia effect and its mechanism in plant[J]. *Journal of Shandong Forestry Science and Technology*, 2011, 41(3): 113-117.
- [2] 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.
LI Bao-guo, GU Yu-hong, GUO Su-ping, et al. A study on metaxenia roles in trait expression of 2001 Fuji apple fruit[J]. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 2004, 27(6): 34-37.
- [3] 田 瑞,胡红菊,杨晓平,等. 花粉直感对‘圆黄’梨果实品质的影响[J]. 东南园艺, 2013(3): 1-5.
TIAN Rui, HU Hong-ju, YANG Xiao-ping, et al. Effect of xenia on fruit quality of ‘Wonhuwang’ pear cultivar[J]. *Southeast Horticulture*, 2013(3): 1-5.
- [4] 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.
HU Zi-you, LI Li-zhi, DENG Jian-ying, et al. Pollen xenia on fruit quality of pitaya[J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2011, 38(18): 38-40.
- [5] 赵志珩,杨 柳,石卓功,等. 板栗花粉直感效应在坚果内在品质上的表现[J]. 经济林研究, 2012, 30(4): 9-12, 18.
ZHAO Zhi-heng, YANG Liu, SHI Zhuo-gong, et al. Performance of metaxenia effect on nut inherent quality in *Castanea mollissima*[J]. *Nonwood Forest Research*, 2012, 30(4): 9-12, 18.
- [6] 莫长明,马小军,白隆华,等. 35 个罗汉果授粉组合花粉直感现象研究[J]. 中草药, 2008, 39(1): 123-125.
MO Chang-ming, MA Xiao-jun, BAI Long-hua, et al. A study on the phenomenon of pollen xenia in 35 pollination combinations of *Siraitia grosvenorii*[J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 2008, 39(1): 123-125.
- [7] 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.
CHEN Qing-hong, ZHANG Zhong-hui, QIN Zhong-qi, et al. Selection of male plants of kiwifruit in Jinkui and study on its pollen xenia[J]. *China Fruits*, 1996(2): 23-24.
- [8] 齐秀娟,韩礼星,李 明,等. 3 个猕猴桃品种花粉直感效应研究[J]. 果树学报, 2007, 24(6): 774-777.
QI Xiu-juan, HAN Li-xing, LI Ming, et al. Studies on pollen xenia of kiwifruit[J]. *Journal of Fruit Science*, 2007, 24(6): 774-777.
- [9] 李永武,王西锐. 不同雄株花粉对华优猕猴桃果实的影响[J]. 陕西农业科学, 2012, 58(3): 91-92.
LI Yong-wu, WANG Xi-rui. The effect of different male pollen on the fruit of kiwifruit[J]. *Shaanxi Journal of Agricultural Sciences*, 2012, 58(3): 91-92.
- [10] 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.
JIA Ai-ping. The metaxenia effect and adaptable research of in different breeds and species studies on the cross compatibility and pollen direct sense of kiwifruit within and between species[D]. Yangling: Northwest A&F University, 2010.
- [11] 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.
XIAO Yi, HE Kai-xia, LIU Shi-biao, et al. Effects of xenia on fruit setting and fruit qualities of Xiangji seedless kiwifruit[J]. *Hunan Agricultural Sciences*, 2013(19): 100-102.
- [12] 成红梅. ‘脐红’猕猴桃花粉直感效应的试验研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2017.
CHENG Hong-mei. The experiment of xenia effect on red-fleshed kiwifruit ‘Qi Hong’[D]. Yangling: Northwest A&F University, 2017.
- [13] 杨鲁琼,常路伟,张慧琴,等. 猕猴桃花粉直感现象的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(9): 26-27, 66.
YANG Lu-qiong, CHANG Lu-wei, ZHANG Hui-qin, et al. Research progress of xenia in kiwifruit[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2015, 43(9): 26-27, 66.
- [14] 宋长冰,雷建菊,李连朝,等. 多胺与苹果花粉活力关系的研究[J]. 西北植物学报, 1996, 16(4): 351-355.
SONG Chang-bing, LEI Jian-ju, LI Lian-chao, et al. The relation-

- ship between the polyamines and the viability of apple pollens[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 1996, 16(4):351-355.
- [15] 钟晓红. 三种多胺在沙田柚开花及坐果初期的生理作用[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2000(6):453-456.
ZHONG Xiao-hong. Physiological function of three polyamines in Shatian pummelo during blossom and fruit setting[J]. *Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences)*, 2000(6):453-456.
- [16] Denney J O. Xenia includes metaxenia[J]. *Horticultural Science*, 1992, 27(7):722-728.
- [17] 樊卫国, 安华明, 刘国琴, 等. 刺梨果实与种子内源激素含量变化及其与果实发育的关系[J]. 中国农业科学, 2004, 37(5):728-733.
FAN Wei-guo, AN hua-ming, LIU Guo-qin, et al. Changes of endogenous hormones contents in fruit, seeds and their effects on the fruit development of *Rosa roxburghii*[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2004, 37(5):728-733.
- [18] 陈景顺. 鸭梨花粉直感效应及其机制研究[C]//中国园艺学会成立70周年纪念优秀论文选编. 昆明:中国园艺学会, 1999:5.
CHEN Jing-shun. A study on pollen xenia and its mechanism of pear [C]//Selected papers on the 70th anniversary of the founding of Chinese Society for Horticultural Science. Kunming: Chinese Society for Horticultural Science, 1999:5.
- [19] 冉辛拓, 贺丽敏, 田少强, 等. 蜜梨与授粉品种亲缘关系及其花粉直感的途径分析[J]. 河北农业科学, 2006(2):7-10.
RAN Xin-tuo, HE Li-min, TIAN Shao-qiang, et al. Path analysis on genetic relationship and metaxenia effects in pears[J]. *Journal of Hebei Agricultural Sciences*, 2006(2):7-10.