

黄瓜白粉病综合防治研究进展

沈虹¹, 尤超¹, 张莹莹¹, 程芳梅¹, 郭世荣², 孙锦²

(1. 南京农业大学(宿迁)设施园艺研究院, 江苏 宿迁 223800; 2. 南京农业大学园艺学院, 江苏 南京 210095)

摘要:白粉病是危害黄瓜的主要病害之一。现系统介绍黄瓜白粉病病原菌、初浸染和侵染循环、发病规律、症状诊断, 以及农业防治、生物防治和化学防治的研究进展, 并提出问题与展望。

关键词:黄瓜; 白粉病; 防治; 研究进展

中图分类号: S436.421 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2017)08-0133-05 DOI: 10.11942/j.issn1002-2767.2017.08.0133

黄瓜(*Cucumis sativu* L.)是世界性的主要蔬菜作物, 十大蔬菜之一, 营养丰富, 栽培面积大, 效益高, 深受种植者和消费者的喜爱。黄瓜白粉病,

又名“白毛病”、“粉霉病”, 具有分布广、潜育期短、流行性强、传播快的特点, 是一种危害严重的世界性病害。黄瓜白粉病在全国各露地和保护地栽培的黄瓜上均普遍发生, 一般黄瓜生长中、后期病情发展迅速, 导致叶片枯黄、植株干枯, 条件适宜时, 几天的时间内, 即可迅速传遍整个棚室, 造成大面积减产。黄瓜白粉病除危害黄瓜外, 还会危害西瓜、甜瓜、冬瓜、西葫芦等其它葫芦科蔬菜^[1]。

1 白粉病的病菌及症状

1.1 病原菌

病原是单丝白粉菌(*Sphaerotheca fuliginea* Schlecht Poll.), 属于囊菌门真菌。因病原菌种类不同, 白粉菌寄主范围也有不同, 一般情况下一种植物仅

收稿日期: 2017-06-09

基金项目:2014 年度宿迁市科技基础设施建设资助项目(M 201419); 宿迁科技计划资助项目(L201519)、(L201604); 2016 年度江苏省科技苏北科技专项(富民强县)资助项目(BN2016198); 2016 年度中央引导地方科技发展专项资金资助项目; 2017 年江苏省农业三新工程资助项目(SXGC[2017]197)

第一作者简介:沈虹(1986-), 女, 江苏省宿迁市人, 硕士, 助理研究员, 从事蔬菜作物遗传育种与生物技术研究。E-mail: sh1006604@126.com。

通讯作者:孙锦(1972-), 男, 甘肃省民乐县人, 博士, 副教授, 从事设施园艺、无土栽培和蔬菜园艺等教学、科研和推广工作。E-mail: jinsun@njau.edu.cn。

Historical Evolution of Rice Winter Breeding in Heilongjiang Province

YAO You¹, FAN Shao-zhu¹, LIU Hua-long²

(1. Harbin Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150029; 2. Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030)

Abstract: Southern propagation of crops in Hainan was an indispensable part of the development of grain industry in China. Heilongjiang province was a big province of grain production in our country, which had experienced nearly 60 years of breeding in Hainan. But at the end of 90s, Heilongjiang rice had been repeatedly infected with quarantine pests in the winter breeding base of Hainan province, in order to prevent quarantine pests in Heilongjiang province, pose a threat to the safety of rice production, closed the gate of rice winter breeding, in accordance with the requirements of breeding units also stopped rice winter breeding work. With the increase in the level of prevention and control. The gate of rice breeding in Hainan province had been restarted by Agriculture Committee of Heilongjiang Province, the policy support for solving the problem of rice breeding in cold area had been provided. The historical experience, development present situation and achievements of Hainan breeding in Heilongjiang province were summarized, and suggestions for the long-term development of rice in Heilongjiang province were put forward.

Keywords: Heilongjiang province; rice winter breeding; history; development

发生一种白粉病,但也有例外。黄瓜白粉病原菌主要有两个属:单囊壳白粉菌(*Podosphaera xanthii*)(异名 *Sphaerotheca fuliginea*)和二孢白粉菌(*Golorinomyces cichoracearum*)(异名 *Erysiphe cichoracea* Rum)^[2-3],在中国主要是前者。

1.2 初浸染和侵染循环

病原以闭囊壳形式随着病残体在土壤中越冬,也可以菌丝体、分生孢子在作物上越冬。气温达到20~25℃时,闭囊壳散发出子囊孢子,或由菌丝形成分生孢子梗和分生孢子,借助雨水或气流传播。发病后,病斑上产生的分生孢子可以进行多次再侵染^[4]。

1.3 发病规律

黄瓜白粉病喜温湿又耐干燥。发病最适温度为16~24℃,最适相对湿度为75%,但10~30℃温度和25%~85%相对湿度时孢子也可萌发。在雨后干燥而田间湿度大时有利于加速白粉病的流行,尤其在高温干旱与高温高湿条件交替出现并伴有大量白粉菌源时极易流行^[4-5]。

1.4 症状诊断

病害最先出现在植株下部叶片的正面或背面,开始是白色的小粉点,逐渐扩大为粉状的圆形斑。条件适宜时,斑点继续蔓延连成片,成为边缘不明显的大片白粉区,直至布满整个叶片,像长了一层白毛,故而俗称白毛病。其后叶片变黄、发脆,白毛也由白色变为灰白色,叶柄和茎的发病症状与叶片基本相似^[4,6]。

2 农业防治

农业防治主要是通过改善植物的生长环境来增强植物本身抗病能力,创造不利于病原菌繁殖的环境进行防治。例如,选择土质疏松肥沃、通风透光、排灌方便的田块种植;挑选无病虫害健壮的幼苗定植;采用滴灌、管道暗灌等灌溉技术降低空气和土壤中湿度;合理施肥:注重施基肥、有机肥代替复合肥,增施磷钾肥,合理施用氮肥;中耕除草,及时摘除枯黄老叶和病叶并及时带出田间或棚室。

2.1 选用抗病品种

选用抗病品种是减轻植物病害较为经济、安全、有效的控制策略。鉴于白粉病的危害巨大,世界瓜类生产国均将白粉病抗性育种作为主要育种目标之一^[7]。目前已选育出一些抗病品种,例如津春4号、津优30、中农八号,津优2号等。王惠

哲等^[8]研究发现,抗性不同的黄瓜品种接种白粉病菌后,感病品种对病菌的侵染表现更敏感。目前生产上的抗病品种由单个显性基因控制的多数表现为垂直抗性,大面积推广后容易在几年内丧失抗病性。然而,植株抗病性是寄主和病原物在一定的环境条件下互相作用的一系列表现,三者中一个发生改变,原有的抗病性就可能会丧失,所以仅依靠抗病品种并不能完全防治病害的产生,必须辅助多种防御措施综合治理^[9]。

2.2 合理的栽培措施

合理轮作和间作均可提高土壤细菌多样性,减轻黄瓜病害,其中菜豆-芹菜-黄瓜轮作可有效的降低黄瓜白粉病的发生,土壤细菌群落结构多样性指数和均匀度指数都与白粉病病情指数呈显著负相关^[10]。研究发现,稻草营养基质栽培可有效降低黄瓜病害的发生速度,减缓白粉病发病株率的上升趋势^[11]。研究发现,毛葱-黄瓜,小麦-黄瓜和燕麦-黄瓜轮作栽培白粉病的发病率分别降低了83.2%、66.3%和65.2%^[12]。小麦、毛茛子和三叶草与黄瓜间作均可降低白粉病的病情指数,可有效控制黄瓜白粉病的发生^[13]。

2.3 嫁接防治

嫁接可有效缓解或解除植物逆境胁迫,提高蔬菜的抗病性,还可大大增强蔬菜作物对非生物因子胁迫的抗性,目前在生产中应用广泛。黄瓜与黑籽南瓜等抗病砧木嫁接,可防治白粉病^[14]。

2.4 合理施肥

研究发现,施用沼渣有机肥料,可显著提高黄瓜对白粉病的抗病性,其中以沼渣生物菌肥的发病率和病情指数最低^[15]。基肥施用中性硅酸钠以及叶面喷施水溶性多效硅肥都可以明显增强黄瓜对白粉病菌的抗性^[16]。

2.5 高温闷棚

高温闷棚是最具有代表性和成效最显著的杀菌消毒方法。温度控制在46.0~48.5℃,持续时间1.5~2.0h,对白粉病的最高防效可达91.1%^[17]。王平等^[18]研究发现,高温处理可降低白粉病菌的活性,增强感染白粉病菌植株的光能捕获和转换以及抗氧化酶活性。

3 生物防治

生物防治主要是利用生防菌和植物内源提取物进行防治,具有选择性强、无抗药性、无污染等优点。

3.1 生防菌

生产上应用较多的生防菌有真菌、细菌、放线菌和病毒等。解淀粉芽孢杆菌(LJ1)和玫瑰黄链霉菌(en-myco-93-63)是从土壤中分离出的对黄瓜白粉病具有较好防效的生防细菌^[19]。PR1-8和GKSHJA是对瓜类白粉病有显著防效的内生放线菌^[20]。研究发现利用微生物源几丁质酶为主成分的制剂处理白粉病发病率为8.77%,防效达89.32%,可有效抑制黄瓜白粉病的发生^[21]。*Ampelomyces quisqualis*是防治白粉病的重寄生菌株,但高湿的培养条件较大程度上限制了其防治效果^[22]。*Sporothrix floccuolosa*对黄瓜白粉病菌的防治效果与化学药剂大致相同,对湿度的要求也比*A. quisqualis*和*T. washingtonensis*低^[23-24]。另有研究发现,*Verticillium lecanii*对黄瓜白粉病的防治效果比*Sporothrix rugulosa*更好^[25-26],很可能将是生物防治白粉病的一种有效方法。生防菌株M63、S15、S93、XJT-7、NZT-14-84、BDT-25、AI-05链霉素对黄瓜白粉病的防治效果较好,其中M63有较好的应用前景^[27-29]。

3.2 植物源活性物质

目前对植物源杀菌剂的研究和开发主要是针对植物的真菌性、病毒性和细菌性病害,对植物源抗真菌活性的研究也主要集中在活性植物资源的室内筛选。植物内源提取物主要通过诱导植物产生抗性,抑制白粉病的发展蔓延,如黄檀提取物、刺槐提取物、地锦提取物、蓼科、南瓜提取物、石楠植物提取物^[30-34]。王春梅等^[35]研究发现了黄瓜白粉病有较好防效的植物源杀菌剂蛇床子素。D-松醇对黄瓜白粉病治疗3 d的防治效果最好。原药2 000 mg·L⁻¹时防效最好,20%的水剂稀释至3.3%防效最好,水剂在减少D-松醇原药用量的基础上,进一步减轻了黄瓜白粉病的发病程度^[36]。唐蕊等^[37-38]研究发现中药大黄的粗提液对黄瓜白粉病有较好的防效,并明确了其中的有效成分之一是大黄酚。任红敏^[39]用过大黄酚原药研制了5%大黄酚悬浮剂,并通过室内及田间测定结果表明5%大黄酚悬浮剂防治黄瓜白粉病效果较为显著,同时证明其药效优于原药。尽管国内外实验人员对多种植物进行杀菌活性的筛选,但成功开发成杀菌剂的药品仍然十分有限。目前我国已开始应用于农业生产中的植物活性成分主要有细辛油^[40]、黄连素^[41]和银泰^[42]等。

3.3 植物诱导抗病性

植物诱导抗病性指的是植物在经过物理因子、生物因子、化学物质或病原物接种处理后,通过激活植物自身的天然防御机制,产生一种后天免疫功能,对随后的病原菌侵染产生抵抗性的特征,减轻或免受病原物侵染对植物所带来的危害。诱抗剂可提高黄瓜叶片中的POD、PAL、SOD和CAT等防御酶活性,而且诱抗剂浓度越高、次数越多,防治效果越好^[43]。陈喜文^[44]系统地研究了7种化学诱导物及其组合对黄瓜白粉病抗性的诱导作用,认为诱导效果为草酸>水杨酸>苦参碱>苯基硫脲>复合磷,氯化钾和硫酸锰的诱导效果不明显。随后,陈喜文等^[45]又对11种含氮杂环化合物进行筛选,并筛选出嘧啶类化合物BEPy与DPyEPOB对黄瓜白粉病抗性具有诱导作用。郭玉蓉等^[46]研究指出硅化物显著地抑制了白粉菌分生孢子初生芽管的萌发,具有诱导抗病的作用。

3.4 其它防治

关于无机盐防治白粉病,Reuveni M^[47]将磷酸盐喷施黄瓜叶片,对黄瓜白粉病有一定的抑制作用,还可增强植物抗白粉病能力;一年后Reuveni M^[48]又发现氯化锂不仅能为黄瓜根部提供营养,还可抑制白粉菌的侵染。研究发现,KCl电解水可用于替代农药防治黄瓜白粉病^[49]。大豆油和蛋黄混合剂在大棚试验防治的效果达到97.54%^[50]。棉籽油、花生油、豆油、芝麻油、玉米油和葵花油与乳化剂配制成的植物油乳油具有较好的防治黄瓜白粉病的效果^[51]。

4 化学防治

化学防治又称农药防治,是指通过使用化学药剂对寄主植物或病原菌造成一定影响,使病原菌无法进行侵染或传播。白粉病的化学防治最早可追溯到古罗马时期,将硫磺和石灰混合来防治葫芦科和果树白粉病^[52-53]。20世纪60年代研制出的内吸性杀菌剂,苯菌灵、甲基硫菌灵并成功用于防治白粉病,且很快产生了抗药性。90年代至今主要用多菌灵、速保利、粉锈宁、腈菌唑等防治^[54]。Strobilurin是一种兼具化学药剂与生物药剂特点的仿生合成杀菌剂,迅速得到了大量推广使用,例如醚菌酯、醚菌胺、肟菌酯、肟醚菌胺、啉氧菌酯、氟啉菌酯等对白粉病有较好的防效^[55-58]。陈定花等^[59]以天然抗生素开发的一类

仿生合成杀菌剂,大棚与露地黄瓜白粉病试验防效分别为 90%与 82%。目前,国内防治瓜类白粉病的化学药剂种类繁多,例如帕克素水剂、阿米西达、四氟醚唑、福美双、百菌清、氟菌唑、甲基硫菌灵、特富灵、氟菌·肟菌·啉菌、啉菌净、醚菌·啉酰菌、啉菌酯、氟硅唑、三唑类杀菌剂等单剂及复配剂型。有研究发现,在瓜类白粉病菌中,同类杀菌剂之间会产生交互抗性,导致一些菌株同时对几种杀菌剂产生抗药性,例如白粉病对杀菌剂苯并咪唑类、羟基嘧啶类、甲氧基丙烯酸酯类、EBIs 有机磷类和苯氧基喹啉类几乎同时产生了抗药性,而且发展速度惊人,同时引起了新的病虫害的发生^[52]。

5 问题与展望

近年来,黄瓜白粉病的发生和危害日益加重。目前,在生产上主要依靠化学农药来防治,然而长期用药会增加病原菌的抗性,影响黄瓜的品质和产量,对环境也造成很大污染。使用生物药剂及其复配制剂防治是克服化学药剂缺陷和不足的有效措施和主要发展方向。目前生物防治已有长足的发展,但仍处于初期阶段,有待进一步探索。农业防治只可在发病前起预防作用,发病期防治作用低,不能从根本上抑制病情的发展和蔓延。培育抗病新品种是一种经济有效的方法,然而病原菌不断变异产生的新的生理小种会使原有品种的抗性迅速丧失,为延长抗病品种的使用寿命,对品种抗源多样化、抗病品种选育和种植多系品种、混合品种及抗病基因累加等方面的研究是未来的方向。

参考文献:

- [1] 曲丽,秦智伟. 黄瓜白粉病病原菌及抗病性研究进展[J]. 东北农业大学学报,2007,38(6):835-841.
- [2] 鲁宏伟. 黄瓜白粉病抗性基因挖掘[D]. 北京:中国农业科学院,2015.
- [3] 张素勤,顾兴芳,张圣平,等. 黄瓜对霜霉病和白粉病抗性的相关性研究[J]. 中国蔬菜,2007(9):9-11.
- [4] 郭书普. 新版蔬菜病虫害防治彩色图鉴[M]. 北京:中国农业大学出版社,2010.
- [5] 刘湘,袁建华,陈志赋. 黄瓜白粉病的发生与防治[J]. 上海蔬菜,2015(2):50-50.
- [6] 岳欢,吴星波,郝俊杰,等. 黄瓜抗白粉病分子育种研究现状与展望[J]. 植物遗传资源学报,2014,15(1):120-128.
- [7] 刘秀波,崔琦,崔崇士. 瓜类白粉病抗性育种研究进展[J]. 东北农业大学学报,2005,36(6):794-798.
- [8] 王惠哲,李淑菊,霍振荣,等. 黄瓜感染白粉病菌后的生理变化[J]. 华北农学报,2006,21(1):105-109.
- [9] 赵博. 植物油生物农药对黄瓜白粉病的防治效果与抑菌机

理研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2016.

- [10] 于慧颖. 轮作方式对黄瓜根际细菌多样性及产量的影响[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2008.
- [11] 佟贤,何莉莉,王淑杰,等. 日光温室黄瓜连作于稻草营养基质中的微生物变化[J]. 江苏农业科学,2009(3):162-165.
- [12] 王东凯,杨威,刘博,等. 不同栽培方式对设施黄瓜主要病害及品质的影响[J]. 北方园艺,2012(9):10-13.
- [13] 吴凤芝,周新刚. 不同作物间作对黄瓜病害及土壤微生物群落多样性的影响[J]. 土壤学报,2009,46(5):899-906.
- [14] 陈志杰,梁银丽,徐福利,等. 陕北日光温室黄瓜病虫害发生规律及持续控制对策[J]. 西北农业学报,2003,12(4):46-50.
- [15] 周国顺,王向东,马艳芝,等. 不同沼渣有机肥处理对秋黄瓜产量、抗病性和品质的影响[J]. 河北农业大学学报,2017,40(2):39-44.
- [16] 刘海清,马保国,孙红. 施用硅肥对黄瓜抗白粉病及其产量的影响[J]. 河南农业科学,2005(5):65-66.
- [17] 焦国信. 高温闷棚对黄瓜病虫害的防治效果[J]. 甘肃农业科技,2007(10):18-19.
- [18] 王平,张红梅,金海军,等. 高温闷棚防治黄瓜白粉病及其对黄瓜生长和生理代谢的影响[J]. 上海农业学报,2016,32(2):7-13.
- [19] 郭敬华. 玫瑰黄链霉菌 Men-myc-93-63 发酵液防治黄瓜白粉病的效果及作用机理初探[D]. 河北农业大学,2007.
- [20] 王美英. 植物内生放线菌防治西葫芦白粉病的初步研究[J]. 园艺学报,2007,34(6):1471-1476.
- [21] 孙卉,闫海洋,金荣德. 微生物源杀菌剂对黄瓜白粉病的防治作用[J]. 东北农业科学,2015,40(3):65-68.
- [22] 李超. 白粉寄生孢发酵条件及其发酵液活性的研究[D]. 青岛:青岛农业大学,2006.
- [23] Hajlaoui M R, Bélanger R R. Comparative effects of temperature and humidity on the activity of three potential antagonists of rose powdery mildew[J]. Netherlands Journal of Plant Pathology,1991,97(4):203-208.
- [24] Dik A J, Verhaar M A, Bélanger R R. Comparison of three biological control agents against cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in semi-commercial-scale glasshouse trials[J]. European Journal of Plant Pathology,1998,104(4):413-423.
- [25] Verhaar M A, Hijwegen T, Zadoks J C. Glasshouse experiments on biocontrol of cucumber powdery mildew(*Sphaerotheca fuliginea*) by the *Mycoparasites* *Verticillium lecanii* and *Sporothrix rugulosa*[J]. Biological Control,1996,6(3):353-360.
- [26] Verhaar M A, Hijwegen T, Zadoks J C. Improvement of the efficacy of *Verticillium lecanii* used in biocontrol of *Sphaerotheca fuliginea* by addition of oil formulations[J]. Bio Control,1999,44(1):73-87.
- [27] 杨文香,张汀,刘大群. 三株链霉菌素对黄瓜白粉病及其黄瓜生长的影响[J]. 河北农业大学学报,2005,28(4):80-84.
- [28] 杨巍民,杨星,沈苗,等. 生防菌株 AI-05 对黄瓜白粉病的防治及菌株鉴定[J]. 农药,2016(4):304-306.

- [29] 鹿秀云,李社增,马平,等. 黄瓜白粉病生防细菌的筛选与鉴定[C]//中国植物保护学会生物入侵分会. 第四届全国绿色环保农药新技术、新产品交流会暨第三届生物农药研讨会论文集. 北京,2006.
- [30] Herger G, Harvey I, Jenkins T, et al. Control of powdery mildew of grapes with plant extracts. [C]// Forty Second New Zealand Weed and Pest Control Conference, Taranki Country Lodge, New Plymouth, 1989:178-181.
- [31] Menzies J G, Bélanger R R. Recent advances in cultural management of diseases of greenhouse crops[J]. Canadian Journal of Plant Pathology, 1996(18):186-193.
- [32] 李艳波,张志远. 刺槐对黄瓜白粉病的防治效果研究[J]. 世界农药, 2012, 34(4):42-44.
- [33] Zhang Z Y, Dai G H, Zhuge Y Y, et al. Protective effect of *Robinia pseudoacacia* Linn. extracts against cucumber powdery mildew fungus, *Sphaerotheca fuliginea*[J]. Crop Protection, 2008, 27(6):920-925.
- [34] 金素心,顾振芳,代光辉,等. 植物提取液对黄瓜白粉病的抑菌活性筛选研究[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2006, 24(1):48-53.
- [35] 王春梅,吴桂本,王英姿,等. 蛇床子素防治黄瓜白粉病研究[J]. 江苏农业科学, 2005 (4):57-58.
- [36] 王丹丹,陈佳,陈义娟,等. D-松醇原药及其水剂对黄瓜白粉病的作用方式[J]. 农药. 2012, 51(4):292-295.
- [37] 唐蕊,张雪辉,胡同乐,等. 大黄提取液防治黄瓜白粉病的初步研究[J]. 安徽农业大学学报, 2003, 30 (4):363-366.
- [38] 唐蕊,王秀玲,张雪辉. 大黄中防治黄瓜白粉病活性物质的提取及组分分析[J]. 安徽农业大学学报, 2005, 32 (4):441-443.
- [39] 任红敏. 大黄酚对黄瓜白粉病菌的抑制作用机制研究[D]. 保定:河北农业大学, 2011.
- [40] 周一万. 植物源农药制剂加工关键技术研究[D]. 咸阳:西北农林科技大学, 2011.
- [41] 吴文君,刘惠霞,胡兆农,等. 从天然产物到新农药创制—杀虫植物苦皮藤研究进展[J]. 昆虫知识, 2008, 45(6):845-851.
- [42] 张龙,孟昭礼,李健强,等. 拟银杏杀菌剂绿帝和银泰抑制小麦纹枯病菌机制初探[J]. 麦类作物学报, 2003, 23(4):109-112.
- [43] 刘琴,吴毅歆,薛原,等. 一种生物诱抗剂防治黄瓜白粉病效果及对诱导酶的影响[J]. 中国农学通报, 2013, 29(36):367-371.
- [44] 陈喜文,郝友进,陈德富. 几种化学诱导物对黄瓜白粉病抗性的诱导作用[J]. 华北农学报, 2000, 15 (4):103-107.
- [45] 陈喜文,郝友进,陈德富. 含氮杂环化合物对黄瓜白粉病抗性的诱导作用及其与防御酶系的关系[J]. 植物病理学报, 2003, 33(6):535-540.
- [46] 郭玉蓉. 硅化物对甜瓜抗真菌病害的生理机理研究[D]. 兰州:甘肃农业大学, 2003.
- [47] Reuveni M, Agapov V, Reuveni R. Controlling powdery mildew caused by *Sphaerotheca fuliginea* in cucumber by foliar sprays of phosphate and potassium salts[J]. Crop Protection, 1996, 15(1):49-53.
- [48] Reuveni M, Agapov V, Reuveni R. A foliar spray of micro-nutrient solutions induces local and systemic protection against powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in cucumber plants[J]. European Journal of Plant Protection, 1997(103):581-588.
- [49] 魏肖鹏,董宇,孙娟娟,等. 电解水对黄瓜生长、果实品质及黄瓜霜霉病和白粉病防效的影响[J]. 植物保护学报, 2016, 43(5):819-827.
- [50] 张铨哲,赵博. SOL 生物农药防治黄瓜白粉病药剂浓度的筛选[J]. 东北农业科学, 2016(5):67-71.
- [51] 杜学林,邢光耀,任爱芝,等. 植物油乳油对黄瓜白粉病的防治作用[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(30):16926-16928.
- [52] 周益林,段霞瑜,盛宝钦. 植物白粉病的化学防治进展[J]. 农药学报, 2001, 3(2):12-18.
- [53] 谢标洪. 阿米西达防治黄瓜白粉病的技术研究[D]. 南京:南京农业大学, 2003.
- [54] 张林燕. 南京市园林植物白粉病发生规律及防治技术研究[D]. 南京:南京林业大学, 2009.
- [55] 柏亚罗. Strobilurin 类杀菌剂—又一例对天然化合物的成功模拟[J]. 农药, 1999, 38(12):4-6.
- [56] 王献友,薛潇沛,庞艳萍,等. Strobilurin 类化合物的生物活性研究进展[J]. 吉林农业科学, 2013(4):49-52.
- [57] 柏亚罗. Strobilurins 类杀菌剂研究开发进展[J]. 农药, 2007, 46(5):289-295.
- [58] 贾俊超,马琳,范志金,等. 病原菌对 Strobilurin 类杀菌剂抗药性机理的研究进展[J]. 农药学报, 2008, 10(1):1-9.
- [59] 陈定花,朱卫刚,胡伟群,等. 新型广谱杀菌剂苯醚菌酯(ZJ0712)生物活性[J]. 农药, 2006, 45(1):18-21.

Advances in Integrated Control of Cucumber Powdery Mildew

SHEN Hong¹, YOU Chao¹, ZHANG Ying-ying¹, CHENG Fang-mei¹, GUO Shi-rong², SUN Jin²

(1. Suqian Academy of Protected Horticulture, Nanjing Agricultural University, Suqian, Jiangsu 223800; 2. College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095)

Abstract: Powdery mildew is a major disease of cucumber in the world. The pathogenic bacteria, primary and cucumber powdery mildew infection cycle, pathogenesis, symptom diagnosis, research progress of agricultural control, biological control and chemical control were introduced. Besides, the existing problems and future trend were pointed out.

Keywords: cucumber; powdery mildew; control measures; research progress