

熊蜂传粉对设施甜瓜的提质增效作用

赵慧月¹, 贺玉花², 徐永阳², 吴国军³, 刘彦杰¹, 安建东¹

(1. 中国农业科学院蜜蜂研究所 北京 100193; 2. 中国农业科学院郑州果树研究所 郑州 450009;
3. 兰考坤禾农业开发有限公司 河南兰考 475300)

摘要:为探究熊蜂传粉对设施甜瓜的提质增效作用,以网纹甜瓜为材料,比较了熊蜂传粉与植物生长调节剂氯吡啶(CPPU)喷花对塑料大棚甜瓜坐瓜率、畸形瓜率、糖含量、酸含量、风味物质含量、667 m²产量及667 m²收益的影响。结果表明,熊蜂传粉甜瓜的坐瓜率平均可达94.17%,与CPPU喷花无显著差异,并可降低畸形瓜率。相比CPPU喷花,熊蜂传粉可显著提高甜瓜的蔗糖含量、酸含量与可溶性固形物含量,亦可显著提高乙酸己酯、乙酸3-乙酰氧基丁-2-基酯、2-甲基丁基乙酸酯、正己醇等重要香味物质含量,并产生特有的芳香物质 β -紫罗兰酮及正庚醇。与CPPU喷花相比,熊蜂传粉甜瓜产量有所降低,但其风味佳、品质优,使得每667 m²收益较CPPU喷花可提高约8.01%。综上所述,熊蜂传粉可替代植物生长调节剂喷花,具有明显的提质增效作用,可作为设施甜瓜绿色高质量发展的重要配套技术。

关键词:甜瓜;熊蜂传粉;提质增效;绿色发展

中图分类号:S652 文献标志码:A 文章编号:1673-2871(2022)03-043-05

Effect of bumblebee pollination on improvement of quality and profit of melon production in greenhouse

ZHAO Huiyue¹, HE Yuhua², XU Yongyang², WU Guojun³, LIU Yanjie¹, AN Jiandong¹

(1. Institute of Apicultural Research, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 2. Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450009, Henan, China; 3. Lankao Kunhe Agricultural Development Co., Ltd, Lankao 475300, Henan, China)

Abstract: We compared the fruit setting, malformed fruit, fruit size and weight, sugar content, total acid content, flavor substances, yield, and income of *Cucumis melo* var. *reticulatus* pollinated by bumblebee or treated by CPPU to assess the benefit of bumblebee pollination and CPPU fruit set induction in greenhouse melon production. The results showed that bumblebee pollination not only guaranteed the fruit set but also reduced the number of malformed fruits. Bumblebee pollination significantly increased the sugar content and soluble solid content of melon in comparison to CPPU induced fruit set. Moreover, bumblebee pollination significantly increased various flavor compounds such as hexyl acetate, acetate, 3-acetoxybut-2-yl ester, 2-methyl butyl acetate, hexyl alcohol and produced the special flavor compounds β -Ionone and n-heptanol. The flavor compounds greatly improved the taste and flavor of melon, resulting in 8.01% increase of income compared to the CPPU treatment. Therefore, bumblebee pollination can replace the CPPU treatment and improve the quality and profit of melon production in greenhouse.

Key words: Melon; Bumblebee pollination; Improvement of quality and benefit; Green-development

甜瓜(*Cucumis melo* L.)是我国重要的瓜类经济作物之一,因其独特的香味及高营养价值深受消费者的青睐,我国甜瓜栽培面积和产量均位居全球第一,是世界上最大的甜瓜生产和消费国^[1-3]。甜瓜属于典型的雌雄异花植物,需要传粉昆虫完成异花授

粉。而设施栽培缺乏自然昆虫,因此设施甜瓜生产中通常采用人工喷施生长调节剂的方式完成坐瓜。氯吡啶(CPPU)是甜瓜生产中最常用的植物生长调节剂之一,可显著提高坐瓜率、果实横径和纵径及单果质量,但对甜瓜果实风味物质有较大影

收稿日期:2021-07-05;修回日期:2021-10-10

基金项目:中国农业科学院科技创新工程专项经费项目(CAAS-ASTIP-2015-IAR 和 CAAS-ASTIP-2018-ZFRI)

作者简介:赵慧月,女,在读硕士研究生,研究方向为传粉昆虫生物学。E-mail:zhaohuiyue1124@163.com

通信作者:刘彦杰,男,副研究员,研究方向为传粉昆虫生物学。E-mail:liuyanjie@caas.cn

响,且与其施用浓度具有一定的相关性^[4-6]。随着我国设施甜瓜栽培面积不断增加及消费者对果品要求的提升,设施甜瓜授粉问题备受关注。

蜜蜂与熊蜂是目前设施作物授粉中应用最广泛的两类传粉昆虫。已有研究表明,蜜蜂可替代生长调节剂为甜瓜进行授粉^[7-12]。然而,我国设施甜瓜熊蜂传粉应用较少,且缺乏熊蜂传粉对甜瓜品质和种植效益等方面影响的系统性研究^[9,13-14]。为此,笔者观察了甜瓜花粉活力变化规律及熊蜂访花特性,比较了熊蜂传粉与生长调节剂喷花对甜瓜坐瓜率、畸形率、总糖含量、单糖含量、总酸含量、可溶性固形物含量、风味物质含量以及产量和经济效益等多个指标的影响,全面阐述了熊蜂传粉对设施甜瓜的提质增效作用。

1 材料与amp;方法

1.1 材料

供试网纹甜瓜品种为农友 F7429,农友种苗(中国)有限公司生产,由兰考坤禾农业开发有限公司提供;试验所用植物生长调节剂为氯吡脲(CPPU)购自四川施特优生物科技有限公司;传粉熊蜂为地熊蜂 *Bombus terrestris*,由中国农业科学院蜜蜂研究所饲养提供。

1.2 方法

田间试验于 2018 年 4 月在兰考县东坝头镇张庄村兰考坤禾农业开发有限公司完成,室内试验于 2018 年 5—6 月在中国农业科学院蜜蜂研究所完成,其中风味物质测定委托中国农业大学食品学院完成。试验大棚面积为 720 m²(长 90 m,宽 8 m),选用双行种植方式,行距 1 m,株距 0.4 m,平均每 667 m²定植 1668 株。

1.2.1 甜瓜花粉活力测定、蜂访花频率观测 选取同期栽培的、长势相对一致的 3 个大棚甜瓜为研究对象。采用随机区组设计,处理 1 为 CPPU 喷花,处理 2 为熊蜂传粉,各处理 6 次重复,将每个大棚平均分为 2 个区组,各个区组分为 2 个小区,每个小区面积约为 180 m²(长 45 m,宽 4 m)。在甜瓜开花数量达到 5%时,分别在每个区组的 1 个小区内随机选取 40 株甜瓜进行 CPPU 喷花处理,设定为 2 个喷花处理小区并用防虫网隔离;其余小区为熊蜂传粉区。将熊蜂蜂箱放入大棚传粉区,并打开蜂箱巢门,让熊蜂在大棚内自由传粉。在试验大棚内对角线方向距离中心区域 20 m 的 4 个对称区域内,分别在 7:00、8:00、9:30、11:00、12:00、15:00 时随

机选取 20 朵雄花,采用 TTC 染色法检测其花粉活力。分别观察统计每个大棚内 2 个区组每天 9:00、11:00、13:00、15:00、17:00 时 5 min 内 100 朵花上访花的熊蜂数量^[15]。

1.2.2 坐瓜率、果实横径和纵径及单瓜质量测定 统计 3 个大棚内 CPPU 喷花区及熊蜂传粉区内各 80 株甜瓜的坐瓜率和畸形率;随机选取熊蜂传粉及 CPPU 喷花的甜瓜各 24 个果实进行横径、纵径以及单瓜质量的测量。基地整体采摘后进行产量和价格的统计,分别统计熊蜂传粉与 CPPU 喷花单一坐瓜方式下各个大棚的平均 667 m²产量和 667 m²收益。

1.2.3 甜瓜可溶性固形物、糖及总酸含量测定 分别于 3 个试验大棚内随机选取熊蜂传粉和 CPPU 喷花的甜瓜各 6 个样品,采用 TD-45 测糖仪测定甜瓜可溶性固形物含量,取甜瓜可食部分汁液滴入折射仪棱镜表面,记录读数。

定量称取各样品匀浆,稀释过滤后进样离子色谱仪(赛默飞 5000 plus): CarboPacTMPA10-2×250 mm 色谱柱,以各糖类物质的浓度为横坐标,峰面积为纵坐标,绘制葡萄糖、果糖和蔗糖的标准曲线,并根据线性回归方程求出样品中各糖的浓度。

依据 pH 电位滴定法测定样品中总酸含量,采用 0.01 mol·L⁻¹氢氧化钠标准滴定样品溶液,记录氢氧化钠的消耗体积,并依据公式:酸含量/(mg·100 g⁻¹)=0.01×(V-V₀)×K/m×10⁵ 计算样品总酸含量。V 为滴定试液时消耗氢氧化钠标准滴定溶液的体积(mL);V₀ 为空白试验时消耗氢氧化钠标准滴定溶液的体积(mL);K 为酸的换算系数:0.067;m 为试样的质量(g)。

1.2.4 甜瓜风味物质测定 分别于 3 个试验大棚内随机选取熊蜂传粉和 CPPU 喷花的甜瓜各 6 个样品。甜瓜打浆后称取 5 g 样品,顶空萃取后进行气相色谱-质谱联用仪(安捷伦 5978)进行气质联用分析,鉴定并注释挥发性物质成分。

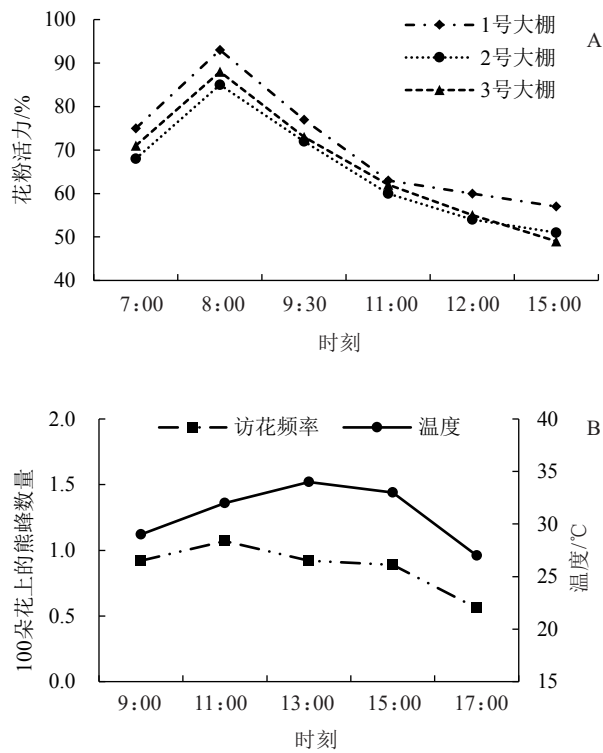
1.3 数据分析

所有数据应用 Excel 2019 软件处理并进行绘图,采用 SPSS 软件进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 大棚甜瓜花粉活力日变化规律与熊蜂访花频率

由图 1 可以看出,花粉活力测定结果表明,在测试时间段 7:00—15:00,甜瓜花粉活力均随时间



注:A 大棚网纹甜瓜花粉活力随时间的变化规律,B 大棚内温度变化和熊蜂的访花频率变化。

图1 网纹瓜花粉活力变化规律和熊蜂访花频率

呈现出先升高后降低的变化趋势,花粉活力在 8:00 达到最高,其值高于 85%,之后花粉活力随着时间推移逐渐降低;试验时间段内花粉活力均高于 50%。熊蜂访花频率结果表明,在 9:00—15:00 的时间段内,3 个试验大棚内熊蜂访花频率稳定;15:00 之后随着时间的推移熊蜂访花数量呈逐渐下降的趋势;但其整体访花的频率稳定。由此可见,熊蜂的访花与甜瓜花粉活力无直接线性关系。此外,大棚温度在 27~35 °C 的范围内,熊蜂均可正常访花(图 2)。

2.2 熊蜂传粉和 CPPU 喷花的甜瓜坐瓜率与产量比较

由表 1 可以看出,熊蜂传粉的甜瓜坐瓜率为 94.17%,略低于 CPPU 喷花甜瓜的坐瓜率 96.25%,但两者差异不显著。此外,2 种坐瓜方式的甜瓜畸形率均较低且差异不显著,但熊蜂传粉甜瓜的畸形率仅为 0.83%,略低于 CPPU 喷花甜瓜的畸形率 1.25%。熊蜂传粉甜瓜的平均果实横径、纵径和单瓜质量略小于 CPPU 喷花甜瓜,其差异未达到显著水平。由于熊蜂传粉甜瓜的坐瓜率和单瓜质量均略低,导致其 667 m² 产量显著低于 CPPU 喷花甜瓜,产量平均减少 19.00%;但由于熊蜂传粉甜瓜品质优,5 月份的实际供货单价可平均提高约 4.0 元·kg⁻¹,

表 1 熊蜂传粉与 CPPU 喷花网纹瓜产量及效益比较

处理	坐瓜率/%	畸形瓜率/%	果实横径/cm	果实纵径/cm	单瓜质量/kg	667 m ² 产量/kg	5 月平均供货单价/(元·kg ⁻¹)
熊蜂传粉	94.17±5.2 A	0.83±0.29 A	131.60±7.75 A	138.41±10.5 A	1.62±0.28 A	1 904.76±122.47 B	16.00
CPPU 喷花	96.25±3.8 A	1.25±0.25 A	134.82±8.74 A	141.02±8.25 A	1.73±0.29 A	2 351.42±84.91 A	12.00

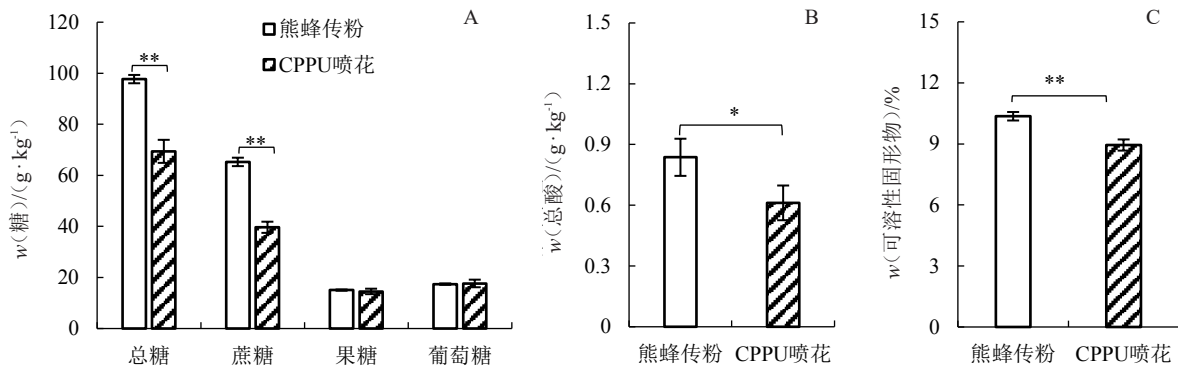
注:同列数字后不同大写字母表示在 0.01 水平差异显著。

667 m² 收益较 CPPU 喷花甜瓜可提高 8.01%。

2.3 熊蜂传粉和 CPPU 喷花的大棚甜瓜品质比较

由图 2 可以看出,熊蜂传粉甜瓜的总糖含量(w,后同)为 97.71 g·kg⁻¹,极显著高于 CPPU 喷花甜瓜的总糖含量 69.40 g·kg⁻¹。2 种坐瓜方式甜瓜的葡萄糖和果糖含量无差异。熊蜂传粉甜瓜蔗糖含量为

65.27 g·kg⁻¹,显著高于 CPPU 喷花甜瓜蔗糖含量 39.66 g·kg⁻¹。由此可见,熊蜂传粉甜瓜总糖含量的增加主要源于蔗糖含量的增加。此外,熊蜂传粉甜瓜的总酸含量为 0.84 g·kg⁻¹,显著高于 CPPU 喷花甜瓜的总酸含量 0.61 g·kg⁻¹。熊蜂传粉甜瓜可溶性固形物含量为 10.36%,极显著高于 CPPU 喷花甜瓜



注:A 网纹瓜中总糖、果糖、葡萄糖、蔗糖含量,B 网纹瓜中总酸含量,C 网纹瓜中可溶性固形物含量。**表示 $p < 0.01$,*表示 $p < 0.05$ 。

图2 熊蜂传粉与 CPPU 喷花网纹瓜糖、酸及可溶性固形物含量的比较分析

可溶性固形物含量 8.95%。

香味物质也是评判果品的重要指标。由表 2 可以看出, CPPU 喷花和熊蜂传粉的甜瓜经过 GC-MS 检测后, 共检测出醇类、脂类等 42 种挥发性香味物质, 其中熊蜂传粉甜瓜含有 40 种物质, 分别为 16 种酯类、15 种醇类, 8 种醛类和 1 种酮类物质; CPPU 喷花甜瓜包含 39 种物质, 分别为 16 种酯

类、13 种醇类、9 种醛类、1 种酮类物质。熊蜂传粉甜瓜中乙酸己酯、乙酸 3-乙酰氧基丁-2-基酯、2-甲基丁基乙酸酯、正己醇、正丁醇等 5 种香味物质含量均显著高于 CPPU 喷花甜瓜。此外, 熊蜂传粉甜瓜还包含 CPPU 喷花甜瓜中未检测到的香味物质 β -紫罗兰酮和正庚醇。由此表明, 以上香味物质差异使得熊蜂传粉甜瓜香味优于 CPPU 喷花甜瓜。

表 2 熊蜂传粉与 CPPU 喷花网纹瓜的风味物质比较分析

化合物名称	CAS 号	峰面积($\times 10^3$)平均值	
		熊蜂传粉	CPPU 喷花
乙酸己酯	142-92-7	16.53 \pm 6.45 a	6.03 \pm 3.30 b
2-甲基丁基乙酸酯	624-41-9	29.70 \pm 10.24 a	15.21 \pm 6.97 b
乙酸 3-乙酰氧基丁-2-基酯	1114-92-7	15.48 \pm 5.99 a	5.96 \pm 2.13 b
乙酸乙酯	141-78-6	733.37 \pm 212.53 a	885.80 \pm 139.21 a
2-甲基丁酸乙酯	7452-79-1	95.56 \pm 76.73 a	112.52 \pm 90.21 a
丁酸乙酯	105-54-4	88.61 \pm 37.92 a	83.20 \pm 29.90 a
丙酸乙酯	105-37-3	57.85 \pm 29.33 a	44.89 \pm 25.86 a
乙酸异丁酯	110-19-0	22.70 \pm 15.75 a	8.72 \pm 8.45 a
(甲硫基)乙酸乙酯	4455-13-4	10.88 \pm 4.56 a	12.18 \pm 3.71 a
乙酸丁酯	123-86-4	9.08 \pm 5.90 a	9.50 \pm 4.16 a
乙酸苯乙酯	103-45-7	2.24 \pm 0.87 a	3.11 \pm 0.41 a
乙酸叶醇酯	3681-71-8	4.57 \pm 1.17 a	3.32 \pm 1.12 a
己酸乙酯	123-66-0	3.52 \pm 2.73 a	3.56 \pm 1.01 a
2-乙基丁酸烯丙酯	7493-69-8	3.00 \pm 0.68 a	3.45 \pm 2.73 a
3-甲硫基丙酸乙酯	13327-56-5	2.08 \pm 0.37 a	3.52 \pm 2.01 a
3,6-壬二烯-1-醇乙酸酯	76649-26-8	2.44 \pm 0.88 a	2.34 \pm 1.11 a
3,6-亚壬基-1-醇	56805-23-3	27.72 \pm 5.29 a	61.81 \pm 13.40 a
正己醇	111-27-3	30.79 \pm 8.16 a	16.62 \pm 3.34 b
苯乙醇	60-12-8	7.63 \pm 1.54 a	7.01 \pm 3.45 a
DL-薄荷醇	15356-70-4	1.77 \pm 0.59 a	1.88 \pm 0.44 a
正丁醇	71-36-3	2.95 \pm 1.02 a	0.68 \pm 0.39 b
正壬醇	143-08-8	9.32 \pm 3.49 a	13.01 \pm 8.38 a
反-2,顺-6-壬二烯醇	28069-72-9	6.38 \pm 1.06 a	6.27 \pm 6.35 a
顺式-3-壬烯-1-醇	10340-23-5	16.42 \pm 5.06 a	16.03 \pm 9.33 a
顺式-3-辛烯-1-醇	20125-84-2	2.18 \pm 0.87 a	
苯甲醇	100-51-6	9.04 \pm 2.16 a	10.48 \pm 1.01 a
壬-6-烯-1-醇	31502-19-9	7.59 \pm 2.88 a	8.03 \pm 5.80 a
正辛醇	111-87-5	5.60 \pm 2.59 a	5.65 \pm 1.15 a
叶醇	928-96-1	4.65 \pm 1.55 a	8.23 \pm 4.07 a
正庚醇	111-70-6	1.97 \pm 0.90 a	
1-辛烯-3-醇	3391-86-4	1.44 \pm 0.28 a	3.57 \pm 1.59 a
壬醛	124-19-6	4.12 \pm 1.79 a	6.01 \pm 2.55 a
反式-2-壬醛	18829-56-6	3.83 \pm 2.30 a	5.49 \pm 4.56 a
苯甲醛	100-52-7	14.04 \pm 5.55 a	14.85 \pm 4.69 a
癸醛	112-31-2	3.21 \pm 1.32 a	2.81 \pm 0.68 a
反-2,顺-6-壬二烯醛	557-48-2	7.20 \pm 2.72 a	9.59 \pm 5.14 a
(E)-壬-6-烯醛	2277-20-5	2.96 \pm 1.24 a	11.26 \pm 7.69 a
反-2-辛烯醛	2548-87-0		1.13 \pm 0.14 a
α -亚乙基-苯乙醛	4411-89-6	1.29 \pm 0.43 a	1.55 \pm 0.44 a
正辛醛	124-13-0	1.58 \pm 0.63 a	1.50 \pm 0.34 a
β -紫罗兰酮	79-77-6	1.24 \pm 0.24 a	
香叶基丙酮	3796-70-1		1.15 \pm 0.08 a

注: 同一行不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。空白值表示未检出。

3 讨论与结论

已有研究报道,蜜蜂可替代人工喷施生长调节剂为设施甜瓜授粉,且可提升设施甜瓜的品质^[8,16-19]。相比蜜蜂,熊蜂具有商品化程度高、管理容易、耐低温、日工作时间长、传粉效率高等优势,在设施农业规模化应用中潜力巨大^[20]。笔者系统分析了熊蜂传粉对设施甜瓜产量、品质和效益的影响。熊蜂能够适应甜瓜大棚内的温湿度变化,花期內可维持稳定的访花频率,保证坐瓜率高于90%,可以满足生产需求。更重要的是,相比CPPU喷花,熊蜂传粉可显著提高甜瓜蔗糖含量、可溶性固形物含量以及乙酸己酯、乙酸3-乙酰氧基丁-2-基酯、2-甲基丁基乙酸酯、正己醇等芳香物质含量,而且熊蜂传粉的甜瓜还能产生其特有的芳香物质 β -紫罗兰酮及正庚醇。已有研究表明,总糖含量、可溶性固形物以及风味物质含量的增加能够显著提升甜瓜的香味及口感^[12,21-22]。

本试验结果还表明,尽管熊蜂传粉的成熟甜瓜单瓜质量较轻,造成每667 m²产量降低,但是熊蜂传粉的成熟甜瓜供货平均单价得到明显提高,最终每667 m²收益远大于CPPU喷花甜瓜。此外,已有研究报道,相比蜜蜂传粉及CPPU喷花,熊蜂传粉可显著提高甜瓜的硬度,延长甜瓜的贮藏时间^[23]。

综上所述,熊蜂可替代人工喷施生长调节剂为设施甜瓜授粉;熊蜂传粉能够显著提高甜瓜香味物质含量和商品价值,对设施甜瓜生产具有明显的提质增效作用。因此,熊蜂传粉将是设施甜瓜提质增效的重要手段和推动设施甜瓜绿色高质量发展的重要环节。由于不同品种甜瓜生长特性有一定的区别,未来将进一步探究熊蜂传粉对不同品种甜瓜的提质增效作用。

参考文献

- [1] 孙玉竹,杨念,吴敬学,等.中美西瓜甜瓜产业发展比较分析[J].中国瓜菜,2017,30(9):1-7.
- [2] 王志丹.中国甜瓜产业经济发展研究[D].北京:中国农业科学院,2014.
- [3] 王娟娟,李莉,尚怀国.我国西瓜甜瓜产业现状与对策建议[J].中国瓜菜,2020,33(5):69-73.
- [4] 王琦,苏杭,王怀松,等.基于电子鼻与电子舌技术评价氯吡啶对甜瓜品质的影响[J].食品工业科技,2019,40(14):24-30.
- [5] 苏杭,王琦,李春梅,等.植物生长调节剂噻苯隆对甜瓜品质的影响[J].中国农业科学,2018,51(16):3095-3105.
- [6] 郭西智,任致远,陈锦永,等.植物生长调节剂在西瓜甜瓜生产中的安全应用[J].中国瓜菜,2017,30(7):42-44.
- [7] 张云毅,张旭凤,宋怀磊,等.设施甜瓜无王群蜜蜂授粉效果研究[J].中国蜂业,2020,71(1):36-37.
- [8] 胡立军,王建科,陈永锋,等.西甜瓜蜜蜂授粉技术[J].新农村,2020(7):24.
- [9] 陈莹,张爽爽,张金鹏,等.甜瓜不同授粉方式应用效果分析[J].吉林蔬菜,2019(1):43-44.
- [10] 张华峰,蒋云飞,张蕾琛,等.不同授粉方式对南方设施西甜瓜授粉效果的影响[J].湖北农业科学,2018,57(11):62-67.
- [11] 吴乾兴,刘勇,袁廷庆,等.设施甜瓜3种授粉方式的效果比较[J].中国瓜菜,2013,26(4):31-32.
- [12] 沈泰.不同坐果技术对设施甜瓜果实膨大和品质形成的影响[D].武汉:华中农业大学,2015.
- [13] 逯彦果,张世文,田自珍,等.甘肃河西地区温室甜瓜熊蜂授粉行为及生长开花特性[J].甘肃畜牧兽医,2017,47(7):94-95.
- [14] 逯彦果,张世文,田自珍,等.温室甜瓜熊蜂授粉采集行为及泌蜜泌粉规律预测研究[J].中国蜂业,2019,70(2):70-73.
- [15] VAISSIÈRE B E, FREITAS B M, GEMMILL-HERREN B. Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: a handbook for its use [M]. Rome, Italy: FAO, 2011.
- [16] 申晋山,马卫华,李立新,等.温室甜瓜蜜蜂授粉技术[J].中国蜂业,2020,71(7):32-34.
- [17] 高兆银,刘俊峰,胡美姣,等.蜜蜂授粉对海南设施栽培厚皮甜瓜果实品质的影响[J].热带农业科学,2016,36(4):13-19.
- [18] 丁桔,马二磊,臧全宇,等.蜜蜂授粉对浙东地区甜瓜品质的影响[J].中国瓜菜,2016,29(8):31-33.
- [19] 付秋实,张新英,朱慧芹,等.不同授粉方式对设施厚皮甜瓜果实品质的影响[J].中国蔬菜,2014(11):31-36.
- [20] ZHANG H, HUANG J X, WILLIAMS P H, et al. Managed bumblebees outperform honeybees in increasing peach fruit set in China: Different limiting processes with different pollinators[J]. Plos One, 2015, 10(3): e0121143.
- [21] 张先亮,刘恩虹,霍治邦,等.西瓜口感的研究方法探讨[J].农业科技通讯,2018(8):224-228.
- [22] 来鹏飞,盛云燕,袁丽伟.甜瓜感官检验与主要风味物质的相关关系[J].蔬菜,2015(5):23-25.
- [23] SHIN Y S, PARK S D, KIM J H. Influence of pollination methods on fruit development and sugar contents of oriental melon (*Cucumis melo* L. cv. Sagyejeol-Ggul) [J]. Scientia Horticulturae, 2007, 112(4): 388-392.