

# 白粉病对梭梭生长、叶绿素及碳水化合物的影响

孟根小<sup>1,2</sup>, 崔旭盛<sup>2</sup>, 吴艳<sup>2</sup>, 郭玉海<sup>2</sup>

(1. 内蒙古民族大学 蒙医药学院, 内蒙古 通辽 028300; 2. 中国农业大学 农学与生物技术学院, 北京 100193)

**摘要:**以梭梭为研究对象, 研究白粉病及其发病程度对梭梭生长发育、叶绿素以及碳水化合物的影响, 以期对白粉病的防治提供参考。结果表明: 重度白粉病感染时梭梭总叶绿素减少 58.3%, 叶绿素 a 减少 64.3%, 叶绿素 b/a 提高 2 倍; 随着感染加重, 梭梭非结构性碳水化合物含量先降后升; 白粉病梭梭株高下降 33.4%~38.4%, 光合枝长减少 12.4%~33.3%, 基茎粗下降 25.3%, 总生物量降低 26.4%~35.9%, 根冠比无变化。

**关键词:**梭梭; 白粉病; 生长; 叶绿素; 碳水化合物

**中图分类号:**S 763.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2012)14-0141-03

梭梭 (*Haloxylon ammodendron* (C. A. Mey.) Bunge) 为藜科梭梭属植物, 主要分布于内蒙古、宁夏、甘肃、青海和新疆。梭梭有非常发达的根系, 极耐旱、抗寒、耐热, 是我国干旱荒漠地区优良的防风固沙树种。同时, 名贵药材肉苁蓉 (*Cistanches deserticola*) 专属性寄生于梭梭树根上。梭梭白粉病病原菌 *Leveillula saxaouli* (Sorok.) Golov 为子囊菌类白粉菌科, 发病最适温度 10℃, 最适湿度 35%<sup>[1]</sup>。目前, 我国新疆和内蒙古均有大面积人工梭梭林, 夏天雨季造成白粉病适宜生

长环境, 并对梭梭育苗和造林生产带来危害<sup>[2-3]</sup>。研究表明, 白粉病严重影响作物生长、产量和品质<sup>[4-5]</sup>。近年来, 梭梭白粉病防治逐渐受关注, 育苗前梭梭种子处理和后期化学防治是常用措施<sup>[6-7]</sup>。生产上, 梭梭被白粉病感染后虽然茎、枝、叶等地上部位被白色菌落覆盖, 但梭梭并非迅速死亡, 绝大多数能继续存活。这种现象是否表明梭梭树对一定程度的白粉病害有抗逆性, 不同程度的白粉病对梭梭树生长和物质积累的影响尚不清楚。现以梭梭为研究对象, 研究白粉病及其发病程度对梭梭生长发育、叶绿素以及碳水化合物的影响。旨在明确白粉病及其发病程度对梭梭生长发育和物质累积的影响, 并为梭梭白粉病的防治提供参考。

**第一作者简介:**孟根小(1979-), 女, 在读博士, 讲师, 现主要从事蒙药化学及中药栽培学教学和研究工作。

**收稿日期:**2012-04-10

[8] 毛爱军, 胡洽, 耿三省. 辣椒疫霉菌接种鉴定技术研究[J]. 北京农业科学, 1998, 16(2): 21-24.

[9] 杨新成, 胡明文, 李正丽. 辣椒抗疫病育种材料鉴定[J]. 贵州农业科

学, 2011, 39(5): 131-132.

[10] 李智军, 龙卫平, 郑锦荣, 等. 亚蔬辣椒资源材料的疫病抗性鉴定及主要农艺性状观察[J]. 广州农业科学, 2006(12): 30-33.

## Identification of *Phytophthora capsici* Resistance and Main Agronomic Characters of Pepper Resources

LI Yi, TIAN Xiao-li

(Key Laboratory of Vegetable Genetics and Physiology, Xining, Qinghai 810016)

**Abstract:** 63 pepper materials and 4 pre-existing pepper materials were evaluated for resistance to *Phytophthora capsici* by using root-drenching method, and the major agronomic characters were assessed for partial pepper materials. The results showed that all of 67 materials did not show highly resistant level, 11 materials showed resistance for *P. capsici* YYWS01 accounting for 16.42% of all materials, 35 materials showed moderate resistance accounting for 52.24%, and 21 susceptible materials, accounting for 31.34%; From agronomic characters, that partial materials showed character diversity, this provided abundant resources for germplasm enhancement.

**Key words:** pepper materials; resistance identification; agronomic character

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试材为 2 a 以上树龄的梭梭, 采自内蒙古巴彦淖尔市磴口县。

### 1.2 试验方法

根据梭梭地上被白粉病菌覆盖面积分为轻度白粉病感染和重度白粉病感染 2 类。轻度的白粉病菌落覆盖面积 40%~60%, 重度为覆盖面积 70%~100%。采用随机区组方法, 每种样品选择 3 个区域, 每区随机选取无白粉病梭梭(CK)、轻度白粉病梭梭(简称轻症)和重度白粉病梭梭(简称重症)各 5 个样品。于 2011 年 8 月 15 日取样, 除叶绿素含量测定所用鲜样外, 其余材料按崔旭盛等<sup>[8]</sup>的方法分离成光合枝、茎秆和根 3 个部分后, 洗净、烘干、称重、粉碎, 过 80 目筛备用。

### 1.3 项目测定

不同白粉病梭梭的叶绿素含量测定采用分光光度法; 可溶性糖和淀粉含量测定采用蒽酮比色法<sup>[9]</sup>; 梭梭生长量和生物量的测定采用直接测量法和称重法。

### 1.4 数据分析

采用 Excel 2007 和 DPS 9.50 软件统计分析试验数据。

## 2 结果与分析

### 2.1 染白粉病梭梭的生长量与生物量

由表 1 可知, 白粉病梭梭的株高、光合枝长和基茎粗等形态指标与 CK 相比均显著降低。其中轻症株高比 CK 的 110.10 cm 下降 33.4%, 重症株高比 CK 减少 38.4%。光合枝长为 CK>轻症>重症, 感染白粉病后比 CK 下降 12.4%~33.3%。基茎粗为 CK>重症, 轻症>重症, 轻症与 CK 无显著差异, 重症比 CK 下降 25.3%。根冠比为梭梭地上部分(光合枝和茎秆)生物量和地下部分(根)生物量之比。白粉病感染后根冠比与 CK 无显著差异。

表 1 白粉病对梭梭生长量的影响

样品	株高/cm	光合枝长/cm	基茎粗/mm	根冠比
重症	67.83b	48.13c	10.17b	5.899a
轻症	73.33b	63.20b	12.614a	5.869a
CK	110.10a	72.17a	13.61a	5.000a

注: 不同字母表示 5% 置信水平上有显著性差异, 下同。

由表 2 可知, 白粉病梭梭物质积累量显著低于 CK。总生物量为 CK>轻症>重症, 比 CK 降低 26.4%~35.9%。光合枝生物量为 CK>轻症>重症, 白粉病感染后降低 13.6%~24.0%。茎秆生物量降幅较大, 轻症比 CK 降低 49.7%, 重症降低 57.8%。根生物量比 CK 减少 36.0%~44.5%。物质分配比例(表 2)表明, 白粉病光合枝显著高于 CK, 提高 17.4%~18.4%。相反, 根中分配比例比 CK 下降 31.9%~33.9%。茎秆中分配比

表 2 白粉病对梭梭物质积累与分配比例的影响

样品	光合枝		茎秆		根		总生物量/g
	生物量/g	比例/%	生物量/g	比例/%	生物量/g	比例/%	
重症	55.477c	68.9a	13.167b	14.7a	11.800b	16.4b	80.444c
轻症	63.070b	68.3a	15.673b	14.7a	13.603b	16.9b	92.346b
CK	73.000a	58.2b	31.190a	17.0a	21.270a	24.8a	125.460a

例无显著差异。

### 2.2 染白粉病梭梭的叶绿素含量

由表 3 可知, 白粉病感染后梭梭的叶绿素含量有降低趋势。白粉病感染后叶绿素 a 含量迅速降低, 轻症比 CK 减少 11.0%, 重症比 CK 减少 64.3%。叶绿素 b 含量轻症与 CK 无显著差异, 而重症比 CK 降低 29.4%。总叶绿素含量在轻症时比 CK 降低 9.9%, 重症时降幅高达 58.3%。叶绿素 a/b 值, 轻症与 CK 无显著差异, 而重症比 CK 降低 49.5%。

表 3 白粉病对梭梭叶绿素含量的影响

样品	叶绿素 a	叶绿素 b	总叶绿素	叶绿素 a/b
重症	0.146c	0.060b	0.206c	2.447b
轻症	0.364b	0.081a	0.445b	4.471a
CK	0.409a	0.085a	0.494a	4.841a

### 2.3 染白粉病梭梭的可利用碳水化合物含量

由表 4 可知, 白粉病感染对梭梭光合枝的可溶性糖含量无显著影响, 但对根和茎秆的影响显著。与 CK 相比, 重症茎秆和重症根的可溶性糖分别提高了 28.1%和 22.3%, 但轻症茎秆和轻症根的含量却分别比 CK 减少 20.5%和 34.1%。梭梭各部位的淀粉含量受白粉病的影响不一致。根中淀粉不受白粉病影响。茎秆中淀粉在轻症时与 CK 无显著差异, 重症时迅速提高 38.0%。光合枝淀粉含量轻症比 CK 降低 33.3%, 重症与 CK 无显著差异。白粉病显著影响梭梭非结构性碳水化合物含量。轻症光合枝、茎秆和根中非结构性碳水化合物含量均比 CK 显著降低, 减少率分别为 16.4%、13.8%和 27.0%, 而重症茎秆和根中含量却显著提高, 分别比 CK 提高 30.3%和 20.8%。

由表 4 可知, 白粉病对可溶性糖和淀粉在非结构性碳水化合物的比例影响较小。重症光合枝、茎秆和根中的比例与 CK 一致, 同样轻症光合枝和茎秆中的比例也

表 4 白粉病对梭梭可利用碳水化合物含量的影响

样品		可溶性糖		淀粉		非结构性 碳水化合物 /mg·g <sup>-1</sup>	可利用碳 水化合物 /%
		含量 /mg·g <sup>-1</sup>	比例/%	含量 /mg·g <sup>-1</sup>	比例/%		
重症	光合枝	60.07a	53.0b	53.27a	47.0a	113.34a	
	茎秆	92.39a	77.0a	27.66a	23.0a	120.09a	12.89a
	根	183.42a	86.6a	28.28a	13.4ab	211.70a	
轻症	光合枝	59.86a	65.9a	30.94b	34.1b	90.80b	
	茎秆	57.33c	72.2a	22.093ab	27.8a	79.42c	9.43b
	根	98.97c	77.4b	28.93a	22.6a	127.90c	
CK	光合枝	62.19a	57.3ab	46.41a	42.7ab	108.60a	
	茎秆	72.12b	78.3a	20.04b	21.7a	92.16b	11.60a
	根	150.00b	85.6a	25.25a	14.4b	175.21b	

与 CK 无显著差异,只是在轻症根中可溶性糖和淀粉在非结构性碳水化合物中的比例有显著变化,分别比 CK 减少 9.6% 和提高 56.9%。可利用碳水化合物含量为每株梭梭中非结构性碳水化合物的质量百分比。梭梭感染白粉病后,轻症阶段的可利用碳水化合物含量降低 18.7%,而重症时又恢复了与 CK 相同的比例。

### 3 讨论

白粉病是农作物的常见病害之一,也是梭梭林木生产上最大的病虫害。目前对梭梭白粉病的研究以其防治研究为主,主要采取化学防治、种子处理和灌溉、减少土壤水分等措施<sup>[7]</sup>。白粉病危害作物生长发育、产量及品质。研究表明,白粉病降解叶绿体,改变细胞核结构,影响酶活性和可溶性蛋白含量<sup>[10]</sup>。白粉病菌落覆盖梭梭枝叶等地上部位,使绿色面积大幅减少,直接影响光合能力。随着白粉病感染加重,总叶绿素含量减少 58.3%,叶绿素 a 迅速减少 64.3%,叶绿素 b 缓慢下降 29.4%,重度感染时叶绿素 b/a 是健康植株的 2 倍,即叶绿素 b 的相对含量提高 2 倍。较多的叶绿素 b 能有效利用经过白粉病菌落阻碍后漫射到梭梭叶片的较多的蓝紫光<sup>[11]</sup>。因此,总叶绿素中叶绿素 b 的比例增加是梭梭对白粉病抗逆性表现之一。

白粉病对梭梭可溶性糖和淀粉的影响较复杂。总体表现为随着感染加重体内非结构性碳水化合物含量先降后升,即轻度感染时梭梭各部位的非结构性碳水化合物含量减少 13.8%~27.0%,而重度感染时提高至健康含量或提高 20.8%~30.3%,可利用碳水化合物含量不受白粉病影响。这种叶绿素含量显著降低前提下的可利用碳水化合物含量的相对保持,是梭梭对白粉病的另一种抗逆表现。但这种调节是有限的。该试验表明,

白粉病严重影响梭梭生长,降低体内物质积累量。白粉病感染的株高比健康梭梭下降 33.4%~38.4%,光合枝长下降 12.4%~33.3%,基茎粗下降 25.3%,总生物量降低 26.4%~35.9%。根冠比无变化,进一步说明白粉病伤害是对梭梭各部位整体的伤害。轻度白粉病感染后梭梭的生长已经严重受损。因此,生产上应及早防治白粉病,确保梭梭的正常生长发育。该试验首次通过对比研究轻度和重度白粉病梭梭的叶绿素、可利用碳水化合物、生长量和生物量,提供了白粉病对梭梭危害的数据,拟为生产上更有效防治白粉病害提供参考。关于梭梭对白粉病的抗逆性有待进一步探讨。

### 参考文献

- [1] 侯振世,霍成刚,李瑞鹏,等.梭梭白粉病病原菌子囊孢子萌发研究[J].内蒙古科技与经济,2004(21):48.
- [2] 刘宏义,邱海美.梭梭育苗技术[J].内蒙古林业,2002(4):23.
- [3] 杨志梅.梭梭荒漠造林技术[J].现代农业科技,2009(4):41-42.
- [4] 许红,刘华林.小麦白粉病产量损失及防治指标的初步研究[J].植保技术与推广,1997,17(2):3-5.
- [5] 倪云霞,陈美兰,刘红彦,等.四种杀菌剂对金银花白粉病的防治效果及对金银花品质的影响[J].植物保护学报,2006,33(3):319-322.
- [6] 托尔逊·阿衣,古丽娜孜.梭梭采种育苗技术[J].林业实用技术,2004(10):20-21.
- [7] 靳正忠,郭永平,李生字,等.流动沙漠腹地梭梭白粉病防治效果及影响因素分析[J].西北林学院学报,2011,26(2):124-128.
- [8] 崔旭盛,郭玉海,杜友,等.梭梭碳水化合物含量与树龄关系的研究[J].中国农业大学学报,2010,15(5):37-41.
- [9] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].西安:世界图书出版社,2000:145-148.
- [10] 王伟.葡萄白粉菌侵染过程及其对叶片相关生理生化指标的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2010:18-27.
- [11] 蔡庆生.植物生理学[M].北京:中国农业大学出版社,2011:82.

## Effects of *Leveillula saxaouli* on Growth, Chlorophyll and Carbohydrate of the *Haloxylon ammodendron*

MENG Gen-xiao<sup>1,2</sup>, CUI Xu-sheng<sup>2</sup>, WU Yan<sup>2</sup>, GUO Yu-hai<sup>2</sup>

(1. College of Traditional Mongolian Medicine, Inner Mongolia University for the Nationalities, Tongliao, Inner Mongolia 028300; 2. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193)

**Abstract:** The growth of *Haloxylon ammodendron* and the content of chlorophyll and carbohydrate in the tree infected with different level of *Leveillula saxaouli* were determined. The results showed that total chlorophyll of heavy infected *Haloxylon ammodendron* decreased 58.3% from the healthy, chlorophyll a decreased 64.3%, chlorophyll b/a was double of the healthy. The content of carbohydrate would first decrease and then increase following the infection aggravate. The height of the tree decreased 33.4%~38.4% from the healthy, length of photosynthetic branch down 12.4%~33.3%, diameter of bottom side stem fall 25.3%, total organism quantity reduce 26.4%~35.9%. It was the first time to study the chlorophyll, useable carbohydrate, organism quantity and growth of *Haloxylon ammodendron* infected with *Leveillula saxaoul* in this experiment. This study provided data for how much damage of *Leveillula saxaoul* to *Haloxylon ammodendron*. It also offered reference for preventing the tree from the disease.

**Key words:** *Haloxylon ammodendron*; *Leveillula saxaouli*; growth; chlorophyll; carbohydrate