

不同授粉方法对设施番茄果实生长发育的影响

周 进, 吴杨焕, 张爱萍

(新疆生产建设兵团第六师农业科学研究所, 新疆 五家渠 831300)

摘 要:为探讨不同的授粉方法对设施番茄坐果率、单果质量和品质的影响,在番茄开花期分别采用自然授粉法、激素处理法、蜜蜂授粉法、机械振荡授粉法和熊蜂授粉法等5种方法进行授粉处理,测定了番茄坐果率、结果数量、单果质量、畸形果率和品质性状,比较不同授粉方式下番茄果实生长发育的差异,以为设施番茄生产者选择适宜的授粉方法提供参考依据。结果表明:在同一穗位不同授粉方法对各穗坐果率均有显著影响,熊蜂授粉、蜜蜂授粉、机械振荡授粉和激素处理4种方法分别比自然授粉的坐果率提高25.46%、23.18%、19.62%和11.42%。不同辅助授粉方法能够有效增加番茄结果数量,各果穗上的表现为熊蜂授粉法>蜜蜂授粉法>机械振荡法>激素处理法>CK。熊蜂授粉番茄4~5穗果后期平均单果质量比其它处理及对照提高5.9%~11.8%,而且4种授粉方法番茄1~5穗果的畸形果率比自然授粉法降低9.14~47.00个百分点。各授粉方法的综合效果为熊蜂授粉法>机械振荡授粉法>蜜蜂授粉法>激素处理法>自然授粉法。为使设施番茄栽培达到优质高效的目的,并降低成本投入,推荐使用熊蜂授粉法。

关键词:自然授粉;激素;蜜蜂授粉;机械振荡授粉;熊蜂授粉;坐果率;品质

中图分类号:S 641.226.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)10-0047-07

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)是我国设施栽培的主要作物之一,也是全世界种植面积和消

第一作者简介:周进(1970-),男,本科,高级农艺师,现主要从事设施果蔬新品种选育与栽培等研究工作。E-mail: 571349271@qq.com.

责任作者:张爱萍(1968-),女,本科,研究员,研究方向为西瓜育种。E-mail: xjmelon@126.com.

基金项目:国家星火计划资助项目(2011GA8910041);新疆生产建设兵团重大产学研资助项目(20110ZX04);新疆生产建设兵团师域资助项目(2015AF015)。

收稿日期:2017-02-03

费量居前的一种主要蔬菜。番茄属自花授粉植物,但是在设施栽培中,高温高湿的环境易导致番茄花粉散出困难,加上设施内几乎无自然力及昆虫等作用,所以番茄自然授粉率下降,导致坐果率降低^[1]。在实际生产中人们常常对设施种植的番茄进行各种方式的辅助授粉^[2-6],近年来,新疆温室及配套设备产业取得重大发展,并形成了一定的产业规模,新疆温室生产类型主要是日光温室和塑料大棚为主,由于2种温室主要是靠自然光温加热,温室内的环境条件比较差,春季温室内温湿度大,不利于花粉传播和授粉;温室内空气流动性差,对植物授粉特别不

Abstract: In order to select two or three good varieties from new varieties for field production, a comparison test was conducted on twelve new sheep-horn shape pepper that selected from Henan Province in early spring protection area. The results showed that 'Nongda No. 7', 'Pujiao No. 7' and 'Zhujiao 23' had good performance in the test. They both had strong adaptability and strong stress resistance, and were suitable for extension. 'Nongda No. 7', the average weight was 104.0 g, the per plant results was 26.1, and yield could reach 3 801.8 kg per 667 m² at total harvest, all ranking the first. 'Pujiao No. 7', the average weight was 118.0 g, the per plant results was 30.6, and yield could reach 3 660.9 kg per 667 m² at total harvest, ranked the second. 'Zhujiao 23', the average weight was 116.0 g, the per plant results was 24.1, and yield could reach 3 655.9 kg per 667 m² at total harvest, in the third. They were high resistant to virus disease, phytophthora blight and anthracnose of pepper.

Keywords: hot pepper; sheep-horn shape; early spring protected area; comparative test

利;新疆温室春季昆虫较少,通过虫媒授粉的植物受到很大的影响。因此,在多种因素制约下的日光温室内进行番茄生产,必须采用有效的辅助授粉方式,才能够提高番茄产量和品质。激素处理法、人工振荡授粉等方式虽然能有效增加产量,但不利于形成良好果实品质,并且还会造成大量激素残留等问题的发生;振动授粉方式费工费时,而且还容易损伤植物,引发病害;蜜蜂对番茄花朵散发的特殊气味具有排斥性,因此在设施番茄生产上也使用较少。有研究利用熊蜂为设施作物进行授粉,表明熊蜂授粉法可有效增加作物产量和改善果实品质^[8-18],而且熊蜂授粉法已成为我国设施农业实现设施作物优质、高效、高产的一项重要配套技术措施^[19-20]。研究者较多是利用熊蜂^[21-23]、蜜蜂、生物调节剂对设施番茄进行授粉,研究其对番茄果实生长发育的影响,但利用熊蜂、蜜蜂、机械振荡、生物调节剂、自然授粉等5种授粉方法,研究其对番茄果实生长发育、产量及品质影响的比较性研究相对较少^[24-26]。为此该研究拟通过探讨不同的授粉方法对设施番茄坐果率、单果质量和品质的影响,以期在生产者在设施番茄授粉方法的选择上提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试番茄品种为当地多年种植且各方面表现优

良的“天马54号”;番茄“保花坐果乐”为中国农业科学院北京细胞科技发展有限公司产品,番茄授粉器为北京瑞雪环球科技有限公司产品,蜜蜂为流动养蜂户提供,雄蜂为荷兰科伯特(北京)农业有限公司产品。

1.2 试验方法

1.2.1 样地管理及作物种植规格 试验在新疆兵团第六师国家级现代农业科技示范园区的设施农业示范基地日光温室内进行,上年秋季温室翻地前基肥 667 m² 施腐熟鸡粪 8 m³,磷酸二铵 50 kg,硫酸钾复合肥 10 kg,1月15日浸种催芽,种子普遍露白后在设施基地的育苗日光温室中采用 50 穴育苗盘播种。3月10日定植在热风炉加温的温室内,南北向开沟起垄,垄背宽 80 cm,沟心与沟心距离 1.2 m,沟口宽 40 cm,沟深 20 cm,垄背覆 1.2 m 地膜,膜下每行铺设一条滴灌带,膜上双行种植,采用膜下滴灌。温室两端各种植 4 行作为保护行,中间全部为试验区,设 15 个小区,小区面积为 23.4 m²,每小区南北向垄上栽植 6 行番茄,每行栽植 18 株苗,株距 35 cm,垄上行距 60 cm,垄间行距 60 cm,试验共设 4 个处理 1 个对照,每处理 3 次重复,随机区组排列(图 1)。各小区栽培管理措施相同,吊蔓生长,单蔓整枝。

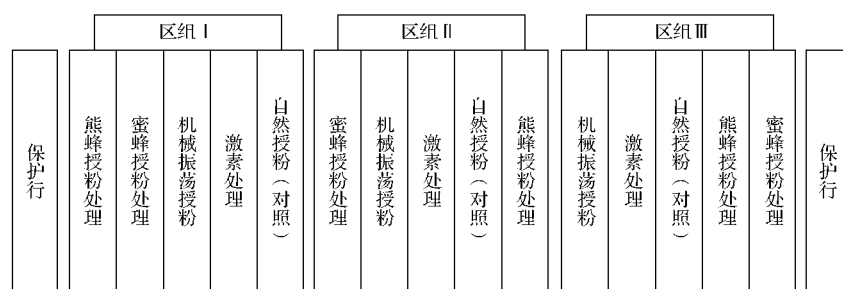


图 1 各小区排列方法

Fig. 1 Permutation method of different areas

1.2.2 授粉方法 在番茄植株的开花期,用 60 目防虫网将各小区进行全封闭隔离,成为 15 个完全封闭独立的空间,分别对熊蜂授粉、蜜蜂授粉、机械振荡授粉和激素喷花 4 个处理采取相应的授粉措施,以自然授粉法作为对照(CK)不采取任何授粉措施,所有小区的番茄均留够 5 穗果后打去顶尖。试验期间温室内正常天气情况下,每天 12:00—16:00 进行适当通风,白天气温 28~30 ℃,地温 20~25 ℃,土壤湿度控制在 65%,空气湿度 70% 左右,夜晚气温

18~20 ℃,地温 20~22 ℃。1)熊蜂授粉。番茄开花初期分别在 3 个全封闭的熊蜂授粉小区内各放入一小箱 15 头熊蜂,授粉时间从第 1~5 穗花结束全天候进行。2)蜜蜂授粉。番茄开花初期分别在 3 个全封闭的熊蜂授粉小区内各放入一小箱 40 头的蜜蜂,授粉时间从第 1~5 穗花结束全天候进行。3)机械振荡授粉。番茄开花初期开始,分别在 3 个全封闭的机械振荡授粉小区内每天 08:00—10:00,用人工背负振荡授粉器对番茄花朵进行辅助授粉,要求操

作细心,以防植株和花序损伤,授粉时间从第1~5穗花结束。4)激素处理。番茄开花初期分别在3个全封闭的激素处理的小区,人工用小喷壶使用化学坐果灵1500倍液进行喷花,喷花处理选在每穗花开花2~3朵时每天08:00—10:00进行整穗喷花,喷花时间从第1~5穗开花结束。5)自然授粉(对照CK)。番茄开花期在3个全封闭的自然授粉小区不采取任何辅助的授粉措施,完全依靠番茄自然授粉。

1.3 项目测定

1.3.1 坐果率的测定 在每个小区挂牌定点10株调查,分别调查每株第1~5穗花的开花数和相应的坐果数,每穗坐果率(%)=每穗的坐果数/开花数×100,再用加权平均法计算每个处理3次重复,共计30株的每穗平均坐果率。以每个处理内3个小区1~3穗坐果率的平均值统计前期坐果率,以4~5穗坐果率的平均值统计后期坐果率,以前期和后期坐果率的平均值统计1~5穗坐果率。

1.3.2 单果质量及品质的测定 果实成熟期,在处理内3个小区定点株的每穗果进行单独采收称重计数,以每穗的平均单果质量统计处理作为单果质量,以单株1~3穗的单果质量和统计为处理的单株前

期单果质量,以4~5穗的单果质量统计为处理的单株后期单果质量;

1.3.3 果实品质的测定 每个处理内取150个果实样本,进行果实外形、皮厚、可溶性固形物含量、还原糖、有机酸、维生素C、番茄红素等指标测定,参照邢艳红等^[24]方法,以总样本各项指标的平均数统计处理的各项指标。

1.3.4 畸形果率的调查 在每个小区挂牌定点10株调查,在采收期,分别调查每株总果坐果数及畸形果数,畸形果率(%)=畸形果数/坐果数×100,统计各处理畸形果率的平均值。

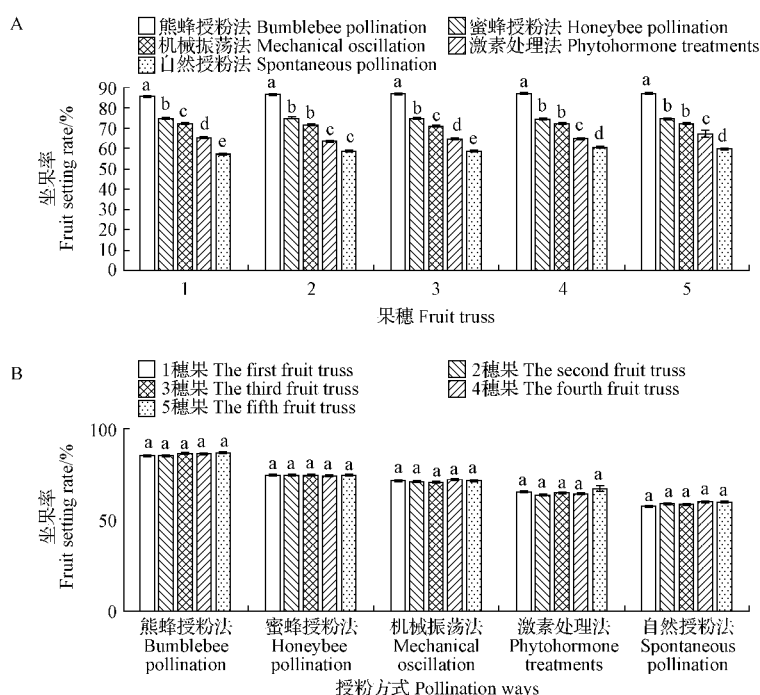
1.4 数据分析

利用SPSS 19.0统计软件对试验数据进行方差分析和显著性检验,采用Origin 8.5软件进行制图。

2 结果与分析

2.1 不同授粉方法对番茄坐果率的影响

由图2可知,不同授粉方法对番茄各果穗的坐果率具有极显著的影响($P<0.05$)。不同的授粉方法下番茄坐果率高低依次为熊蜂授粉法>蜜蜂授粉法>机械振荡法>激素处理法>自然授粉法。熊蜂



注:不同小写字母表示差异达到0.05显著水平(LSD法),下同。

Note: Different lowercase letters mean significant differences at 0.05 level(LSD method), the same below.

图2 不同授粉方法对番茄坐果率的影响

Fig. 2 Effect of different pollination ways on the fruit-setting of tomato

授粉、蜜蜂授粉、机械振荡授粉和激素处理 4 种方法分别比自然授粉的坐果率提高 25.46%、23.18%、19.62%和 11.42%。但同一授粉方法对番茄不同果穗的坐果率没有显著影响($P>0.05$)。

2.2 不同授粉方法对番茄结果量的影响

由图 3 可知,与自然授粉相比较,4 种授粉方法明显提高了各果穗的结果数量,不同的授粉方法番茄各果穗结果数量依次为熊蜂授粉法>蜜蜂授粉法>机械振荡法>激素处理法>自然授粉法。同样,不同授粉方式的番茄结果数量表现为熊蜂授粉法>蜜蜂授粉法>机械振荡法>激素处理法>自然授粉法,各处理间存在显著性差异($P<0.05$)。

2.3 不同授粉方法对番茄单果质量的影响

由图 4 可知,不同的授粉方法对番茄各果穗的单果质量具有显著的影响。不同的授粉方法下番茄各果穗单果质量高低依次为熊蜂授粉法>蜜蜂授粉法>机械振荡法>激素处理法>自然授粉法。熊蜂授粉番茄 4~5 穗果后期平均单果质量比蜜蜂授粉法提高 5.9%,比机械振荡法、激素处理法及 CK 均提高 11.8%。熊蜂授粉法、蜜蜂授粉法、机械振荡法各果穗单果质量没有显著性差异($P>0.05$),激素处理法和自然授粉法各果穗单果质量均有显著性差异($P<0.05$)。

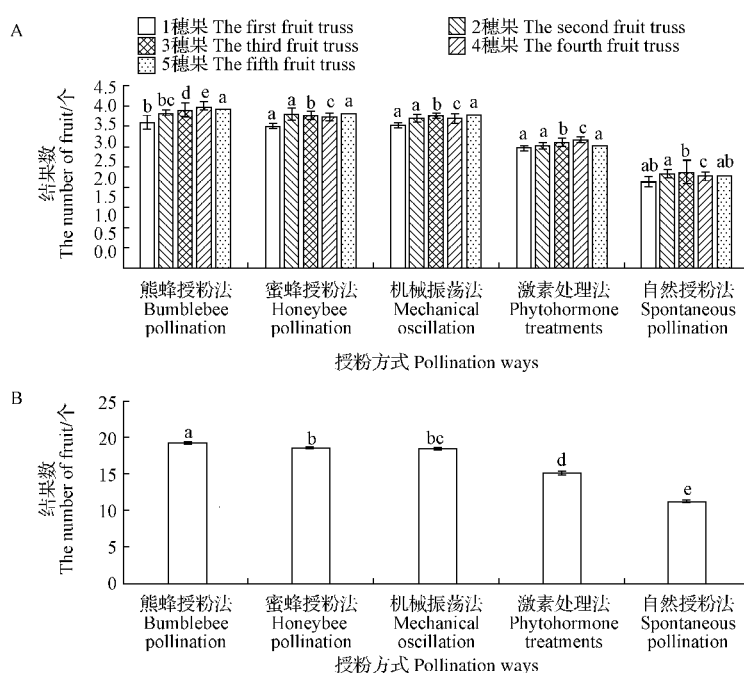


图 3 不同授粉方法对番茄结果量的影响

Fig. 3 Effect of different pollination ways on the fruit quantitative of tomato

2.4 不同授粉方法对番茄畸形果率的影响

不同授粉方法对各穗果畸形果率均有显著影响($P<0.05$)。由表 1 可知,熊蜂授粉番茄 1~5 穗果平均畸形果率比蜜蜂授粉法降低 3.53 个百分点,比机械振荡法降低 4.26 个百分点,比激素处理法降低 37.86 个百分点,比 CK 降低 47.00 个百分点,有显著性差异。

2.5 不同授粉方法对番茄品质的影响

由表 2 可知,熊蜂授粉下还原糖含量与机械振荡法、激素处理法、自然授粉法之间存在显著性差异($P<0.05$);熊蜂授粉下有机酸含量比蜜蜂授粉法、机械振荡法、激素处理法和 CK 分别提高 5.26%、

11.11%、21.21%、25.00%,存在显著性差异($P<0.05$);熊蜂授粉下维生素 C 含量比蜜蜂授粉法和激素处理法分别提高 2.83%、0.26%,比机械振荡法和 CK 分别降低 2.02%、6.52%,存在显著性差异($P<0.05$);熊蜂授粉下番茄红素含量比蜜蜂授粉法、激素处理法、CK 分别降低 0.42%、1.24%和 18.06%,比机械振荡法提高 2.56%,存在显著性差异($P<0.05$);熊蜂授粉下可溶性固形物含量比蜜蜂授粉法和机械振荡法分别降低 0.58%和 1.35%,无显著性差异($P>0.05$),比激素处理法和 CK 分别提高 5.59%和 11.84%,表现为存在显著性差异($P<0.05$)。

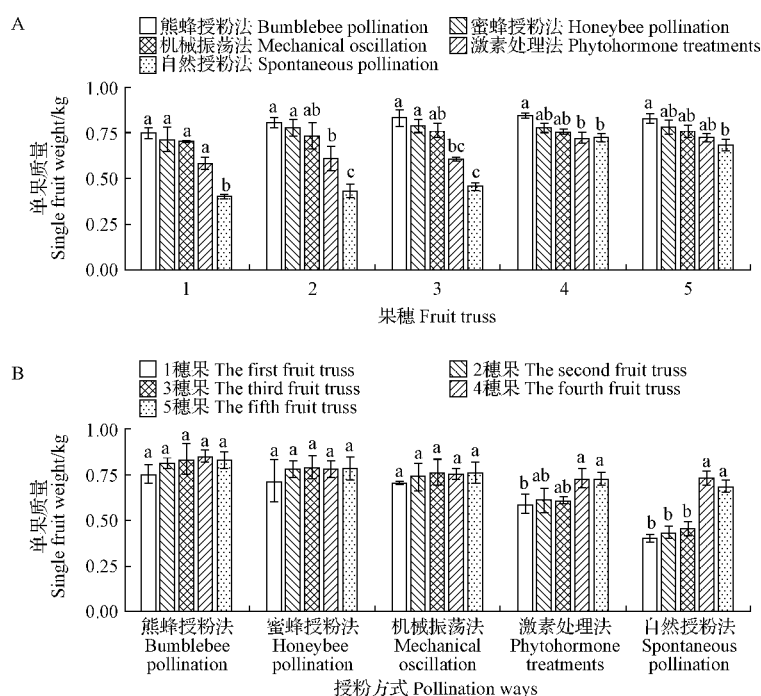


图 4 不同授粉方式对番茄单果质量的影响

Fig. 4 Effect of different pollination ways on single fruit weight of tomato

表 1

不同授粉方式对番茄畸形果率的影响

Table 1

Effect of different pollination ways on the percentage of malformed fruit of tomato

/%

处理 Treatments	畸形果率 Fruit deformity rate					平均畸形果率 Average fruit deformity rate
	1 果穗	2 果穗	3 果穗	4 果穗	5 果穗	
熊蜂授粉法 Bumblebee pollination	19.67±0.22b	17.00±0.25b	15.67±0.15b	17.67±0.40b	13.33±0.88bc	16.67±1.09b
蜜蜂授粉法 Honeybee pollination	24.67±0.20b	18.67±0.03b	18.67±0.12b	21.00±0.36b	18.00±0.58bc	20.20±1.22b
机械振荡法 Mechanical oscillation	65.00±0.35a	49.33±0.78a	57.67±0.85a	54.00±0.96a	46.67±1.89ab	20.93±1.47b
激素处理法 Hormone treatment	25.00±0.01b	19.67±0.47b	20.67±0.20b	20.33±0.47b	19.00±0.40bc	54.53±3.72a
CK	73.33±0.08a	58.33±0.70a	66.67±0.78a	65.67±0.79a	54.33±0.69a	63.67±3.06a

表 2

不同授粉方式对番茄品质的影响

Table 2

Effect of different pollination ways on the quality of tomato

处理 Treatments	还原糖含量 Reducing sugar content/%	有机酸含量 Organic acid content/%	维生素 C 含量 Vitamin C content/(mg·(100g) ⁻¹)	番茄红素含量 Lycopene content/%	可溶性固形物含量 Soluble solid content/%
熊蜂授粉法	2.89±0.01b	0.80±0.00a	11.62±0.05c	50.10±0.05d	5.10±0.04a
蜜蜂授粉法	2.88±0.00bc	0.76±0.00b	11.30±0.03d	50.31±0.04c	5.13±0.03a
激素处理法	2.80±0.00d	0.66±0.00d	11.59±0.04c	50.73±0.05b	4.83±0.05b
机械振荡法	2.87±0.01c	0.72±0.00c	11.86±0.05b	48.85±0.06e	5.17±0.04a
CK	2.97±0.00a	0.64±0.00e	12.43±0.04a	61.14±0.06a	4.56±0.06c

3 讨论

该研究结果表明,熊蜂授粉坐果率提高 11.42%~25.46%,其中熊蜂授粉比自然授粉坐果率的影响达到了极显著水平。多数研究结果表明熊蜂授粉法的坐果率、果实商品性和安全性较好^[27-31]。王强等^[29]研究指出熊蜂为设施农业作物授粉的效果比其它辅助授粉措施更好。该研究结果与前人研究

结果一致。

激素处理的番茄结果数和畸形果率有较大改善,而使用熊蜂授粉的番茄饱满肥厚,大小、色泽均匀,结果数多,在品质方面要优于人工激素处理,单果质量也明显提高。该研究结果表明,熊蜂授粉法能够有效增加番茄结果量和降低其畸形果率,这与前人研究结果一致^[24-25,32]。这是由于熊蜂在花粉成熟最佳的时机进行授粉,果实经过正常的发育生长,

而激素处理和人工机械振荡授粉法是定时操作,不能确保每一朵花在最佳的时机授粉,所以在果实单果质量和畸形果率上都要差于熊蜂授粉。熊蜂授粉法可有效改善果实品质,该试验结果与邢艳红等^[24]的研究结果基本一致,即熊蜂授粉的番茄果实风味较好,而其它处理的番茄果实风味较差。

不同授粉方式均会增加成本投入,熊蜂授粉法成本显著低于其它各授粉方法。熊蜂授粉法和蜜蜂授粉法只需购置材料,而机械振荡法和激素处理法在购置相应材料的同时也需要大量的人工投入。同时,随着人们对食品安全性的日益重视,绿色环保的授粉技术越来越受到人们的欢迎。熊蜂授粉和机械振荡法授粉成本相对较低,但效果较激素处理法自然授粉法好,而且不容易导致畸形果,单果质量和商品性都有提高,因而经济效益好。

该研究发现在试验过程中,各辅助授粉法配套的设施管理措施较为严格,但在实际生产中,可能难以完全达到标准,会导致结果与该研究结果有一定差距,为确保实际生产结果与该研究结果相一致,应尽量严格按照研究过程中的管理措施实施生产。另一方面,该试验未涉及到不同品种因素的影响,应进一步进行不同品种间各辅助授粉方法对番茄坐果率、单果质量及品质的影响。

4 结论

在日光温室春茬番茄的生产过程中,不同的授粉方式对番茄的坐果率、前后期的单果质量、畸形果率及果实品质都会产生不同程度的影响,通过4种不同辅助授粉方法的对比试验,初步得出结论,在4种不同的授粉方式中熊蜂授粉对温室番茄的坐果率及前后期的单果质量影响比较显著,畸形果率降低,能有效提高果实中的有机酸和固形物含量。在番茄生产中推荐使用熊蜂授粉和振荡授粉法,这样既能提高单果质量,达到增产增收的目的,也能满足人们对绿色安全食品的需求。蜜蜂授粉法也能有效提高番茄单果质量和改善品质,但此方法具有局限性并且对人身安全有较大影响。通过综合分析,熊蜂授粉法能有效降低成本投入的同时,还能改善果实品质和单果质量,因此推荐使用熊蜂授粉法。

参考文献

- [1] 叶海龙,钱丽珠. 番茄杂交制种技术[J]. 上海蔬菜, 2000(1): 16-17.
- [2] 周国治,杨锐俭,王荣青. 番茄杂交种子优质生产技术[J]. 种子, 2003(4): 107-109.
- [3] 方凌,董言香,张其安,等. 授粉次数对番茄杂种“皖粉一号”种

子产量和质量影响[J]. 安徽农业科学, 1997, 25(3): 85-86.

- [4] 李炳华,郑淑华. 不同授粉时期时间对番茄杂座果率和结籽数的影响[J]. 种子科技, 1996(4): 32.
- [5] 朱海山,张宏,毛昆明. 不同授粉时段和次数对番茄人工杂交制种效果的影响[J]. 云南农业大学学报, 2002, 17(3): 217-218.
- [6] 周长久,王鸣. 现代蔬菜育种学[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1995.
- [7] MEISELS S. Using *Bombus impatiens* Cr. as a pollinator of greenhouse sweet peppers (*Capsicum annuum* L.) [Z]. Montreal Department of Nahd Resource Sciences, Mc Gill University, 1997: 1-89.
- [8] DOGTEROM M H, MATTEONI J A, PLOWRIGHT R C. Pollination of greenhouse tomatoes by the North American *Bombus voseneskii* (Hymenoptera: Apidae) [J]. Journal of Economic Entomology, 1998, 91: 71-75.
- [9] MORANDIN L A, KEVAN P G, LAVERTY T M. Effect of bumblebee (Hymenoptera: Apidae) pollination intensity on the quality of greenhouse tomatoes [J]. Journal of Economic Entomology, 2001, 94(1): 172-179.
- [10] RAVESTIJN W, SANDE J. Use of bumblebees for the pollination of glasshouse tomatoes [J]. Acta Horticulturae, 1991, 288: 204-212.
- [11] 吴杰,彭文君,安建东,等. 授粉用明亮熊蜂的人工饲养技术[J]. 昆虫知识, 2005(6): 717-720.
- [12] 梁诗魁,吴杰,安建东,等. 熊蜂的生物学观察及室内繁育[J]. 中国养蜂, 1999, 50(5): 17-18.
- [13] 安建东,邢艳红,彭文君,等. 日光温室桃园释放熊蜂授粉试验[J]. 中国果树, 2003(5): 13-14.
- [14] 刘新宇. 制约我国熊蜂产业发展的关键问题[J]. 畜牧兽医, 2010(3): 51-52.
- [15] DASGAN H Y, OZDOGAN A O, KAFTANOGLU O, et al. Effectiveness of bumblebee pollination in anti-frost heated tomato greenhouses in the mediterranean basin [J]. Turkish Journal of Agriculture & Forestry, 2004, 28(2): 73-82.
- [16] PESSARAKLI M M, DRIS R. Pollination and breeding of eggplants [J]. Food, Agriculture & Environment, 2004, 2(1): 218-219.
- [17] MORANDIN L A, LAVERTY T M, KEVAN P G. Bumble bee (Hymenoptera: Apidae) activity and pollination levels in commercial tomato greenhouses [J]. J Econ Entomol, 2001, 94(2): 462-467.
- [18] MORANDIN L A, LAVERTY T M, KEVAN P G. Effect of bumble bee (Hymenoptera: Apidae) pollination intensity on the quality of greenhouse tomatoes [J]. Journal of Economic Entomology, 2001, 94(1): 172-179.
- [19] 孙永深,安建东,童越敏,等. 熊蜂 (*Bombus terrestris*) 为温室黄瓜授粉的效果研究[J]. 蜜蜂杂志, 2003(8): 3-5.
- [20] 童越敏,彭文君,邢艳红,等. 三种授粉方式对温室凯特杏的影响研究[J]. 蜜蜂杂志, 2005(2): 3-4.
- [21] RAVESTIJN W V, VANDER J S. Use of bumblebees for the pollination of glasshouse tomatoes [J]. Acta Hort, 1991, 288(6): 204-212.
- [22] LEE S B, BAE T W, KIM S E, et al. The influence of over foraging, and pollinating activities on tomato fruits by a korean native bumblebee, *Bombus ignitus* S. (Hymenoptera: Apidae) in cherry-tomato houses [J]. Korean Journal of Applied Entomology, 2003, 42(4): 293-300.
- [23] MEISELS S. Effectiveness of *Bombus impatiens* Cr. as pollinators

of greenhouse sweet peppers (*Capsicum annuum* L.) [J]. Acta Hort, 1997, 437: 425-429.

[24] 邢艳红, 彭文君, 安建东. 不同蜂授粉对设施番茄产量和品质的影响[J]. 中国养蜂, 2005(7): 8-10.

[25] 魏民, 张志斌, 贺超兴, 等. 人工振荡授粉对番茄座果率及产量的影响[J]. 北方园艺, 2004(2): 46-47.

[26] 刘新宇, 高崇东, 张建国, 等. 温室番茄陕北密林熊蜂授粉试验[J]. 西北园艺, 2008(3): 50-51.

[27] 陈方, 孙雄军, 程鹏飞. 大棚番茄熊蜂授粉技术应用效果研究[J]. 中国瓜菜, 2013(5): 34-35, 38.

[28] 安建东, 童越敏, 国占宝, 等. 熊蜂为温室茄子授粉试验[J]. 中国蜂业, 2004, 55(3): 7-8.

[29] 王强, 李翠梅, 李鹏发, 等. 南疆日光温室番茄熊蜂授粉试验[J]. 长江蔬菜, 2013(20): 27-29.

[30] ASADA S, ONO M. Crop pollination by Japanese bumblebees, *Bombus* spp. (Hymenoptera: Apidae): Tomato foraging behavior and pollination efficiency[J]. Applied Entomology and Zoology, 1996, 31(4): 581-586.

[31] ATTAL Y Z, KASRAWI M A, NAZER I K. Influence of pollination technique on greenhouse tomato production[J]. University Journal for Scientific Research Agricultural Sciences, 2003, 8(1): 21-26.

[32] 黄家兴, 安建东, 吴杰, 等. 熊蜂为温室茄属作物授粉的优越性[J]. 中国农学通报, 2007, 23(3): 5-9.

Effects of Different Pollination Ways on Growth and Development of Tomato in Greenhouse

ZHOU Jin, WU Yanghuan, ZHANG Aiping

(Agricultural Science Institute of Xinjiang Production and Construction Corps Sixth Agricultural Division, Wujiaqu, Xinjiang 831300)

Abstract: To explore the effect of different pollination methods on fruit-setting, single fruit weight and quality of tomato fruit, and provide reference for pollination methods of tomato in greenhouse. The rate of fruit-setting, the number of fruit, single fruit weight and the rate of malformed fruit were measured and the difference of fruit growth were compared under five pollination methods of natural pollination, hormone treatment, bee pollination, mechanical oscillation pollination and bumblebees pollination. The results showed that different pollination methods had a significant impact in the same ear fruit rate. Bumblebee pollination, bee pollination, mechanical oscillation pollination and hormone treatment increased fruit rate by 25.46%, 23.18%, 19.62% and 23.18%, respectively, compared with the natural pollination. Different pollination methods could effectively increase the quantity of tomato. Each ear of performance for the bumblebees pollination method > bees pollination method > mechanical oscillation method > hormone treatment > CK. Bumblebee pollination method increased single fruit weight of the late stage of 4—5 ear fruit of tomato by 5.9%—11.8% compared with other treatments and CK, four treatments reduced mean deformity fruit of 1—5 ear fruit of tomato by 9.14—47.00 percentage point compared with CK. The method of comprehensive effect of bumblebee pollination > mechanical oscillation pollination > bees pollination > hormone treatment > natural pollination. To make tomato cultivation to achieve the purpose of high quality facilities and reduce production costs, it was recommended to use bumblebees pollination method.

Keywords: natural pollination; hormone; bee pollination; mechanical vibration pollination; bumblebee pollination; fruitset rate; quality