

# 杨树叶锈病菌——松杨栅锈菌夏孢子的扫描电镜观察

高雅

(中国科学院林业土壤研究所, 沈阳)

用扫描电子显微镜观察了杨树叶锈病菌——松杨栅锈菌 (*Melampsora larici-populina*) 的夏孢子形态特征。其夏孢子在光学显微镜下为一端有刺, 一端无刺, 而在扫描电镜下观察, 无刺的一端实际存在不同长度的短刺或刺的痕迹, 也有的是面积大小不同的光滑区。此形态特征为分类学的研究提供了依据。

杨树叶锈病是由栅锈菌属 *Melampsora* 真菌引起的。栅锈菌属中有许多种都可以危害杨树, 在症状及形态方面都很相似, 区别上有一定困难。通常根据寄主植物的种类来定锈菌的种名, 因为不同种的锈菌对不同的寄主有严格的寄生性。但是有些现象使根据寄主种类来定名发生了困难。例如同一种松杨栅锈菌 (*M. larici-populina*) 可以寄生在包括青杨派及黑杨派的几十种杨树上<sup>[1-7,9,10,12,13]</sup>。不同的种或不同生理小种的锈菌(包括松杨栅锈菌在内)能侵染同一种或同一品种植物。甚至在一株杨树上有几种栅锈菌同时寄生。据报道, 即在人为的条件下强制接种能使自然界中非寄主植物发生锈病<sup>[8,10]</sup>。上述这些现象的存在, 根据寄主种类来定杨树锈菌的种名, 发生一定的困难。

本试验利用扫描电子显微镜, 观察杨树叶锈病菌的夏孢子表面微观结构, 寻找形态上的特征, 以提供分类的依据。

## 材料和方法

1978 年从辽宁、云南、新疆、陕西等地采得的 16 种杨树(表 1)叶锈病的病叶标本。主要是青杨派及黑杨派杨树。为便于比较, 采了两种白杨派杨树叶锈病的病叶标本为试验材料。因为该锈病

的病斑多发生在叶子的反面, 因此分析材料时都在叶的反面取样。先在光学显微镜下观察, 然后在扫描电子显微镜下观察。所取的样品均为当年采得的杨树病叶, 未经干燥处理, 扫描效果良好。

电子显微镜型号为 JEM100B。

## 结 果

### (一) 光学显微镜观察结果

供试的青杨派、黑杨派杨树叶锈病菌的夏孢子堆大小、形态及夏孢子的大小、形态、色泽都很相似, 确认为松杨栅锈菌 (*M. larici-populina* Kleb.)。白杨派的山杨叶锈菌为落叶松栅锈菌 (*M. laricis*), 毛白杨叶锈菌为马格栅锈菌 (*M. magnusiana*)。

不同种杨树上的松杨栅锈菌夏孢子堆的大小、形态、色泽很相似(表 1)。除美洲黑杨上的夏孢子稍微小些(表 2)以外, 其他各种杨树上的夏孢子的大小、形态、色泽大体相同。在光学显微镜下可见夏孢子一端有刺, 一端无刺, 看不出其他差别。

### (二) 扫描电镜观察结果

松杨栅锈菌的夏孢子多为椭圆形或长椭圆形, 一端有刺, 一端光滑。有刺的一端

本文于 1980 年 4 月 10 日收到。

本工作得到吴友三教授指导, 袁嗣令、邵力平教授审改文稿。本所电镜组毕庶春、张兴达、刘惠敏同志摄制电镜照片, 特致谢忱。

表 1 松杨栅锈菌夏孢子堆的大小及形态

Table 1 Size and shape of uredosorus (*Uromyces larici-populina*)

派系 Sect.	树 种 Species	孢子堆大小 (mm) Size of uredosorus	颜色 Colour	形态 Shape
青 杨 派 Tacamahaca Spach	小 青 杨 <i>P. pseudo-simonii</i>	0.1—0.2—0.5	橙色 orange	椭圆 elliptic
	小 叶 杨 <i>P. simonii</i>	0.2—0.5—0.7	橙色 orange	椭圆 elliptic
	滇 杨 <i>P. yunnanensis</i>	0.5—1.2	黄色 yellow	椭圆 elliptic
	香 杨 <i>P. koriana</i>	0.5—0.8	浅黄 light yellow	椭圆 elliptic
	苦 杨 <i>P. laurifolia</i>	0.5—1.0	橙色 orange	椭圆 elliptic
黑 杨 派 Aegirios Duby	加 杨 <i>P. canadensis</i>	0.2—0.5—1.0	黄色 yellow	圆形或不规则 ovoid or irregular
	美洲黑杨 <i>P. deltoides</i>	0.1—0.3	黄色 yellow	圆形或不规则 ovoid or irregular
	少先队杨 <i>P. pioner</i>	0.2—0.6	黄色 yellow	椭圆 elliptic
	健 杨 <i>P. euram. cv. 'rojasta'</i>	0.2—0.5	浅黄色 light yellow	椭圆 elliptic
	晚花杨 <i>P. euram. cv. 'cerotina'</i>	0.2—0.8	浅黄色 light yellow	椭圆 elliptic
	沙兰杨 <i>P. euram. cv. 'sacrau'</i>	0.5—0.8	橙色 orange	椭圆 elliptic
	斯大林杨 <i>P. stalinetz</i>	0.5—0.8	橙色 orange	椭圆 elliptic
杂 交 杨 Hybrids	中 东 杨 <i>P. berolinensis</i>	0.4—0.6	黄色 yellow	椭圆 elliptic
	大 台 杨 <i>P. xiaozuanica</i>	0.2—0.5	黄色 yellow	椭圆 elliptic
白 杨 派 Leuce Duby	山 杨 <i>P. davidiana</i>	0.1—0.3	橙色 orange	圆形或近圆形 ovoid or nearly ovoid
	毛白杨 <i>P. tomentosa</i>	0.2—1.0	黄色 yellow	圆形或不规则 ovoid or irregular

表 2 松杨锈菌夏孢子的大小及形态

Table 2 Size and shape of uredospore (*Melampsora larici-populina*)

派系 Sect.	树种 Species	孢子大小 (μm) Size of spore	形态 Shape	光滑区的长度与刺距之比 Length of smooth region: Distance between spines
青杨派 Turanthaca Spach	小青杨 <i>P. pseudo-simoni</i>	17—22×35—43	长圆形 oblong	2:1
	小叶杨 <i>P. simonii</i>	18—23×30—39	椭圆或长圆形 elliptic or oblong	1:1
	滇杨 <i>P. yunnanensis</i>	21—30×30—32	长圆形 oblong	无光滑区 no smooth region
	香杨 <i>P. koriana</i>	15—26×23—40	椭圆形 elliptic	2:1
	苦杨 <i>P. laurifolia</i>	20—25×35—40	长圆形 oblong	
黑杨派 Aigerios Duby	加杨 <i>P. canadensis</i>	16—21×37—41	长圆,少数梨形 oblong and some pyriform	1:1
	美洲黑杨 <i>P. deltoides</i>	12—16×21—32	长圆形 oblong	1:1
	少先队杨 <i>P. pioner</i>	16—21×28—41	长圆及椭圆形 oblong, elliptic	3:1
	健杨 <i>P. euram. cv. 'rofusta'</i>	16—25×25—35	长圆形 oblong	无光滑区 no smooth region
	晚花杨 <i>P. euram. cv. 'scrotilina'</i>	16—21×32—37	长圆形 oblong	无光滑区 no smooth region
	沙兰杨 <i>P. euram. cv. 'sacrau'</i>	18—23×33—45	长圆形 oblong	1:1
	斯大林杨 <i>P. stalineiz</i>	20—25×33—45	椭圆形 elliptic	3:1
杂交杨 Hybrids	中东杨 <i>P. berolinensis</i>	20—30×30—43	长圆形 oblong	1:1
	大台杨 <i>P. xiaoquanica</i>	15—23×28—35	椭圆形 elliptic	3:1
白杨派 Leuce Duby	山杨 <i>P. davidiana</i>	14—18×16—23	圆形及椭圆形 ovoid, elliptic	无光滑区 no smooth region
	毛白杨 <i>P. tomentosa</i>	19—25×22—23	圆形及椭圆形 ovoid, elliptic	无光滑区 no smooth region

所着生的刺很长,并且刺的长度逐渐向无刺的一端减小。靠近无刺的一端,常有一个光滑区(见图版 I-1—3)。在光滑区内根本无刺或仅余刺的痕迹(见图版 I-4、5)。光滑区的面积大小根据杨树种的不同而有区别。夏孢子表面刺与刺之间排列很整齐,纵横略成行(见图版 I-6—8),刺与刺之间距离大致相同。为了表示光滑区的面积,试以刺与刺之间的距离与光滑区长度之比,来表示光滑区的大小,其结果见表 2。

从表 2 可见,由于寄生树种不同,松杨栅锈菌的夏孢子光滑区面积大小也不同。滇杨、健杨、晚花杨上的夏孢子在电镜下没有明显的光滑区,但在光学显微镜下有光滑区。因为该区的刺十分短小,只有在电镜下才可以见到扁平的痕迹(见图版 I-4、5, II-1)。苦杨叶上的松杨栅锈菌的情况很特殊,它的夏孢子在相应的光滑区部位,有些不但有刺,而且刺相当长;有些则确为无刺的光滑区。这些孢子上刺的形状大体是一致的,即刺的基部大、上端小,很像金字塔。有的松杨栅锈菌的夏孢子上个别的刺可以呈乳头状突起或呈弯钩状,如苦杨及斯大林杨上的夏孢子(见图版 II-2、3)。松杨栅锈菌夏孢子刺的分布与形态的差异和它们对不同寄主的致病性有什么关系,是值得探讨的问题。

总之,寄生在黑杨派及青杨派杨树上的松杨栅锈菌的夏孢子形态和寄生在白杨派的山杨上的落叶松栅锈菌 (*Melampsora laricis*)、毛白杨上的马格栅锈菌 (*M. magnusiana*) 的夏孢子形态不同。松杨栅锈菌的夏孢子为椭圆形及长椭圆形,孢子表面的一端有很长的刺(图版 I-6—8),后两种夏孢子周身有刺,刺的长度很一致(图版 II-4、5)。

## 讨 论

伊藤<sup>[5]</sup>早就提到在 *Melampsora* 属中的夏孢子表面都有刺,其中 *M. larici-populina* 的夏孢子表面一端为无刺的光滑区。他认为根据这个特征可以将它与 *M. laricis* 和 *M. magnusiana* 相区别。Pinon<sup>[10]</sup>于 1973 年报告了杨树锈病菌种类繁多,其中夏孢子表面一端具有无刺的光滑区是 *M. larici-populina* 和 *M. allii-populina* 的特征。这种特征可使它们和 *Melampsora* 属中其他各种相区别。这两位作者都注意到夏孢子表面刺的分布和分类的关系。Pinon 将法国境内所有的杨树锈菌依据夏孢子及侧丝的形态特征进行分类及定名。

在光学显微镜下观察到寄生在青杨派及黑杨派杨树上的 *M. larici-populina* 的夏孢子一端无刺,作为该菌的分类特征已为人们所承认,但在扫描电镜下可以见到无刺的一端实际存在三种不同的情况:(1)真正的无刺;(2)残存有刺的痕迹;(3)着生有不同长度的刺。此外,具有光滑区的夏孢子,光滑区的面积大小有所不同。同是 *M. larici-populina*,其夏孢子在形态上存在着这些差别,可否作为种以下分类单位的一个依据是值得探讨的问题。关于以夏孢子上的光滑区作为划分 *M. larici-populina* 与 *M. laricis*、*M. magnusiana* 的主要根据,尚需进一步观察研究给予说明。

## 参 考 文 献

- [1] 王云章:《中国锈菌索引》,中国科学院,北京,1951。
- [2] 戴芳澜等:《中国经济植物病原目录》,科学出版社,北京,1958。
- [3] 戚佩坤等:《吉林栽培植物真菌病害志》,科学出版社,北京,1966。
- [4] 邵力平:《森林保护手册》,农业出版社,北京,1973。
- [5] 伊藤诚哉:《日本菌类志》二卷二号,东京菱贤堂,1938。

- [6] 平塚直秀: «植物锈菌学研究», 笠井出版社刊, 東京, 1955.
- [7] Guyot, A. L.: *Uredineana*, Paul Lechevalier, Paris. 119—121, 1953.
- [8] Longo, F. N.: *Eur. Jour. For. Path.*, 5: 147, 1974.
- [9] Młodzianowski, F.: *Eur. Jour. For. Path.*, 8: 119, 1978.
- [10] Pinon, J.: *Eur. Jour. For. Path.*, 3: 221,

1973.

- [11] Sharma, J. K.: *Eur. Jour. For. Path.*, 7: 119, 1977.
- [12] Vloten, H. Van.: *Tijdschr. Pl. Ziekten*, 55: 96, 1949.
- [13] Курсанова, Л. И.: Определитель Низших Растений, том 4, Государственное Издательство «Советская Наука», Москва. 1956.

## SCANNING OF THE UREDOSPORE OF POPLAR LEAF RUST *MELAMPSORA LARICI-POPULINA*

Gao Ya

(*Institute of Forestry and Pedology, Academia Sinica, Shenyang*)

A characteristic morphological graph of the uredospore of poplar rust, *Melampsora* was obtained with an electronic microscope. The uredospore has a spine in one end, and has no in another end. How-

ever, the nonspiny end has some spinules with various length of spinule scarfs. In some cases, there exists a smooth region with various areas.