

# 番茄白粉病对番茄叶片叶绿素含量的影响

吴 昊<sup>1</sup>, 董华芳<sup>1</sup>, 许延波<sup>2</sup>

(1. 西昌学院 农业科学学院, 四川 西昌 615013; 2. 中国农业大学 植物病理系, 北京 100094)

**摘 要:**以 4 个番茄品种为材料, 通过人工接种番茄白粉菌, 研究感病后番茄叶片的叶绿素含量的变化。结果表明: 番茄植株感病后的叶绿素含量均下降, 与健康叶片叶绿素含量差异达到极显著水平; 不同品种以及不同生育期植株感病后叶绿素含量下降幅度不同。其中, “露佳” 苗期植株感病后叶片叶绿素含量下降幅度最大, 下降了 6.484 spad, 而“露佳” 在花期和果期感病后下降幅度最小, 分别下降了 0.05 spad 和 0.9 spad。

**关键词:**番茄; 白粉菌; 叶绿素含量

**中图分类号:**S 436.412.1<sup>+</sup>9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)16-0008-03

植物叶片中叶绿素含量的多少, 既表明了植物生长状况, 又是植物与外界发生物质能量交换的重要条件。另外, 叶绿素含量往往是外界胁迫、光合作用能力和发育衰老各阶段的良好指示剂<sup>[1-2]</sup>。目前对于番茄白粉病(*Oidium neolycopersici* Kiss)的研究主要集中在病原菌的鉴定、防治方法等方面, 对于白粉病对番茄叶绿素含量的影响未见报道。现通过人工接种白粉菌, 研究白粉病对番茄苗期、花期、果期植株叶片叶绿素含量的影响, 旨在为番茄白粉病致病机理、防治途径和抗病育种奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以“金洋大腮星”、“鑫盛一号”、“改良 96-8”、“露佳”4 个番茄品种为试验材料。番茄白粉菌采自西昌市川兴镇大田。

### 1.2 试验方法

2009 年在西昌学院种植园区露地种植, 双行栽培, 畦面宽 80 cm, 株距 33 cm, 窄行距 60 cm, 宽行距 80 cm, 3 次重复, 每个小区 14 株, 小区面积 1.92 m<sup>2</sup>。2009 年 3 月开始分期育苗, 分别于 4 月 15 日、5 月 20 日、6 月 30 日定植, 单干整枝, 出现 5 个果枝时, 人工封顶。

7 月 14 日在 3 批材料分别达到苗期、花期、结果期时, 采用诱导接种法<sup>[3]</sup>接种番茄白粉病菌, 对照组仅喷水。接种 5 d 后, 每隔 7 d 在各小区选长势基本一致的

3 个单株的中部叶片, 用 SPAD-502 叶绿素仪测定每个叶片的叶绿素含量, 每个单株测 2 片叶, 每个叶片在不同位置测叶绿素含量 2 次, 然后取平均值作为该单株叶片的叶绿素含量。利用 SAS 8.0 软件对数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同番茄品种植株叶片叶绿素含量的比较

通过 SAS 8.0 软件对 4 个番茄品种的叶绿素含量进行多重比较结果表明, “金洋大腮星”、“鑫盛一号”、“改良 96-8”、“露佳”4 个番茄品种叶绿素含量有差异, 其中, 叶绿素含量最高的是“改良 96-8”, “金洋大腮星”次之, 但二者之间差异不大; “露佳”叶绿素含量仅为 38.256 spad, 与另外 3 个品种差异极显著; “鑫盛一号”叶片叶绿素含量居中, 为 45.500 spad(表 1)。

表 1 不同番茄品种植株叶片叶绿素含量的比较

Table 1 Comparison of chlorophyll content in different tomato varieties's leaves

品种名称 Varieties	叶绿素含量 Chlorophyll content/spad
“改良 96-8”	49.719A
“金洋大腮星”	48.110A
“鑫盛一号”	45.500B
“露佳”	38.256C

### 2.2 番茄白粉病对苗期番茄植株叶片叶绿素含量的影响

由表 2 可知, 除 7 月 19 日和 26 日的“改良 96-8”和“露佳”外, 苗期感染番茄白粉病的植株叶片的叶绿素含量比健康叶片低, 感病叶片与健康叶片的叶绿素含量差异达到了极显著水平; 不同品种下降幅度不同, 在 8 月 9 日的调查中, “金洋大腮星”感病植株叶片的叶绿素含量仅下降了 0.1 spad, “露佳”下降最多, 降幅

第一作者简介: 吴昊(1965-), 男, 教授, 现主要从事作物遗传育种研究工作。

基金项目: 四川省教育厅科研基金资助项目(07ZC047)。

收稿日期: 2011-05-24

为 6.484 spad,“鑫盛一号”和“改良 96-8”降幅居中,降幅分别为 1.75 spad 和 1.5 spad。随着苗龄的增大感病片和健康叶片的叶绿素含量呈上升趋势。其中,“露佳”从叶片颜色上即可知比其它 3 个品种叶片的叶绿素含量较低。

2.3 番茄白粉病对花期番茄植株叶片叶绿素含量的影响

从表 3 可看出,花期感病植株叶片的叶绿素含量低于健康植株叶片的含量,感病叶片与健康叶片的叶绿素含量差异达到了极显著水平;但是不同品种下降幅度不同,8 月 2 日调查的“改良 96-8”感病叶片的叶绿素含量相对于健康叶片下降了 9.617 spad,8 月 23 日调查的“露佳”感病叶片的叶绿素含量仅比健康的叶片

下降了 0.050 spad。4 个品种相比较,“露佳”植株叶片的叶绿素含量较低。

表 2 白粉病对苗期番茄植株叶片叶绿素含量的影响

Table 2 Effect of tomato powdery mildew on chlorophyll content of tomato leaves in seedling stage spad					
处理 Treatment	7 月 19 日	7 月 26 日	8 月 2 日	8 月 9 日	
“改良 96-8”CK	41.633	42.233	47.433	47.167	
“改良 96-8”处理	35.867	42.533	47.017	45.667	
“鑫盛一号”CK	43.367	44.100	45.533	44.000	
“鑫盛一号”处理	38.317	41.917	41.000	42.250	
“金洋大腮星”CK	46.833	43.133	43.967	43.433	
“金洋大腮星”处理	38.917	41.550	42.000	43.333	
“露佳”CK	30.633	36.033	35.133	36.667	
“露佳”处理	31.100	31.417	31.017	30.183	

表 3 白粉病对花期番茄植株叶片叶绿素含量的影响

Table 3 Effect of tomato powdery mildew on chlorophyll content of tomato leaves in flowering stage spad						
处理 Treatment	7 月 19 日	7 月 26 日	8 月 2 日	8 月 9 日	8 月 16 日	8 月 23 日
“改良 96-8”CK	49.867	47.433	55.933	52.033	52.500	52.667
“改良 96-8”处理	45.383	42.717	46.317	48.500	51.967	50.617
“鑫盛一号”CK	43.933	43.633	47.400	44.533	44.533	47.300
“鑫盛一号”处理	43.250	40.317	43.650	42.983	43.350	48.650
“金洋大腮星”CK	48.300	45.533	45.733	46.567	49.033	48.900
“金洋大腮星”处理	45.700	41.433	44.700	45.633	48.383	46.467
“露佳”CK	33.300	37.667	39.567	39.767	40.333	43.500
“露佳”处理	33.850	39.000	37.667	38.317	38.867	43.450

2.4 番茄白粉病对果期番茄植株叶片叶绿素含量的影响

感病后,番茄果期植株叶片的叶绿素含量呈下降趋势,感病叶片与健康叶片的叶绿素含量差异达到了极显著水平。最后 1 d 调查结果表明,“鑫盛一号”感病

后,植株叶片叶绿素含量下降幅度最大,下降了 3.2 spad;“金洋大腮星”和“改良 96-8”下降幅度居中,分别下降了 1.617 spad 和 1.483 spad;“露佳”仅下降了 0.9 spad(表 4)。

表 4 白粉病对果期番茄植株叶片叶绿素含量的影响

Table 4 Effect of tomato powdery mildew on chlorophyll content of tomato leaves in fruiting stage mg/g						
处理 Treatment	7 月 19 日	7 月 26 日	8 月 2 日	8 月 9 日	8 月 16 日	8 月 23 日
“改良 96-8”CK	54.533	53.633	55.933	54.833	55.800	55.867
“改良 96-8”处理	52.550	54.033	55.550	52.233	54.667	54.383
“鑫盛一号”CK	47.233	48.433	46.500	49.900	53.000	53.000
“鑫盛一号”处理	50.150	43.217	54.750	45.083	50.117	49.800
“金洋大腮星”CK	53.300	57.267	58.167	56.533	56.267	57.033
“金洋大腮星”处理	55.250	46.550	54.217	52.033	53.067	55.417
“露佳”CK	36.533	44.667	43.533	44.033	44.267	44.733
“露佳”处理	35.617	37.983	43.217	43.500	43.950	43.833

3 讨论

在白粉病的胁迫下,番茄不同生育期、不同品种植株的叶片叶绿素含量呈下降趋势,与健康叶片叶绿素含量差异达到极显著水平;但是不同生育期、不同品种下降幅度不同,但感病轻的品种下降幅度小于感病重的品种,可能与品种遗传特性有关,这与前人研究结果一致。

Percival 和 Fraser<sup>[4]</sup>对 3 个城市行道树木品种研究结果表明,白粉菌侵染后树木的叶绿素含量、类胡萝卜素含量等参数降低。白粉病菌使得老鹰茶叶绿素含量明显下降,感病品种下降幅度大于抗病品种<sup>[5]</sup>。但是李淑菊等<sup>[6]</sup>在黄瓜对黑星病的抗性机理研究中发现接种前和接种后 72 h 内,各材料叶绿素含量虽有变化,但较小,由此推断叶绿素含量与抗病性之间无明显关系。

韩世栋等<sup>[7]</sup>在烟粉虱为害对潍坊青萝卜叶绿素含量的影响研究中,发现烟粉虱为害促使叶片叶绿素含量显著下降。余文英等<sup>[8]</sup>研究发现,甘薯感染疮痂病后感、抗病品种叶绿素均被降解,叶绿体膜流动性降低,但感病品种下降幅度比抗病品种大;感、抗病品种的叶绿体超微结构都发生了变化,但感病品种受到的伤害程度远大于抗病品种。张战备等<sup>[9]</sup>在西葫芦叶上遗传性银斑与银叶病斑光合生理及解剖特征比较研究中,发现感病叶片叶绿素 a、b 及叶绿素总量都较正常绿叶减少。郝树芹等<sup>[10]</sup>以西葫芦杂交种“硕丰早玉”为材料,烟粉虱诱导西葫芦银叶病结果表明,与健康叶片相比,发病叶片叶绿体膜受损,叶绿体数量和体积均减少,叶绿体超微结构的变化可能是导致发病叶片叶绿素含量降低和光合速率下降的重要原因。黄瓜感染枯萎病后,叶片叶绿素含量显著降低<sup>[11]</sup>。

除了病虫害会使植物叶片叶绿素含量降低,其它因素也会产生这样的效果。朱新广等<sup>[12]</sup>报道,盐胁迫尤其是高浓度的 NaCl(400 mmol/L),大大降低单位面积叶绿素的含量、叶绿体对光的吸收能力、PSII 电子传递速率、原初光能转化效率。徐红霞等<sup>[13]</sup>研究了镉胁迫对水稻光合、叶绿素荧光特性和能量分配的影响,在高浓度镉(1.0 mmol/L)处理后叶绿素荧光参数( $F_v'/F_m'$ 、ETR)显著下降,最终引起叶绿体结构的破坏。大豆花期干旱胁迫下,叶绿素荧光参数的变化与大豆品种抗旱性有关。其中,可变荧光和最大荧光比( $F_v'/F_m'$ )、可变荧光与初始荧光比( $F_v/F_m$ )、非光化学淬灭系数均降低,不同品种存在差异,新大豆 1 号在花期

干旱条件下,光合机构受破坏较轻,抗旱能力强<sup>[14]</sup>。

### 参考文献

- [1] Collins W. Remote sensing of crop type and maturity [J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1978, 44: 43-55.
- [2] 陈君颖,田庆酒,施润和. 水稻叶片叶绿素含量的光谱反演研究[J]. 遥感信息, 2005(6): 12-16.
- [3] 魏国强,朱祝军,钱琼秋,等. 硅对黄瓜白粉病抗性的影响及其生理机制[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(2): 202-205.
- [4] Percival G C, Fraser G A. The influence of powdery mildew infection on photosynthesis, chlorophyll fluorescence, leaf chlorophyll and carotenoid content of three woody plant species[J]. Arboricultural Journal, 2002, 26(4): 333-346.
- [5] 朱莲,刘应高,李贤伟. 老鹰茶白粉病罹病植株的生理生化研究[J]. 华北农学报, 2007, 22(增刊): 266-270.
- [6] 李淑菊,吕淑珍,马德华,等. 黄瓜对黑星病的抗性机理[J]. 华北农学报, 1997, 12(2): 121-124.
- [7] 韩世栋,周桂芳,黄成彬,等. 烟粉虱为害对潍坊青萝卜叶绿素含量的影响[J]. 中国蔬菜, 2004(1): 41-42.
- [8] 余文英,潘廷国,柯玉琴,等. 不同抗性甘薯品种感染疮痂病后光合机理的研究[J]. 中国生态学报, 2006, 14(4): 161-164.
- [9] 张战备,张慧杰,段国琪,等. 西葫芦叶上遗传性银斑与银叶病斑光合生理及解剖特征比较[J]. 中国生态学报, 2007, 15(6): 123-125.
- [10] 郝树芹,刘世琦,张自坤,等. 银叶病对西葫芦叶片光合特性和叶绿体超微结构的影响[J]. 园艺学报, 2010, 37(1): 109-113.
- [11] 郭晋云,胡晓峰,李勇,等. 黄瓜枯萎病对黄瓜光合和水分生理特性的影响[J]. 南京农业大学学报, 2011, 34(1): 79-83.
- [12] 朱新广,王强,张其德,等. 冬小麦光合功能对盐胁迫的相应[J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(2): 177-180.
- [13] 徐红霞,翁晓燕,毛伟华,等. 镉胁迫对水稻光合、叶绿素荧光特性和能量分配的影响[J]. 中国水稻科学, 2005, 19(4): 338-342.
- [14] 孙海峰,战勇,林海容,等. 花期干旱对不同基因型大豆叶绿素荧光特性的影响[J]. 大豆科学, 2008, 27(1): 56-60.

## Effect of Tomato Powdery Mildew on Chlorophyll Content of Tomato Leaves

WU Hao<sup>1</sup>, DONG Hua-fang<sup>1</sup>, XU Yan-bo<sup>2</sup>

(1. School of Agricultural Sciences, Xichang College, Xichang, Sichuan 615013; 2. Department of Plant Pathology, China Agricultural University, Beijing 100094)

**Abstract:** The chlorophyll content of 4 tomato varieties were studied after inoculated with the tomato powdery mildew fungus. The results showed that the chlorophyll content of 4 tomato varieties was decreased extremely significant after tomato plant was infected by powdery mildew fungus. But the different varieties' chlorophyll content had different decreasing rate in different growth period. The decreased date of 'Lujia' was highest in seedling stage, but lowest in flowering stage and fruiting stage.

**Key words:** tomato; powdery mildew fungus; chlorophyll content