



于瀛龙,贺兴江,李应,等.蜜蜂授粉对贵长猕猴桃产量和外观性状的影响[J].黑龙江农业科学,2021(11):44-47.

蜜蜂授粉对贵长猕猴桃产量和外观性状的影响

于瀛龙¹,贺兴江¹,李应¹,林黎²,韦小平¹

(1. 贵州省农业科学院 现代农业发展研究所,贵州 贵阳 550006;2. 中国海洋大学 水产学院,山东 青岛 266100)

摘要:为促进猕猴桃产量的提升,进一步加快产业发展,以贵长猕猴桃为试验材料,利用蜜蜂与人工两种方法对其授粉,测定不同授粉方式对生产指标、果实形态和果实品质的影响。结果表明:相比优化后的人工授粉方式,东方蜜蜂授粉显著提高了贵长猕猴桃的坐果率和结实率,显著增加了果实纵径,突出贵长猕猴桃长圆柱状的果形特点;在果实品质上,东方蜜蜂授粉后猕猴桃可滴定酸含量显著提高。说明东方蜜蜂授粉对贵长猕猴桃产量上增效明显,能改善贵长猕猴桃外观,节省了授粉环节的人力投入。

关键词:人工授粉;蜜蜂授粉;贵长猕猴桃;果实形态;坐果率

猕猴桃是原产于中国的重要水果,营养价值和经济价值丰富。但在种植过程中,猕猴桃是雌雄异株,风媒授粉作用甚微,因此商业种植猕猴桃依赖于人工授粉或昆虫授粉才能实现高产^[1-2]。昆虫授粉是被主要猕猴桃产销国采用的高性价比授粉方式。在猕猴桃上,已开展壁蜂、熊蜂、西方蜜蜂授粉的研究与实践。利用壁蜂授粉能提高猕猴桃坐果率^[3],熊蜂授粉能提升坐果率、果实大小、果实重、果实产量、果实种子数^[4-5],西方蜜蜂授粉能提高坐果率、果实产量、果实重、果实种子数^[6-9]。相比于壁蜂、熊蜂,利用蜜蜂授粉能实现蜂群的持续利用,东方蜜蜂是亚洲地区的本土蜜蜂资源^[10-11],使用该蜂种授粉能兼顾猕猴桃的生产和蜂种资源的保护利用。现有研究显示东方蜜蜂授粉猕猴桃能够提高坐果率,对果实酸度、可溶性糖和VC含量等品质影响不大^[12-13],但缺乏专业统计分析,同时东方蜜蜂授粉对果实大小、单果重等生产指标的影响鲜见研究。

蜜蜂授粉虽然已逐步推广,但在认可度上存在困难。这主要是由于猕猴桃花几乎不流蜜,对蜜蜂缺乏吸引力,一些果农以蜜蜂授粉效果不好为理由转用人工授粉替代。同时人工授粉技术也在不断优化,为进行猕猴桃高效人工授粉,现有研

究已筛选出人工授粉的最适花粉比例、授粉天气、授粉时间、配合试剂等^[14-17]。而关于蜜蜂授粉和优化后人工授粉效果的比较研究还鲜见报道。因此本研究拟从生产指标、果实形态和果实品质3个方面,比较分析东方蜜蜂授粉与人工授粉贵州贵长猕猴桃的效果,旨在为猕猴桃授粉模式选择、猕猴桃增产提质上提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2018年在贵州省贵阳市修文县贵长猕猴桃种植区开展,共计选择4块样地,分别是合兴村1、合兴村2、蚂蟥田、洞箐,总面积0.15 km²,位于26°55′14″N,106°36′30″E,合兴村1和合兴村2开展蜜蜂授粉试验,蚂蟥田和洞箐开展人工授粉试验。

1.2 材料

人工授粉组的花粉购自陕西佰瑞猕猴桃研究有限公司(花粉萌发率63.6%);兰月牌植物生长调节剂(四川兰月公司,主要成分氯吡脲0.1%)。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 每个样地选择5棵四年生猕猴桃雌株,总计20棵雌株用于试验。所在样地的猕猴桃雄雌比是1:10,所选雌株均在雄株周围3 m范围内。猕猴桃果园的管理措施,包括浇灌、施肥、除草等保持一致。花粉与染色石松子粉按1:5比例混合,授粉当天现配现用,授粉方式采用电授粉器点花雌花。人工授粉开展3次,分别在初花期、盛花期、末花期。授粉在天气晴朗状况下进行。保证花期范围内的花朵均进行过人工授粉,人工授粉一次后的单花(通过染色判断)不进

收稿日期:2021-07-07

基金项目:贵州省省级科技计划项目(黔科合基础[2019]1453,黔科合支撑[2018]2283,黔科合支撑[2019]2294);财政部和农业农村部:国家现代农业产业技术体系资助(CARS-44-SYZ8)。

第一作者:于瀛龙(1989—),男,博士,助理研究员,从事蜜蜂生物学研究。E-mail:yuyinglong2012@163.com。

通信作者:韦小平(1977—),女,博士,研究员,从事蜜蜂授粉与蜜蜂生物学研究。E-mail:xiaopinggzaas@126.com。

行第二次重复授粉,即每朵花只进行一次人工授粉。氯吡脲具有保花保果、提高坐果率等作用,人工授粉操作中果农常使用氯吡脲以增进人工授粉效果,因此人工授粉组配合施用氯吡脲类生长调节剂,授粉后 20 d 使用兰月牌植物生长调节剂浸果 1 次,稀释浓度 1:130。

蜜蜂授粉组中,东方蜜蜂授粉蜂群于 2018 年 5 月 2 日初花期进场,5 月 15 日末花期撤离。蜂群群势 4 脾,蜂王产卵正常,摆放于试验的雌株下,每株 1 群。蜂群进行相应的诱导,初花期采集 30~50 朵雌花加入熬制好的 500 mL 糖水中,浸泡 2 h,配制成含有猕猴桃花朵气味的糖水。在猕猴桃整个花期,每天晚上给蜂群饲喂浸泡过猕猴桃雌花的糖水 150 mL。

1.3.2 测定项目及方法 坐果率、结实率和单果重作为生产指标。标记授粉花朵并记录数量。授粉后 14 d 记录坐果数,授粉后 120 d 记录可采果实数,并采摘全部标记果实用于单果重测定和其余指标测定。单果重用电子天平测定。

坐果率(%)=(坐果数/花朵数)×100

结实率(%)=(可采果实数/花朵数)×100

授粉后 120 d 采摘的果实用于果实形态指标测定。用游标卡尺测量果实的横径和纵径。

果形指数=纵径/横径

每棵植株上采集 5 个果实进行可溶性糖含量、可滴定酸、总酚、VC 和可溶性固形物含量测定,进行 3 次重复。可滴定酸按 ISO 750:1998 和国家标准 GB/T 12456—2008 方法测定。VC 含量采用国家标准 GB 5009.86—2016 中的 2,6-二氯酚酚滴定法测定。可溶性固形物根据行业标准 NY/T 2637—2014 使用手持式糖折射仪测定。可溶性糖含量用蒽酮比色法测定^[18]。总酚采用福林-酚法测定,总酚含量以每 100 g 样品中所含没食子酸当量表示^[19]。

1.3.3 数据分析 利用 SPSS 16.0 对坐果率、结实率进行 2×2 卡方分析,采用连续性矫正卡方的显著值,显著水平为 0.05。利用 SPSS 16.0 对果实纵径、横径、果形指数、单果重、可溶性糖、可滴定酸、总酚、VC、可溶性固形物含量进行独立样本 T 检验,采用双尾费舍尔检验精确概率,显著水平为 0.05。

2 结果与分析

2.1 不同授粉方式的猕猴桃生产指标比较

由图 1 可知,东方蜜蜂授粉猕猴桃的坐果率为

85.94%,显著高于人工授粉的坐果率(68.52%)。蜜蜂授粉结实率为 56.60%,显著高于人工授粉(29.67%)。而东方蜜蜂授粉猕猴桃单果重(77.258 g)与人工授粉猕猴桃单果重(78.465 g)差异不显著。

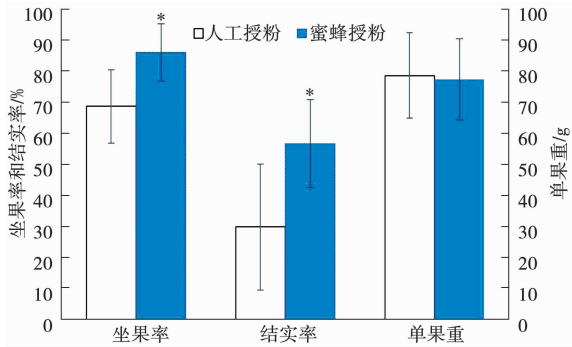


图 1 不同授粉方式对贵长猕猴桃产量指标的影响
注: * 表示经 2×2 卡方检验在 $P<0.05$ 水平差异显著。

2.2 不同授粉方式的果实形态差异

由图 2 可知,经过东方蜜蜂授粉后的猕猴桃平均纵径为 72.47 mm,显著大于人工授粉猕猴桃的平均纵径(70.45 mm)。蜜蜂授粉的果实平均横径(45.41 mm)与人工授粉组的平均横径(44.77 mm)差异不显著。果形指数上,蜜蜂授粉后的果形指数在 0.94~1.92,平均为 1.61,与人工授粉猕猴桃相比差异不显著(1.10~1.87,平均为 1.58)。

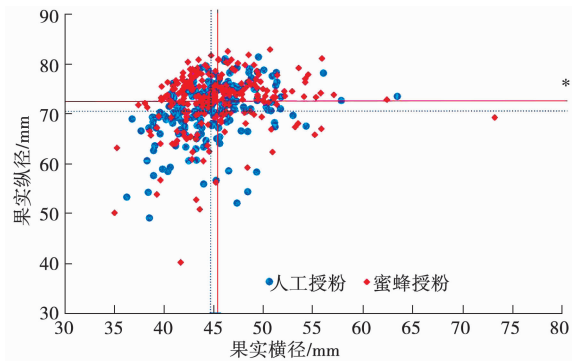


图 2 不同授粉方式对贵长猕猴桃果实形态的影响
注: * 表示经独立样本 T 检验在 $P<0.05$ 水平差异显著。虚线与实线分别代表人工授粉和蜜蜂授粉后相应果实尺寸的平均值。

2.3 不同授粉方式的果实品质差异

由表 1 可知,在 5 个果实品质指标中,蜜蜂授粉猕猴桃的可滴定酸含量($14.22 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)显著高于人工授粉的猕猴桃($12.35 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)。蜜蜂授粉组与人工授粉组的果实在可溶性糖、总酚、VC 和可溶性固形物含量上差异均不显著。

表 1 不同授粉方式对贵长猕猴桃果实品质的影响

授粉方式	可滴定酸含量/ (g·kg ⁻¹)	可溶性糖含量/ (g·100 g ⁻¹)	总酚/ (mg·100 g ⁻¹)	VC 含量/ (mg·100 g ⁻¹)	可溶性固形 物含量/%
蜜蜂授粉	14.22±1.66 [*]	11.99±1.32	432.22±73.77	132.04±41.70	14.4±0.4
人工授粉	12.35±1.85	13.04±3.22	387.50±61.64	133.80±15.75	14.7±1.5

注：* 表示 $P<0.05$ 水平差异显著。

3 讨论与结论

在其余的作物和水果中,如:油菜^[20]、向日葵^[21]、棉花^[22]、桃子^[23]、梨^[24]等,蜜蜂均能提高坐果率和结实率,这主要归结于蜜蜂与自然植物之间的高度协同进化,蜜蜂已经特异性进化出一些形态性状专门适合于授粉^[25],如:特异性的足、浓密且蓬松的体毛等。相比于其余作物,猕猴桃授粉的主要难点在于:一是猕猴桃花不流蜜,对蜜蜂缺乏吸引力^[6,26];二是国内猕猴桃种植雌雄比偏低,远达不到国外 1:4 左右的雌雄比。但是通过一定的诱导措施,能够实现东方蜜蜂授粉猕猴桃并获得高坐果率和结实率。人工授粉虽然在花粉比例、授粉工具、授粉次数、配合试剂上等进行了严格的把控和优化,但坐果率、结实率仍不及蜜蜂授粉。人工授粉猕猴桃的坐果率在不同的研究中存在较大差异(65%~90%),主要是人工授粉中干扰因素较多,授粉效果容易波动^[8,27]。

本研究中东方蜜蜂授粉的猕猴桃果实纵径显著大于人工授粉组,横径上二者没有差异。蜜蜂授粉能促进种子的形成,进而产生尺寸较大的果实,在番茄^[28-29]、枇杷^[30]和南瓜^[31]的研究中已得到证实。两种授粉方式的果实横径相似,这可能是人工授粉中配合使用氯吡脞等生长调节剂,氯吡脞具有促进果实生长,增加果实大小的功能^[32-33]。贵长猕猴桃最明显的外观特点是果实呈长圆柱形、纵径偏高,人工授粉和氯吡脞生长调节剂联用造成与蜜蜂授粉相似的果实横径和偏小的果实纵径,这弱化了贵长猕猴桃的外观特点、削弱了果品的卖点。

东方蜜蜂授粉的猕猴桃可滴定酸含量高,但其他品质上与人工授粉组差异不显著。氯吡脞被证实能够降低贵长猕猴桃的可滴定酸含量^[34],本研究的结果与此符合。氯吡脞具有提高猕猴桃可溶性固形物、VC 含量等的效果^[35-36],本研究中蜜蜂授粉的猕猴桃在这些指标上与使用氯吡脞的人工授粉组效果一致,说明蜜蜂授粉能够完全替代人工授粉,并减少生长调节剂的使用。

综上,东方蜜蜂授粉能提高猕猴桃的坐果率

与结实率,对产量提升效果巨大。优化后的人工授粉方式虽然在大部分指标上没有差异,但是影响了贵长猕猴桃的果形与酸度,且需要人力投入和授粉细节的严格把控。因此商业授粉猕猴桃仍然推荐蜜蜂授粉。

参考文献:

[1] 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.

[2] TESTOLIN R,VIZZOTIO G,COSTA G. Kiwifruit pollination by wind and insects in Italy[J]. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science,1992,19(4): 381-384.

[3] 李治菲,崔永莉,邓方贵,等. 德阳地区猕猴桃园壁蜂授粉应用技术探究[J]. 南方农业,2018,12(2): 27-30.

[4] NAYAK R K,RANA K,SHARMA H K,et al. Influence of bumble bee pollination on quantitative and qualitative parameters of kiwifruit[J]. Indian Journal of Horticulture, 2019,76(2): 294-299.

[5] POMEROY N,FISHER R M. Pollination of kiwifruit(*Actinidia deliciosa*) by bumble bees (*Bombus terrestris*): effects of bee density and patterns of flower visitation[J]. New Zealand Entomologist,2002,25(1): 41-49.

[6] GOODWIN R M,MCBRYDIE H M,TAYLOR M A. Wind and honey bee pollination of kiwifruit(*Actinidia chinensis* ‘HORT16A’) [J]. New Zealand Journal of Botany, 2013, 51(S1):229-240.

[7] HOWPAGEA D, SPOONER-HARTB R N, VITHAN-AGEC V. Influence of honey bee (*Apis mellifera*) on kiwifruit pollination and fruit quality under Australian conditions[J]. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science,2001,29(1): 51-59.

[8] SEZ A,NEGRI P,VIEL M,et al. Pollination efficiency of artificial and bee pollination practices in kiwifruit[J]. Scientia Horticulturae,2019,246: 1017-1021.

[9] VAISSIERE B E,COUSIN M,BOTELLA L,et al. Pollination effectiveness of honey bees (Hymenoptera, Apidae) in a kiwifruit orchard[J]. Journal of Economic Entomology, 1996,89(2): 453-461.

[10] HEPBURN H R,RADLOFF S E. Honeybees of Asia[M]. Berlin Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg,2001.

[11] OLDROYD B P,SIRIWAT W. Asian honey bees[M]. Cambridge: Harvard University Press,2006.

[12] 朱友民,周宗旺,毛江平,等. 猕猴桃蜜蜂授粉技术研究初报[J]. 中国南方果树,2003,32(2): 45-60.

[13] 黄康,丁向英. 蜜蜂为猕猴桃授粉增产效果的研究[J]. 畜牧兽医科技信息,2016(10): 34-35.

- [14] 阎永齐,陈成,刘吉祥,等.授粉对猕猴桃果实发育及种子数的影响[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2018,46(2):65-72.
- [15] 熊丙全.猕猴桃授粉方式筛选[J].北方园艺,2019(3):74-77.
- [16] 郭学雨,安成立,王逸珺,等.美味猕猴桃同日不同时间授粉效果研究[J].北方园艺,2016(11):34-37.
- [17] 焦云,舒巧云,赵秀花.不同授粉方式对猕猴桃果实品质的影响[J].浙江农业科学,2019(5):793-795.
- [18] 王宪泽.生物化学实验技术原理与方法[M].北京:中国农业出版社,2002.
- [19] 赵金梅,高贵田,薛敏,等.不同品种猕猴桃果实的品质及抗氧化活性[J].食品科学,2014,35(9):118-122.
- [20] OZ M,KARASU A,CAKMAK I,et al. Effect of honeybees pollination on seed setting,yield and quality characteristics of rapeseed(*Brassica napus oleifera*) [J]. Indian Journal of Agricultural Sciences,2008,78(8):680-683.
- [21] OZ M,KARASU A,CAKMAK I,et al. Effects of honeybee(*Apis mellifera*) pollination on seed set in hybrid sunflower(*Helianthus Annuus* L.) [J]. African Journal of Biotechnology,2009,8(6):1037-1043.
- [22] STEIN K,COULIBALY D,STENCHLY K,et al. Bee pollination increases yield quantity and quality of cash crops in Burkina Faso,West Africa[J]. Scientific Reports,2017,7(1):1-10.
- [23] GANGASARAN P L,MALL P,GARHWAL O P. Economic impact of extensive pollination through honey bee in peach orchard [J]. Indian Journal of Horticulture,2010,64(4):475-477.
- [24] STERNA R A,GOLDWAY M,ZISOVICH A H,et al. Sequential introduction of honeybee colonies increases cross-pollination, fruit-set and yield of ‘Spadona’ pear(*Pyrus communis* L.) [J]. Journal of Horticultural Science & Biotechnology,2004,79(4):652-658.
- [25] DADANT. The hive and the honey bee [M]. Hamilton, Illinois: Dadant & Sons,1979.
- [26] GOODWIN R M,STEVEN D. Behaviour of honey bees visiting kiwifruit flowers [J]. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science,1993,21(1):17-24.
- [27] MIARRO M,TWIZELL K W. Pollination services provided by wild insects to kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) [J]. Apidologie,2015,46(3):276-285.
- [28] HIKAWA M,MIYANAGA R. Effects of pollination by *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) on tomatoes in protected culture [J]. Applied Entomology and Zoology,2009,44(2):301-307.
- [29] STRANGE J P. *Bombus huntii*, *Bombus impatiens*, and *Bombus vosnesenskii* (Hymenoptera: Apidae) Pollinate Greenhouse-Grown Tomatoes in Western North America [J]. Journal of Economic Entomology,2015,108(3):873-879.
- [30] FREIHAT N M,AL-GHZAWI A A-M,ZAITOUN S,et al. Fruit set and quality of loquats (*Eriobotrya japonica*) as effected by pollinations under sub-humid Mediterranean [J]. Scientia Horticulturae,2008,117(1):58-62.
- [31] WATERS S A,TAYLOR B H. Effects of honey bee pollination on pumpkin fruit and seed yield [J]. Hortscience,2006,41(2):370-373.
- [32] CRUZ-CASTILLO J G,BALDICCHI A,FRIONI T,et al. Pre-anthesis CPPU low dosage application increases ‘Hayward’ kiwifruit weight without affecting the other qualitative and nutritional characteristics [J]. Food Chemistry,2014,158:224-228.
- [33] KIM J G,TAKAMI Y,MIZUGAMI T,et al. CPPU application on size and quality of hardy kiwifruit [J]. Scientia Horticulturae,2006,110(2):219-222.
- [34] 张承,王秋萍,吴小毛,等.氯吡啶对贵长猕猴桃果实氨基酸和香气成分的影响 [J]. 核农学报,2019,33(11):2186-2194.
- [35] 赵治兵,王金华,刘永玲,等.基于主成分分析法研究氯吡啶对猕猴桃品质的影响 [J]. 食品工业,2018,39(9):190-193.
- [36] 谭永中,赵琳,张恩广,等.不同浓度氯吡啶对红阳猕猴桃质量及其安全性的影响 [J]. 南方农业学报,2016,47(7):1176-1180.

Effects of Bee Pollination on Yield and Appearance Characters of Kiwifruit

YU Ying-long¹, HE Xing-jiang¹, LI Ying¹, LIN Li², WEI Xiao-ping¹

(1. Institute of Modern Agriculture Development, Guizhou Academy of Agricultural Sciences, Guiyang 550006, China; 2. Fisheries College, Ocean University of China, Qingdao 266100, China)

Abstract: In order to promote the yield of kiwifruit and further accelerate the industrial development, kiwifruit Guichang was used as experimental material, pollinated by bees and artificial methods, and the effects of different pollination methods on production indexes, fruit morphology and fruit quality were measured. The results showed that compared with the optimized artificial pollination method, Oriental bee pollination significantly improved the fruit setting rate and seed setting rate, significantly increased the longitudinal diameter of fruit, and highlighted the long cylindrical fruit shape of Guichang kiwifruit; In terms of fruit quality, the titratable acid content of kiwifruit increased significantly after pollination by Oriental bee. It showed that Oriental bee pollination could significantly increase the yield of kiwifruit, improve the appearance of kiwifruit and save human investment in pollination.

Keywords: artificial pollination; pollination by Oriental bee; Guichang kiwifruit; fruit shape; fruit setting rate