

水稻的一种新病害——稻苗疫霉病

王金生 陆家云

(江苏农学院, 扬州)

1973年在江苏省水稻上发现由霜霉目真菌引起的病害, 主要受害的是叶片, 叶片上产生不规则条斑。经鉴定, 这是一种由疫霉属 (*Phytophthora*) 真菌引起的新病害。该致病菌与草莓疫霉 (*P. fragariae* Hickm.) 很相近, 但在一些方面又有明显差异, 特别是雄器位置和致病性不同, 所以认为是草莓疫霉的一个新变种, 定名为稻苗疫霉 (*Phytophthora fragariae* Hickm. var. *oryzo-bladis* Wang et Lu, var. nov.)。

在自然情况下, 该菌很容易在受害叶片上产生孢子囊和卵孢子。孢囊梗由气孔伸出, 菌丝状, 单生或呈假轴分枝, 长度可达 405—675 微米, 宽度 2.9—5.9 微米。孢子囊倒梨形或长椭圆形, 长 43.1—67—93.1 微米, 宽 28.8—42.8—57.5 微米。孔口平阔, 孔径 11.5—20 微米。藏卵器表面平滑, 黄褐色, 近球形或不规则球形, 直径 39.9—46.9—58.1 微米, 壁厚 2.2 微米。卵孢子球形, 淡黄褐色, 直径 27.2—35.5—48 微米, 壁厚 3 微米。雄器穿雄生, 球形或不规则球形, 大小为 15—30×12.2—25.9 微米, 平均 21.9×19.2 微米。约 11% 的雄器上有短小突起。

1973年在江苏省邗江县方巷、汉河等地早稻秧苗上发现一种由霜霉目真菌引起的病害。通过系统详细的观察, 发现这种病害是一种新的水稻病害, 病原菌是一种疫霉 (*Phytophthora*)。我们将这种水稻新病害取名为稻苗疫霉病。

几年来除在江苏省沿江地区, 六合、仪征、江都、邗江和兴化、高邮等县普遍发现外, 安徽省安庆地区也有发生。

据调查, 病区秧田稻苗发病率常达 60—70%, 严重的 100% 发病。发病重的早稻秧苗除部分 (15—25%) 死苗外, 还由于部分病叶枯死而影响早稻的壮苗早发, 减产可达一成左右。

症状及发生情况

稻苗疫霉病是一种叶斑类型的病害。最初在叶片上产生淡褐色圆形或椭圆形小斑点, 环境适宜时迅速发展成灰绿色不规

则条斑。由于病斑扩大或相互愈合, 叶片在病部常发生纵卷或折倒。一般情况下病害只造成稻苗中、下部叶片局部枯死。如心叶受感染也可造成枯心和死苗。湿度高时或清晨, 病斑上可产生白色稀疏霉层 (图版 I-8)。后期病斑褐色, 边缘紫褐色, 中间灰褐色。

稻苗疫霉病主要为害早、中稻秧苗, 是一种在低温条件下发生和流行的病害。据调查, 病害每年 4 月下旬至 5 月初气温 12℃ 以上即可发生, 5 月中、下旬气温在 16—22℃ 时为害最烈, 而至 6 月上旬日平均气温稳定在 25℃ 以上时病情急剧下降。晚稻秧苗一般不发病。1976 年系统调查病情的消长规律如图 1。

本文于 1977 年 7 月 4 日收到。

邗江县汉河中学刘文海同志帮助搜集材料, 方中达教授热心帮助整理文稿, 中国科学院微生物研究所余永年同志审阅本文并提出了修改意见。

文中数据均为 100 个单位的测量结果。

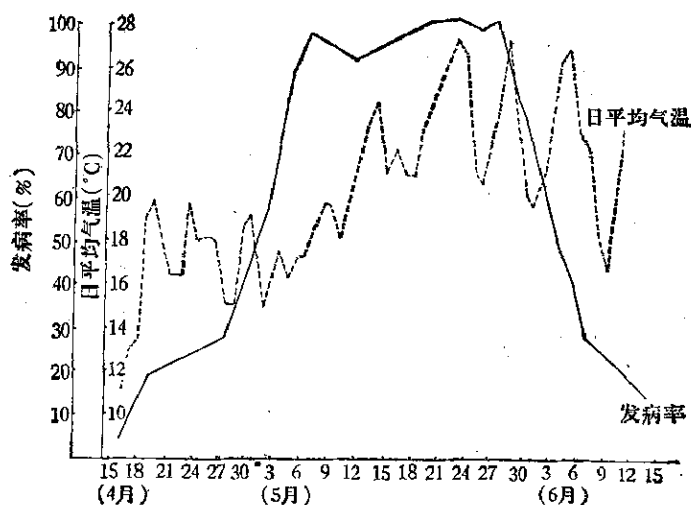


图1 1976年病情消长情况与气温的关系

在调查中还发现,连作秧田发病重,阴雨天和淹水的秧田有利于病害流行。

早稻秧苗移栽大田后,如遇低温阴雨,病情还会有一定程度的发展。但通常随气温上升和栽培管理的加强,病苗逐渐恢复正常生长。盆栽观察,病株恢复后,株高叶色正常,抽穗结实正常,说明这种病害是局部侵染,而不是系统侵染性的。

病原菌形态

稻苗疫霉能在菜豆粉琼脂、燕麦粉琼脂、玉米粉琼脂和马铃薯蔗糖琼脂等培养基上生长,气生菌丝不多,生长速度甚快,25℃培养24小时,菌落直径达4—6.5厘米。在各种固体培养基上以及将菌丝移至蒸馏水、塘水和Petri营养液中进行培养均不产生孢子囊和卵孢子,但很快形成厚垣孢子。

在自然情况下,稻苗叶片病斑上极易产生病菌的无性和有性繁殖器官。

病菌孢囊梗2—5根从寄主叶片气孔伸出,与菌丝无明显分化,单生或呈假轴分枝,长度可达405—675微米,宽度2.9—5.7微米。一个气孔或邻近几个气孔中伸出的

孢囊梗散生,也可粘集成束。

孢子囊顶生,也有侧生,倒梨形或长椭圆形,无乳头状突起,顶部钝圆或稍平,接近萌发时顶壁稍有增厚。长度为43.1—67—93.1微米,宽度为28.8—42.8—57.5微米。游动孢子在孢子囊内成熟,成团或逐个从孢子囊顶部的孔口释放。条件不适宜时(如温度较高)也可见到原生质从顶部孔口排出。孢子囊顶部的孔口平阔或稍作圆弧形凹陷,孔径11.5—20微米。一个孢子囊中可形成9—40个游动孢子。游动孢子肾形,休止时直径10.5—20微米。游动孢子排出后,空孢子囊内可以再生孢子囊,次生孢子囊在空孢子囊内或之外形成。成熟的孢子囊不脱落(图版I-1—4)。

藏卵器和雄器也在叶片病斑霉层中形成,时间稍后于孢子囊。据观察,从表现症状到病斑表面霉层中形成卵孢子,一般只需一周左右的时间。

藏卵器近圆形或不规则圆形,黄褐色,直径39.9—46.9—58.1微米,壁厚2.2微米。卵孢子圆形,淡黄褐色,直径27.2—35.5—48微米,表面平滑,壁厚3微米。雄器穿雄生,近圆形,稍长或略扁,淡黄色,

大小为 $15-30 \times 12.2-25.9$ 微米, 平均 21.9×19.2 微米。雄器上有的(约占 11%) 有短小突起, 宽度约 2.9 微米, 长度约 $3.0-4.2$ 微米(图版 I-5-7)。

卵孢子壁与藏卵器壁之间的距离非等距, 较小一边的距离为 $1.5-5.1-12.4$ 微米, 较大一边为 $3.6-9.3-18.3$ 微米。

水稻 (*Oryza sativa* L.) 上, 江苏邳江, 王金生采, 1977 年 5 月, 10037 号(模式)

Phytophthora fragariae Hickm. var. *oryzo-bladis* Wang et Lu, var. nov.

Sporangiophora simplicis vel sym-podialiter ramosa 405—675 μm longa, sporangiis terminalibus vel lateralibus, saepe per proliferationem orientibus, obverse pyriformibus, ellipsoideis, apice obtuse rotundatis, $43.1-93.1 \times 28.8-57.5 \mu\text{m}$ (in medio $67 \times 42.8 \mu\text{m}$). zoosporis formatis, reniformis, quietis $10.5-20 \mu\text{m}$ diametro.

Oogonia sphaeroidea, brunnea, $39.9-58.1 \mu\text{m}$ (in medio $46.9 \mu\text{m}$) diametro, membranis crassis $2.2 \mu\text{m}$, oosporiis sphaeroideis, subfuscis, $27.2-48 \mu\text{m}$ in medio $35.5 \mu\text{m}$ diametro, membranis crassis $3 \mu\text{m}$.

Antheridia amphigyna, subglobosa, lutea, $15-30 \times 12.2-25.9 \mu\text{m}$ (in medio $21.9 \times 19.2 \mu\text{m}$), projecturis breviter parvis.

Hab. In foliis *Oryzae sativa* L., regio Hanjiang, provincia Jiangsu, Wang Jin-Sheng. V 1976, 10037 (TYPUS).

接种试验和寄主范围的

初步测定

稻苗疫霉的游动孢子是有效的接种体。游动孢子悬浮液的制备, 是将有灰绿色病斑的叶片采回室内, 漂浮在水中(塘水、蒸馏水或 Petri 营养液均可), 在 $15-25^\circ\text{C}$ 条件下 $6-8$ 小时即可产生大量的孢子囊, 并有游动孢子放出, 30 张叶片放在

100 毫升水中, 游动孢子的浓度在显微镜下可达每视野(放大 100 倍) $30-50$ 个。

把上述游动孢子悬浮液中的病叶取出, 浸入无病秧苗, $8-12$ 小时后取出栽在盆中并加罩保湿。在 $15-25^\circ\text{C}$ 条件下 $24-36$ 小时后秧苗叶片上即可出现淡褐色圆形病斑。在保湿条件下很快发展为典型的灰绿色不规则条斑。将接种后发病的叶片漂浮在水中数小时即产生典型的孢子囊并重新释放游动孢子。

用同样方法对 6 种稻田主要杂草 [油菜 *Leersia oryzoides* Swartz. var. *japonica* Hack., 稗草 *Echinochloa hispidula* (Retz) Chang, 雀稗 *Paspalum thunbergii* Kunth., 看麦娘 *Alopecurus aequalis* Sobol, 早熟禾 *Poa annua* L., 莎草 *Cyperus rotundus* L.] 并以水稻秧苗作对照进行接种试验, 结果对照发病, 其他杂草均不发病。

讨 论

根据 Blackwell^[1] 关于疫霉属真菌的描述, 稻苗疫霉病无疑是疫霉引起的。

文献中记载为害水稻的疫霉属真菌有大孢疫霉 [*P. macrospora* (Sacc.) Ito & Tanaka]^[2]。这是水稻霜霉菌指疫霉 [*Sclerophthora macrospora* (Sacc.) Thirum et al.] 的一个异名。这种菌能为害多种禾本科植物, 引起“疯顶”和叶片上的条纹症。水稻霜霉病症状的主要特点是病株矮缩, 叶片黄绿并呈斑驳花叶状, 无明显病斑和局部组织坏死现象, 后期可抽出畸形穗, 病穗不实。病叶表面不产生明显霉层。孢子囊不常产生, 但卵孢子可在叶片组织内沿维管束大量形成。水稻霜霉还有疫霉异名 *P. oryzae* (Brizi) Hara^[3]。

另外 Ito 和 Nagai^[4] 还描述了两种疫霉。它们主要为害萌芽的稻种, 引起绵霉病和 $0.5-1$ 厘米高度幼芽的猝倒。病害

发生的温度范围比较广,最适温度 18—25℃,但是 10—12℃ 和 32—35℃ 时仍可引起感染^[5]。这两种疫霉由于菌丝呈节状膨大和孢子囊层出特性明显以及病菌的水生习性等特点,最初定名为 *Pythiomorpha miyabeana* 和 *P. oryzae*。*Pythiomorpha* 属是 Petersen^[6,7] 根据落在水中的苹果上长出的一种水生真菌而创立的。Waterhouse 等^[8,9] 全面研究了该属中的所有菌种后,建议取消 *Pythiomorpha* 属,而将其中多数种移入疫霉属。水稻上的这两个种经比较,*Pythiomorpha miyabeana* 与 Tamkins 所描述的引起花椰菜根腐病的大雄疫霉 *Phytophthora megasperma* 很相似,而 *Pythiomorpha oryzae* 则被重新命名为 *Phytophthora oryzae* (Ito & Nagai) Waterhouse。可见,本文报道的稻苗疫霉病与上述三种病害在症状和病理学特点等方面都不一样。

关于病原菌的鉴定,主要参考了 Waterhouse^[10] 的检索表。稻苗疫霉与检索表中第 VI 组的特点相符。该组疫霉的特点是,孢子囊顶部不突出,无乳头突起,顶部增厚不多,排孔阔,孔径在 12 微米以上,孢子囊成熟后不易脱落,在琼脂培养基中,如不移入水中则很少或不产生孢子囊。次生孢子囊在老孢子囊内部形成,卵孢子在寄主上或在培养基中产生,但在单菌系培养时不一定形成,雄器全部或多数穿雄生。该组中与稻苗疫霉相近的种有:樟疫霉 (*P. cinnamomi* Rands),栗黑水疫霉 [*P. cambivora* (Petri) Buism.], 豌豆疫霉 (*P. erythrosetica* Pethybr. var. *pisi* Hickm. et Byw.) 和稻疫霉 [*P. oryzae* (Ito & Nagai) Waterhouse], 另参考 H. C. Новотельнова^[11] 检索表其相近的种有红腐疫霉 (*P. erythrosetica* Pethybr.), 葱疫霉 (*P. porri* Foist.) 和草莓疫霉 (*P. fragariae* Hickm.)。红腐疫霉是 Pethybridge^[12] 报道引起马铃薯块茎腐烂的一种疫

霉,在 Waterhouse 的检索表中同属于第 VI 组,但其孢子囊很小,只有 32 × 20 微米。除马铃薯外,尚能为害颠茄、郁金香等 6 科 9 种植物。葱疫霉是 Foister^[13] 报道为害大葱叶片的一种疫霉,属于 Waterhouse 检索表第 III 组,孢子囊无突起,但顶部明显增厚,雄器穿雄生或侧生。还能寄生一种桔梗科植物 (*Campanula persicifolia* L.) 上。

下面将上述有关疫霉,根据原著所描述的特点与稻苗疫霉择要进行比较^[14-18]。

从表 1 可以看出属于 Waterhouse 检索表第 VI 组的几个疫霉,在寄主种类、致病类型、无性和有性繁殖器官的形态等方面与稻苗疫霉都有明显差异。而草莓疫霉在许多方面与稻苗疫霉却非常接近,如孢囊梗的长度和生长特性,孢子囊的形态和长宽比值及层出特点,特别是雄器的形状。但是草莓疫霉与稻苗疫霉相比,各个器官的测量数值偏小。而且在 Waterhouse 检索表中草莓疫霉属于第 V 组,第 V 组疫霉的一个重要特征就是雄器的位置有侧生,也有穿雄生。草莓疫霉的雄器多数穿雄生,但也有少数侧生,作者检查了 1000 个稻苗疫霉的有性器官,雄器均为穿雄生。一般认为雄器的位置是疫霉属分种的比较重要的依据。此外,水稻和草莓是两种亲缘关系甚远的植物。据寄主范围的初步测定看,稻苗疫霉的寄主可能比较专化。另从致病类型看,稻苗疫霉为害植物的地上部分引起叶斑,而草莓疫霉为害植物的地下部引起根腐,所以稻苗疫霉的寄生性也比较强。草莓疫霉主要分布在西欧和北美,国内尚未正式报道,在这两种真菌的基本形态大体相似而又存在明显差异的情况下,我们认为稻苗疫霉是草莓疫霉的一个新变种,定名为稻苗疫霉 (*Phytophthora fragariae* Hickm. var. *oryzo-bladis* Wang et Lu, var. nov.)。

表 1 稻苗疫病与几个近似种的特征比较

疫 菌	寄 主	致病类型	有性器官(测量单位: 微米)			无性器官(测量单位: 微米)			
			藏 卵 器	卵 孢 子	雄 器	孢 囊 梗	孢 子 囊	萌 发 方 式	
樟 疫 菌 (<i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands, 1922)	樟树, 桂皮, 板栗, 杉, 柑桔, 烟草, 蚕豆等共 54 科 127 种	根腐, 茎腐				单生或单轴分支	57×33(38—84×27—39) 长宽比 1.7:1; 孢子囊层出, 成层发生	产生游动孢子 8—40 个, 肾形, 18×11; 休止时直径 10—11; 产生芽管, 发展为菌丝或次生孢子囊	
栗黑水疫菌 (<i>P. cambivora</i> , (Petri) Buism. Waterhouse 1963, (Petri 1917, 1918)	板栗, 核桃, 猕猴桃等 7 科 10 种	根腐, 茎腐	平均直径 43, 最大 62, 壁厚 2; 表面呈不规则泡状突起	直径 36	平均长 25, 最大 35(16—32×12—24) (Koch, 1971)	单生, 直径 3.5	55—65×40—45 (最大 85×60) 长宽比 1.4:1; 15, 有圆锥形突起 孢子囊层出, 成层发生	产生游动孢子, 圆形, 直径 15, 有圆锥形突起	
豌豆疫菌 (<i>P. erythrocephala</i> Pethybr. var. <i>pisi</i> Hickm. et Byw., Bywater et al, 1959)	豌豆	根腐	平均直径 37(28—44), 壁厚 1.5(0.7—2.7)	平均直径 26(14—34), 壁厚 2.9(1.3—5.3)	19×18(16—22×11—26)	单生或单轴分支	63×29 (最大 91×40) 长宽比 2.2:1; 孢子囊层出, 成串或成层发生	产生游动孢子, 肾形, 长 17, 休止后变圆, 直径 11(10—12)	
草莓疫菌 (<i>P. fragariae</i> Hickm., 1940)	草莓, 番茄等 2 科 9 种	根腐	平均直径 39(28—44), 球形, 基部漏斗状	平均直径 33(22—44), 壁厚 3	22×16(16—20×12—22) 有时有菌丝状突起	菌丝状, 有假轴或短分支, 长 10—800	60×38(32—90×22—52) 长宽比 1.6:1; 无乳头, 顶端钝圆, 孢子囊层出, 成串或成层发生	产生游动孢子	
稻苗疫菌 (<i>P. fragariae</i> Hickm. var. <i>oryzo-bladis</i> Wang et Lu, var. nov.)	水稻秧苗	叶斑	平均直径 46.9(39.9—58.1), 壁厚 2.2	平均直径 35.5(27.2—48), 壁厚 3	21.9×19.2(15—30×12.2—25.9), 有短小突起	单生, 有假轴分支, 长 405—675, 直径 2.9—5.7	67×42.8(43.1—93.1×28.8—57.5) 长宽比 1.6:1; 孢子囊层出, 成串或成层发生	产生游动孢子 9—40 个, 肾形, 休止后变圆, 直径 10.5—20	

稻苗疫霉病是水稻的一种新病害。关于该种病害的许多基本规律尚不清楚。菌的寄主范围、培养性状、生理特性及在培养条件下无性和有性繁殖器官的形成条件等,均有待进一步研究。

参 考 资 料

- [1] Blackwell, E. M.: *Mycol. Pap.*, No. 30, p. 23, 1949.
- [2] Tanaka, I. and S. Ito: *Ann. Phytopathol. Soc. Japan*, 10:126—138, 1940.
- [3] Hara, K.: *Rice diseases*. Tokyo, 1930.
- [4] Ito, S. and M. Nagai: *J. Fac. Agr. Hokkaido Imp. Univ.*, 32:45—69, 1931.
- [5] Ou, S. H. (欧世璜): *Rice Disease*, CMI, 1972.
- [6] Petersen, H. E.: *Bot. Tidsskrift*, 29:345—440, 1909.
- [7] Petersen, H. E.: *Ann. Mycol.*, 8:494—560, 1910.
- [8] Blackwell, E. M., G. M. Waterhouse and M. V. Thompson: *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 25:148—165, 1941.
- [9] Waterhouse, G. M.: *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 41:196—202, 1958.
- [10] Waterhouse, G. M.: *Mycol. Pap.*, No. 92, 1—22, 1963.
- [11] Новотельнова, Н. С.: Фитофторовые Грибы (Сем. Phytophthoraceae), Ленинград, изд. «Наука», Ленинградское Отделение, 1974.
- [12] Pethybridge, G. H.: *Sci. Proc. Roy. Dublin Soc. n. s.*, 13(35):529—564, 1913.
- [13] Foister, C. E.: *Trans. Bot. Soc. Edinb.*, 30(4):257—281, 1931.
- [14] Bywater, J. and J. Hickman: *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 42(4): 513—524, 1959.
- [15] Hickman, C. J.: *J. Hort. Sci.*, 18:89—118, 1940.
- [16] Petri, L.: *Atti R. Accad. Lincei, Rend. Cl. Sci., Fis., Mat. e. Nat., Ser. 5*, 26(II): 297—299, 1917.
- [17] Rands, R. D.: Streepkanker van Kaneel, veroorzaakt door *Phytophthora cinnamomi* n. sp. Dept. Landb. Inst. Plantenziekten, Nijv-Handel, Meded 54:1—53, 1922.
- [18] Waterhouse, G. M.: *Comm. Mycol. Inst., Misc. Publ.*, 12:1—120, 1956.

PHYTOPHTHORA LEAF BLIGHT OF RICE SEEDLING —A NEW DISEASE OF RICE

Wang Jin-sheng and Lu Jia-yun

(Jiangsu Agricultural College, Yangzhou)

A *Phytophthora* seedling blight disease of rice, which induced brown irregular streaks on leaf blades of rice seedlings in the nursery, was first observed in Jiangsu province, China in 1973. The disease was mainly on seedlings of early and middle-season varieties of rice, and also on young plants in the field. Rice was the only natural host so far found. The causal fungus was isolated and identified as a *Phytophthora*. In morphology, it shows close resemblance to *Phytophthora fragariae* Hickm., but it is distinguished from the latter by its amphigynous antheridium and pathogenicity for rice. It is proposed as a new variety of this species, designated *Phytophthora fragariae* Hickm. var. **oryzobladis** Wang et Lu, var. nov. The morphology of this new variety and a comparison of this fungus with other species of *Phytophthora* on rice are described and discussed.

Under natural condition the sporangia and oospores of the fungus were

produced abundantly on lesion surface of infected leaf blades. The sporangia, measuring 405—675 μm in length and 2.9—5.7 μm in breadth, are formed either terminally or laterally on sporangiophores stretching out from stomata of the leaf, and are not differentiated from vegetative hyphae. Sporangia are obpyriform or elliptical, 43.1—67—93.1 μm in length and 28.8—42.8—57.5 μm in breadth. During dehiscence the openings are 11.5—20 μm broad. There are no protruding papilla at apex. Proliferation of sporangium is either within or beyond the primary one. Oogonia are yellowish brown, subglobose, 39.9—46.9—58.1 μm in diameter, provided with a wall 3 μm thick. Antheridia are amphigynous, subglobose or irregularly spherical, measuring 15—30 \times 12.2—25.9 μm , averaging 21.9 \times 19.2 μm . About 11% of the antheridia have small short projection.

Type specimen is deposited in Jiangsu Agricultural College, Yangzhou, Jiangsu province, China.