

网络出版时间:2017-12-08 16:25

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2018.02.009

网络出版地址:http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20171208.1623.018.html

授粉对猕猴桃果实发育及种子数的影响

阎永齐,陈 成,刘吉祥,万春雁,将水平

(江苏丘陵地区镇江农业科学研究所,江苏 句容 212400)

【摘 要】 【目的】分析花粉悬浮液稀释倍数和授粉时间对‘米良 1 号’猕猴桃果实大小、品质及坐果率的影响。【方法】首先研究‘米良 1 号’的果实发育模式,比较‘米良 1 号’和‘徐香’、‘金魁’的开花频度;然后以‘米良 1 号’为对象,分析不同花粉悬浮液稀释倍数(200,400,800,1 200 倍)和授粉时间(花后 0,1,2,3,4 d)处理下,采收后及可食状态下猕猴桃果实的纵径、横径、侧径,品质指标和坐果率的变化,探明猕猴桃单果种子数与单果质量及花粉悬浮液稀释倍数之间的关系,最终确定‘米良 1 号’的最佳花粉稀释倍数和授粉时间。【结果】(1)在果实发育前期,猕猴桃果实迅速膨大;在果实发育后期,果实纵径、横径和侧径增长缓慢。3 个猕猴桃品种雌花开放时间为 4~5 d,其中‘米良 1 号’雌花开放最早,‘徐香’雌花开放较晚,‘金魁’雌花开放最晚。(2)无论是采后还是达到可食状态的猕猴桃果实,随着花粉悬浮液稀释倍数增加,猕猴桃果实纵径、横径和侧径均呈下降趋势,单果质量减少,可溶性固形物含量总体先减后增;但花粉悬浮液稀释倍数对果实硬度影响不显著。除稀释 800 倍处理外,其他稀释倍数处理的坐果率均在 80% 以上。(3)无论是采后还是达到可食状态的猕猴桃果实,随着花授粉时间推迟,猕猴桃果实纵径、横径和侧径均呈下降趋势,单果质量和可溶性固形物含量总体减少;但授粉时间对果实硬度影响不显著。除花后 2 d 授粉处理外,其余授粉时间处理的坐果率均在 95% 以上。(4)单果种子数与果实质量之间呈显著线性相关,果实内种子越多,果实越重。【结论】对‘米良 1 号’品种猕猴桃,建议花粉悬浮液稀释倍数在 200~400 倍,在雌花开放后 0~2 d,且雌花开放数在 75% 以上进行授粉效果最好。

【关键词】 猕猴桃;授粉;果实发育

【中图分类号】 S663.401

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2018)02-0065-08

Effects of pollination on kiwifruit development and seed number

YAN Yongqi, CHEN Cheng, LIU Jixiang, WAN Chunyan, JIANG Shuiping

(Zhenjiang Institute of Agricultural Sciences of Jiangsu Hilly Area, Jurong, Jiangsu 212400, China)

Abstract: 【Objective】 Effect of pollination concentration and time on size, quality and fruit setting of kiwifruit ‘Miliang-1’ were analyzed. 【Method】 Longitudinal diameter, transverse diameter and lateral diameter of ‘Miliang-1’ kiwifruit were tested under different pollen suspension dilution times (200, 400, 800 and 1 200 times) and different pollination dates (0, 1, 2, 3, 4 days after flower opening). Quality indexes (including fruit weight, soluble solid content, fruit firmness and seed number per fruit) and fruit setting ratio were also tested. Development pattern of kiwifruit was studied and flowering frequencies of ‘Miliang-1’, ‘Xuxiang’ and ‘Jinkui’ were compared to find out the relationship of seed number per fruit with weight of single fruit and pollen suspension dilution times. 【Result】 (1) In the early period of fruit development, kiwifruit expanded rapidly, while longitudinal diameter, transverse diameter and lateral diameter of ‘Miliang-1’ kiwifruit increased slowly in the late stage. Female flowers opening times of the three kiwifruit

【收稿日期】 2016-12-05

【基金项目】 江苏省农业科技自主创新项目“优质猕猴桃品种的引选及配套栽培技术研究”(CX(14)2019)

【作者简介】 阎永齐(1963—),男,江苏句容人,副研究员,主要从事葡萄、桃、猕猴桃等果树栽培技术研究。

E-mail: zjnks17yyq@126.com

varieties were 4—5 days. ‘Miliang-1’ was the first, followed by ‘Xuxiang’ and ‘Jinkui’. (2) Either when fruits were picked or after ripening, with the increase of pollen suspension dilution time, longitudinal diameter, transverse diameter, lateral diameter of ‘Miliang-1’ kiwifruit had a downward trend, fruit weight decreased and soluble solids contents increased firstly and then decreased in generally. However, pollen suspension dilution time had no significant effects on fruit firmness. Except 800 dilution times, fruit setting rate of all other treatments were above 80%. (3) Either when fruits were picked or after ripening, with the delay of pollination date, longitudinal diameter, transverse diameter and lateral diameter of ‘Miliang-1’ kiwifruit had a downward trend, fruit weight and soluble solids contents decreased in general. While pollination date had no significant effects on fruit firmness. Except pollination 2 days after flower opening, fruit setting rate of all other treatments were above 95%. (4) There was a significant linear positive correlation between seed number per fruit and fruit weight. 【Conclusion】 This study suggests pollen suspension dilution times of 200 to 400 times, 0—2 days after female flowers opening, and when more than 75% female flowers have opened for kiwifruit variety ‘Miliang-1’.

Key words: kiwifruit; pollination; fruit development

猕猴桃 (*Actinidia deliciosa*) 是猕猴桃科猕猴桃属多年生藤本植物, 是 20 世纪人工驯化栽培野生果树最有成就的 4 种果实之一^[1]。猕猴桃风味独特, 富含维生素、膳食纤维、微量元素、多糖、黄酮、多酚^[2]; 其中维生素 C 含量远高于其他水果, 且在人体内的利用率高达 94%^[3-4], 因此被誉为“水果之王”。目前栽培的猕猴桃品种绝大多数属于雌雄异株, 授粉效果不佳, 因此直接影响了产量和品质。猕猴桃是风媒花, 能够借助风力授粉, 生产中雌雄株比例按(5~8):1 配置授粉树。增加授粉树虽有利于坐果及生产大果, 但影响单位面积产量; 同时, 猕猴桃花粉粒大, 在空气中飘浮的距离短, 因此依靠风力授粉的坐果率低^[5], 且畸形果严重^[6]。显然仅靠风力自然授粉无法达到生产需求, 因此人工辅助授粉就成了猕猴桃授粉的必然发展趋势。然而, 现阶段的研究主要集中在花粉配比^[7-9]、授粉方式^[10-11]及花粉贮藏性^[12-15]等方面, 有关如何高效利用花粉及花粉稀释比例对猕猴桃果实品质的影响等研究则鲜见报道。现有研究中, 粉末状花粉的稀释倍数多在 10 倍上下, 此比例对花粉的消耗量较大, 且粉末授粉用工量也大^[10-11]; 还有研究是配制花粉悬浮液后进行稀释, 并探明了各稀释花粉浓度的花粉粒数及花粉发芽率, 但有研究发现当粗制花粉添加量在 12% (质量分数) 以上时, 各稀释倍数的花粉悬浮液对果实品质的影响与对照无显著差异^[9]。因此, 研究不同授粉浓度对果实品质的影响显得尤为重要。

美味猕猴桃‘米良 1 号’ (*Actinidia deliciosa* cv. Miliang-1) 系吉首大学研究人员选育出的优株, 1989 年通过品系鉴定, 1995 年通过品种审定^[16-17]。

该优株结果品质好, 产量高; 适应性强, 进入结果期早; 抗逆性强; 果实耐贮性好^[18]。近年来江苏地区也陆续开展该品系猕猴桃的引种栽培工作, 多种植于宁镇扬丘陵山区和苏锡常丘陵山区^[19]。为了更好地服务当地种植猕猴桃农户, 提供合适的猕猴桃授粉方案, 笔者探究了花粉悬浮液稀释倍数及授粉时间对‘米良 1 号’猕猴桃果实发育及种子数的影响, 以期江苏地区猕猴桃的合理高效授粉和丰产优质栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 2014 年 4—11 月在江苏丘陵地区镇江农业科学研究所猕猴桃试验园进行。试验基地在句容市东部, 位于东经 119°12', 北纬 31°56'。该地属北亚热带中部气候区, 具有明显的季风特征, 四季分明, 热量充裕, 无霜期长, 雨水丰沛, 光照充足。年平均气温 15.2 °C, 日平均气温高于 10 °C 的作物生长期平均为 226 d, 总积温 4 859.6 °C, 无霜期 229 d。年降水量 1 058.8 mm, 7—9 月降水量占 47%。供试品种为‘米良 1 号’、‘徐香’及‘金魁’, 其砧木为野生美味猕猴桃实生苗, 株龄为 4 年, 栽培株行距为 2.8 m×3 m, 南北走向, 园内无雄株, 1 km 范围内无猕猴桃园。选择树冠大小及生长势基本一致的猕猴桃作为试验材料, 采用自然状态下花粉悬浮液喷雾授粉。

1.2 花粉悬浮液的配制及授粉

将 1 g 琼脂+50 g 蔗糖+0.1 g 硼酸加入大玻璃瓶中, 加纯净水定容至 200 mL, 放入微波炉加热,

待琼脂、蔗糖等融化后,再加入 1 800 mL 纯净水稀释,搅拌均匀,配制成 2 000 mL 悬浮液,阴凉处冷却至常温后待用。

花粉为上年自制美味猕猴桃‘陶木理’花粉(−20 ℃贮存)。使用前将其取出放 5 ℃冰箱中 48 h,再于常温放置 5~7 h 即可(花粉活力在 75%以上)。取 200 mL 悬浮液倒入纯净水瓶中,加入 1 g 纯花粉,拧紧瓶盖剧烈摇动,使花粉均匀分布于悬浮液中,即得稀释 200 倍的花粉悬浮液。稀释 400, 800, 1 200 倍的花粉悬浮液配制方法如上。为了区别授粉与否,在配制花粉悬浮液中加入适量染色剂(染色石松子),花朵授粉会有明显的染色标记;将此花粉悬浮液倒入 200~400 mL 的手动小喷壶中,对准正在开放的雌花中部的雌蕊柱头喷雾 1~2 次,以柱头有花粉悬浮液露珠为宜,即已完成雌蕊的授粉。花粉悬浮液随配随用。

(1)不同花粉悬浮液稀释倍数对猕猴桃果实的影响。在‘米良 1 号’猕猴桃雌花开放当天,随机选取果实进行标记,分别用上述配制好的不同稀释倍数(200,400,800,1 200 倍)的花粉悬浮液进行授粉,授完粉后套袋;每个处理授粉个数不低于 30 个。坐果后摘袋,统计坐果数并计算坐果率,坐果率=坐果数/授粉雌蕊数×100%。

(2)不同授粉时间对猕猴桃果实的影响。‘米良 1 号’猕猴桃雌花开放后,每天随机选取不低于 20 朵花进行标记,用花粉悬浮液稀释倍数为 200 倍的花粉分别于花后 0,1,2,3,4 d 进行授粉,授完粉后套袋。坐果后摘袋,统计坐果数并计算坐果率。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 开花频度 选定结果枝均匀的 1 m² 架面,分别对‘米良 1 号’、‘徐香’、‘金魁’的开花频度进行调查。调查方法是在开花期每天对当日开放的花朵进行统计,终花后计算开花频度,开花频度=每天花朵开放数/总花朵数×100%。

1.3.2 果实大小 随机选取 10 个果实挂牌标记,于果实采收及达可食状态时,用游标卡尺测量其纵径、横径、侧径。

1.3.3 单果质量 于果实采收及达可食状态时,用电子天平称量单果质量。

1.3.4 果实品质 于果实采收及达可食状态时,测定果实的品质,其中果实硬度使用数显式水果硬度计(GY-4,浙江托普)测定;可溶性固形物含量用手持糖度折光仪(PAL-1, ATAGO, Japan)测定。果实软熟后逐个剖开,剔除瘪子,统计每个果实的种子数,3 次重复。

1.4 数据处理

采用 Excel 2007 软件进行数据整理,用 SPSS 11.1 分析软件进行差异显著性检验,用 Duncan’s 进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 猕猴桃果实发育模式及雌花开放频度

鉴于不同品种猕猴桃的果实发育模式一致,故本研究仅以稀释 200 倍的花粉悬浮液授粉的‘米良 1 号’为例进行分析,结果见图 1。

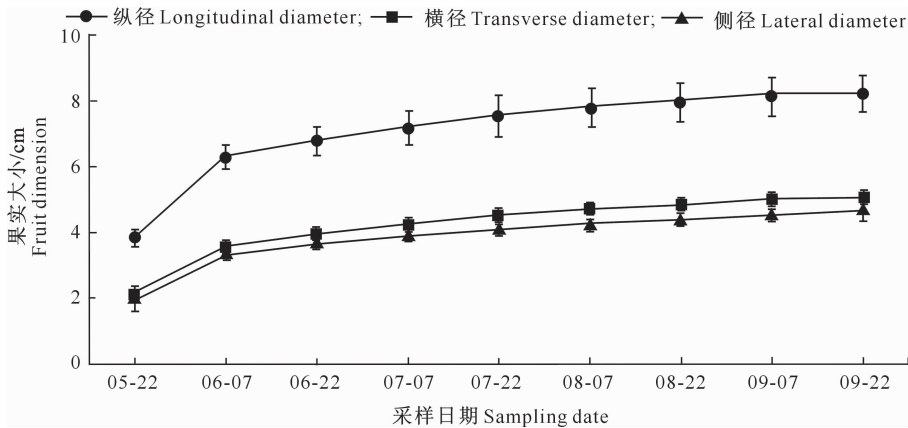


图 1 ‘米良 1 号’的果实发育动态

Fig.1 Developmental pattern of ‘Miliang-1’ kiwifruit

从图 1 可以看出,在果实发育过程中,‘米良 1 号’授粉后即进入快速生长期,从 5 月 22 日到 6 月 7 日,果实迅速膨大;从 6 月初直到 9 月下旬采收,果

实纵径、横径、侧径都呈现缓慢增长的趋势。

从图 2 可以看出,‘米良 1 号’雌花开放时间从 4 月 29 日始到 5 月 3 日止;集中开放时间为 4 月 30

日到 5 月 2 日,其间开放的雌花数占总花数的 86.11%。‘徐香’雌花开放时间从 4 月 30 日始到 5 月 3 日止,主要集中在前 2 d 开放,其间开放的雌花数占总花数的 87.41%。‘金魁’雌花开放时间从 5

月 1 日始到 5 月 6 日止,但 5 月 2 日到 5 月 5 日期间雌花开放数相对均匀,4 d 内开放的雌花数占总花数的 94.05%。

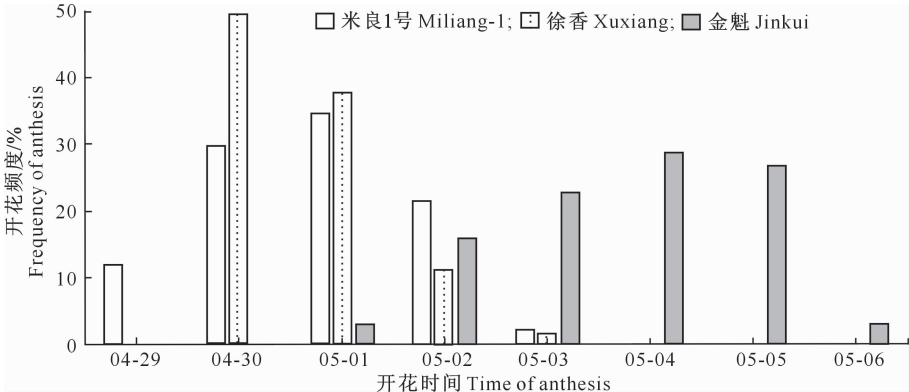


图 2 ‘米良 1 号’、‘徐香’和‘金魁’雌花的开放频度

Fig. 2 Female flowers opening frequency of ‘Miliang-1’, ‘Xuxiang’ and ‘Jinkui’

2.2 花粉悬浮液稀释倍数对猕猴桃果实大小、品质及坐果率的影响

从表 1 可以看出,随着花粉悬浮液稀释倍数从 200 倍增加到 800 倍,猕猴桃果实纵径、横径、侧径

均呈现下降趋势,果实越来越小,单果质量不断下降。花粉悬浮液稀释 800 和 1 200 倍处理猕猴桃果实大小和单果质量无显著差异。

表 1 不同花粉悬浮液稀释倍数对采收时猕猴桃果实大小和质量的影响

Table 1 Impacts of pollen suspension dilution times on kiwifruit size and weight at harvest

花粉悬浮液稀释倍数 Pollen suspension dilution times	果实大小/cm Fruit dimension			单果质量/g Fruit weight
	纵径 Longitudinal diameter	横径 Transverse diameter	侧径 Lateral diameter	
200	8.93±0.23 Aa	5.36±0.15 Aa	4.63±0.07 Aa	128.70±9.19 Aa
400	8.23±0.28 Ab	5.08±0.17 ABab	4.57±0.04 Aa	109.15±9.78 Ab
800	6.68±0.48 Bc	4.85±0.12 Bbc	4.22±0.08 Bb	76.99±9.42 Bc
1 200	6.77±0.35 Bc	4.69±0.23 Bc	4.24±0.21 Bb	79.23±11.24 Bc

注:表中数据为“平均值±标准差”,同列数据后标不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下表同。

Note;Data are presented as “means±SD”,and followed by different big letters indicated extremely significant difference at $P<0.01$ level respectively,while small letters indicated significant difference at $P<0.05$ level respectively. The same below.

从表 2 可以看出,花粉悬浮液稀释倍数对采收时的果实硬度影响不大,各处理之间差异不显著。花粉悬浮液稀释 200 倍处理猕猴桃果实可溶性固形

物含量极显著高于稀释 400 倍处理。花粉悬浮液稀释 800 倍时,花朵坐果率较低,仅有 61.80%;其他稀释倍数的花朵坐果率都较高,在 80%以上。

表 2 不同花粉悬浮液稀释倍数对采收时猕猴桃果实品质和坐果率的影响

Table 2 Impacts of pollen suspension dilution times on kiwifruit quality and fruit setting at harvest

花粉悬浮液稀释倍数 Pollen suspension dilution times	果实硬度/ (kg·cm ⁻²) Fruit firmness	可溶性固形物含量/% Soluble solid content	授粉雌蕊数 Pollination number	坐果数 Number of fruit setting	坐果率/% Percentage of fruit setting
200	11.79±0.63 Aa	7.00±0.00 Aa	35	29	82.90
400	12.01±1.05 Aa	6.33±0.23 Bb	30	28	93.30
800	11.32±0.36 Aa	6.80±0.35 ABa	34	21	61.80
1 200	12.52±2.17 Aa	6.37±0.15 ABb	32	26	81.25

花粉悬浮液稀释倍数对达到可食状态猕猴桃果

实大小和质量的影响见表 3。

表 3 花粉悬浮液稀释倍数对达到可食状态猕猴桃果实大小和质量的影响

Table 3 Impacts of different pollination concentrations on kiwifruit size and weight after ripening

花粉悬浮液稀释倍数 Pollen suspension dilution times	果实大小/cm			单果质量/g Fruit weight
	纵径 Longitudinal diameter	横径 Transverse diameter	侧径 Lateral diameter	
200	8.69±0.14 Aa	5.10±0.18 Aa	4.57±0.02 Aa	118.19±7.92 Aa
400	8.02±0.51 Aa	4.97±0.18 Aab	4.48±0.15 Aab	103.21±14.94 ABa
800	6.60±0.46 Bb	4.70±0.24 Aab	4.17±0.10 Abc	73.17±12.09 Bb
1 200	6.69±0.48 Bb	4.58±0.32 Ab	4.13±0.27 Ac	73.67±16.14 Bb

从表 3 可以看出,达到可食状态后,随着花粉悬浮液稀释倍数的增加,果实纵径、横径、侧径总体呈现下降的趋势,其中果实纵径的差异达到极显著水平,而横径和侧径的差异也达到显著水平;单果质量总体也呈现下降趋势。

从表 4 可以看出,与采收时相似,花粉悬浮液稀释倍数对达可食状态果实硬度影响不大,各处理之

间差异不显著。花粉悬浮液稀释 200 倍处理果实可溶性固形物含量显著高于稀释 400 倍和 800 倍处理,但与稀释 1 200 倍处理差异不显著。花粉悬浮液稀释倍数从 200 倍增加到 800 倍时,单果种子数减少;花粉悬浮液稀释 1 200 倍处理时,单果种子数较稀释 800 倍处理有所增加,但二者差异不显著。

表 4 花粉悬浮液稀释倍数对达到可食状态猕猴桃果实品质和种子数的影响

Table 4 Impacts of different pollination concentrations on kiwifruit quality and seed number after ripening

花粉悬浮液稀释倍数 Pollen suspension dilution times	果实硬度/(kg·cm ⁻²) Fruit firmness	可溶性固形物含量/% Soluble solid content	单果种子数 Seed number per fruit
200	0.92±0.37 Aa	17.58±0.63 Aa	779.07±325.85 Aa
400	0.74±0.28 Aa	16.36±0.08 Ab	365.80±83.98 ABb
800	1.15±0.20 Aa	16.57±0.47 Ab	162.93±64.72 Bb
1 200	0.68±0.32 Aa	17.39±0.24 Aa	209.40±59.55 Bb

2.3 授粉时间对猕猴桃果实大小、品质及坐果率的影响

从表 5 可以看出,雌花开放后,随着授粉时间推迟,除花后 1 d 授粉之外,其他授粉时间猕猴桃果实

纵径、侧径、单果质量总体均呈现下降趋势。花后 1 d 授粉的果实横径略低于花后 0 d 授粉果实,但花后 2 d 授粉果实横径又增加到与花后 0 d 授粉果实相当的水平,之后呈现下降趋势。

表 5 授粉时间对采收时猕猴桃果实大小和质量的影响

Table 5 Impacts of different pollination dates on kiwifruit size and weight at harvest

授粉时间 Pollination date	果实大小/cm Furit dimension			单果质量/g Fruit weight
	纵径 Longitudinal diameter	横径 Transverse diameter	侧径 Lateral diameter	
花后 0 d 0 d after flower opening	8.49±0.06 Aa	5.04±0.08 ABab	4.57±0.12 Aa	117.95±1.36 Aa
花后 1 d 1 d after flower opening	7.38±0.25 Cd	4.93±0.14 BCbc	4.35±0.04 BCbc	93.90±6.15 Ccd
花后 2 d 2 d after flower opening	7.94±0.17 Bbc	5.15±0.02 Aa	4.44±0.06 ABb	108.31±3.42 Bb
花后 3 d 3 d after flower opening	7.99±0.08 Bb	4.89±0.05 BCcd	4.27±0.04 BCc	98.55±0.76 Cc
花后 4 d 4 d after flower opening	7.70±0.08 BCc	4.78±0.03 Cd	4.23±0.02 Cc	91.56±0.73 Cd

从表 6 可以看出,除花后 1 d 授粉果实硬度较小外,其他授粉时间果实硬度无显著差异。而花后 0 d 授粉果实采收时可溶性固形物含量显著高于花后 2,3 d 授粉。花后 0 和 1 d 授粉果实采收时可溶性固形物含量可以达到 8.6% 以上,其余处理果实均在 7.5% 以下。除花后 2 d 授粉坐果率为 85% 外,其余时间授粉坐果率都在 95% 以上。

从表 7 可以看出,在达到可食状态后,猕猴桃果实纵径、横径、侧径均未发生明显改变,单果质量差

异较小。

从表 8 可以看出,达到可食状态后,果实硬度总体约在 1 kg/cm²,各个时间点授粉的猕猴桃果实硬度差异不显著。与采收时相比,达可食状态后果实可溶性固形物含量大幅度上升,在 17% 左右,其中花后 1 d 授粉果实可溶性固形物含量最高,达到 17.83%。除花后 1 d 授粉果实外,果实的单果种子数随授粉时间的推迟呈下降趋势,其中花后 4 d 授粉果实的单果种子数降至 700 粒以下。

表 6 授粉时间对采收时猕猴桃果实大小和质量的影响

Table 6 Impacts of different pollination dates on kiwifruit quality and fruit setting at harvest

授粉时间 Pollination date	果实硬度/ (kg·cm ⁻²) Fruit firmness	可溶性固形物含量/% Soluble solid content	授粉雌蕊数 Pollination number	坐果数 Number of fruit setting	坐果率/% Percentage of fruit setting
花后 0 d 0 d after flower opening	10.39±2.14 Aab	9.20±0.61 Aa	22	22	100
花后 1 d 1 d after flower opening	8.05±0.51 Ab	8.63±2.05 Aab	20	19	95
花后 2 d 2 d after flower opening	11.12±1.56 Aa	6.90±0.30 Ab	20	17	85
花后 3 d 3 d after flower opening	10.83±0.70 Aab	7.00±0.20 Ab	22	22	100
花后 4 d 4 d after flower opening	10.95±1.84 Aa	7.40±0.53 Aab	20	19	95

表 7 达到可食状态后不同授粉时间对猕猴桃果实大小和质量的影响

Table 7 Impacts of different pollination times on kiwifruit size and weight after ripening

授粉时间 Pollination date	果实大小/cm Fruit dimension			单果质量/g Fruit weight
	纵径 Longitudinal diamete	横径 Transverse diameter	侧径 Lateral diameter	
花后 0 d 0 d after flower opening	8.49±0.21 Aa	4.97±0.16 Aab	4.49±0.08 Aa	116.20±5.78 Aa
花后 1 d 1 d after flower opening	7.45±0.21 Bb	4.89±0.07 Aab	4.26±0.07 Ab	92.09±3.62 Ab
花后 2 d 2 d after flower opening	7.93±0.46 ABb	5.11±0.36 Aa	4.40±0.12 Aab	106.39±17.90 Aab
花后 3 d 3 d after flower opening	7.81±0.31 ABb	4.81±0.09 Aab	4.27±0.15 Ab	95.34±8.73 Ab
花后 4 d 4 d after flower opening	7.53±0.15 Bb	4.67±0.12 Ab	4.19±0.09 Ab	88.38±5.46 Ab

表 8 达到可食状态后不同授粉时间对猕猴桃果实品质和种子数的影响

Table 8 Impacts of different pollination times on kiwifruit quality and seed number after ripening

授粉时间 Pollination date	果实硬度/(kg·cm ⁻²) Fruit firmness	可溶性固形物含量/% Soluble solid content	单果种子数 Seed number per fruit
花后 0 d 0 d after flower opening	1.04±0.16 Aa	17.64±0.66 Aab	815.11±42.40 Aa
花后 1 d 1 d after flower opening	1.00±0.18 Aa	17.83±0.37 Aa	559.56±31.76 Bc
花后 2 d 2 d after flower opening	0.98±0.38 Aa	17.29±0.22 Aab	784.44±139.88 Aa
花后 3 d 3 d after flower opening	0.92±0.11 Aa	17.23±0.48 Aab	729.78±29.03 ABab
花后 4 d 4 d after flower opening	0.85±0.20 Aa	16.91±0.39 Ab	652.67±12.53 ABbc

2.4 猕猴桃单果质量与种子数的关系

线性回归分析发现,单果种子数(x)与单果质量(y)间呈显著直线正相关(图 3),线性回归方程为 $y=0.085x+29.55$,相关系数 $R^2=0.871$ 。说明果实内的种子越多,果实越重。

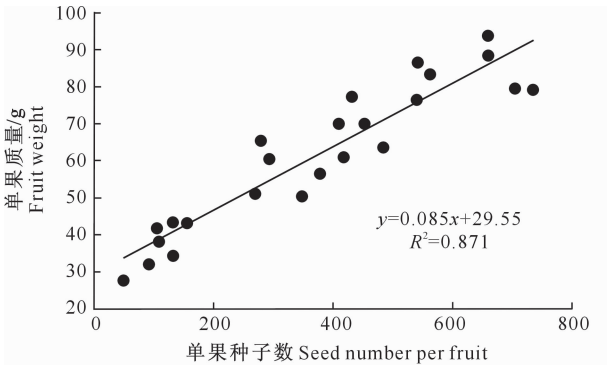


图 3 猕猴桃单果种子数与单果质量的关系

Fig.3 Relationship between the seed number per fruit and the weight of single fruit

为了进一步研究花粉悬浮液稀释倍数(y)与单果种子数(x)的关系,对二者关系进行回归分析,得

2.5 花粉悬浮液稀释倍数与猕猴桃果实种子数的关系

猕猴桃单果种子数与花粉悬浮液稀释倍数的关系见图 4。

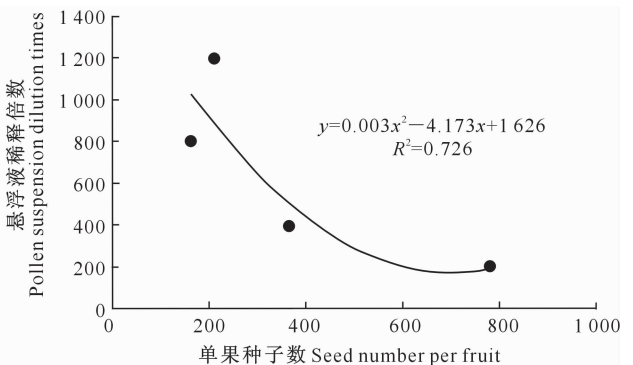


图 4 猕猴桃单果种子数与花粉悬浮液稀释倍数的关系

Fig.4 Relationship between the seed number per fruit and pollen suspension dilution times

到的回归方程为 $y=0.003x^2-4.173x+1626$,相关系数 $R^2=0.726$ (图 4)。可见在一定范围内,花粉

悬浮液稀释倍数越大,单果种子数就越少,果实越轻。

3 讨论

仅依靠天然授粉猕猴桃很难达到优质高产,虽然 Sakellariou 等^[20]报道猕猴桃‘Tsechelides’具有自花结实能力,但坐果率普遍较低,最高坐果率平均也仅有 37%。因此,人工授粉是提高猕猴桃坐果率、减少畸形果的最有效手段^[5-6]。同时,猕猴桃授粉过程中存在“过度授粉效应”^[11]。因此,掌握精确的授粉模式、提高授粉效率,对提高果实品质、降低人工成本显得尤为关键。本研究发现,对于‘米良 1 号’猕猴桃,当花粉悬浮液稀释倍数不断增大时,其对果实大小影响较大的主要是果实纵径,而对果实横径、侧径影响相对较小。此外,花粉悬浮液稀释倍数越大,果实单果质量降幅越明显;花粉悬浮液稀释倍数达 400 倍时,单果质量显著降低;但当稀释倍数为 800 和 1 200 倍时,单果质量极显著降低,均低于 80 g,不能满足生产要求。陈建业等^[9]对‘豫猕猴桃 2 号’的研究发现,当花粉悬浮液浓度降到 4%时,单果质量只有 93.2 g,显著低于其他处理,同时单果种子数也显著降低。在本研究中,花粉悬浮液稀释倍数为 200 倍时的单果种子数显著高于其他处理。安成立等^[21]研究发现,当授粉柱头 ≥ 17 个时,不论坐果率、单果质量、果形指数还是单果种子数都与对照无明显差异,表明授粉柱头只须达到 17,即全部柱头的 26%时,授粉即能达到充分授粉的目的,而不必使用更多的花粉。这可能解释了在本试验中花粉悬浮液稀释倍数为 1 200 倍时坐果率仍较高的原因。

猕猴桃花期与当年的气候有着密切的关系,准确掌握猕猴桃的开花频度才能及时进行授粉,确保授粉时间的准确。猕猴桃雌花的花柱从花开后 4~5 d 开始老化,受精能力可维持到花开放后 8 d^[1]。尽管本试验中‘米良 1 号’雌花开放后授粉时间最长只有 5 d,但结果表明,雌花开放时间超过 2 d 后,授粉效果不佳,达可食状态时,单果质量明显下降,可溶性固形物含量也明显降低,因此应尽可能在雌花开放后第 0~2 天完成授粉,以保证果实品质优良。采收时,随着授粉时间的推迟,果实硬度有所增大,这可能与果实的成熟度有关;达到可食状态后,果实硬度则无明显变化。此外,本研究还发现,花后 4 d 授粉时,坐果率依然可以达到 95%,表明在花后柱头有活力的时间范围内,坐果率可能并不受授粉时

间的影响。

猕猴桃果实的大小,不仅与其品种特性有关,而且与果实内种子数量也有关系,而种子数量又由授粉的充分程度所决定。一般认为,授粉效果影响果实种子数量,从而影响果实大小^[22]。本试验中,不同处理下猕猴桃单果质量与种子数呈显著线性相关。这一结论在刘晓峰等^[10]、陈建业等^[9]的研究中也得到了验证。而郭晓成^[7]也报道,对猕猴桃而言,种子数量与果实大小成正比,种子越多,果实越大,风味越好。

综上所述,为了使猕猴桃果实单果质量达到理想值,使可溶性固形物含量高,果实风味较好,同时兼顾授粉成本,建议花粉悬浮液的稀释倍数在 200~400 倍,在雌花开放后 0~2 d,且雌花开放数达 75%以上时进行授粉效果最好。

[参考文献]

- [1] Warrington I J, Weston G C. Kiwifruit science and management [M]. Auckland: Ray Richards Publisher, 1990.
- [2] 潘春华. 维 C 之王: 猕猴桃 [J]. 绿化与生活, 2012(3): 52.
Pan C H. The king of vitamin C: kiwifruit [J]. Green and Life, 2012(3): 52.
- [3] 陈招弟, 陈义挺, 陈 婷, 等. 猕猴桃的主要功能成份及其开发利用 [J]. 热带农业科学, 2014, 34(8): 104-108, 113.
Chen Z D, Chen Y T, Chen T, et al. Functional ingredients and exploitation of kiwifruit [J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2014, 34(8): 104-108, 113.
- [4] Latocha P, Jankowski P, Radzanowska J. Genotypic difference in postharvest characteristics of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrids), as a new commercial crop: sensory profiling and physicochemical differences [J]. Food Research International, 2011, 44(7): 1936-1945.
- [5] 安成立, 刘占德, 姚春潮, 等. 风媒对猕猴桃授粉作用的研究 [J]. 北方园艺, 2013(19): 30-33.
An C L, Liu Z D, Yao C C, et al. Study on the influence of anemophily on kiwifruit pollination [J]. Northern Horticulture, 2013(19): 30-33.
- [6] 李晓峰. 蜜蜂为猕猴桃授粉效果初报 [J]. 养蜂科技, 2002(3): 4-5.
Li X F. Preliminary study of the effect of bees pollination on kiwifruit [J]. Apicultural Science and Technology, 2002(3): 4-5.
- [7] 郭晓成. 猕猴桃溶液授粉技术 [J]. 山西果树, 2007(1): 16-17.
Guo X C. Solution pollination technology of kiwifruit [J]. Shanxi Fruits, 2007(1): 16-17.
- [8] 叶开玉, 蒋桥生, 龚弘娟, 等. 不同授粉方式对红阳猕猴桃坐果率和果实品质的影响 [J]. 江苏农业科学, 2014, 42(8): 165-166.
Ye K Y, Jiang Q S, Gong H J, et al. The effects of different pollination methods on fruit setting and quality of Hongyang ki-

wifruit [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2014, 42(8): 165-166.

[9] 陈建业,李占红,宁玉霞. 猕猴桃液体授粉花粉液制备技术研究 [J]. 中国农学通报, 2015, 31(7): 86-90.

Chen J Y, Li Z H, Ning Y X. Study on the preparation technology of pollen suspension liquid for spray pollination of *Actinidia chinensis* [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2015, 31(7): 86-90.

[10] 刘旭峰,姚春潮,龙周侠,等. 猕猴桃人工授粉技术研究 [J]. 西北农业学报, 2002, 11(3): 91-93, 108.

Liu X F, Yao C C, Long Z X, et al. Study on artificial pollination technique of kiwifruit [J]. Acta Agriculturae Boreali-Ocidentalis Sinica, 2002, 11(3): 91-93, 108.

[11] 舒巧云,刘珠琴,章建红,等. 不同授粉器对猕猴桃授粉效果的影响 [J]. 浙江农业科学, 2015, 56(9): 1416-1417.

Shu Q Y, Liu Z Q, Zhang J H, et al. The influence of different pollinator on kiwifruit [J]. Journal of Zhejiang Agricultural Science, 2015, 56(9): 1416-1417.

[12] 陈延惠,李洪涛,朱道圩,等. 猕猴桃花粉活力及其贮藏性的研究 [J]. 河南农业大学学报, 1996, 30(2): 175-177.

Chen Y H, Li H T, Zhu D Y, et al. A study on the viability and storage time of the pollen for *Actinidia* [J]. Journal of Henan Agricultural University, 1996, 30(2): 175-177.

[13] 姚春潮,龙周侠,刘旭峰,等. 不同干燥及贮藏方法对猕猴桃花粉活力的影响 [J]. 北方园艺, 2010(20): 37-39.

Yao C C, Long Z X, Liu X F, et al. Effects of different dryness and storage methods on pollen viability in *Actinidia deliciosa* [J]. Northern Horticulture, 2010(20): 37-39.

[14] 金 宏,惠 伟. 猕猴桃花粉耐性和花粉与柱头亲和力的研究 [J]. 陕西农业科学, 2013(6): 74-76.

Jin H, Hui W. The study of kiwifruit pollen patience and affinity with stigma [J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2013(6): 74-76.

[15] 舒巧云,焦 云,刘珠琴,等. 不同贮藏温度对猕猴桃花粉活力的影响 [J]. 宁波农业科技, 2015(4): 9-10.

Shu Q Y, Jiao Y, Liu Z Q, et al. The influence of different storage temperature on the kiwi pollen viability [J]. Ningbo Agricultural Science and Technology, 2015(4): 9-10.

[16] 向小奇,石泽亮,陈 军. 米良 1 号猕猴桃高产优质栽培技术 [J]. 果树科学, 1997, 14(3): 207-208.

Xiang X Q, Shi Z L, Chen J. Cultural techniques of high yield and quality in Miliang-1 kiwifruit [J]. Journal of Fruit Science, 1997, 14(3): 207-208.

[17] 顾 霞,陈庆红,张 蕾. “米良 1 号”等猕猴桃在武汉的引种评价 [J]. 中国南方果树, 2013, 42(6): 76-78, 84.

Gu X, Chen Q H, Zhang L. The evaluation of “Miliang-1” kiwifruit introduction into Wuhan [J]. South China Fruits, 2013, 42(6): 76-78, 84.

[18] 石泽亮,裴昌俊,刘 泓. 美味猕猴桃新品系: “米良 1 号” [J]. 果树科学, 1992, 9(4): 243-245.

Shi Z L, Pei C J, Liu H. New strains of *Actinidia deliciosa*: “Miliang-1” [J]. Journal of Fruit Science, 1992, 9(4): 243-245.

[19] 阎永齐,刘 磊,刘吉祥,等. 中华猕猴桃叶果营养元素动态及其相关性 [J]. 果树学报, 2016, 33(3): 307-313.

Yan Y Q, Liu L, Liu J X, et al. Dynamics of mineral elements in leaf and fruit of *actinidia chinensis* and correlation analysis [J]. Journal of Fruit Science, 2016, 33(3): 307-313.

[20] Sakellariou M A, Mavromatis A G, Adimargono S, et al. Agrogenomic, cytogenetic and molecular studies on hermaphroditism and self-compatibility in the Greek kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) cultivar ‘Tsechelidis’ [J]. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 2016, 91(1): 2-13.

[21] 安成立,刘占德,姚春潮,等. 美味猕猴桃控制授粉对果实及种子影响的研究 [J]. 种子, 2016, 35(1): 72-73, 76.

An C L, Liu Z D, Yao C C, et al. Study on the control effect of kiwifruit pollination on fruit and seed [J]. Seed, 2016, 35(1): 72-73, 76.

[22] 陈学选,蒋桂华,谢 鸣,等. 猕猴桃种子对果实大小及品质的影响 [J]. 浙江农业科学, 1990(5): 243-245.

Chen X X, Jiang G H, Xie M, et al. The influence of kiwifruit seed on fruit size and quality [J]. Journal of Zhejiang Agricultural Science, 1990(5): 243-245.