

案例一 黄瓜霜霉病防控技术

贺字典 高素红 杨 娟 王秀平
河北科技师范学院

【案例说明】

黄瓜霜霉病是黄瓜生产上的一种低温高湿型重要病害，除用化学防治外，还有什么生态防治方法？本案例以黄瓜霜霉病的发病条件为教学重点，展开创造有利于黄瓜生长不利于病原菌侵染的条件来防治该病害，本案例适用于资源利用与植物保护领域硕士学位研究生。

【教学重点】

黄瓜霜霉病的发病条件、品种抗病性鉴定

【教学难点】

生态技术控制黄瓜霜霉病的发生

【教学准备】

(1) 授课案例于开课一周发给学生，提示学生课前阅读相关材料；分成 4 组，以黄瓜霜霉病的防治为主题查资料，作出 PPT，上课汇报。

(2) 课时分配（时间安排）：按照 2 节课 100 分钟的时间安排课程进程。课堂内容讲解 40~50 分钟；各小组案例讨论及答疑共 30~40 分钟，总结 10~20 分钟。

【教学过程】

背景介绍——案例引入——问题设置——分组讨论——课堂讨论总结——课后作业 布置——考核——教学效果评价

【背景介绍】

黄瓜霜霉病俗称跑马干、黑毛、瘟病等，主要危害叶片，也能危害茎和花序，苗期至成株期均可发病，特别是黄瓜进入收获期发病较重。霜霉病主要发生在叶片上。苗期发病，子叶上起初出现褪绿斑，逐渐呈黄色不规则形斑，潮湿时子叶背面产生灰黑色霉层，随着病情发展，子叶很快变黄，枯干。成株期发病，叶片上初现浅绿色水浸斑，扩大后受叶脉限制，呈多角形，黄绿色转淡褐色，后期病斑汇合成片，全叶干枯，由叶缘向上卷缩，潮湿时叶背面病斑上生出灰黑色霉层，严重时全株叶片枯死。抗病品种病斑少而小，叶背霉层也稀疏。

一、病原菌

黄瓜霜霉病病原为鞭毛菌亚门假霜霉属古巴假霜霉菌(*Pseudoperonospora cubensis*(Berk.et Curt.) Rostov.) 病菌的孢子囊梗无色，单生或 2~4 根束生，从气孔伸出，上部呈 3~5 次锐角分枝，分枝末端着生一个孢子囊；孢子囊卵形或柠檬形，顶端具乳状突起，单胞，淡褐色。孢子囊可萌发长出芽管，或孢子囊释放出游动孢子，变为圆形休止孢子，萌发芽管，侵入寄主。卵孢子球形，黄色，表面有瘤状突起。

病菌为活体专性寄生真菌，种子不带菌，病菌主要靠气流传播，从叶片气孔侵入。霜霉病的发生与植株周围的温湿度环境关系非常密切，发生起始温度为 16℃左右，而流行适温为 20~24℃，且要求相对湿度在 85%以上。

二、发病规律

病菌的孢子囊靠气流和雨水传播。在温霜霉病病害循环室中，人们的生产活动是霜霉病的主要传染源。黄瓜霜霉病最适宜发病温度为 16~24℃，低于 10℃或高于 28℃，较难发病，低于 5℃或高于 30℃，基本不发病。适宜的发病湿度为 85%以上，特别在叶片有水膜时，最易受侵染发病。湿度低于 70%，病菌孢子难以发芽侵染，低于 60%，病菌孢子不能产生。

病菌在保护地内越冬，翌春传播。也可由南方随季风而传播来。夏季可通过气流、雨水传播。在北方，黄瓜霜霉病是从温室传到大棚，又传到春季露地黄瓜上，再传到秋季露地黄瓜上，最后又传回到温室黄瓜上。

三、防治技术

（一）选用抗病品种

【问题】

说明黄瓜霜霉病抗病性鉴定技术？

1、黄瓜霜霉病抗病性鉴定

（1）菌悬液制备

将带有霜霉病的病叶采摘下来（采集发病 9~12 d 的病叶较好）放进保鲜袋里。将采集的黄瓜霜霉病病叶先用清水将病叶冲洗一遍，然后把冲洗好的病叶放在 25~30 °C 培养箱中培养 24 h，次日将处理过的病叶一边用无菌水冲洗一边用高压灭菌的毛笔刷洗叶背面的孢子囊，将孢子囊刷入带有无菌水的小烧杯中，用吸管取一滴菌液放在血球计数板上，然后在显微镜下观察孢子的数量，直到调到 5×10⁵/ ml 孢子浓度为止。

（2）育苗

先将黄瓜种子用 50~55 °C 的温水浸泡 30 min，完成后，把种子放入底部铺有纱布的保温盒中，每天用水过滤 3 次，直到种子露白取出。把催好芽的种子分别播种于生物炭和草炭作为育苗基质的 50 孔穴育苗盘中。当幼苗长出两叶一心时定植。

（3）人工接种

用喷壶将霜霉病孢子悬浮液喷到黄瓜叶片上，将接种后的黄瓜苗培养相对湿度保持在 85%~90% 之间，培养温度 25°C~28 °C，接种 7~15 d 后调查其发病情况。

（4）抗病性鉴定标准

表 1 黄瓜霜霉病的分级标准

病情分级	分级标准
0	叶片无病斑
1	接种点有微小病斑，直径小于 0.5 cm
2	接种点病斑直径 0.5~1.3 cm
3	接种点黄化面积占整个面积的 1/2 以下，坏死斑占 1/3 以下
4	坏死斑面积占总面积的 1/3~2/3
5	坏死斑面积占整个面积的 2/3 以上，病叶大部分枯黄

$$\text{病情指数(DI)(\%)} = \frac{\sum(\text{各级病叶数} \times \text{相对级别代表值})}{(\text{调查总叶片数} \times \text{最高级数代表值})} \times 100$$

黄瓜对霜霉病抗性评价指标：高抗（HR）：0 < DI≤10；抗病（R）：10 < DI≤30；中抗（MR）：30 < DI≤50；感病（S）：50 < DI≤70；高感（HS）：DI > 70。

（5）黄瓜对黄瓜霜霉病的抗病性

表 2 黄瓜品种对霜霉病的抗病性

品种	病情指数	抗病性
Cucumber cultivars	Disease index	Disease resistance
中农 50 号	24.41 ±1.03h	抗病（R）
中农 6 号	26.02 ±1.79gh	抗病（R）
中农 12 号	24.06 ±0.83h	抗病（R）
中农 118 号	27.09 ±1.50gh	抗病（R）
津优 35	17.58 ±0.91i	抗病（R）
津优 308	16.10 ±0.26i	抗病（R）
中荷 102 号	43.61 ±0.63d	中抗（MR）
中荷 16 号	43.52 ±1.51d	中抗（MR）

中荷 10 号	46.19 ±0.41cd	中抗 (MR)
中荷 15 号	48.09 ±0.33cd	中抗 (MR)
博美 80-3	31.60 ±1.04f	中抗 (MR)
博美 80-16	31.94 ±0.52f	中抗 (MR)
博美 70	30.80 ±0.94f	中抗 (MR)
中蔬 c56	36.01 ±0.80e	中抗 (MR)
中农 26 号	52.45 ±1.75bc	感病 (S)
C502	58.34 ±1.56a	感病 (S)

人工接种条件下黄瓜品种对霜霉病的抗病性高低性表现为：中农 50 号、中农 6 号、中农 12 号、中农 118 号、津优 35、津优 308 均属抗病品种；中荷 102 号、中荷 16 号、中荷 10 号、中荷 15 号、博美 80-3、博美 80-16、博美 70、中蔬 c56 均属中抗品种；中农 26 号、C502 均属感病品种（表 2；图 1~图 16）。



图 1 中农 50 号人工接种霜霉病发病情况



图 2 中农 6 号人工接种发病情况



图 3 中农 12 号人工接种霜霉病发病情况



图 4 中农 18 号人工接种霜霉病发病情况



图 7 津优 35 人工接种霜霉病发病情况



图 8 中荷 16 人工接种霜霉病发病情况



图 9 中荷 9 号人工接种霜霉病发病情况



图 10 中荷 15 号人工接种霜霉病发病情况



图 11 博美 80—3 人工接种霜霉病发病情况



图 12 博美 80—16 人工接种霜霉病情况

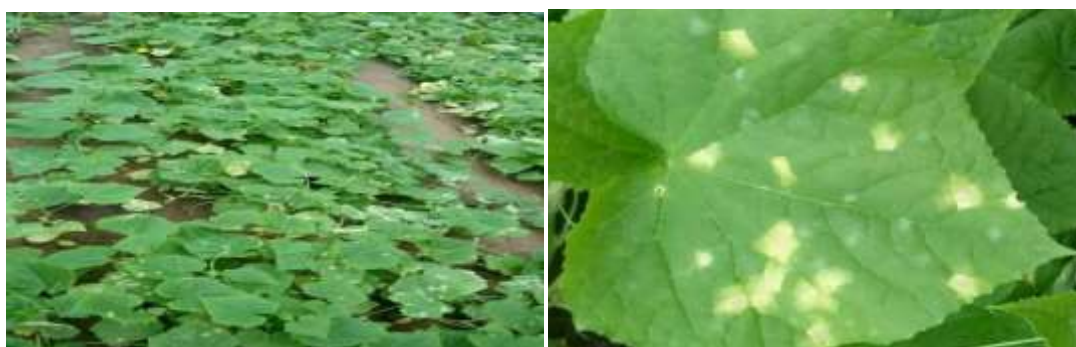


图 13 博美 70 人工接种霜霉病发病情况



图 14 中蔬 c56 人工接种霜霉病发病情况



图 15 中农 26 人工接种霜霉病发病情况



图 16 中农 C502 人工接种霜霉病发病情况

（二）温湿度生态调控

【问题】

设施黄瓜如何进行温湿度调控来预防黄瓜霜霉病的发生？

（1）秋季管理（10月下旬—11月下旬）。从定植至缓苗保持日温 28~32℃，夜温 18~20℃。如遇晴好强光天气，中午可适当遮盖草苫或保温被进行遮阴。缓苗后至根瓜坐住前，以促根控秧为主，白天温度控制在 25~28℃，夜温 10~12℃，地温保持在 14℃以上。

（2）冬季管理（12月上旬—1月下旬）。以保温增光为主。白天温度达到 35℃时开始放风，温度尽量控制在 30℃左右，夜间温度不低于 14℃，地温越高越好。此阶段如遇极端寒冷天气时，可在室内增设二层幕，以减少前屋面散热。晚上在温室前底角外侧围挡一层草帘，内侧增设裙膜，增强保温能力。也可在早晨临近气温最低时每 667 m²使用 6~8 块燃烧块，短时间内可提高棚温 4~5℃，有效减少黄瓜冷害的发生。遇连续阴天时，温室内可每 667 m²安装 600W 高压钠灯 20 盏，均匀分布，可在放下草苫或保温被后，开启补光灯 1 小时~2 小时。

（3）春季管理（翌年 2 月上旬—5 月上旬）。尽量延长温室光照时间。白天温度控制在 30~32℃，超过 35℃时要及时放风，夜间 12~14℃为宜。具体措施可掌握在晴天上午温室揭苫后，升温至 35℃时打开顶部风口，放风排湿，使温室内温度大部分时间维持在 30~32℃，下午室温降至 15℃时放棉被，前半夜温室保持在 15~18℃，后半夜保持在 12~14℃。地温最低也要保持在 12℃以上。遇到雪天或连阴天时，夜间最低温度不能低于 8℃，否则易发生冷害。

（4）夏季管理（翌年 5 月上旬—6 月上旬）。加强放风降温管理，防止室内高温烤棚造成死秧。温室内温度高于 32℃要加大放风量。当温室内最低气温高于 15℃时，开始逐渐由小到大放底风，与顶部风口形成对流，以利通风排湿降温。当外界夜间最低气温高于 13℃时，开始进行昼夜通风。

（三）改变浇水施肥模式，由大水漫灌为膜下滴灌，水肥一体化，加强水肥管理

定植后 5~7 天，应及时浇足缓苗水，滴灌 4 小时左右。之后进入蹲苗阶段，不追肥，根据天气及植株状态适当浇水 1~2 次，滴灌时间 1~1.5 小时，控制地上部生长，促进根系发育。根瓜坐住后，开始浇催瓜水，滴灌 4~6 小时，同时追催瓜肥，水溶肥（N：P₂O₅：K₂O=22：6：22）8kg/667 m²~10kg/667 m²。初果期 7 天~10 天浇一次水，盛果期 4 天~5 天浇一次水。每次随水追水溶肥（N：P₂O₅：K₂O=20：20：20）12kg/667 m²~14kg/667 m²，每次滴灌 4 小时~6 小时。

（四）高温闷棚

【问题】

- 设施黄瓜高温闷棚关键技术有哪些？
- 高温闷棚技术通常是在夏季高温空茬期密闭棚体，在高强度自然光照下，使温室内温度快速升至 60~70℃以上，能够达到对温室进行杀菌消毒，杀灭虫卵及根结线虫，改善土壤理化性质的作用。而且该方法绿色环保、成本低、操作简单、效果好、被广泛应用。具体关键技术如下：
- （1）时期选择。选择夏季温度较高的时期，一般在 6 月中旬至 8 月中旬进行，7 月进行最佳。
 - （2）设施要求。适用于黄瓜栽培的日光温室和塑料大棚等设施，设施棚膜覆盖。
 - （3）清洁棚室。在进行高温闷棚前收获作物，清除作物残体及田间杂草，运出棚外焚烧或深埋处理，降低病虫害的残留量。
 - （4）铺施有机物料。将作物秸秆及农作物废弃物，如玉米秸、麦秸、稻草秸等粉碎成 2 cm~5 cm 的寸段，玉米芯、废菇渣等粉碎后，以 1000 kg/667 m²~3000kg/667 m² 的用量均匀地铺撒在棚室内的土壤表面。将腐熟后的鸡粪、猪粪、牛粪等粪肥 3000 kg/667 m²~5000kg/ 667 m²，均匀铺撒在有机物料表面。也可每 667 m² 施入腐熟有机粪肥 6m³~8m³，豆饼 100kg~150kg，CaCN₂（石灰氮）80 kg~120kg，粉碎的玉米秸秆 1500kg~2000kg（或者稻壳、粉碎的小麦秸秆 2000kg~2500kg）。
 - （5）整地。用旋耕机深翻 35 cm~40 cm，最好旋耕 2~3 遍，整地做成平畦，利于灌溉。
 - （6）灌水。进行灌水，一般土壤含水量达到田间最大持水量的 75%以上效果好，灌溉的水面高于地面 3 cm 为宜。
 - （7）覆膜。土壤覆盖地膜，要求地面全部覆盖。同时封闭棚室检查棚膜，修补破口漏洞，并保持清洁和良好的透光性。
 - （8）高温闷棚。密闭棚室后，保持棚内高温高湿状态 25 天~30 天。其中至少有累计 15 天以上的晴热天气。条件允许时闷棚可持续到下茬作物定植前 10 天左右。
 - （9）揭膜晾晒。打开通风口，揭去棚膜，进行晾棚 3 天~5 天。待地表干湿合适后，可整地作畦进行下一茬作物定植。
 - （10）注意事项。经过高温闷棚后，不管是有害菌还是有益菌，都被大量杀灭，土壤处于“空白”阶段。闷棚后，应在棚内普施生物菌剂，尤其是枯草芽孢杆菌、木霉菌等有益菌种，以构建土壤中有益微生物群落，巩固闷棚效果。

（五）生物防治

用 2 亿活孢子/克木霉菌可湿性粉剂、1000 亿芽孢/克荧光假单胞杆菌可湿性粉剂、10%多抗霉素可湿性粉剂 100 克~300 克喷雾。

【问题】

- 土壤改良与生防菌相结合能防治黄瓜霜霉病吗？
- 由表 3 可以看出，不同比例的生物炭对黄瓜叶部病害程度的有很明显的影响。霜霉病在生物炭：连作土 2:1 时的发病率最低，为 3.12%，其病情指数最低。空白对照时霜霉病发病率最大为 54.59%，病情指数也最大。

表 3 生物炭和木霉菌对黄瓜叶部病害发病程度的影响

处理	发病率(%)		病情指数	
	白粉病	霜霉病	白粉病	霜霉病

CK	10.37	50.56	5.23	23.21
CK	11.16	54.59	3.25	16.50
生物炭: 连作土=1: 1	1.59	4.94	0.40	1.30
生物炭: 连作土=2: 1	1.15	3.12	0.29	0.78
生物炭: 草炭: 连作土=1: 1: 2	6.95	15.63	3.62	4.13
生物炭: 草炭: 连作土=2: 1: 1	6.38	18.47	1.91	4.99
生物炭: 草炭: 连作土=1: 2:1	4.66	27.38	1.17	9.70
生物炭: 草炭: 连作土=1: 1: 1	4.63	19.39	1.22	6.56
草炭: 连作土=1:1	8.10	20.14	2.10	23.2
草炭: 连作土=2:1	8.57	26.00	2.36	17.2

（六）化学防治

用 66%代森锰锌·缬菌胺水分散粒剂、60%吡唑醚菌酯·代森联水分散粒剂、50%吡唑醚菌酯水分散粒剂、10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂喷雾。

【问题】

如何测定化学杀菌剂对黄瓜霜霉病的防治效果？

在感病品种的黄瓜植株上，按照药剂的田间推荐剂量，进行 5 种常规杀菌剂防治黄瓜霜霉病的田间防效试验。687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威盐酸盐 SC、80%代森锰锌 WP、68%精甲霜灵·代森锰锌 WG、58%甲霜灵·代森锰锌 WP 及 250 g/L 嘧菌酯 SC 施用剂量分别为 1 031、2 400、1 224、1 556、150 g (a.i.)/hm²，设清水作对照。极零星发病时，采用喷雾器开始首次茎叶喷施，施药量 900 L/hm²，共施药 4 次，间隔期 7~10 d。每处理 4 次重复。各小区面积为 2 m×13.5 m=27 m²，采用随机区组排列。首次施药前调查病情基数，因极零星发病，病情基数视为 0；第 4 次施药后 7 d 再次调查病情。每小区随机 5 点取样，每点调查 2 株全部叶片，根据每片叶病斑面积占叶面积的百分率进行病级划分，0 级：无病；1 级：病斑面积≤5%；3 级：5%<病斑面积≤10%；5 级：10%<病斑面积≤25%；7 级：25%<病斑面积≤50%；9 级：病斑面积>50%（孟润杰等，2017）。按照 GB/T 17980.26—2000 记录各处理病情，计算病情指数及防效。病情指数=Σ（各级病叶数×相对病级数值）/（调查总叶数×9）×100。

2016 年，687.5 g/L 氟吡菌胺·霜霉威盐酸盐 SC 对 2 地日光温室黄瓜霜霉病的防效均明显下降，由 2011 年的 92.58%~93.31%降至 2016 年的 80.07%~80.82%。此外，250 g/L 嘧菌酯 SC 的防效也明显下降，由 2011 年的 64.28%~67.04%降至 2016 年的 45.58%~48.54%。58%甲霜灵·代森锰锌 WP 及 68%精甲霜灵·代森锰锌 WG 在 2011 年的防效分别为 62.57%~63.03%和 65.17%~66.03%，2016 年的防效分别为 61.78%~62.02%和 63.34%~64.14%，2 年 2 地试验的防效相当，均低于 80%代森锰锌 WP 防效 67.97%~68.98%，表明这 2 种混剂主要由代森锰锌发挥防治作用。

【分组汇报方案】

3~4 人一组进行汇报。一组汇报时，其他组找到其中的问题进行问询。

【课堂讨论总结】

教师要掌握每一组汇报时防控策略的关键点是否到位，鼓励引导所有学生参与质询，指出方案中未到位的地方。汇报质询结束后，教师针对每组的方案予以点评。

【课后作业】

课后选择黄瓜白粉病、灰霉病、炭疽病、细菌性角斑病其中一种病害，形成防控方案。

【考核方式】

以组为单位，由小组中的一位成员通过 PPT 方式阐述，小组全体成员参加方案的答疑，每小组时间控制在 10 分钟以内，讨论修改后以组为单位提交黄瓜白粉病、灰霉病、炭疽病、细菌性角斑病其中一种病害的防控方案。

【效果评价】

采用调查问卷,统计学生对本案例教学的学习效果与建议。

【参考文献】

- [1] 贾媛.基于数据驱动的温室黄瓜霜霉病监测预警系统[D].泰安:山东农业大学,2019.
- [2] 李聪,胡芳,张德咏,等.湖南省露地黄瓜霜霉病菌对七种杀菌剂的敏感度研究[J].现代农药,2021,20(2):42-45.
- [3] 叶乃玮,王承芳,干华磊,等.多黏类芽胞杆菌 *Paenibacillus polymyxa* 菌株 P1 防治黄瓜霜霉病的研究[J].植物保护,2021,47(2):271-275.
- [4] 高苇,杨利娟,张春祥,等.黄瓜霜霉病菌对氟噻唑吡乙酮的敏感性测定及其田间防效[J].安徽农业科学,2020,48(24):142-143,187.
- [5] 杨旸,苏宏华,王红慧,等.不同施肥量及配套应用菌肥对黄瓜产量及抗病性的影响[J].江苏农业科学,2020,48(23):137-140.
- [6] 屈倩倩. 陕西黄瓜主栽品种性状比较[D].杨凌:西北农林科技大学,2020.
- [7] 杨业凤,陆利民,周艳孔.施用氰氨化钙结合高温闷棚对大棚内温度和后茬黄瓜生长的影响[J].上海蔬菜,2020(5):51-54.
- [8] 郑丽,徐龙,罗玉明,等.一株防治黄瓜霜霉病的地衣芽孢杆菌 HS10 的防病机理初探[J].广东农业科学,2020,47(9):81-87.
- [9] 王晓娥.25%氟噻唑吡乙酮悬浮剂对黄瓜霜霉病的防效研究[J].现代农业科技,2020 (17): 95-98.
- [10] 王文桥,韩秀英,吴杰,赵建江,孟润杰,路粉.河北省和山东省黄瓜霜霉病菌对氟吡菌胺的抗性及其常规药剂对黄瓜霜霉病的田间防效[J].植物保护学报,2019,46(2):385-392.
- [11] 张妍. 环境温湿度与黄瓜霜霉病菌 (*Pseudoperonospora cubensis*) 侵染和潜育阶段的关系[D].沈阳:沈阳农业大学,2020.
- [12] 吴仁锋,陈峰,华展义.黄瓜霜霉病安全高效防治药剂的田间筛选[J].长江蔬菜,2020 (10):70-72.
- [13] 栾炳辉,姜法祥,王英姿,等.新型杀菌剂四唑吡氨酯对黄瓜霜霉病的田间防治效果评价[J].农药,2020,59(5):372-374.
- [14] 张妍,王蕊,李天来,等.黄瓜霜霉病菌侵染黄瓜叶片过程中内部组织变化的研究[J].植物生理学报,2019,55(12):1797-1805.
- [15] 刘平.黄瓜霜霉病及其寄主抗病性研究进展[J].农村实用技术,2019(12):40-41.
- [16] 张丽荣,陈杭,杜玉宁,等.不同生物农药对黄瓜白粉病和霜霉病的防治试验[J].农药,2019, 58(11):831-833.
- [17] 吴燕君,赵冀,章秀梅,等.黄瓜霜霉病盛发期高效防治药剂的筛选及应用[J].浙江农业科学,2019,60(11):1970-1972.
- [18] 吕红,唐秀丽,周建波,等.不同类型药剂对黄瓜霜霉病的田间防治效果[J].山西农业科学,2019,47(9):1627-1630.
- [19] 龙誉铭,邵建明,赵竑博,等.绿宝 3 号黄瓜霜霉病抗性鉴定及选育过程[J].广东农业科学,2019,46(7):23-31.
- [20] 刘晨,李英梅,张锋,等.日光温室黄瓜主要病虫害化学防治关键技术研究[J].陕西农业科学,2019,65(7):25-29,75.
- [21] 张云飞,张现征,王立霞,等.夜间补充 UV-C 和蓝光对黄瓜病害防控及植株生长发育的影响[J].核农学报,2019,33(08):1630-1638.
- [22] 温冬梅,纪涛,陈梅香,等.不同湿润持续时间及叶片温度对温室黄瓜霜霉病发生的影响[J].植物保护学报,2019,46(3):663-669.
- [23] 揣红运,谢学文,石延霞,等.弥粉法施药防治设施黄瓜主要病害技术的研究[J].北方园艺,2019(9):14-20.