

doi:10.11937/bfyy.20170584

## 蜜蜂授粉对宁夏引黄灌区“富士”苹果坐果率及果实性状的影响

雷亚珍<sup>1</sup>, 顾 琴<sup>1</sup>, 李晓龙<sup>2</sup>, 窦云萍<sup>2</sup>, 贾永华<sup>2</sup>, 王春良<sup>2</sup>

(1. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏农林科学院, 宁夏 银川 750002)

**摘 要:**为探究蜜蜂授粉对宁夏引黄灌区“富士”苹果坐果率和果实性状的影响,于2015—2016年连续2年,在银川市河东生态园艺示范中心,研究了蜜蜂授粉、自然风媒授粉、自然虫媒授粉等不同授粉方式对“富士”苹果坐果率及果实性状的影响。结果表明:在整个生长季内,蜜蜂授粉、自然状态、自然风媒情况下的“富士”苹果生长动态均呈单‘S’型生长曲线。单一蜜蜂授粉的效果是自然风媒的2.39倍,是自然虫媒的1.83倍。蜜蜂授粉能显著提高苹果花序坐果率、花朵坐果率,增加种子数量,可以有效延长果实幼果期10~13 d,为果实生长发育前期(细胞分裂期)细胞数量的增加与积累争取了时间;蜜蜂授粉后,明显提高了“富士”苹果幼果的生长量和生长速度。蜜蜂授粉可以显著增粗增长果柄、增加可溶性固形物含量和单果质量,进而提高产量;并能提高苹果果实果形指数,降低果形偏斜率,从而显著改善了苹果果实的外观品质,最终有效提高了苹果果实的商品价值。

**关键词:**“富士”苹果;蜜蜂授粉;坐果率;果实发育;果实性状

**中图分类号:**S 661.105(243) **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)16-0037-06

宁夏引黄灌区是我国苹果适宜栽培区之一,也是宁夏苹果生产的主要区域,而“富士”苹果是宁夏栽培最广泛的果树品种,具有质优味美、晚熟耐贮等优点<sup>[1-2]</sup>。“富士”苹果属于异花授粉虫媒植物,在没有昆虫媒介授粉的情况下,多为自花不育,坐果率低,“富士”自交亲和率仅为2.2%<sup>[3]</sup>。在自然条件下苹果花期野生授粉昆虫数量本来就比较少,随着苹果生产专业化、经营专业化、标准化、规模化水平进一步提升,果园内大量使用农药、化肥,破坏了自然界传粉昆虫的栖息地,更加

减少了野生昆虫种类和数量,致使大面积果园内授粉昆虫不足,不能满足苹果授粉需要,直接导致苹果坐果率低,总产量不稳定。人工授粉使苹果产量得到一定提高,但人工授粉投入多、授粉效果差、坐果不均匀、授粉人力需求大等缺点,因此授粉技术已经成为严重制约果树产量、质量和果农经济收入的重要因素。郭民主等<sup>[4]</sup>提出在花期放蜂和人工授粉是解决授粉树不足和开花坐果率偏低的有效措施。利用人工释放蜜蜂为果树授粉,不仅节省了劳动强度,而且花朵坐果率高、产量高、品质好,增产效果非常明显,花期抗灾害能力也能得到增强。

果实品质是决定苹果口感、风味和营养的关键因素,直接影响着苹果的质量、等级和商品价值,果形高桩端正正是高档“富士”苹果的重要指标<sup>[5]</sup>,但宁夏引黄灌区生产的“富士”苹果虽然内在品质好,但主要质量缺陷是果形偏斜、果形指数低。宁夏苹果果形偏斜,严重影响了其在国内与国际市场上的竞争力。该试验对比研究了蜜蜂授

**第一作者简介:**雷亚珍(1989-),女,宁夏银川人,硕士,研究方向为果树生理。E-mail:331041913@qq.com.

**责任作者:**王春良(1960-),男,陕西岐山人,硕士,研究员,硕士生导师,现主要从事果树栽培及贮藏加工等研究工作。

**基金项目:**农业部苹果产业技术体系银川苹果综合试验站资助项目(cars-28);宁夏农林科学院先导基金对外交流合作资助项目(JLC-201602);宁夏农林科学院自主科技成果孵化资金资助项目(NNKC GFH-201720)。

**收稿日期:**2017-04-13

粉、自然风媒授粉、自然虫媒授粉等不同授粉方式对“富士”苹果坐果率、果形指数、果实内在品质等的影响,旨在为提高宁夏引黄灌区苹果坐果率、改善果形、提高果实综合品质提供理论依据并提供实践指导,以期提高宁夏“富士”苹果在国内外市场上的竞争力。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

田间试验在银川市河东生态园艺示范中心项目区示范基地进行(东经 106.45°,北纬 38.38°),位于滨河新区明长城南侧、203 省道东侧,距宁夏银川市 20 km,深居西北内陆高原,属于典型的大陆性半干旱气候,光照充足,昼夜温差大,年日照时数 2 905 h 以上,年均气温 9.0 °C,年降雨量 200 mm 左右,全年蒸发量大于降雨量。供试果园面积为 2 hm<sup>2</sup>,果园土壤为砂壤土,具备良好的灌溉条件,管理水平较高。

### 1.2 试验材料

供试材料为 13 年生“富士”苹果(“嘎啦”苹果为授粉树),树形为纺锤形,主干高 4 m,冠幅 3 m,南北行向,株行距 3~5 m。40 目白色防虫网 6 张,规格为 5 m×6 m×7 m,材质为加厚尼龙。租赁当地蜂农驯养的蜜蜂成虫为授粉昆虫,品种为中华蜜蜂,性情活泼温顺。

### 1.3 试验方法

设 6 个处理。CK:自然虫媒+自然风媒;T1:人工放蜂+自然风媒;T2:自然风媒;T3:单个人工放蜂;T4:自然虫媒;T5:单个人工放蜂+自然虫媒。单株小区,随机区组,3 次重复。

于 4 月 18 日苹果树现蕾期搭建隔离架,架设防虫网。随机选取 4 株树势中庸、树体健壮、大小一致的相邻苹果树为试验树(2 株“富士”和 2 株“嘎啦”,互为授粉树),罩入防虫网内,并在防虫网内放置一箱蜜蜂,蜜蜂数量约为 200~500 只,即为 T1 处理。再选取 2 株“富士”苹果树和 2 株“嘎啦”苹果树罩入防虫网内,不放置蜂箱,即为 T2 处理。附近另选取相邻的 2 株“富士”苹果树和 2 株“嘎啦”苹果树做标记,不作任何处理,即空白对照(CK)。3 个试验区组在果园内呈“品”字形随机均匀分布。其它管理一致。

T1 和 T2 的差值为 T3,即蜜蜂单独作用下

授粉效果;CK 和 T2 的差值为 T4,即自然虫媒作用下授粉效果;T1 和 CK 的差值为 T5,即蜜蜂与自然虫媒之间的比较。

### 1.4 项目测定

指标测定参考张宗坤<sup>[6]</sup>、孙建设等<sup>[7]</sup>的方法。4 月 23 日,苹果花现蕾期,随机选取每株试验树即将开花或刚开花的 40 个花序进行标记,并统计花朵数。

5 月 10 日,在试验区苹果树落花末期花瓣全部凋谢后,随即撤除防虫网和授粉蜜蜂。在每株试验树上随机选取 40 个果挂上标签,每月测定一次各指标。采用电显游标卡尺测定纵径、横径、果柄长度、果柄粗度、 $H$ 、 $R$ 、 $h$ 、 $r$ ( $H$  为果实大果面高; $R$  为大果面至果心距离; $h$  为小果面高; $r$  为小果面至果心距离),电子天平测定单果质量,计算果形指数、偏斜指数、果形偏斜率。

果形指数=纵径/横径;偏斜指数= $2(H \times R - h \times r)/(H \times R + h \times r)$ ;果形偏斜率 DD(%)=偏斜指数×100;5 月 20 日自然落果结束,苹果幼果坐果稳定后,在疏果开始前统计试验树的花序坐果率及花朵坐果率。花朵坐果率(%)=坐果花朵数/调查花朵数×100;花序坐果率(%)=坐果花序数/调查花序数×100。

10 月 16 日果实成熟后,采摘并测定各内在品质指标,每株试验树在树冠外围中部随机采集 30 个样品。采用 HP-30 型硬度计测定果实去皮硬度。采用 WYT-4 型手持折光仪测定果实可溶性固形物含量。采用 GMK-835F 型酸度计测定果实有机酸含量。

### 1.5 数据分析

采用 Excel 2007 统计软件整理试验数据,利用 DPS 7.05 统计分析软件对各项数据进行统计学分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同授粉方式对宁夏引黄灌区“富士”苹果果实发育状态的影响

宁夏引黄灌区“富士”苹果 4 月初腋芽萌动,4 月 18 日进入初花期,4 月 23 日进入盛花期,4 月 28 日谢花期,5 月 3 日花期结束。由图 1~3 可以看出,5 月初至 6 月下旬是果实生长的幼果期,CK、T1、T2 处理果实纵径生长量始终略大于横

径。6月下旬开始进入生长膨大期果实快速生长,至9月上旬,果实横径生长量始终大于纵径生长量。9月中旬果实逐渐进入成熟期,果实生长缓慢直至停止生长。在整个生长季内,各处理果实横纵径生长动态变化趋于一致,均呈单‘S’型生长曲线。对比图 1~3 可以看出,T1 处理果实纵径和横径生长量差异幅度趋于平缓,差异较小,果实近圆,利于高桩果形的形成;而 T2 处理和 CK,果实横纵径生长量差异幅度较大,对果形负面影响较大;T2 处理和 CK 果实幼果期结束时间节点均为 6 月 12 日前后,而 T1 处理果实幼果期结束时间节点却为 6 月 25 日前后,即 T2 处理有效延长了果实幼果期,延长了 10~13 d。T1 处理与 CK、T2 处理相比较,幼果期的果实横纵径也较大,表明蜜蜂授粉后,明显提高了幼果的生长量和生长速度。幼果期果实细胞分裂旺盛,细胞数量急剧增加,细胞分裂期持续时间越长,细胞数量增加的越多,有利于后期果实单果质量(物理质量)的形成。

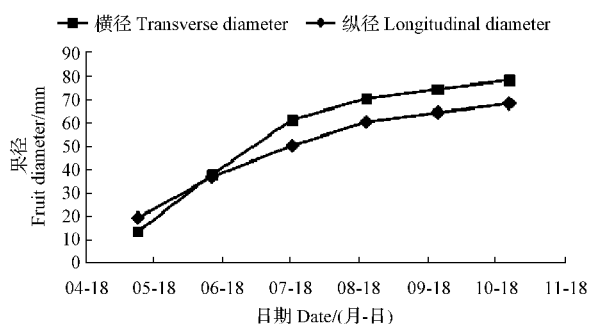


图 1 CK 条件下“富士”苹果果径发育动态  
Fig. 1 Fruit diameter growth dynamic of ‘Fuji’ apple in CK condition

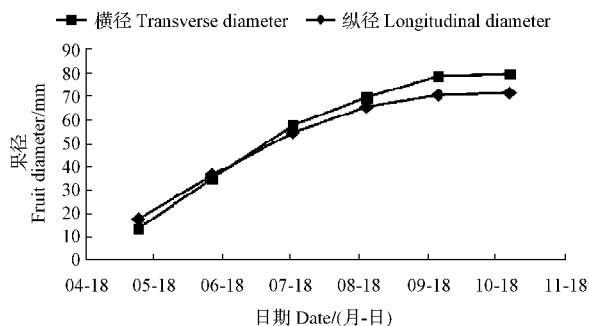


图 2 T1 处理下“富士”苹果果径发育动态  
Fig. 2 Fruit diameter growth dynamic of ‘Fuji’ apple in T1 condition

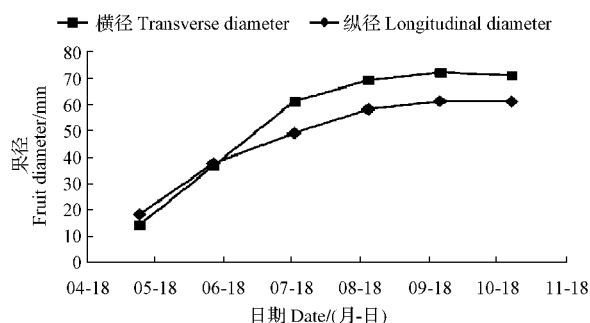


图 3 T2 处理下“富士”苹果果径发育动态  
Fig. 3 Fruit diameter growth dynamic of ‘Fuji’ apple in T2 condition

由图 4 可知,在果实生长期,CK、T1、T2 处理的果形指数均在降低,6 月上旬幼果生长期前,三者的果形指数均大于 1.0,6 月下旬至 9 月下旬,果形指数下降缓慢,T1 处理的果形指数在整个苹果生长期均显著大于 T2 处理和 CK, T2 处理和 CK 差异不明显。

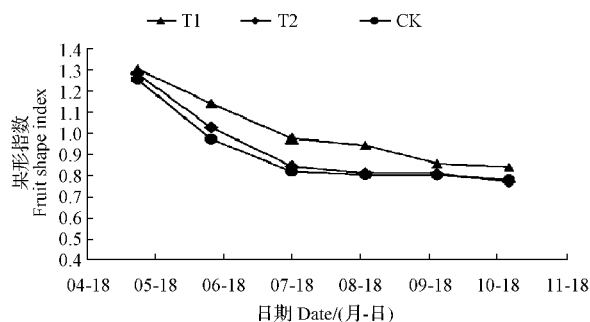


图 4 不同处理下“富士”苹果果形指数动态  
Fig. 4 Fruit shape index dynamic of ‘Fuji’ apple under different pollinations

## 2.2 不同授粉方式对宁夏引黄灌区“富士”苹果坐果率的影响

由表 1 可以看出,不同授粉方式对“富士”苹果花序坐果率和花朵坐果率的影响存在显著差异。不同授粉方式下“富士”苹果花序坐果率按高低排序为:T1>CK>T3>T4>T2>T5。T1 处理较 CK 花序坐果率和花朵坐果率分别提高了 26.37% 和 47.13%。T3 花朵坐果率是 T2、T4 处理的 2.39 倍和 1.83 倍,即单一蜜蜂授粉的效果或效率是自然风媒的 2.39 倍,是自然虫媒的 1.83 倍。因此,蜜蜂授粉可以有效提高“富士”苹果坐果率<sup>[8]</sup>。

表 1 不同授粉方式对宁夏引黄灌区“富士”苹果坐果率的影响

Table 1 Effect of different pollinations on fruit setting rate in ‘Fuji’ apple in the irrigation area of Ningxia

处理 Treatment	花序数 Inflorescence numbers/个	花朵数 Number of flower/个	花序坐果数 Inflorescence fruit setting numbers/个	花序坐果率 Inflorescence fruit setting rate/%	花朵坐果数 Flower fruit Setting numbers/个	花朵坐果率 Flower fruit setting rate/%
CK	240	1 101	163	67.92ab	504	45.77ab
T1	240	1 176	206	85.83a	792	67.34a
T2	240	1 125	77	32.08c	223	19.89c
T3	—	—	—	49.58b	—	47.47b
T4	—	—	—	35.84c	—	25.88c
T5	—	—	—	15.91c	—	21.57c

2.3 不同授粉方式对宁夏引黄灌区“富士”苹果种子数量的影响

从表 2 可以看出,不同授粉方式对“富士”苹果种子数量的影响,3 种处理间存在显著差异,其中 T1 处理果实种子数量最多,达到 8.7 个(胚珠充分受精后可以形成 10 粒种子);是 CK 的 1.28 倍,是 T2 处理的 2.64 倍,即蜜蜂授粉可有效增加苹果果实种子数量。

表 2 不同授粉方式对宁夏引黄灌区“富士”苹果种子数量的影响

Table 2 Effect of different pollinations on seed number in ‘Fuji’ apple in the irrigation area of Ningxia 个

处理 Treatment	样品数 Sample number	心室数 Ventricular number	种子数 Seed number
CK	30	5	6.8ab
T1	30	5	8.7a
T2	30	5	3.3c

2.4 不同授粉方式对宁夏引黄灌区“富士”苹果果柄性状的影响

表 3 数据表明,不同授粉方式对苹果果柄性状的影响不同,处理之间存在显著差异,蜜蜂授粉情况下苹果果实的果柄粗而长,果柄比对照增长了 0.76 mm,增粗了 0.45 mm;自然风媒比对照

的果柄长减少了 1.21 mm,果柄粗减少了 0.23 mm。即蜜蜂授粉可显著增加果柄长度和粗度。

表 3 不同授粉方式对宁夏引黄灌区“富士”苹果果柄的影响

Table 3 Effect of different pollinations on fruit peduncle in ‘Fuji’ apple in the irrigation area of Ningxia

处理 Treatment	样品数 Sample number/个	果柄平均长度 Peduncle length on average/mm	果柄平均粗度 Peduncle roughness on average/mm
CK	30	18.76a	2.46b
T1	30	19.52a	2.91a
T2	30	17.55b	2.23b

2.5 不同授粉方式对宁夏引黄灌区“富士”苹果果形的影响

表 4 表明,不同授粉方式对果形指数和果形偏斜率影响较大,不同处理之间均存在显著差异性。其中 T1 处理果形指数最为理想,果形偏斜率最小;T2 处理果形指数最差,果形偏斜率最大;CK 表现中庸。可以看出,蜜蜂授粉的果实果形指数比对照提高了 7.59%,比自然风媒提高了 16.44%,偏斜率比对照降低了 37.23%,比自然风媒降低了 51.74%。即蜜蜂授粉可显著提高果形指数并降低果形偏斜率。

表 4 不同授粉方式对宁夏引黄灌区“富士”苹果果形的影响

Table 4 Effect of different pollinations on fruit shape in ‘Fuji’ apple in the irrigation area of Ningxia

处理 Treatment	样品数 Sample number/个	横径 Transverse diameter/mm	纵径 Longitudinal diameter/mm	果形指数 Fruit shape index	果形偏斜率 Deflective fruit rate/%
CK	30	76.93a	61.19b	0.79b	16.17b
T1	30	79.25a	67.83a	0.85a	10.15c
T2	30	79.82a	58.21b	0.73c	21.03a

2.6 不同授粉方式对宁夏引黄灌区“富士”苹果果实内在品质的影响

由表 5 可以看出,不同处理之间对果实硬度

和可滴定酸(有机酸)的影响差异不显著,T1 处理有增加果实硬度的趋势。而对单果质量影响三者之间均存在显著差异,T1 处理单果质量最大,CK

次之,T2 处理最小,T1 处理较 CK 与 T2 处理单果质量分别提高了 14.29%和 24.06%。对可溶性固形物含量的影响,T1 处理与 CK、T2 处理之间有显著差异,后二者之间无显著差异,T1 处理较 CK 与 T2 处理可溶性固形物含量分别提高了

7.87%和 10.48%。表明蜜蜂授粉可显著提高“富士”苹果果实单果质量和可溶性固形物含量,对“富士”苹果果实内在品质的提升效果极其明显。

表 5 不同授粉方式对宁夏引黄灌区“富士”苹果果实品质的影响

Table 5 Effect of different pollinations on fruit quality in ‘Fuji’ apple in the irrigation area of Ningxia

处理	样品数	单果质量	硬度	可溶性固形物含量	可滴定酸含量
Treatment	Sample number/个	Single fruit weight/g	Hardness/(kg · cm <sup>-2</sup> )	Soluble solids content/%	Titrateable acid content/%
CK	30	203b	8.36a	12.7b	0.37a
T1	30	232a	8.49a	13.7a	0.38a
T2	30	187c	8.35a	12.4b	0.41a

3 结论与讨论

从果实发育动态监测可发现,宁夏引黄灌区“富士”苹果 5 月初至 6 月中旬为生长的幼果期,其纵径略大于横径,6 月下旬至 9 月上旬果实快速生长,进入生长膨大期,果实横径生长始终大于纵径生长。9 月中旬之后果实进入缓慢生长期直至成熟。在整个生长季内,纵横径生长动态均表现出单‘S’型生长曲线。幼果期生理落果较为严重,幼果期的时间确定,为水肥施用和化学方法预防生理落果提供参考。

单一蜜蜂授粉的效果或效率是自然风媒的 2.39 倍,是自然虫媒的 1.83 倍。蜜蜂授粉能显著提高苹果花序坐果率、花朵坐果率,增加种子数量,可以有效延长果实幼果期 10~13 d,为果实生长发育前期细胞数量的增加与积累争取了时间;可以显著增粗增长果柄、增加可溶性固形物和单果质量,进而提高产量;并能提高苹果果实果形指数,降低果形偏斜率,从而显著提高了苹果果实的外观品质。

苹果为异花授粉植物,自花授粉结实率低,需要授粉昆虫。在宁夏引黄灌区,自然风媒情况下的苹果花序坐果率和花朵坐果率低,单靠自然风媒不能达到满意的授粉效果。宁夏引黄灌区苹果花期由于温度低,自然虫媒的种类和数量少,自然虫媒单独作用下的花序坐果率和花朵坐果率虽然分别达到了 35.84%、25.88%,仍然不能满足苹果的正常授粉需要。“红富士”苹果在自然状态下坐果率较低,对昆虫授粉的依赖程度较高<sup>[9-13]</sup>,在外界野生昆虫较少时,即使有授粉树,也要通过其它授粉方式进行授粉,否则影响产量。因此蜜蜂

授粉是可以提高苹果坐果率的有效途径之一。

果形指数是衡量果实外观品质的重要指标之一,宁夏“富士”苹果口感颇佳,但是果形扁,偏斜率高,严重影响到了其商品价值和市场竞争力,改善和提升宁夏地区苹果果形是该试验的主要目的。由于授粉造成受精的胚珠数不同,形成种子数量不同,从而表现出果实的大小、形状不同,甚至影响果实的着色和成熟。缺失正常种子的相应果实部位,幼果期生长缓慢,致使果实纵切面不对称,影响果实外观,这种现象与因缺失种子而导致的内源激素合成、分布不均有关。果实中的种子形成数量和分布对果形发育起着决定性的作用。种子数量影响了能够促进果实生长发育的细胞分裂素(CTK)和赤霉素(GA)及生长素(IAA)等植物生长调节剂的含量与活性状态。果实内形成种子数量越多,在各心室内分布越均匀,果实发育越端正。当苹果花朵授粉不充分,花朵的 5 个心室中 2~3 个心室内有不受精的胚珠、不形成种子时,易产生畸形果<sup>[14]</sup>,从而影响果形指数<sup>[15]</sup>。粗而长的果柄不仅能充分向苹果内部输送营养物质,并且在枝条上附着力强、抗风力强、不容易落果。蜜蜂授粉可使苹果花授粉完全,花朵心室发育良好,种子数量增多,果实果柄粗而长,进而改善果形,提高果实果形指数,降低果实偏斜率。另外,花的质量、负载量、果实着生状态、气候条件等对果形也有影响。

从蜜蜂授粉对宁夏引黄灌区果实发育动态、坐果率、果形、内在品质等多方面影响结果来看,在果树花期,采用果园人工放蜂的措施,可以提高花的授粉率和受精质量,提高了坐果率,提高果实果形指数,使苹果果型高桩端正,改善了果实的外

观品质,同时对果实的内在品质及产量也产生了积极有利的影响。因此,苹果果园花期人工放蜂促进授粉的生产措施效果明显,在苹果生产中,有较高的推广应用价值。

### 参考文献

- [1] 窦云萍,李秋波,许泽华,等.宁夏引黄灌区“红富士”苹果果实品质分析[J].北方园艺,2014(24):35-37.
- [2] 张云毅,马卫华,武文卿,等.蜜蜂授粉对苹果花粉管生长及果实性状的影响[J].山西农业科学,2015(7):814-817.
- [3] 李天忠,ASADA T,韩振海,等.苹果部分品种的授粉结实性研究[J].园艺学报,2004,31(6):794-796.
- [4] 郭民主,王长新,郭明.今年红富士苹果坐果率低原因分析与对策[J].西北园艺(果树),2008(5):42-43.
- [5] 赵世华,潘永祥.宁夏苹果质量偏低的原因与改进措施[J].宁夏农林科技,1997(5):28-29.
- [6] 张宗坤.改善长富2号果形偏斜的研究[J].果树科学,1984(4):30-32.
- [7] 孙建设,马宝焜,章文才.红富士苹果果形偏斜的机理研究[J].河北农业大学学报,1999,22(4):38-41.
- [8] 王贵平,王金政,聂佩显.利用壁蜂为苹果授粉的技术[J].落叶果树,2012(6):44-45.
- [9] 郭媛,申晋山,张云毅,等.蜜蜂为苹果授粉增产技术研究[J].中国蜂业,2010,61(9):36-37.
- [10] 申晋山,郭媛,张云毅,等.蜂场规模对苹果授粉效果的研究[J].山西农业科学,2011,39(1):54-56,60.
- [11] 张贵谦,申如明,田自珍,等.蜜蜂授粉密度对红富士和金冠苹果坐果率影响的研究[J].中国蜂业(中旬刊),2012,63(9):21-23.
- [12] 张贵谦,田自珍,申如明,等.利用蜜蜂为红富士、金冠苹果授粉对比试验报告[J].园林园艺,2013(1):23-25.
- [13] 姜德龙,姜风涛,王士强.苹果蜜蜂授粉研究[J].中国蜂业,2013,64(Z2):35-37.
- [14] 吕效吾,吕裕民.蜜蜂为苹果花授粉的生物学知识[J].中国蜂业,2006,57(7):45.
- [15] BUCCHERIA M, de VAIO A C. Relationship among seed number, quality, and calcium content in apple fruits [J]. Journal of Plant Nutrition, 2005, 27(10):1735-1746.

## Effect of Bees Pollination on Fruit Setting Rate and Fruit Traits of ‘Fuji’ Apple in the Irrigation Area of Ningxia

LEI Yazhen<sup>1</sup>, GU Qin<sup>1</sup>, LI Xiaolong<sup>2</sup>, DOU Yunping<sup>2</sup>, JIA Yonghua<sup>2</sup>, WANG Chunliang<sup>2</sup>

(1. College of Agricultural, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002)

**Abstract:** To explore the effect of bees pollination on fruit setting rate and fruit traits of ‘Fuji’ apple in the irrigation area of Ningxia, for two consecutive years in 2015—2016 in Yinchuan Hedong ecological horticulture demonstration center, the effect of bee pollination, nature wind pollination, nature insect pollination on fruit setting rate and fruit shape for ‘Fuji’ apple experiment were carried out. The results showed that, in the whole growing season, under method of bee pollination, the state of nature, natural insect, the ‘Fuji’ apple growth characteristics were in single type ‘S’ the dynamic growth curve. A single bee pollination effect was 2.39 times that of natural wind vector was 1.83 times that of the natural insect-borne. Bees pollinated could significantly improve apple inflorescence fruit-setting rate, flowers fruit setting rate, increase the number of seeds, could effectively extend fruit period 10 days to 13 days, for the fruit growth and development early phase (cell division) buy an increase in the number of cells and the accumulation of time; after bee pollination, could significantly improve the growth speeding and the growth of young fruit. Bee pollination could significantly increase the coarse growth peduncle, increasing the soluble solids content and fruit weight, thus increasing production; and could improve the apple fruit shape index, reduce the slope shape, so as to significantly improve the appearance of apple fruit quality, eventually improve the apple fruit commodity value.

**Keywords:** ‘Fuji’ apple; bee pollination; fruit setting rate; fruit development; fruit traits