

设施黄瓜病虫害特点及绿色防控技术

王哲^{1*}, 张华¹, 屠春宝¹, 吴伟杰¹, 范雯慧¹, 王如月¹, 吴酬飞^{1,2#}

¹至农科技发展(浙江)有限公司, 浙江 杭州

²湖州师范学院生命科学学院, 浙江 湖州

收稿日期: 2023年5月16日; 录用日期: 2023年6月14日; 发布日期: 2023年6月25日

摘要

绿色防控技术已经成为设施黄瓜病虫害防控的重要手段, 其应用不仅可以保障黄瓜的质量和安 全, 而且也更加符合人们对环保和健康的追求。有效地运用设施蔬菜栽培技术和病虫害绿色防控技术, 是确保黄 瓜优质高产的重要因素。

关键词

黄瓜, 设施栽培, 绿色防控技术, 病虫害, 环境调控

Characteristics of Cucumber Diseases and Pests in Facilities and Green Prevention and Control Technology

Zhe Wang^{1*}, Hua Zhang¹, Chunbao Tu¹, Weijie Wu¹, Wenhui Fan¹, Ruyue Wang¹,
Choufei Wu^{1,2#}

¹Zhinong Science and Technology Development (Zhejiang) Co., Ltd., Hangzhou Zhejiang

²College of Life Science, Huzhou University, Huzhou Zhejiang

Received: May 16th, 2023; accepted: Jun. 14th, 2023; published: Jun. 25th, 2023

Abstract

Green prevention and control technology has become an important means of preventing and controlling cucumber diseases and pests in facilities. Its application not only ensures the quality and

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 王哲, 张华, 屠春宝, 吴伟杰, 范雯慧, 王如月, 吴酬飞. 设施黄瓜病虫害特点及绿色防控技术[J]. 农业科学, 2023, 13(6): 545-553. DOI: 10.12677/hjas.2023.136075

safety of cucumbers, but also is more in line with people's pursuit of environmental protection and health. Effectively utilizing greenhouse vegetable cultivation technology and green pest prevention and control technology is an important factor in ensuring a high-quality and high yield of cucumber.

Keywords

Cucumber, Facility Cultivation, Green Prevention and Control Technology, Diseases and Pests, Environmental Regulation

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

黄瓜是我国重要的经济作物之一[1], 产量高、采收期长, 其栽培方式主要是设施栽培, 可实现周年供应生产, 但其种植过程中面临着多种病虫害的威胁, 如黄瓜病毒病、霜霉病、白粉病、蚜虫等。传统的防控方式主要依赖化学农药, 但其不仅对人体健康和环境造成危害, 而且容易导致害虫和病菌的抗药性。由于设施环境相对封闭、温湿度相对较高、种植品种单一、连作严重等问题日益严重, 在黄瓜栽培的过程中会出现一系列病害和连作障碍等问题, 严重影响黄瓜栽培的品质和产量。在高温环境下, 黄瓜易受到炭疽病和灰霉病的侵袭[2]; 而在低温环境下, 黄瓜易受到立枯病和白粉病的侵袭[3]; 在湿度过高的环境中, 黄瓜易受到灰霉病、炭疽病和立枯病的侵袭[4]; 同时, 湿度过高也容易滋生蚜虫、白粉虱等害虫[5]; 光照不足和通风不畅会导致黄瓜植株生长缓慢, 抵抗力降低, 容易受到各种病虫害的侵袭[6] [7]。现阶段, 设施黄瓜栽培过程中常见的病虫害方式为化学防治, 病虫害化学防治虽然可以快速有效地控制病虫害, 但也存在一定的危害性: 如残留危害、抗药性、生态破坏和食品安全等问题。化学农药在使用后会残留在土壤、植物和农产品中, 对人体健康和环境造成潜在危害[8]。长期使用同一种化学农药会导致病虫害对该农药产生抗药性, 从而使该农药失去效果, 需要更换其他农药, 增加成本[9] [10]。另外, 化学农药的使用会破坏生态平衡, 对土壤、水源、空气和生物多样性造成不可逆转的损害。因此, 在设施黄瓜生产中, 绿色防控技术逐渐成为了防控设施黄瓜病虫害的主流, 应该采取综合防治策略, 包括生物防治、物理防治、农业措施等多种手段, 减少化学农药的使用, 保护生态环境和人类健康。

2. 病虫害发生特点及连作障碍

2.1. 菌类病害

由于黄瓜设施栽培环境高温高湿、种植密度大、环境封闭等特殊现象, 适合菌类生长繁殖, 易造成病害蔓延。设施黄瓜栽培中常见病害有霜霉病、白粉病、角斑病、菌核病、叶斑病和猝倒病等。

2.1.1. 黄瓜霜霉病

黄瓜霜霉病的病原菌为霜霉菌, 主要危害黄瓜叶片和果实, 叶片上出现白色霉层, 果实表面出现灰白色霉斑, 严重时会导致黄瓜果实变形、腐烂。黄瓜感染霜霉病后, 发病初期叶片上会出现褪绿小斑点, 且逐渐扩展成黄褐色不规则病斑[11]。如果设施环境湿度过大, 叶片背面还会呈现水浸状, 早晚水浸状角状病斑更加明显, 中午症状稍轻; 随着病情进展, 病斑逐渐变为灰黑色, 会出现一层霉层, 并不断蔓延,

后期可能变为铁锈色；后期叶片病斑蔓延，逐渐卷曲干枯。如果发病后治疗不及时，会严重影响黄瓜的产量与质量，且湿度过大为主要发生条件。

2.1.2. 黄瓜白粉病

黄瓜白粉病的病原菌为白粉菌，危害黄瓜叶片、茎部和果实，叶片上出现白色粉状物，严重时会导致叶片变黄、干枯，影响黄瓜的正常生长和开花结果。白粉病对黄瓜叶片能够造成巨大危害，甚至还有可能给黄瓜的叶柄和茎带来危害[12]。白粉病会在发病初期的时候于叶片正面或背面出现一些白色近圆形的小粉斑，于发病中期，叶面会覆盖一层白色的霉菌[13]，白粉病发病末期叶片病斑逐渐变成黑褐色，并散生出小黑点，随着病斑的不断扩大，最后叶片整片干枯变脆[14]，发生条件为高温高湿。

2.1.3. 黄瓜细菌性角斑病

角斑病属于细菌性病害，其主要会对黄瓜的叶片造成危害，此外也会影响卷须、果实以及叶柄等部位，叶片染病初期出现水渍状的小斑点，随后病斑会表现为黄褐色油光多角形，潮湿时叶背病斑溢出白色菌脓，最后叶片会出现穿孔现象[15]；若黄瓜茎或者叶柄处染病后，发病初期也会出现水渍状的病斑，严重时会出现纵向开裂现象，并呈现出水渍状的腐烂以及产生臭味等[16]。黄瓜细菌性角斑病发生的主要外因是低温高湿。

2.1.4. 黄瓜菌核病

黄瓜菌核病在黄瓜的整个生长期都会发生，主要危害叶片、花、茎和瓜条。最初表现为不规则大型白色或灰白色水浸状病斑，后期可见稀疏白色霉层[17]。黄瓜菌核病主要发生在低温季节。当温度处于10℃~20℃时，相对湿度达到85%以上，最有利于菌核活动，引起黄瓜发病。

2.1.5. 黄瓜细菌性叶斑病

发病初期，黄瓜真叶上出现针尖大、水渍状淡绿色斑，后转为淡褐色的病斑，受叶脉的制约作用而呈多角形[18]，湿润时叶片背面病斑有白色黏液[19]。高温(28℃~30℃)高湿(相对湿度高于90%)有利于病害的发生与流行[20]。

2.1.6. 黄瓜猝倒病

黄瓜幼苗的茎基部或中部先呈水浸状，后呈黄褐色，缢缩变细呈线状，如沸水烫过，开始苗床上的病苗很少，几天后，病苗逐渐向外扩散，最终倒伏贴在地面上[21]。猝倒病在湿度较高的环境下，极易传播，尤其是在幼苗光照不足、播种密度过高并造成徒长的情况下，往往发病严重，浇水后的积水点或膜的滴水点一般为该病害的发病中心。

2.2. 黄瓜病毒病

病原病毒危害黄瓜叶片、茎部和果实，叶片出现黄化、变形、卷曲等症状，果实变小、畸形、变黄。花叶病毒病主要为害黄瓜叶片，叶片出现皱缩、褪绿、变色等症状，新叶变成黄绿色相间的花叶，同时病叶变小、皱缩，严重时叶片会出现反卷变硬和发脆等现象，常伴有角形坏死斑和簇生小叶。皱缩型病毒病的主要表现为黄瓜新叶沿着叶脉会出现浓绿色的隆起皱纹，同时叶形变小，并出现蕨叶，有时候沿叶脉会出现坏死。严重时会为害果实，使其表面出现凹凸不平的瘤状物，变形，严重时病株会直接枯死。绿斑型病毒病表现为新叶产生黄色的小斑点，逐渐变成淡黄色斑纹，其中绿色部分会呈隆起瘤状。黄化型病毒病时叶片中、上部分叶片在叶脉间会出现褪绿色的小斑点，后会发展成为淡黄色，或者全叶变成鲜黄色，并且叶片硬化，向叶背卷曲，但叶脉依旧保持绿色。其病毒可随多年生宿根植株和病残体越冬、越夏，翌年通过种植操作汁液摩擦和传毒媒介昆虫传播，种子本身也可传毒，高温干旱环境有利于病毒

病发生。

2.3. 黄瓜虫害

温室大棚黄瓜中的虫害发生率更高一些,常见的虫害包括蚜虫、白粉虱、潜叶蝇、瓜绢螟等[22],主要危害叶,嫩尖和果实。其中,蚜虫和粉虱主要吸食黄瓜叶片和嫩尖的汁液,同时产生蜜露等排泄物,从而导致产生如煤污病和病毒病等一些其他附带病害。潜叶蝇主要危害叶片,造成叶肉组织缺失,影响植株正常生长。瓜绢螟前期主要危害嫩尖,后期危害叶片和果实,啃食果实表皮严重影响产品品质。

2.3.1. 蚜虫

蚜虫属于昆虫纲有翅亚纲半翅目蚜科[23],主要危害黄瓜叶片背面、嫩尖、嫩枝,以刺吸式吸取植物汁液为主,导致黄瓜叶片变黄、干枯,果实变小、畸形。黄瓜嫩尖、嫩枝和嫩叶被害后,会出现叶片卷缩,植株生长点坏死,嫩尖扭曲等,最后整株枯萎死亡;老叶被害后,叶片虽不会出现卷缩,但是会出现逐渐干枯现象。蚜虫是一种既不耐低温也不耐高温的害虫,其喜温度适中的环境,故其发生的规律性跟随温度的变化而变化。

2.3.2. 白粉虱

黄瓜白粉虱主要危害黄瓜叶片,也会危害黄瓜的茎部和果实主要吸取黄瓜叶片的汁液,导致叶片变黄、干枯,严重时叶片会卷曲、变形、脱落,影响黄瓜的正常生长,降低植物光合作用,严重时甚至枯死。白粉虱会有很多的排泄蜜液,严重污染叶片和果实,形成煤污病。温室白粉虱适宜的繁殖温度为18℃~21℃,繁殖能力强,一年内可繁殖多代,繁殖速度极快。

2.3.3. 潜叶蝇

潜叶蝇主要有美洲斑潜蝇和南美斑潜蝇,以幼虫取食叶肉组织形式危害黄瓜植株。潜叶蝇幼虫潜居在黄瓜叶片表皮之间,随着不断取食,形成不规则的先细后宽的弯曲蛇形虫道,受害叶片叶绿素遭受破坏,进而影响黄瓜光合作用,影响植株的正常生长,导致产量降低。潜叶蝇于4月份左右开始零星发生,6月份开始数量慢慢增加,7~9月份是其爆发的高峰期,10月份后开始逐渐消失。

2.3.4. 瓜绢螟

瓜绢螟为鳞翅目螟蛾科绢野螟属的一种昆虫,幼龄幼虫吐丝将叶或嫩梢缀合,匿居其中取食,使叶片穿孔或缺刻,严重时仅剩叶脉,直至蛀入果实和茎蔓为害,严重影响瓜果的产量和品质[24]。瓜绢螟幼虫的田间发生时间为6月下旬至11月上旬。在此期间,瓜绢螟的幼虫发生量具有3个高峰期,分别为7月中旬、8月上旬以及9月上旬,其中8月中旬为瓜绢螟的发生高峰;9月下旬开始瓜绢螟发生量开始减退。

2.3.5. 根结线虫

根结线虫是一种常见的黄瓜根部害虫,寄生在黄瓜根部,吸取植物汁液,导致黄瓜根部出现瘤状结节,严重时会影响植株的正常生长,导致黄瓜的产量减少。中午气温较高时植株呈现萎蔫状态,早晚气温降低或浇水充足时暂时恢复正常,随着病情发展植株逐渐枯死,被害须根和侧根形成串珠状瘤状物[25]。根结线虫为土传病害,主要是连作障碍造成。

2.3.6. 斜纹夜蛾

斜纹夜蛾属鳞翅目夜蛾科,又称斜纹夜盗蛾,俗称花虫,食性杂,寄生范围极广[26]。斜纹夜蛾发生时期为5月中旬到12月上旬,7~9月是期爆发的高峰期。斜纹夜蛾以幼虫集群食害叶肉,只留其叶脉,食量随幼虫虫龄的增大而逐渐增大,危害严重时将作物啃食成光杆。

2.4. 连作障碍

设施黄瓜连作障碍的原因主要有土壤物理性状恶化、养分吸收不平衡和蔬菜根系养分匮乏、土壤酸化和次生盐渍化、土壤生物活性降低、自毒作用和土传病害严重等[27]。连作土壤会导致黄瓜产量和品质会随着种植年限的增加而下降，但轮作土壤在相同的种植年限下黄瓜产量与品质显著提高。

3. 绿色防控技术

设施黄瓜绿色防控技术应坚持“预防为主，综合防治”的植保方针，在黄瓜种植过程中，采用无公害、环保、可持续的种植方式，减少对环境的污染和对人体的危害，同时保证黄瓜的健康和品质[28]。通过合理栽培措施，结合物理和生物防治，精准施药，合理控制病虫害基数，从而降低化学农药使用频率和用量。绿色防控是设施黄瓜绿色可持续发展的关键技术，不但提升了设施黄瓜的产量和品质，还维持了设施微生态平衡，能有效降低成本投入，增加产品经济效益。

3.1. 栽培措施

3.1.1. 种植准备工作

通过硫磺和锯末进行种前区域熏蒸消毒，以达到杀死设施用地病菌和虫卵的目的。每亩用量：硫磺 2~3 Kg，锯末 3 Kg。同时，对土壤进行充分的改良和施肥，保证土壤肥力充足，有利于黄瓜的生长和发育。

3.1.2. 水分与温度的管理

黄瓜是一种喜温、喜湿但又不耐涝的作物，合理的水分和温度条件[29]，是确保设施黄瓜高产，优产的必要因素。出苗前应保持温室温度在 30℃左右，出苗率达 80%以上时降低至 25℃左右，夜间控制温度于 15℃左右，定植后晴天温度控制在 25℃~28℃之间，阴天情况控制在 22℃~25℃，同时夜间控制在 12℃~14℃之间，加强水肥管理。

3.1.3. 进行合理的轮作栽培

与香辛类蔬菜、玉米、芹菜、花椰菜等轮作，可有效改善线虫、枯萎病、青枯病等土传病害。闲置期进行清除杂草、深耕晒土等，消除病菌和虫卵，改善田间生态环境。

3.1.4. 科学施肥

根据设施土壤状况和黄瓜生长需求，选择合适的有机肥、矿物质肥等进行施肥，以保证设施黄瓜的正常生长发育需求，培育健壮植株，提高设施黄瓜自身抵抗力。同时，避免化肥过量，减少对土壤和环境的污染。

3.1.5. 合理的栽培管理

确定合理的黄瓜株行距，及时采用单蔓形式吊蔓，根据设施黄瓜生长状况及时去除侧枝，及早采摘根瓜，同时去除无用雄花和卷须，于采摘后及时去除下部老叶和病叶，并进行落蔓处理，减少病原体的同时有利于养分的吸收与利用。

3.2. 物理防治

3.2.1. 采用抗病品种或嫁接育苗的方式

选择优质的黄瓜种苗，保证种苗健康、无病虫害，可以减少后期的病虫害防治压力。可选用抗逆性强、耐低温弱光、生长势强、连续结果能力强的黄瓜品种进行育苗栽培或者利用黑籽南瓜、瓠瓜等抗病性好的品种与黄瓜进行嫁接栽培，能有效预防土传病虫害的发生，提高植株抗逆性，提升设施黄瓜产量与品质。

3.2.2. 黄板和蓝板诱杀

设施黄瓜蚜虫、粉虱和蓟马由于都是避雨栽培,因而导致其极易经常大规模爆发,尤其是4~10月份之间,然这些害虫具有趋避性,如蚜虫和粉虱都有趋黄性;蓟马具有趋蓝性,因此可通过黄板和蓝板进行粘着诱杀[30]。采用悬挂法,亩用量40张左右,考虑到人工等因素,一般于定植后沿黄瓜种植垄方向悬挂于大棚中部左右位置。同时,也是检测设施黄瓜部分虫害基数的有效参考依据。

3.2.3. 合理选择地膜

地膜覆盖具有保温保湿、除草等功效,同时可创造良好的根系环境,掀开生长发育良好的黄瓜地膜后,可见毛细根均匀生长于地表。设施黄瓜地膜一般越冬或早春栽培选用银灰膜,越夏或秋茬选用黑膜。主要因为银灰膜能有效反射光照,提升大棚温度,且具有驱蚜虫的功效,蚜虫爆发期一般在4~5月份左右,且冬季及早春大棚温度低,使用银光膜刚好符合实际需求;黑膜能有效降低地温,有利于提高越夏和秋茬黄瓜的定植成活率。结合膜下水肥一体化,能有效保持土壤湿度、补充黄瓜中后期所需营养元素、降低棚内湿度等,创造适合黄瓜生长的设施环境,提高黄瓜产量与品质。

3.2.4. 杀虫灯与诱捕器

杀虫灯与性诱剂主要利用害虫的趋光性和信息素作用。常用的杀虫灯主要有频振杀虫灯、黑光灯等,其具有杀虫种类多、范围广、可持续性强等优点。诱捕器主要运用害虫自身的信息素作用,来对害虫进行诱捕灭杀,其具有虫害监测简便、准确度高、实时性等优点。

3.2.5. 防虫网

在设施大棚周边和前后门通风处,设置20~30目防虫网,在不影响设施光照、通风等情况下,可形成隔离屏障,切断外界害虫传播到设施里的途径,对于斜纹夜蛾、斑潜蝇、蚜虫等虫害的发生都能起到很好的控制效果。

3.3. 生物防治

生物防治是指利用生物学原理和技术,通过引入或加强天敌、寄生物、病原体等天然或人工培育的生物因素来控制农作物、果树、林木等生物的病虫害。在黄瓜和其他作物栽培过程中,常见的措施有增施生物有机肥、释放天敌类和生物药剂等,相比传统的化学农药防治方法,病虫害生物防治具有对环境友好、保持生态平衡、安全性高、长期效果好和可持续性等优点。新型生物有机肥其富含有机质和多种有益微生物,能够改善土壤根际环境[31]、克服土壤连作障碍、降低土壤病原菌基数,广泛适用于农业生产。研究表明,生物有机肥在黄瓜上施用效果显著,患病植株明显减少,产量增加幅度较大[32]。设施黄瓜常见的一些虫害,如蚜虫、粉虱、蓟马等,都可通过释放天敌的方式进行防治,如瓢虫类、蜂类和草蛉等。生物药剂主要通过植物、微生物和动物提取,具有绿色安全、无污染、针对性强、抗性小、易降解、持效期长等优点。植物源生物药剂主要有鱼藤酮、印楝素、除虫菊素等,主要运用于鳞翅目、蚜虫、粉虱等。微生物源生物制剂主要有杆菌类、抗生素类,如苏云金杆菌是目前广泛运用于有机、绿色生产中,对多种害虫都有防治效果;枯草芽孢杆菌能够产生抑制细菌、病毒、真菌和病原体的生长的抗生素类物质[33],从而起到防治效果。动物源生物制剂主要指由动物产生的毒素和激素生产的一种新型药剂,如沙蚕毒、性信息素等都能起到防治虫害的目的。生物防治是可持续的农业生产方式,能够有效地保护生态环境,提高农业生产效益,同时也存在一些不足之处,如实施难度大、成本高等问题。因此,在实际应用中需要根据具体情况综合考虑,选择合适的防治方法。

3.4. 化学防治

在实际生产中由于一些气候因子的不可控性,如温度、相对湿度、光照和降雨等,可能会造成病虫

害的大规模暴发, 此时生物防治、物理防治等手段不能迅速有效地对病虫害起到防治效果, 这时通过合理的化学药剂、剂量、方式方法, 可以起到短期内控制病虫害的效果(见表 1)。

Table 1. Chemical control measures for common diseases and pests of cucumber

表 1. 黄瓜常见病虫害化学防治措施

病虫害名称	防治措施
细菌性角斑病	可采用 72% 农用链霉素 4000~5000 倍、77% 可杀得可湿性粉剂 400 倍液或用 50%DT 杀菌剂 500 倍液。交替使用, 可起到提高药效、降低抗药性风险的作用。
细菌性叶斑病	可采取 72% 农用链霉素 3000 倍液、新植霉素 4000 倍液、77% 可杀得可湿性粉剂 600 倍液等灌根与喷雾相结合防治。
细菌性叶枯病	可采取 40% 噻唑锌 750 倍液或 40% 氢氧化铜 1500 倍液, 或春雷霉素 1500 倍液喷施, 每隔 5~7 天喷雾防治一次, 以上药剂要交替轮换使用, 以防产生抗药性。
霜霉病	可使用 5% 的百菌清粉尘剂防治, 7~9 d 喷施 1 次; 也可以使用 80% 的代森锰锌可湿性粉剂, 每 3 d 喷施 1 次。
白粉病	可使用 27% 高脂膜乳剂、20% 三唑酮或 20% 吡啶菌胺等药液防治白粉病, 根据病情发展每隔 7~10 d 喷药 1 次, 药剂宜轮换交替使用。
菌核病	可选用 50% 乙烯菌核利 1000 倍液、50% 腐霉利可湿性粉剂 1000 倍液、50% 异菌脲可湿性粉剂 1000 倍液等喷雾防治, 每隔 7~10 天喷 1 次, 连续防治 2~3 次。
猝倒病	可选用 64% 杀毒矾可湿性粉剂 600 倍液, 75% 百菌清可湿性粉剂 800~1000 倍液或 75% 百菌清可湿性粉剂 500 倍液喷施, 每隔 7 天喷 1 次, 连喷 2~3 次。
病毒病	可用农药有 5% 菌毒清可湿性粉剂 300 倍液、3% 三氮唑核苷水剂 500 倍液或 20% 病毒丹可湿性粉剂 500 倍液喷施,
蚜虫	孵化期蚜虫可以使用 1.3% 的烟参碱乳油 500~800 倍液和 10% 的吡虫啉 1000 倍液, 经过稀释后在黄瓜植株的表面进行喷洒; 蚜虫成虫需要使用 5% 的溴氯菊酯乳油 2000~3000 倍液防治。
白粉虱	可用 10% 噻嗪酮乳油 1000 倍液、22.4% 螺虫乙酯悬浮剂 3000 倍液、40% 啶虫脒水分散剂 3000 倍液防治。
斑潜蝇	可选用灭蝇胺 50% 悬浮剂 5000 倍液、10% 溴氰虫酰胺 1600 倍液喷雾防治。
瓜绢螟	可喷施 5% 甲维盐乳油 3000 倍液、20% 氯虫苯甲酰胺悬浮剂 3000 倍液进行防治。
根结线虫	可用 40% 氟烯线砒进行种前土壤喷雾或 20% 噻唑磷水乳剂兑水灌根的方式防治。

4. 结论与展望

在黄瓜的设施栽培过程中, 首先要确保黄瓜种植各阶段所需的最适温度、湿度、水分和光照, 其次选用优质黄瓜品种, 培育健壮黄瓜苗或嫁接苗, 控制好合理的株行距, 及时并有效地采用吊蔓技术, 控制好后续的水肥管理和病虫害的防治工作, 为黄瓜的生长提供良好的环境基础, 进而提高黄瓜的产量与品质。

未来, 绿色防控技术将更加广泛地应用于黄瓜生产中, 成为黄瓜病虫害防治的主要方式: 加强黄瓜病虫害绿色防控技术的研究, 探索新的防治方法和技术, 提高防治效果和可持续性; 加强黄瓜病虫害绿色防控技术的推广和示范, 引导农民采用绿色防治技术, 提高农民的意识 and 技能; 加强黄瓜病虫害绿色防控技术的监管, 严格控制化学农药的使用, 保证农产品的安全和质量; 加强黄瓜病虫害绿色防控技术的培训, 提高农民的专业知识和技能, 加强防治能力。

参考文献

- [1] 张标, 张领先, 傅泽田, 等. 我国蔬菜生产技术效率变动及其影响因素分析——以黄瓜和茄子为例[J]. 中国农业大学学报, 2016, 21(12): 133-143.
- [2] Sumner, J., Potter, A., Simms, N.J., *et al.* (2016) Modeling Gas Turbine Materials' Hot Corrosion Degradation in Combustion Environments from H₂-Rich Syngas. *Materials and Corrosion*, **68**, 205-214. <https://doi.org/10.1002/maco.201508779>
- [3] Liu, J., Liu, Z., Wang, P., *et al.* (2022) Dynamic Characteristics of the Railway Ballast Bed under Water-Rich and Low-Temperature Environments. *Engineering Structures*, **252**, Article ID: 113605. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.113605>
- [4] Xu, Z., Jiang, H., Sahu, B.B., *et al.* (2016) Humidity Assay for Studying Plant-Pathogen Interactions in Miniature Controlled Discrete Humidity Environments with Good Throughput. *Biomicrofluidics*, **10**, 1154-1163. <https://doi.org/10.1063/1.4950998>
- [5] Toscano-Miranda, R., Toro, M., Aguilar, J., *et al.* (2022) Artificial-Intelligence and Sensing Techniques for the Management of Insect Pests and Diseases in Cotton: A Systematic Literature Review. *The Journal of Agricultural Science*, **160**, 16-31. <https://doi.org/10.1017/S002185962200017X>
- [6] Shb, A., Aaemk, B. and Iaaa, C. (2021) Effect of Melatonin or Cobalt on Growth, Yield and Physiological Responses of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Plants under Salt Stress. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, **22**, 51-60. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.06.012>
- [7] Oleksak, R.P., Tylczak, J.H. and Doan, M.N. (2021) High-Temperature Oxidation of Steels in Direct-Fired CO₂ Power Cycle Environments. *The Journal of the Minerals, Metals & Materials Society*, **73**, 3965-3973. <https://doi.org/10.1007/s11837-021-04960-z>
- [8] Polyxeni, N.S., Sotirios, M., Chrysanthi, K., *et al.* (2016) Chemical Pesticides and Human Health: The Urgent Need for a New Concept in Agriculture. *Frontiers in Public Health*, **4**, Article 148. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148>
- [9] Dhkal, M., Sharma, A. and Sharma, S.P. (2022) Biostimulants an Important Nonchemical Alternative to Pesticides for Management of Virus Disease in Muskmelon. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, **32**, Article No. 61. <https://doi.org/10.1186/s41938-022-00560-4>
- [10] Farnham, A., Fuhrimann, S., Staudacher, P., *et al.* (2021) Long-Term Neurological and Psychological Distress Symptoms among Smallholder Farmers in Costa Rica with a History of Acute Pesticide Poisoning. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **18**, Article 9021. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179021>
- [11] 任爱新, 陈思铭, 刘凯歌, 等. 基于流式细胞术的黄瓜霜霉病菌孢子囊计数研究[J]. 植物病理学报, 2022, 52(5): 841-848.
- [12] 吴燕君, 洪文英, 章忠梅, 等. 设施黄瓜白粉病流行动态与预测模型[J]. 浙江农业学报, 2022, 34(1): 104-111.
- [13] 郭敬华, 孟庆芳, 李亚宁, 等. 玫瑰黄链霉菌 Men-Myco-93-63 发酵液对黄瓜白粉病抗性的影响[J]. 华北农学报, 2007, 22(z1): 1-4.
- [14] 高启帆, 孙敬贤, 王刚, 等. 黄瓜白粉病菌在不同抗性黄瓜材料上的侵染过程[J]. 植物保护, 2021, 47(2): 28-36.
- [15] 苑宝洁, 李磊, 张红杰, 等. 黄瓜细菌性角斑病拮抗细菌的筛选及其防治效果[J]. 中国生物防治学报, 2022, 38(2): 421-427.
- [16] 孙艳秋, 赵奎华, 曹远银, 等. 黄瓜细菌性角斑病免疫胶体金检测试纸条的研制[J]. 植物病理学报, 2011, 41(2): 131-138.
- [17] 赵杰, 周超英, 顾振芳. 腐霉利和多菌灵及其复配剂对黄瓜菌核病菌的毒力测定[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2008, 26(4): 323-325.
- [18] 钱鑫, 谭志琼, 邢梦玉, 等. 黄瓜菊苣假单胞菌叶斑病内生拮抗细菌的鉴定及促生作用[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2022, 48(1): 54-59.
- [19] 李新宇, 李磊, 石延霞, 等. 黄瓜棒孢叶斑病拮抗细菌的筛选、鉴定及防治效果[J]. 植物保护学报, 2020, 47(3): 620-627.
- [20] 穆晓雅, 谭志琼, 刘铜, 等. 一种新的黄瓜细菌性叶斑病拮抗细菌的筛选鉴定及其发酵条件的初步研究[J]. 西南农业学报, 2019, 32(4): 837-842.
- [21] 杨宇红, 杨翠荣, 凌键, 等. 设施蔬菜苗期病害病原鉴定及化学药剂筛选[J]. 中国蔬菜, 2015(6): 28-34.
- [22] 范晓溪, 宋玉泉, 常秀辉, 等. 10%四氯虫酰胺 SC 对黄瓜瓜绢螟药效评价[J]. 农药, 2017, 56(6): 459-460.
- [23] Kok, S., Aktac, N. and Kasap, I. (2022) Ant (Hymenoptera: Formicidae)—Aphid (Hemiptera: Aphididae) Interactions

- in Different Habitats from Turkey with New Mutualistic Associations. *Agricultural and Forest Entomology*, **24**, 124-136. <https://doi.org/10.1111/afe.12477>
- [24] 周福才, 顾爱祥, 周桂生, 等. 蓖麻叶片粗提物对黄瓜瓜绢螟的作用[J]. 中国生态农业学报, 2012, 20(5): 619-624.
- [25] 李小艳, 倪畅, 刘旭. 不同防治方法对设施黄瓜根结线虫的防治效果[J]. 中国农学通报, 2022, 38(25): 130-133.
- [26] Ya, P., *et al.* (2016) Three New Species of the Genus *Pterophorus* Schäffer (Lepidoptera, Pterophoridae) from the Indo-Malayan Region. *Entomological Review*, **95**, 1251-1256. <https://doi.org/10.1134/S0013873815090146>
- [27] 王哲, 柴里昂, 樊怀福, 等. 植物响应盐胁迫蛋白质组学研究进展[J]. 浙江农业学报, 2019, 31(6): 1021-1028.
- [28] 贾立新, 汪记阮, 韩群营. 大棚春提早辣椒主要病虫害绿色防控关键技术[J]. 长江蔬菜, 2023(5): 59-61.
- [29] 毋海梅, 闫浩芳, 张川, 等. 温室滴灌黄瓜产量和水分利用效率对水分胁迫的响应[J]. 农业工程学报, 2020, 36(9): 84-93.
- [30] 杨信廷, 刘蒙蒙, 许建平, 等. 自动监测装置用温室粉虱和蓟马成虫图像分割识别算法[J]. 农业工程学报, 2018, 34(1): 164-170.
- [31] 安祥瑞, 江尚焘, 谢昶琰, 等. 减施化肥配施有机肥对荔枝园土壤微生物区系的影响[J]. 应用生态学报, 2022, 33(4): 1099-1108.
- [32] 张婉菊, 谢太震, 陈梦多, 等. 根际细菌 LK2-3 对黄瓜枯萎病的生物防治作用[J]. 中国瓜菜, 2022, 35(7): 25-30.
- [33] 李庆荣, 邢东旭, 肖阳, 等. 枯草芽孢杆菌生防菌株 SEM-9 根际定植及对根际土壤微生物多样性的影响[J]. 华南农业大学学报, 2022, 43(4): 82-88.