

霜霉病对大棚设施黄瓜光合特性的影响

秦雪峰¹, 梁海燕², 余昊¹, 李卫海¹

(1. 河南科技学院, 河南 新乡 453003; 2. 新乡医学院 公共卫生学系, 河南 新乡 453003)

摘 要:以感染霜霉病的“津优 35”黄瓜为试材, 采用 LI-6400 光合作用系统和分光光度法分别对其光合速率和叶绿素含量进行了测定, 以期探明黄瓜霜霉病对大棚设施黄瓜光合特性的影响。结果表明:随着黄瓜霜霉病病害程度的逐渐加深, 黄瓜叶片光合因子等都出现下降趋势, 而胞间 CO_2 浓度、叶温呈现上升趋势; 当黄瓜霜霉病加重后, 光补偿点依次升高, 后期达 $41.533\ 7\ \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; 表观量子效率逐渐降低, 光饱和点在中期最高, 为 $1\ 630\ \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 前期和后期较低; 叶绿素的含量随着黄瓜霜霉病程度的加重而逐渐降低。

关键词:霜霉病; 黄瓜; 光合特性; 叶绿素

中图分类号:S 436.421.1⁺1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)17-0099-04

黄瓜适栽地域广, 是我国人民喜食蔬菜之一。随着生产技术和人民生活需求的提高, 黄瓜栽培由传统的阳畦栽培发展到规模较大的温室设施栽培, 这种反季节栽培, 延长了黄瓜生产期, 增加了黄瓜产量, 很大程度上增加了瓜农的经济效益^[1-3], 但是这种生产模式也加重了黄瓜病虫害的发生, 病害主要包括霜霉病、炭疽病和灰霉病等, 虫害主要有菜虫、烟粉虱和白粉虱等。温室大棚中生长的黄瓜, 尤其易感染霜霉病, 该病害在大棚的整个栽培期都会发生, 一旦发生, 如防治不及时, 病情会迅速发展, 短时间可造成大量叶片枯死, 严重时甚至绝收^[4-7]。为了考察温室大棚黄瓜的生长状况, 了解霜霉病对黄瓜光合特性以及产量的影响, 该研究通过测定黄瓜感染霜霉病后净光合速率等光合因子的变化, 分析霜霉病发生的前、中、后期对黄瓜光合特性的影响, 以为温室大棚黄瓜的生产和黄瓜霜霉病防治工作提供一定的理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验在河南省新乡市河南科技学院蔬菜生产基地进行。温室大棚为南北走向, 附近无建筑大树等遮荫物体, 光照充足。供试黄瓜品种为“津优 35”。选择盛瓜期感染霜霉病的黄瓜植株, 高度约 2 m, 14~16 片叶。在不同植株中部选取感染霜霉病的黄瓜植株前期、中期、后

期和正常叶片分别进行指标测定, 测定当天为晴天, 棚内温度为 $25\sim 28^\circ\text{C}$, 微风。

1.2 试验方法

1.2.1 黄瓜光合速率的测定 随机选择 2 行, 每行选择有代表性的植株, 每株分别选择中部感染霜霉病前期、中期、后期和生长正常的 4 种叶片进行标记, 定为当日测定对象。试验中采用 LI-6400 光合作用系统对光合速率进行测定。测定时间为 11:00 左右。测定黄瓜霜霉病主茎中部叶片的净光合速率 (P_n , net photosynthetic rate, $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、胞间 CO_2 浓度 (C_i , Intercellular CO_2 concentration, $\text{CO}_2\ \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}\text{air}$), 光合有效辐射 (PAR , photosynthetic active radiation, $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、气孔导度 (G_s , stomatal conductance, $\text{H}_2\text{O}\ \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、蒸腾速率 (T_r , transpiration rate, $\text{H}_2\text{O}\ \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) 等。测定光曲线时, 一般不进行 CO_2 浓度和温度的控制。主要是仪器测量程序的设定: 由高到低将光强梯度设定在 $0\sim 2\ 000\ \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 范围内, 光照强度取值为 1 800、1 500、1 200、1 000、800、600、500、200、100、80、60、40、20 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。测量最小等待时间为 60 s, 最大等待时间为 180 s。自动测量程序生成后经拟合曲线得出光饱和点、光补偿点等参数^[9-10]。

1.2.2 黄瓜叶片叶绿素含量的测定 测定时取黄瓜植株大体相同部位功能叶片 8~12 片, 霜霉病前期、中期、后期和正常叶片, 用 0.81 cm 打孔器各打出叶圆片 10 片左右, 采用分光光度法进行叶绿素含量的测定。用 TU-1901 紫外可见光双光束分光光度计测其吸光值, 测定时 4 个处理各做 3 次重复, 求其平均值, 测定的结果根据叶绿素计算公式获得^[11]。

1.3 数据分析

应用 Excel 2013 进行数据处理分析。

第一作者简介:秦雪峰(1978-), 女, 河南濮阳人, 硕士, 实验师, 研究方向为植物保护及综合治理。E-mail: 3135631519@qq.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31101497)。

收稿日期:2015-05-21

2 结果与分析

2.1 霜霉病对黄瓜净光合速率及其生理生态因子的影响

由表 1 可以看出,随着霜霉病感染程度的逐渐加深,黄瓜的净光合速率、气孔导度、蒸腾速率都呈明显的下降趋势,而叶温和胞间 CO₂ 浓度却随着霜霉病的加重而逐渐上升。正常叶片的净光合速率、气孔导度、蒸腾

速率相对于感染霜霉病的叶片都要高,正常叶片的净光合速率为 16.70 μmol·m⁻²·s⁻¹,到霜霉病后期就降低到了 5.10 μmol·m⁻²·s⁻¹,而胞间 CO₂ 浓度和叶温较感染霜霉病的叶片要低,在霜霉病感染后期的叶片上达到最高值,如正常叶片的胞间浓度为 325.625 μmol·m⁻²·s⁻¹,到后期增加到 430.250 μmol·m⁻²·s⁻¹,能供光合作用对 CO₂ 的利用率逐渐减少,从而导致了光合速率的下降。

表 1 霜霉病对黄瓜气体交换参数的影响

Table 1 Effect of downy mildew on gas exchange parameter of cucumber

处理 Treatment	净光合速率 Net photosynthetic rate /(μmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	气孔导度 Stomatal conductance /(mol·m ⁻² ·s ⁻¹)	胞间 CO ₂ 浓度 Intercellular CO ₂ concentration /(CO ₂ μmol·mol ⁻¹)	蒸腾速率 Transpiration rate /(H ₂ O mmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	叶温 Temperature of leaves /℃
正常 Control	16.70	0.973 1	325.625	13.007 5	32.9
前期 Earlier stage	15.78	0.864 0	396.250	10.550 3	34.0
中期 Mid-stage	9.89	0.503 2	418.625	9.050 0	34.8
后期 Later stage	5.10	0.248 8	430.250	7.135 0	36.1

2.2 霜霉病对黄瓜光饱和点的影响

由图 1 可以看出,在达到光饱和点前,黄瓜净光合速率随着光合有效辐射的增加而逐渐增加,正常叶片最高,其次为感染霜霉病前期、中期、后期的叶片。在光补偿点一定的光强范围内随着光强的增加,黄瓜的光合速

率成正比迅速上升,表明此光强范围内,光强是光合作用的主要限制因子,当超过一定的光强(光饱和点)后,出现光饱和现象,光合速率的增加减慢,甚至有下降趋势。

由表 2 可知,随着霜霉病的加重,净光合速率下降,感染霜霉病中期的光饱和点最高。通过光响应曲线方程可知:正常的光饱和点为 1 120 μmol·m⁻²·s⁻¹,说明其对光的适应能力较强。前期的光饱和点为 1 410 μmol·m⁻²·s⁻¹,中期比前期高 220 μmol·m⁻²·s⁻¹,为 1 630 μmol·m⁻²·s⁻¹,后期光饱和点为 1 220 μmol·m⁻²·s⁻¹。光饱和时净光合速率的高低可以代表利用强光能力的大小,4 种情况中,正常叶片光饱和时净光合速率最大为 26.6 μmol·m⁻²·s⁻¹,依次为前期 18.6 μmol·m⁻²·s⁻¹,中期 16.0 μmol·m⁻²·s⁻¹,后期 11.9 μmol·m⁻²·s⁻¹。其中正常的光饱和时净光合速率高于前期的 30.08%,高于中期 39.85%,高于后期 55.26%。

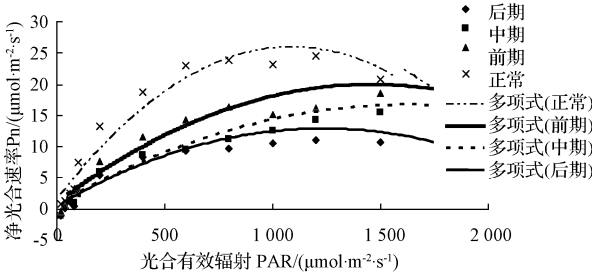


图 1 霜霉病对黄瓜光饱和点的影响

Fig. 1 Effect of downy mildew on the light saturation point of cucumber

表 2 霜霉病对黄瓜光饱和点和净光合速率的影响

Table 2 Effect of downy mildew on the light saturation point and net photosynthetic rat

处理 Treatment	光响应曲线方程 Equation of light response curve	R ²	光饱和点 Light saturation point/(μmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	光饱和时净光合速率 Net photosynthetic rate/(μmol·m ⁻² ·s ⁻¹)
正常 Control	y=-2E-05x ² +0.044 9x+1.436 1	0.949 6	1 120	26.6
前期 Earlier stage	y=-9E-06x ² +0.025 3x+0.826 9	0.956 2	1 410	18.6
中期 Mid-stage	y=-6E-06x ² +0.019 5x+0.127 1	0.972 7	1 630	16.0
后期 Later stage	y=-8E-06x ² +0.019 5x+0.025 4	0.947 0	1 220	11.9

2.3 霜霉病对黄瓜光补偿点的影响

由图 2 可知,当光强小于 200 μmol·m⁻²·s⁻¹,光合速率均呈直线上升的趋势。总体来说,正常生长的黄瓜植株要比感染霜霉病的植株的光合速率要高,光合速率随着霜霉病感染程度的加深,逐渐降低。前期>中期>后期。通过线性回归方程可以得出光补偿点。正常叶片的光补偿点均比感染霜霉病的叶片要高,表明对弱光的适应能力均弱于感染霜霉病的植株。

由表 3 可知,正常叶片的光补偿点最低,值为 18.654 5 μmol·m⁻²·s⁻¹,随着霜霉病感染程度的加深,光补偿点依次升高。其中前期 22.065 0 μmol·m⁻²·s⁻¹,中期 38.425 1 μmol·m⁻²·s⁻¹,后期 41.533 7 μmol·m⁻²·s⁻¹。后期的光补偿点分别高于正常 55.09%,前期 46.87%,中期 7.48%,说明霜霉病影响了黄瓜叶片的光能利用率,正常叶片对光能的利用范围较广。通过表 3 的线性回归方程可以得出表观量子效率,后期的表现

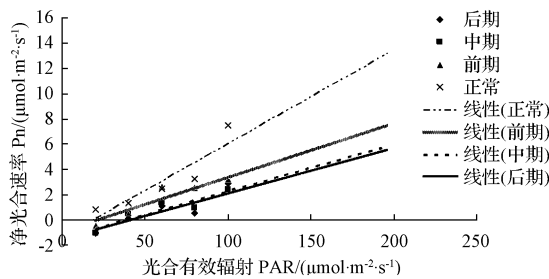


图2 霜霉病对黄瓜光补偿点的影响

Fig. 2 Effects of downy mildew on light compensation point

表3

Table 3

霜霉病对黄瓜光补偿点的影响

Effect of downy mildew on light compensation point

处理 Treatment	光响应曲线方程 Equation of light response curve	R ²	光补偿点 Light compensation point / (μmol · m ⁻² · s ⁻¹)	表观量子效率 Apparent quantum efficiency / (μmol · m ⁻² · s ⁻¹)
正常 Control	y=0.073 8x-1.376 7	0.959 1	18.654 5	0.073 8
前期 Earlier stage	y=0.043 1x-0.951 0	0.971 0	22.065 0	0.043 1
中期 Mid-stage	y=0.036 7x-1.410 2	0.968 1	38.425 1	0.036 7
后期 Later stage	y=0.035 6x-1.478 6	0.936 8	41.533 7	0.035 6

表4

Table 4

黄瓜受霜霉病侵染后叶片叶绿素含量的变化

Changes of chlorophyll content in cucumber leaves after infestation of downy mildew

处理 Treatment	鲜重 Fresh weight/g	A ₆₆₃	B ₆₄₅	叶绿素 a Chlorophyll a / (mg · g ⁻¹)	叶绿素 b Chlorophyll b / (mg · g ⁻¹)	叶绿素 a+b Chlorophyll a+b / (mg · g ⁻¹)	叶绿素 a/b Chlorophyll a/b
正常 Control	0.195	0.956 0	0.400 6	1.381 5	0.301 8	1.568 0	4.568 8
前期 Earlier stage	0.250	0.893 0	0.385 0	1.301 1	0.290 0	1.488 6	4.325 0
中期 Mid-stage	0.200	0.785 0	0.319 3	1.050 0	0.314 0	1.175 0	3.150 0
后期 Later stage	0.250	0.512 0	0.201 5	0.658 5	0.204 8	0.802 5	2.916 5

而后期则下降到 0.658 5、0.802 5 mg/g,说明正常黄瓜吸收利用光的能力最强。叶绿素 a/b 中正常生长的黄瓜叶片最高,为 4.568 8,而前期、中期、后期依次为 4.325 0、3.150 0、2.916 5,说明感染霜霉病后期的植株利用弱光能力最弱。

3 结论与讨论

紫外线照射、低温弱光等环境因子,对大棚黄瓜的光合特性都有一定程度上的影响。霜霉病作为大棚黄瓜最大的病害,也严重影响了黄瓜叶片的光合特性^[11-13]。该试验研究表明,随着霜霉病感染程度的逐渐加深,叶绿素减少,叶片机能遭到破坏,导致代谢紊乱,黄瓜的净光合速率、气孔导度、蒸腾速率都呈明显的下降趋势,而胞间 CO₂ 浓度、叶温却逐渐上升。霜霉病也导致了黄瓜叶片的光饱和点和补偿点的变化。正常生长的叶片光饱和点为 1 120 μmol · m⁻² · s⁻¹,霜霉病中期的光饱和点最大为 1 630 μmol · m⁻² · s⁻¹,到后期又下降为 1 220 μmol · m⁻² · s⁻¹。光饱和点的变化呈逐渐上升的趋势,正常叶片的光补偿点为 18.654 5 μmol · m⁻² · s⁻¹,中期为 38.425 1 μmol · m⁻² · s⁻¹,后期达到 41.533 7 μmol · m⁻² · s⁻¹。光补偿点升高,叶片对光能的利用率逐渐下降,从而使叶片的光合速率降低。霜霉病使黄瓜叶片的叶绿素含量逐渐降低。通过试验分析可知,霜霉病严重影响了大棚黄瓜的光合特性。病害严重的常

量子效率最低为 0.035 6 μmol · m⁻² · s⁻¹,依次为中期、前期,正常叶片最高,值分别为 0.073 8、0.043 1、0.036 7 μmol · m⁻² · s⁻¹。其中正常高于前期 0.71%,中期 1.01%,后期 1.07%。正常的光补偿点较低,说明其对弱光的利用能力较强,可在光照较弱的日光大棚中保持较高的净光合速率,是高产的主要原因之一。

2.4 霜霉病对黄瓜叶片叶绿素含量的影响

从表 4 可以看出,比较结果由大到小依次为正常、前期、中期、后期。正常生长的黄瓜叶片叶绿素 a 含量和叶绿素 a+b 含量均最高,其值分别为 1.381 5、1.568 0 mg/g,

常会造成黄瓜叶片的失水干枯和脱落,在了解各个时期霜霉病的影响程度之后,尽量把这种病害控制在影响产量的最小时期,不至于影响整体产量效率,在生产上应及早防治霜霉病,另外还可以应用现代生物技术手段研究黄瓜霜霉病抗性基因,选育抗霜霉病的黄瓜品种进行设施栽培,更有利于防控黄瓜霜霉病的发生,提高经济效益^[14-17]。

参考文献

- [1] 牛德,付佳,王丽娟. 黄瓜霜霉病研究新进展[J]. 东北林业大学学报, 2008,36(9):94-98.
- [2] 刘艳玲,张艳菊,蔡宁,等. 黄瓜霜霉病病原与抗病性研究进展[J]. 东北农业大学学报,2009(4):127-131.
- [3] 夏燕艳,丁建,李江陵,等. 川芎常见病虫害种类及防治方法[J]. 资源开发与市场,2008,24(5):390-391.
- [4] 李森. 早实核桃川早 1 号、蜀玲光合生理研究[D]. 雅安:四川农业大学,2010.
- [5] 余晔,杜金萍,杜相革. 硅对黄瓜霜霉病抑制效果和抗性相关酶活性的影响[J]. 植物保护学报,2010(1):37-41.
- [6] 陈少锋,王景顺,陈艳花. 大棚黄瓜霜霉病预防及生态控制措施[J]. 种业导刊,2014(6):26-27.
- [7] 孙丽,陈君华,杨和连. 霜霉病对大棚黄瓜光合速率和叶绿素含量的影响[J]. 河南科技学院学报,2009(3):11-13.
- [8] 赵雪艳,张玮,严红,等. 不同葡萄品种对霜霉病的田间苗期抗性评价[J]. 植物保护,2014(5):172-175.
- [9] 郝永娟,王万立,刘耕春,等. 黄瓜霜霉病生物测定技术研究[J]. 华北农学报,2006,21(3):95-99.
- [10] 焦旭亮,张振文,惠竹梅. “Li-6400 光合作用测定仪”在葡萄上应用的商榷[J]. 西北农业学报,2007(1):209-212.

DOI:10.11937/bfyy.201517026

葡萄肖叶甲对山葡萄的危害及防治

刘迎雪, 秦红艳, 王春伟, 杨义明, 范书田, 艾 军

(中国农业科学院 特产研究所, 吉林 长春 130112)

摘 要:2014 年课题组首次发现葡萄肖叶甲(*Bromiu chevrolat*)在山葡萄上发生。对位于吉林左家的山葡萄园进行了危害情况普查,初步摸清了在该地区的生活习性及危害情况,并提出了防控建议。同时查阅了相关文献,对其形态特征、寄主范围、地理分布情况等相关信息进行了描述。

关键词:葡萄肖叶甲;危害情况;防控建议

中图分类号:S 436.631.2⁺9 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2015)17-0102-02

葡萄肖叶甲(*Bromiu chevrolat*)属鞘翅目肖叶甲科葡萄肖叶甲属,是危害葡萄的次要害虫,关于其报道不

第一作者简介:刘迎雪(1981-),女,黑龙江肇东人,硕士,助理研究员,现主要从事山葡萄栽培生理及病虫害等研究工作。E-mail:liuyingxue82@163.com.

责任作者:艾军(1968-),男,吉林磐石人,博士,研究员,现主要从事山葡萄育种等研究工作。E-mail:ajun1005@163.com.

基金项目:吉林省自然科学基金资助项目(20140101152JC);国家葡萄产业技术体系——左家综合试验站资助项目(CARS-30-7)。

收稿日期:2015-05-28

多,尤其在山葡萄上的危害尚鲜见报道。2014 年在山葡萄园病虫害普查中发现此害虫,经植保专家鉴定为葡萄肖叶甲。由于中国农业科学院特产研究所建有全国唯一的国家果树种质山葡萄圃,因此对这种不常见害虫的出现尤其重视并开展了葡萄肖叶甲对山葡萄危害情况及发生规律的全面细致调查研究,同时采取了相应的防治措施,取得了较好的防治效果,现报道如下。

1 形态特征

葡萄肖叶甲体短粗,椭圆形;身体一般完全黑色,具

[11] 孟庆玖,周晓榕,庞保平,等. 黄瓜霜霉病菌侵染对黄瓜叶片生理生化指标的影响[J]. 西北农业学报,2014(6):141-146.

[12] 许艳. 模拟高温闷棚防治黄瓜幼苗霜霉病生理生化机制研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2011.

[13] 洪传学,肖悦岩,曾士迈. 大棚黄瓜霜霉病流行模拟模型的组建[J]. 植物保护学报,1989(4):217-220.

[14] 徐宁. 塑料大棚黄瓜白粉病和霜霉病流行预测和管理系统的研究

[D]. 南京:南京农业大学,2003.

[15] 余晔,杜金萍,杜相革. 硅对黄瓜霜霉病抑制效果和抗性相关酶活性的影响[J]. 植物保护学报,2010(1):37-41.

[16] 朱隆静,喻景权. 不同供磷水平对番茄生长和光合作用的影响[J]. 浙江农业学报,2005(3):120-122.

[17] 李建吾,司胜伟,胡建斌,等. 黄瓜霜霉病抗性相关基因的初步研究[J]. 园艺学报,2011(3):471-478.

Effect of Downy Mildew on Photosynthesis Characteristics of Cucumber in Greenhouse

QIN Xuefeng¹, LIANG Haiyan², YU Hao¹, LI Weihai¹

(1. Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, Henan 453003; 2. Xinxiang Medical University, School of Public Health, Xinxiang, Henan 453003)

Abstract: Using LI-6400 photosynthesis system and spectrophotometry, the photosynthetic rate and chlorophyll content of cucumber 'Jinyou 35', that infected by downy mildew were measured respectively. The effect of cucumber downy mildew on photosynthesis of cucumber in greenhouse were studied. The results showed that photosynthetic characteristics factors decreased significantly with the severity increasing, excepting the intercellular CO₂ concentration and temperature of leaves. Along with the downy mildew increasing seriously, the light compensation point elevated gradually, which could attain 41.533 7 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ultimately, while the apparent quantum yield declined. The maximum of light saturation point was 1 630 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ at the middle stage, the earlier period and the later period were lower. Chlorophyll content decreased gradually with downy mildew getting worse.

Keywords: downy mildew; cucumber; photosynthesis characteristics; chlorophyll