

春季大棚爬地西瓜壁蜂辅助授粉 效果影响因素

刘哲¹ 郑佳秋¹ 徐亚兰³ 冯汝超¹ 马江黎² 宋海涛⁴ 沈峰¹ 王薇薇¹ 张丽娜¹ 祖艳侠¹ 吴永成¹ 张向向¹ 王永慧¹ 梅焱^{1*} 尤春^{2*}

(1 江苏沿海地区农业科学研究所, 盐城 224002; 2 盐城市蔬菜研究所, 盐城 224002; 3 响水县蔬菜生产技术指导站, 盐城 224002; 4 烟台市元军蜜蜂养殖有限公司, 烟台 265300)

摘要: 针对设施西瓜人工授粉效率低、化学坐果灵存在畸形果与激素残留等问题, 壁蜂授粉因其高效、环保的特性成为潜在替代方案。然而, 壁蜂授粉技术推广受限于管理粗放、蜂巢结构缺陷及繁殖率低等因素。本文系统分析了影响大棚爬地西瓜壁蜂授粉效果的关键因素, 包括环境条件(天气、大棚密闭性、温湿度、药物使用及天敌)、壁蜂管理(蜂茧质量、投放时机、雌蜂占比及蜂巢箱设计)及栽培措施(品种特性与田间管理)。研究提出优化蜂巢箱设计(增设活动室、储水装置)、精准控制壁蜂释放时间(破茧后3天投放以同步雌花开放期)及改进大棚密闭性等关键技术, 以提升授粉效率与果实品质。本研究为壁蜂授粉技术在西瓜生产中的规模化推广提供了理论依据与实践指导。

关键词: 设施西瓜; 授粉; 壁蜂; 蜂巢

Factors Influencing the Effect of Mason Bee-Assisted Pollination in Spring Greenhouse-Grown Trail Watermelons

Liu Zhe¹, Zhang Jiaqiu¹, Xu Yalan³, Feng Ruchao¹, Ma Jiangli², Song Haitao⁴, Shen Feng¹, Wang Weiwei¹, Zhang Lina¹, Zu Yanxia¹, Wu Yongcheng¹, Zhang Xiangxiang¹, Mei Yi¹, You Chun²

(1 Institute of Agricultural Sciences of Jiangsu Coastal Area, Yancheng, 224002, China; 2 Yancheng Vegetable Research Institute, Yancheng, 224002, China; 3 Xiangshui Vegetable Production Technology Guidance Station, Yancheng, 224002, China; 4 Yanjun Bee Breeding Co., Ltd., Yantai, 265300, China)

Abstract: Due to the low efficiency of manual pollination and issues such as deformed fruits and hormone residues caused by chemical fruit-setting agents in facility-grown watermelon production, *Osmia* pollination has emerged as a potential alternative due to its high efficiency and environmental friendliness. However, the widespread adoption of *Osmia* pollination technology is hindered by factors such as extensive management, structural defects in bee nests, and low reproduction rates. This paper systematically analyzes the key factors affecting the pollination efficiency of *Osmia* in ground-planted watermelon greenhouses, including environmental conditions (weather, greenhouse airtightness, temperature, humidity, pesticide use, and natural enemies), *Osmia* management (cocoon quality, release timing, female-to-male ratio, and nest box design), and cultivation practices (varietal characteristics and field management). The study proposes optimized nest box designs (e.g., adding activity chambers and water storage devices), precise timing for *Osmia* release (releasing bees three days after cocoon emergence to synchronize with female flower blooming), and improvements in greenhouse airtightness, among other key techniques, to enhance pollination efficiency and fruit quality. This research

基金项目: 盐城市科技项目(YCBK2023068); 国家西甜瓜产业技术体系项目(CARS-25); 国家西甜瓜产业技术体系首席专家创新成果示范县(响水)

作者简介: 刘哲(1987-), 男, 研究实习员, 硕士, 主要从事壁蜂授粉技术及萝卜育种与栽培技术研究, E-mail: zhe696@126.com。

通信作者: 梅焱, 男, 副研究员, 硕士, 主要从事蔬菜作物栽培与育种研究, E-mail: yanchengjiajia@163.com;

尤春, 男, 高级农艺师, 从事蔬菜生产技术服务与指导研究, E-mail: 38724322@qq.com

provides a theoretical foundation and practical guidance for the large-scale application of *Osmia* pollination technology in watermelon production.

Key words: greenhouse watermelon; pollination; *Osmia*; nest box

西瓜作为一种高价值的农产品，具有较高的土地产出率，其产值呈现稳步上升的趋势。当前，设施西瓜授粉主要依赖于人工授粉或使用氯吡脒、噻苯隆等坐果灵药剂，该过程耗时耗力，劳动强度大，且人工授粉易导致花粉涂抹不均，产生畸形果；坐果灵药剂使用不当则可能导致果实畸形，影响果实口感和风味，同时可能残留激素，影响产品质量安全^[1]。壁蜂，是蜜蜂总科切叶蜂科壁蜂属物种的统称，是重要的独栖性传粉昆虫，其在果树、蔬菜、纤维作物和油料作物等多种农作物的传粉中发挥着重要作用^[2]。与蜜蜂授粉相比，壁蜂的访花起始温度更低，访花速度更快；与人工授粉相比，壁蜂授粉操作简便、成本较低、自然环保，为作物授粉创造了显著效益，符合高效、经济、环保的农业生产理念，具有良好的应用前景^[3]。尽管国内对西瓜壁蜂辅助授粉技术已有研究，但在西瓜授粉应用中，壁蜂管理粗放、蜂巢结构简单，限制了壁蜂辅助西瓜授粉技术的推广^[4-6]。近年来，本研究团队对西瓜壁蜂辅助授粉技术进行了系统性的探索与优化，总结了关键操作要点，并对影响授粉质量的核心因素进行了全面分析，旨在为该技术的规模化推广提供科学依据和实践指导。

1 授粉环境因素

1.1 天气情况

多数早春西瓜大棚除薄膜外缺乏其他增温设备和保温措施，棚内温度受外界天气影响较大。晴朗、温度适宜的天气有利于壁蜂外出授粉，而阴雨、高温等恶劣天气降低西瓜开花质量和壁蜂的活动频率，影响授粉效果。

1.2 棚内温湿度

南方爬地西瓜塑料大棚一般高2~3.5 m，宽6~8 m，长40~100 m，占地面积多为240~660m²。棚内高温可达到39℃~45℃，多出现在晴天13:00~14:00，夜间最低温达到6℃~8℃，多出现在凌晨太阳升起之前。西瓜花期适宜温度范围为25℃~28℃，湿度范围为60%~70%；壁蜂活动适宜温度范围为18℃~28℃，湿度范围为50%~80%。应根据天气情况，合理安排通风口大小和通风时间，使棚内温湿度环境适宜西瓜开花散粉和壁蜂活动。若棚内湿度较低，会导致柱头干



图1 两端通风大棚封堵漏洞
(A 顶部纱网漏洞；B 底部纱网漏洞；C 大棚薄膜破洞)

燥，花粉萌发困难；棚内湿度过大则花粉难以散开，不利于壁蜂传粉。综合考虑温湿度对西瓜开花和壁蜂活动的影响，在晴天8:00~11:00，阴天9:30~14:30，为壁蜂辅助西瓜授粉的最佳时间。

1.3 大棚密闭性

大棚的密闭性差，易引起壁蜂外逃，直接关系到授粉期内棚内壁蜂数量。我们将棚内刚好满足整个大棚西瓜目标雌花有效授粉时的最少壁蜂数量值，称为棚内壁蜂数量临界值。大棚密闭性差，逃逸蜂过多，易引起棚内壁蜂数量小于棚内壁蜂数量临界值，降低结瓜率。根据通风部位的不同，设施爬地西瓜大棚可分为两类：一类是大棚两端可完全打开进行通风；另一类是通过大棚两侧设置可开启棚膜进行通风。在进行壁蜂辅助授粉时，对不同大棚通风处，利用防虫网选择适宜覆盖方式，确保封堵边缘无褶皱或缝隙，避免壁蜂卡死或外逃（图1 A、B）。同时，应及时用大棚胶带修补棚膜破洞，防止壁蜂外逃（图1 C）。研究发现，大棚或网室内壁蜂易聚集在两端顶部光线较强处，该处的破洞或有缝隙是导致壁蜂外逃或卡死的主要原因（图2）。

1.4 药物使用

药物使用会影响壁蜂活力和蜂群数量，进而影响授粉质量。用药原则是投放前选对药，授粉期间禁止用

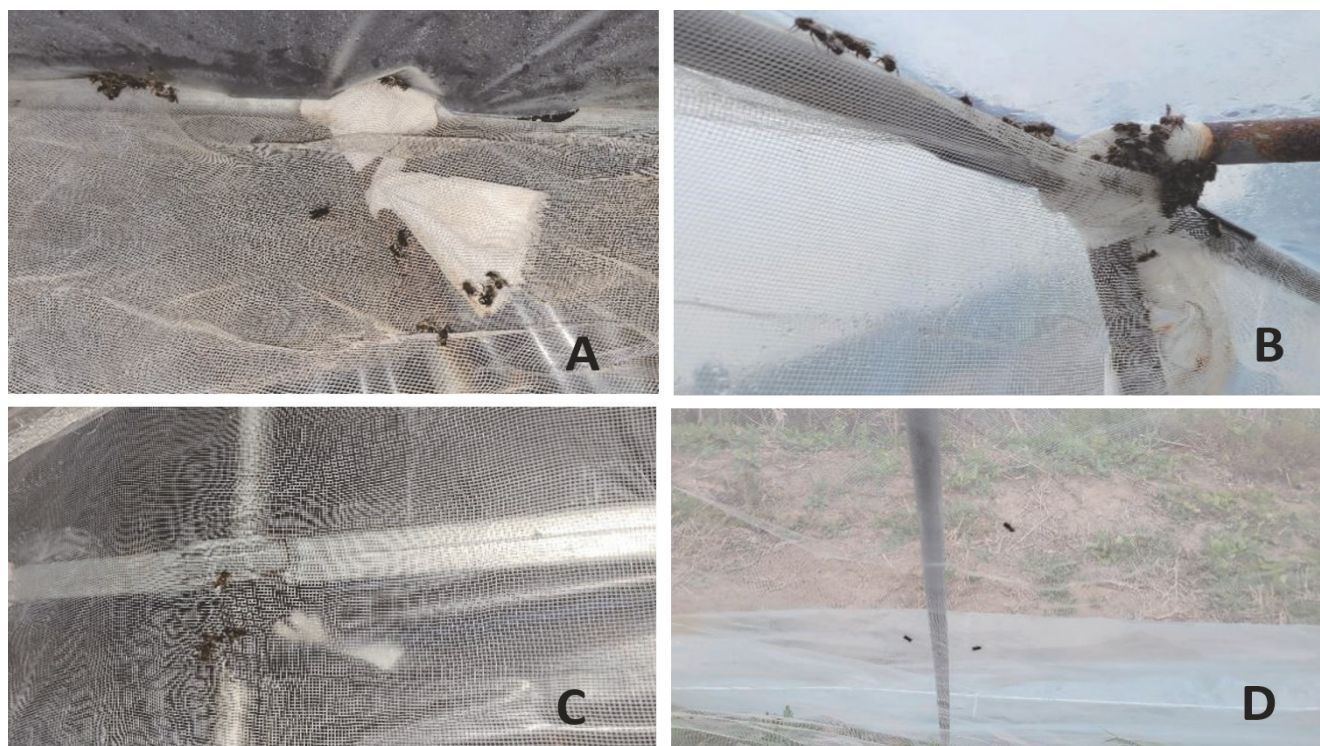


图2 壁蜂在西瓜大棚内分布情况
(A 夜间大棚顶端壁蜂; B 白天大棚顶端壁蜂; C 夜间大棚隔网中间位置壁蜂; D 白天大棚隔网中间位置壁蜂)

药, 授粉后按需用药。授粉前应选用低毒杀虫剂, 禁止使用长效杀虫剂, 因为药物残留不仅可能直接杀死壁蜂, 还可能影响其正常生理活动, 降低授粉质量。

1.5 天敌

在自然环境中, 壁蜂的天敌较多, 包括蚂蚁、蜘蛛以及叉唇寡毛土蜂、褶翅小蜂、长尾小蜂、青蜂等寄生蜂。但在棚室内环境较封闭, 天敌种类较少, 主要有蚂蚁、叉唇寡毛土蜂。可通过使用粘稠物涂抹蜂箱支架或使用光滑的蜂箱支架来防止蚂蚁爬入巢箱。对投放的壁蜂茧进行严格筛选, 清除其中一起带入的寄生蜂茧, 如叉唇寡毛土蜂茧(图3)。



图3 壁蜂与寄生蜂(叉唇寡毛土蜂)对比
(A 左边为寄生蜂茧, 右边为寄生蜂; B 左边为雌壁蜂茧, 右边为雌蜂; C 左边为雄壁蜂茧, 右边为雄壁蜂)

1.6 蜂巢箱

蜂巢箱材质有纸质、木质和塑料, 现有蜂巢大多只能提供巢管和停歇台, 虽少部分也配有泥浆盘, 但仍需多次人工加水。蜂巢箱内巢管数量是否充足, 以及蜂巢箱在夜晚低温和晴天中午高温时能否保持适宜的温度, 供壁蜂躲避棚内极端温度, 是判断蜂箱是否满足授粉需要的关键因素。本研究团队设计了西瓜授粉专用蜂箱, 该蜂箱在原有蜂箱具有提供蜂巢管产卵, 持续湿润泥浆盘等装置的同时, 设置了活动室、箱底较大储水器。活动室使壁蜂在蜂箱内完成交配, 投放后能快速进入授粉状态, 提高授粉效率; 蜂箱内较大的储水量, 能有效调节蜂箱内温度, 让蜂巢达到了中午降温, 夜间保温的良好效果, 使蜂箱内温度在适宜的范围内, 减少壁蜂因温度过高或过低造成的死亡或生命力下降。

2 壁蜂因素

2.1 蜂茧质量

影响蜂茧质量的因素较多, 如壁蜂产卵花粉球的大小和质量, 巢管的大小和材质, 螨害、寄生蜂危害程度, 壁蜂转化成茧内成蜂后的保存环境, 使用之前冷藏温度和冷藏时间, 投放时的温湿度等都会影响壁蜂出茧后的质量。通过肉眼观察蜂茧的外观, 检查是

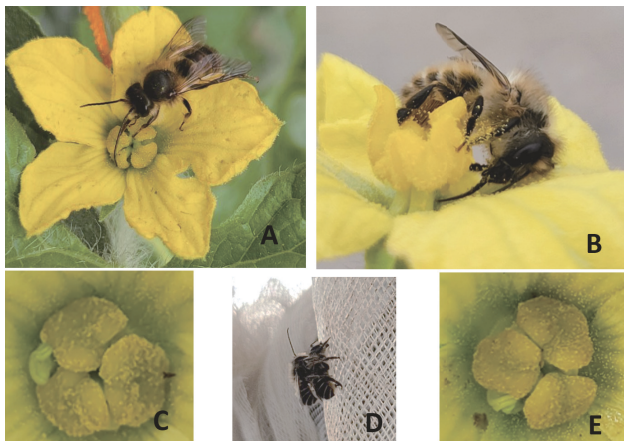


图4 壁蜂交配及授粉
(A 壁蜂访雌花; B 壁蜂访雄花; C、E 壁蜂访花后雌蕊授粉情况; D 壁蜂交配)

否有破损、污染等情况,也可以通过解剖部分蜂茧,观察内部结构是否紧密,茧壁是否厚实。优质的蜂茧外观完整,颜色均匀,没有明显的破损或污染,内部结构紧密,茧壁厚实,茧内壁蜂处于良好的蛹状态。蜂茧需要在 $0^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ 的低温环境中保存约3个月,过高的温度或保存时间长会影响蜂茧的质量和孵化率。

2.2 投放时间

西瓜授粉时间一般控制在7~10天,需要授粉的雌花位置多为第2或第3朵雌花。释放壁蜂过早会使较早开的第一朵雌花授粉,导致西瓜过小。释放过晚,会因有些目标雌花已经盛开,而壁蜂还未进入授粉状态,致使授粉花朵节位靠后,西瓜过大。壁蜂出茧后2~3天内主要进行排泄和交配(图4 D),采粉主要为满足取食,访花频率不高。可以通过合理控制壁蜂释放出蜂箱的时间来解决上述问题:在壁蜂破茧后2~3天内,将壁蜂用纱网控制在蜂箱内,3天后壁蜂大部分完成交配,雌蜂为了产卵而收集花粉制作花粉团,具有较强的采粉、采蜜欲望,3天后需授粉大部分雌花刚好开放时,将蜂箱的纱网口打开。这样既保证了壁蜂的授粉效果,又不会将较早的花授粉,同时能够保证整个授粉期充足有效的雌蜂数量,最终保证授粉效果,适于大面积推广应用(图4 A、B、C、E)。

2.3 有效蜂群持续时间

在授粉环境适宜的条件下,壁蜂穿梭在瓜藤间进行取粉,但若棚内活跃壁蜂数量较少时,不能形成有效蜂群对目标雌花的全覆盖,易造成当天开的目标雌花漏授。因此虽然西瓜单位面积花朵数量较少,但单位面积壁蜂数量不宜过少,这样才能保证每朵目标雌

花完成授粉。充足的花粉和蜂巢箱创造的适宜产卵环境能有效延长壁蜂访花天数。

2.4 投放壁蜂的雌蜂占比

雄蜂出茧后寻找雌蜂完成交配,随后不久死亡。雌蜂完成交配后寻找产卵场所,然后利用腹毛刷收集花粉,制作花粉球。将卵产在花粉球上后,取泥浆阻隔,制作下一个花粉球。因此,雌蜂占总茧数的比例将直接影响授粉壁蜂数量,投放时应根据大棚所需雌蜂数量和蜂茧雌蜂占比,确定投放蜂茧数量。

3 西瓜栽培因素

3.1 品种特性

授粉期间充足雄花数有利于授粉的进行。一些品种的雄花量大、易散粉,有利于壁蜂授粉;而一些品种的花粉量少、散粉困难,则可能影响授粉效果,可选择其他授粉方式。品种的一致性主要影响大棚内西瓜植株间目标雌花结位是否一致,开花时间是否统一,差异越小整体授粉时间越短,反之则延长授粉时间,瓜成熟期不一致,影响采收和销售。

3.2 栽培管理

良好的栽培管理能提高西瓜的生长势和抗逆性,从而为壁蜂授粉创造更好的条件。例如,合理的浇水、施肥和整枝打杈等措施,都能促进西瓜的生长和提高开花质量,缩短整体授粉天数,有利于西瓜集中成熟和采收。

壁蜂在辅助西瓜授粉中具有显著优势,但其推广应用仍面临诸多挑战。本研究系统分析了春季大棚爬地西瓜采用壁蜂辅助授粉的影响因素,发现通过优化授粉环境、提升蜂茧质量和改进栽培管理等措施,可显著提高壁蜂授粉效果。本研究有助于推动壁蜂授粉技术在西瓜生产中的规模化应用。

参考文献

- [1] 于琪,芦金生,张保东等.北京春季大棚小果型西瓜配套栽培技术[J].中国瓜菜,2019,32(01):53-54.
- [2] 刘哲,沈峰,郑佳秋等.不同设施环境对壁蜂辅助萝卜制种产量和质量的影响[J].浙江农业科学,2023,64(07):1731-1735.
- [3] 窦飞越,李红英,宋海涛等.凹唇壁蜂的营巢生物学研究[J].环境昆虫学报,2022,44(01):184-193.
- [4] 张先亮,霍治邦,吴翠翠等.壁蜂在保护地栽培西瓜授粉中的应用分析[J].山西农业科学,2014,42(12):1339-1343.
- [5] 马志峰,王智民,王荣花等.大棚吊蔓西瓜壁蜂授粉效果的研究[J].北方园艺,2011,(21):29-31.
- [6] 杨晓飞.冷棚西瓜壁蜂授粉效果研究[J].西北园艺(果树),2024,(01):48-50.