

全国高等农业院校试用教材

农业植物病理学

北京农业大学主编

植物保护专业用

农业出版社

全国高等农业院校试用教材

农业植物病理学

北京农业大学 主编

植物保护专业用

社

全国高等农业院校试用教材

农业植物病理学

北京农业大学 主编

农业出版社出版 (北京朝阳区东单路)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 30.25印张 657千字
1982年5月第1版 1990年10月北京第7次印刷

印数 36,601—40,400册 定价 5.90元

ISBN 7-109-00913-0/S·699

统一书号 16144·2338

前 言

农业植物病理学(教材)是普通植物病理学的继续,目的是要通过学习农作物中具有代表性而经济上较为重要的病害,来加强对植物病理学基本原理的进一步认识,并熟悉基本原理及流行规律在病害防治中的具体应用。

自六十年代以来,农业植物病理无论国内国外都有新的发展,特别是在我们国内出现了一些新的重要病害。国际方面对于病原学、防治理论和方法有了新的研究进展。新的农药越来越多,对于抗病育种也有了新的概念。为了适应农业科学现代化的需要,重新编写一本新的农业植物病理学实为当务之急。

根据少而精的原则,本书将要学习的病害分为两类。一类是分布广、代表性强而经济意义又大,共选了39种。另一类是分布虽不广泛、但在局部地区有经济意义,或者分布相当广泛、有一定经济意义、且在发病规律及防治上代表性较强的共选了71种。

在使用本书的过程中,每个学校可以根据地方特点及教学时数,选授病害若干种,其余可供学生选读自习。还可能有一些非常重要的地区性病害而在本教科书中没有列入,各校也可以自编补充教材。

学术在不断进展,教科书所能反应的只是所有生产及科研成果中主要的一部份。本书仓促编成,又限于编者水平,错误在所难免,希望读者随时提出意见。

书中附有参考文献,供读者对某些病害的情况作较为深入的了解。

全国植保专业农业植物病理学教材编写组

一九七九年五月一日

目 录

前言

第一章 水稻病害	1
稻瘟病	1
稻胡麻斑病	11
稻白叶枯病	15
附：水稻细菌性褐条病	22
稻纹枯病	23
稻菌核秆腐病.....	29
稻病毒病	32
稻普通矮缩病	34
稻黄矮病	36
稻黄萎病	39
稻黑条矮缩病	40
稻条纹叶枯病	42
稻恶苗病（徒长病）	43
水稻赤枯病	45
水稻烂秧	47
稻瘟病参考资料	52
第二章 麦类病害	54
小麦锈病	54
麦类赤霉病	76
小麦病毒病	84
小麦黄矮病	86
小麦丛矮病	93
小麦土传花叶病	98
小麦条纹花叶病	100
麦类黑穗病	102
大、小麦散黑穗病	102
小麦腥黑穗病	109
小麦秆黑粉病	116
大、小麦白粉病.....	119
小麦全蚀病	124

小麦根腐病	133
麦类雪腐病	138
小麦霜霉病	140
小麦线虫病	143
大麦条纹病	146
附：大麦网斑病	149
麦类病害参考资料	150
一、麦类锈病	150
二、麦类黑穗病	151
三、麦类其它病害	152
第三章 杂谷病害	156
玉米病害	156
玉米大班病	156
玉米小班病	161
附：玉米圆斑病	165
玉米丝黑穗病	166
玉米黑粉病	170
玉米病毒病	174
玉米矮花叶病 (174) 玉米粗缩病 (177)	
高粱病害	179
高粱丝黑穗病	179
高粱散黑穗病	182
高粱坚黑穗病	183
高粱长粒黑穗病	183
高粱炭疽病	184
高粱普通炭疽病	185
粟病害	185
粟(谷子)白发病	185
粟(谷子)红叶病	192
杂谷病害参考资料	194
第四章 薯类病害	196
甘薯病害	196
甘薯黑斑病	196
甘薯瘟	201
甘薯疮痂病	204
甘薯茎线虫病	206
甘薯贮藏期病害	209
马铃薯病害	212
马铃薯病毒病	212
马铃薯普通花叶病 (213) 马铃薯重花叶病 (215) 马铃薯卷叶病 (216) 其他病毒病 (216)	

纺锤形块茎病 (217)	
马铃薯晚疫病	220
马铃薯环腐病	226
薯类病害参考资料	229
一、甘薯病害	229
二、马铃薯病害	229
第五章 油料作物病害	231
大豆病害	231
大豆病毒病	231
大豆花叶病	231
附: 黄斑花叶病	234
顶枯病	234
大豆病毒病原的鉴定	236
大豆根线虫病	238
大豆叶斑性病害	242
大豆灰斑病 (又称褐斑病或斑点病)	242
霜霉病	243
大豆细菌性病害	244
花生病害	246
花生根结线虫病	246
花生青枯病	249
花生茎腐病	254
花生黑斑病和褐斑病	256
花生锈病	258
油料作物病害参考资料	261
第六章 棉麻病害	262
棉花病害	262
棉花枯萎病和黄萎病	262
棉花枯萎病	262
棉花黄萎病	267
棉苗病害	273
一、立枯病	273
二、炭疽病	274
三、红腐病	274
四、茎枯病	274
五、疫病	274
六、黑斑病	274
棉角斑病	279
棉铃病害	282
棉红叶茎枯病	286
麻类作物病害	288

黄麻炭疽病	287
黄麻枯腐病	291
黄、红麻根结线虫病	293
红麻炭疽病	295
亚麻锈病	298
亚麻枯萎病	300
棉麻病害参考资料	301
第七章 糖料作物和烟草病害	303
糖料作物病害	303
甘蔗凤梨病	303
甘蔗鞭黑穗病	308
甜菜褐斑病	312
甜菜白粉病	314
烟草病害	316
烟草黑胫病	317
烟草炭疽病	320
烟草赤星病	322
烟草花叶病	324
烟草根结线虫病	327
糖料作物和烟草病害参考资料	329
一、糖料作物病害	329
二、烟草病害	329
第八章 果树病害	331
仁果类病害	331
苹果树腐烂病	331
附：梨树腐烂病	337
梨黑星病	337
附：苹果黑星病	341
苹果、梨锈病	342
苹果白粉病	345
苹果炭疽病	348
果树根腐类病害	351
圆斑根腐病	351
根朽病	352
白绢病	353
紫纹羽病	354
仁果类病毒病	356
苹果锈果病	356
苹果花叶病	358
苹果和梨的其它“病毒病”	
苹果小果病(360) 苹果绿缩病(360) 苹果环斑病(361) 苹果扁枝病(361) 苹果软枝病(361)	

苹果肿枝病(362)	梨石果病(362)	
柑桔病害		363
柑桔黄龙病		363
柑桔炭疽病		368
柑桔溃疡病		371
柑桔疮痂病		377
柑桔树脂病		380
柑桔果实贮藏病害		383
柑桔青霉病和绿霉病		384
蒂腐病		385
褐色蒂腐病		386
黑腐病		386
炭疽病		386
其他果树病害		388
葡萄白腐病		388
葡萄黑痘病		391
枣疯病		394
香蕉束顶病		396
香蕉花叶心腐病		398
番木瓜环斑花叶病		400
果树病害参考资料		401
第九章 蔬菜病害		403
十字花科作物病害		403
十字花科霜霉病		403
十字花科病毒病		408
十字花科软腐病		415
十字花科黑腐病		420
十字花科菌核病		421
十字花科根肿病		426
茄科蔬菜病害		430
茄科蔬菜病毒病		430
茄科青枯病		435
茄褐纹病		437
茄绵疫病		440
番茄蒂腐病		442
葫芦科蔬菜病害		443
黄瓜霜霉病		444
黄瓜枯萎病		451
附：其它病原引起的黄瓜萎蔫病		457
黄瓜疫病		458

瓜类病毒病	460
瓜类白粉病	465
瓜类列当	469
蔬菜病害参考资料	472

第一章 水稻病害

稻 瘟 病

稻瘟病是我国水稻的重要病害。早在1637年宋应星著的《天工开物》中，已把它称为“发炎火”用文字记载下来。日本在1704年也记录了这一病害。现在，全世界水稻种植区几乎都有此病发生，分布极为广泛。我国南北稻区每年都有发生，其为害程度因品种、栽培技术以及气候条件不同而有差别，流行年份一般减产10—20%，严重的达40—50%以上。水稻生长期中叶片受害严重时，成片枯死，有的虽不枯死，但新叶不易伸展，稻株萎缩，不能抽穗或抽出短小的穗。抽穗期穗颈受害严重，则造成大量白穗或瘪粒。

症状 水稻从幼苗到抽穗的整个生育期中，各个部位都能遭受此病的为害。根据发病部位的特点可分为：

一、苗瘟 种子发芽后不久即可发生。一般在3叶期以前，芽和芽鞘出现水浸状斑点，病苗接近土面部分变灰黑色，有灰色霉层，而上部呈淡红褐色卷缩枯死。南方双季稻区晚稻秧田有时偶有发生。但一般少见。

二、叶瘟 发生在3叶期以后的秧苗和成株的叶片上。病斑可分为四种类型。（一）普通型（慢性型）：为常见的典型病斑。先呈近圆形的暗绿色或褐色的病斑，以后逐渐扩大，颜色变成暗褐色，形状由圆形、椭圆形变成梭形，两端有沿叶脉延伸的褐色坏死线，病斑中央退为灰白色，周围边缘现出黄色晕圈；病斑背面产生灰色霉层。根据病理解剖，黄色晕圈是由于病菌侵入后分泌的毒素使周围细胞中毒，细胞内叶绿体遭受损害，体积膨大呈柔软状态，继而叶绿体变形，胞核受害较叶绿体晚，称为中毒部。褐色部分是细胞内含物及细胞壁被破坏变色死亡，称坏死部。灰白色部分的细胞内含物及细胞壁全部崩解，称崩解部。这种病变在一定条件下按顺序发展，因而随着病菌在叶片组织内的扩展，在同一病斑上由外围向中央常可看到这三个部分。但由于水稻品种抗病性不同以及当时环境条件的影响，全部过程有时缺中毒部或坏死部，并不完全按次序出现。（二）急性型：病斑暗绿色水浸状，有时与叶片颜色不易区分，但无光泽，多为椭圆形或不规则形，正反两面产生大量灰色霉层。这类型的病斑多发生于流行期，天气阴雨多湿，氮肥施用过多，在抗病性弱的植株或高度感病品种上易见；但天气转晴或稻株抗病性增强时，可转变为慢性型病斑。（三）白点型：病斑在叶片上呈现白色近圆形或短梭形，这种病斑不是固定型的病斑，它是在病菌侵入并向邻近细胞扩展时遇适宜的条件，而在症状出现期，环境条件又变为不适宜（如

高温或低温干燥等),从而呈现白点的症状,这种白点型病斑又可随气候条件的变化而转变为普通型或急性型。(四)褐点型:为褐色小斑点,局限于叶脉间,有时边缘现黄色晕圈,常发生在抗病品种或植株下部的老叶上,不产生分生孢子,对稻瘟病的发展基本不起作用。

此外,叶舌、叶耳和叶节也可发病,病斑初呈暗绿色,后变褐色至灰白色。此部位发病后常可引起节或穗颈发病。叶枕发病后也可延及叶鞘,产生不规则形大斑,有时在叶片与叶鞘相邻近处因组织被破坏而折断。水稻处于苗期至分蘖盛期,如果稻株因氮肥过多而疯长,发疯后叶片病斑密集,反而萎缩不长,根部变褐枯死。

三、节瘟 最初在节上生针头大的褐色小点,以后逐渐扩大,最后使全节变黑腐烂,干燥时凹陷,易折断、倒伏。有时病斑仅在节的一侧发生,干缩后造成茎秆弯曲。节瘟在抽穗期发生时,由于营养水分不能向穗部正常输送,影响开花结实,严重时形成“白穗”或瘪粒。

四、穗颈瘟 发生在穗颈部,即主穗梗到第一枝梗分枝的中间部分。病斑一般呈暗褐色,但在不同的水稻品种上,可呈黄白色、黄绿色、黑褐色以至黑色等。枝梗也可受害。一般抽穗后期发病受害较轻,尚可部分成熟,但影响米质。如刚抽穗时发病,多形成白穗或瘪粒。当病害盛发,田间分生孢子数量很大和天气持续多雨时,包在叶鞘内的穗轴也可发病而成段变褐。

五、谷粒瘟 发生在稻粒及护颖上。发生在稻粒上有两种情况,一是在水稻开花前后受侵染,多不能正常结实而成暗灰色的秕谷。二是受侵染较迟的,在颖壳处呈现暗灰或褐色、梭形或不整形斑,影响结实,严重的可使米粒变黑。护颖发病时多呈灰褐或黑褐色(图1—1)。

节、穗颈、枝梗以及谷粒的病部在湿度大时都可产生灰色霉层。

病原 此病病原为稻梨孢菌(*Piricularia oryzae* Cav.),属半知菌,其有性世代为稻卵孢球腔菌(*Mycosphaerella malinverniana* Catt.) 属子囊菌,但一般不常见。

一、形态

菌丝分隔,初无色,后变褐色,寄生

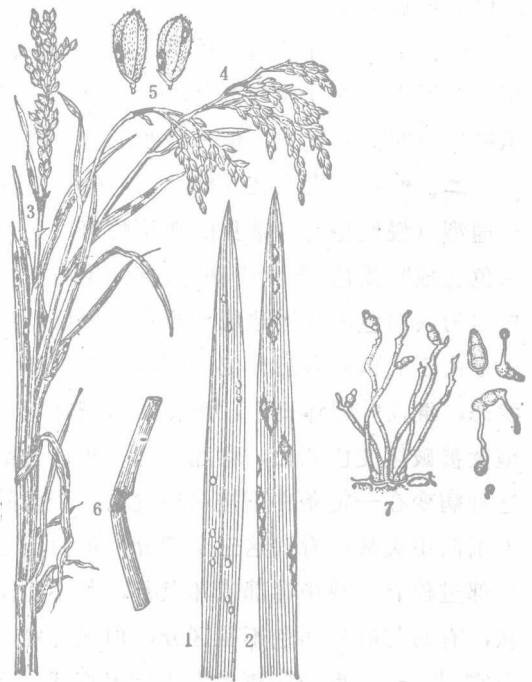


图 1—1 稻瘟病

1. 叶瘟(急性型) 2. 叶瘟(慢性型) 3. 穗颈瘟 4. 枝梗瘟 5. 谷粒瘟 6. 节瘟 7. 病原菌的分生孢子梗和分生孢子 8. 分生孢子萌发生芽管和压力胞

于寄主细胞组织内。病斑上的霉层即为分生孢子梗和分生孢子。分生孢子梗一般是数根成丛自稻叶气孔或表皮伸出，很少单生，尺度为 $80-160 \times 4-6 \mu$ ，具2—4隔膜，直或稍分枝，基部稍粗，淡褐色，上部色浅；顶端形成分生孢子后，又从其侧方生出短枝，再生分生孢子，如此连续多次，至梗端成屈折状。分生孢子洋梨形或倒棍棒形，顶端钝尖，基部钝圆，并有脚胞，无色或淡褐色，其两隔膜，尺度为 $14-40 \times 6-13 \mu$ 。在水滴中发芽时，一般从上下两端或一端生出芽管或分枝，芽管尖端接触寄主表面或其他基物时形成一至数个卵形、圆形或长圆形的压力胞，其壁厚而光滑，色褐，但也有不形成的。

二、生理

(一) 温度 菌丝生长的温度范围为 $8-37^{\circ}\text{C}$ ，适温为 $26-28^{\circ}\text{C}$ 。分生孢子形成的温度范围为 $10-35^{\circ}\text{C}$ ，以 $25-28^{\circ}\text{C}$ 为最适。发芽温度范围为 $15-32^{\circ}\text{C}$ ，适温为 $25-28^{\circ}\text{C}$ 。芽管的生长及压力胞形成的适温为 $25-30^{\circ}\text{C}$ ，6—8小时即可形成。

病菌对低温和干热有较强的抵抗力，但对湿热的抵抗力差。在湿热情况下，分生孢子的致死温度为 $51-52^{\circ}\text{C}$ 10分钟，在谷粒和护颖中的菌丝体则分别为 52°C 和 54°C 10分钟。而在 $-4--6^{\circ}\text{C}$ 经50—60天，菌丝体尚有20%可存活。在干燥情况下，分生孢子在 60°C 经30小时尚有部分存活。病菌在快速冰冻下于 -30°C 可存活18个月以上。

(二) 水及空气湿度 分生孢子的形成要求相对湿度在93%以上，湿度越高分生孢子形成的速度越快，数量越多。孢子必须在水滴和饱和湿度具备的条件下发芽良好，其临界相对湿度为92—96%。如果没有水滴，即使在饱和湿度下，发芽率也只有1.5%左右。一般在适温下满足上述水湿条件经0.5—1小时即开始发芽。但分生孢子浸在 $20-25^{\circ}\text{C}$ 的水中经30分钟后风干，则显著降低发芽率，即使在空气湿度饱和状态下也多不发芽。

(三) 光线 分生孢子的形成要求光暗交替的条件，直射阳光或光线能抑制孢子发芽，芽管及菌丝的生长。紫外光对它们有杀伤作用。

(四) 氧气 孢子发芽需要氧气，空气中氧的含量降到一般含量(20%)的 $1/2-1/4$ 时，孢子虽可发芽，但不形成压力胞。氧的含量达17—20%时，有利于压力胞的形成。

(五) 营养 病菌的营养要求，碳源以蔗糖、葡萄糖、麦芽糖、果糖、乳糖、木糖为最适宜，氮源以天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、硝酸钾、硝酸钠等最适。在合成培养基中加入维生素H和维生素 B_1 ，可促进孢子形成，天然培养基如大麦、高粱、稻草等的煎汁加入2%糖也适于病菌的生长发育。

(六) 毒素 在稻瘟菌培养液或发病重的病株组织中，已发现病菌可产生五种毒素，即稻瘟菌素(piricularin)、吡啶羧酸(picolinic acid)、细交链孢菌酮酸(tenuazonic acid)、稻瘟醇(piriculol)及香豆素(coumarin)，这些毒素对稻株有抑制呼吸和生长发育的作用。将提取的稻瘟菌素、吡啶羧酸和细交链孢菌酮酸的稀释液，分别滴在叶片的机械伤口上，置适宜的温度下都可引起叶片呈现与稻瘟病相似的病斑。病菌分生孢子中也含有吡啶羧酸，且对孢子发芽有抑制作用，只有当孢子在水中，吡啶羧酸被浸出后才能发芽。香豆素是病菌侵入稻株后，从稻株体内产生的毒素，可使稻株生长受抑制而呈萎缩状。

三、生理分化

稻瘟菌容易发生变异,表现在培养性状、生理特性、对杀菌剂的抗性以及对水稻品种的致病性等方面。不同来源的分离株在培养基上或同一菌株在不同培养基上所形成的菌落,其色泽和气生菌丝体的疏密等有很大的差异。在培养基中逐渐增加杀菌剂如硫酸铜、升汞的含量,可发现原分离株的抗药性有不同程度的增强,有的仍保持其致病性。日本长期使用抗菌素春日霉素防治稻瘟病的地区,已发现其防效显著降低。更多的研究发现病菌存在对不同品种的致病性有明显差异的生理小种。国外报道:单个病斑或绝大多数分离株所产生的分生孢子都可能包含不止一个生理小种,单胞培养产生的分生孢子也可分化为多个生理小种。病菌的细胞大多数是单核的,但也有部分细胞是多核的,即具2—6个以上的细胞核。病菌发生变异的原因包括以下三方面:适应性变异、突变以及菌丝联合导致异核体和准性重组。不过也有人认为这种变异体经过分离培养,反复多次出现变异后可趋稳定,而且有些地区还发现在一定时期内田间出现的生理小种有相对的稳定性。

1976—1977年,全国稻瘟菌生理小种联合试验组初步选出珍龙13、东农363、鉴77—43、特特勃(Tetep)、关东51、合江18、丽江新团黑谷等7个水稻品种为鉴别寄主,对来自我国21个省、市、自治区的476个稻瘟分离株进行苗期(四叶期)测定,根据所出现的病斑类型以及在上述品种上的感病性反应,将供试分离株区分为7群24个生理小种。日本曾以12个水稻品种为鉴别寄主,将病菌分为3群13个生理小种。最近又有人提出用9个新的日本鉴别品种进行研究。1963年日本和美国合作,以8个品种为鉴别寄主,将来自东南亚、欧洲、非洲、大洋洲以及南美部分国家的数百个菌株进行测定,分出8群32个生理小种,其地理分布有一定的差异。其他国家也作过许多研究,但由于所用的鉴别寄主不同,区分生理小种的标准也不相同,所得结果难以比较,而且供试的鉴别寄主与分离株仍有其局限性,如果变换鉴别寄主或广泛征集病菌分离株进行测定,将会出现新的区分生理小种的依据或更多的生理小种,因此进一步根据品种与病菌之间的关系,深入研究病菌的变异性是选育抗病品种的必要理论基础。

四、寄主范围 在自然条件下,稻瘟菌只侵染水稻。国外报道,病菌经人工接种可侵染小麦、大麦、玉米、粟以及稗等多种禾本科杂草。我国江苏将水稻、马唐、菰(茭白)、粟、青狗尾草上的梨孢菌(*Pyricularia* spp.)进行交互接种,结果证明只有粟和青狗尾草上的病菌可以互相侵染。

侵染循环 稻瘟菌以分生孢子和菌丝体在病稻草和病种上越冬。在干燥条件下,分生孢子可存活半年至一年,病组织中的菌丝可存活一年以上;但在潮湿条件下,它们经2—3个月左右便都死亡。因此散落在田间、场地以及堆肥中的病菌和草堆外层的分生孢子往往不能越冬,而带病的种子、稻草和未腐烂的牛栏草,就成为此病主要的侵染源。

播种带病稻种后,潜伏其内的菌丝可能引起秧苗发病;附在种子表面的分生孢子,萌芽后从幼苗基部侵入,都可引起秧苗发病,但在北方稻区以及南方双季稻区的早稻,在播种育秧期间气温低,带病稻种一般很少引起秧苗发病,仅在薄膜或保温育秧的秧苗上偶有

发生，而在水育秧的条件下则不发生。在双季稻区晚稻播种育秧期间，气温已升高，且多采用湿润育秧或早育秧，因此种子带菌可以引起秧苗发病。在病草节部或穗颈上越冬的菌丝，在温湿条件适宜时便产生分生孢子。北方一般6—7月间降雨后产生大量分生孢子，长江流域一带3月下旬至4月上旬开始产生分生孢子，5—6月最多，甚至到7月底仍可产生。分生孢子主要靠气流传播，秧苗或成株叶片受侵发病后，病斑上又产生大量分生孢子，继续借气流传播进行再侵染。在实验室条件下，一个典型的病斑在温湿度适宜时，每天可产生2000—6000个分生孢子，且可持续14天左右。因此只要条件适宜，病菌可反复进行多次再侵染，以致病害迅速扩展而流行。

分生孢子传播到叶片上萌发，形成压力胞，再长出侵入丝。侵入丝多穿过角质层侵入机动细胞或长形细胞，再进入内部组织。在穗颈处的分生孢子发芽后多从鳞片状的苞叶侵入。在枝梗上则从穗轴分枝点附近的长形细胞侵入。此外，病菌也可从伤口侵入，但通常不从气孔侵入。

在双季稻区或单、双季混栽区，早稻发病后可传至中稻、单晚或连晚，或相互借气流传病。各季水稻收割后，病菌以分生孢子及菌丝在种子及稻草中越冬。

水稻的抗瘟性 水稻的不同生育期和不同品种对稻瘟病的抗性存在差异，即对稻瘟菌侵染的反应表现出抗病、感病或中间型的病斑型以及数量或受害程度上的不同。

同一品种在四叶期至分蘖盛期以及抽穗初期最易感病。受侵部位组织的老嫩对抗病性的强弱有影响。出叶及出穗后随着时间的增加，叶和穗颈的抗病性也增强。据报道，出叶当天最易感病，5天后抗病性逐渐加强，13天后很少感病。穗颈在始穗期最易感病，抽穗6天后抗病性逐渐增加。不过，由于品种不同，增加抗病性所经历的时间并不完全一致。

在不同类型的水稻中，籼稻较抗侵入，粳稻较抗扩展，但每一类型水稻的品种间抗病性的差异很大，存在着高抗至高感类型。品种对叶瘟和穗颈瘟的抗性一般呈正相关。

一、抗瘟性的机制 水稻的抗瘟性与植株的形态，组织结构以及生理生化等有关。

稻株的叶片宽和披张度大时，分生孢子降落其上的数量比在叶片窄而挺直的多，同时株型披散容易增高田间相对湿度，叶片上的水滴不易迅速消失，从而增加病菌侵染机会。

稻株表皮细胞的硅质化程度和细胞膨压度与抗病菌侵入的能力有关。硅酸盐被水稻吸收后，沉积于表皮细胞形成胶膜，有阻碍病菌穿透、侵入的能力，尤其是机动细胞硅质化程度愈高，抗侵入的能力愈强。稻株组织柔弱，细胞硅质化程度差，抗侵入能力也差。品种间表皮细胞硅质化的程度虽也存在某些差异，但影响这种硅质化程度高低的主要因素是田间肥水管理条件。试验证明，施用富含硅酸的肥料，如草木灰、矿渣等，以及合理排灌，可增强稻株硅质化程度，提高抗病能力。此外，细胞膨压度大也有增加稻株抗侵入的影响。过多施用氮肥、增强原生质的透水能力，使细胞膨压降低，可减弱抗病性。

抗瘟性与稻株体内可溶性氮化物的含量关系很大，水稻植株内谷氨酸、天冬氨酸等可溶性氮含量高时，为病菌提供有利的营养条件，有利于病菌的生长繁殖，而且稻株细胞积累可溶性氮过多时，则贪青徒长。组织柔弱，叶片披垂，也有利于病菌的侵入，因而表现

感病。相反，如果稻株体内含蛋白质氮（非可溶性氮）较多，则抗病性增强，因此，凡合成蛋白质氮机能旺盛的品种，其抗病性也较强。此外，水稻在不同生育期中，体内可溶性氮的形成和积累情况不同，因此在不同生育期所表现的抗病性也有差异。另外，也发现多元酚含量高时稻株的抗病性也增强。

品种对稻瘟菌的侵染能否发生过敏反应与抗瘟性的强弱更有密切的关系。抗病品种的细胞在菌丝侵入初期迅速发生过敏反应变褐坏死。坏死细胞充满树脂状物质且不收缩，使病菌被限制在侵染点细胞中不久即死亡，因而所引起的褐色小斑不再扩大。这种过敏反应是抗扩展的主要因素，常在抗病品种上产生，是鉴定抗病品种的主要标志。褐变速度愈快愈抗扩展。稻株对病菌的抗扩展能力较抗侵入能力对抗病性呈现的作用更大。有的品种如观音粳等，其表皮细胞硅质化程度较差，抗侵入能力弱，但当病菌侵入细胞后，受侵部位迅速产生过敏反应，从而表现抗病。这种褐变过敏反应，是水稻组织中的多元酚经多酚氧化酶氧化为醌，再与氨基酸缩合而成黑色素所致。稻瘟菌所产生的毒素有抑制褐变的作用，但抗病品种中稻株的绿原酸和阿魏酸含量高，这两种多元酚可以与病菌产生的毒素（稻瘟菌素和吡啶羧酸）结合成复合体而呈无毒状态，使寄主细胞原生质保持正常机能，褐变反应能迅速进行，因此，褐变不是直接起抗病作用，而是绿原酸和阿魏酸等在植株体内起了抗病作用的结果。

当感病品种的细胞受稻瘟菌侵入时，并不产生过敏反应，病菌与寄主细胞保持暂时的共生关系，并利用淀粉酶和蛋白质酶使稻株体内的淀粉与蛋白质水解为糖类和氨基酸。病菌从中取得良好营养，迅速扩展蔓延，而且稻株体内可溶性氮和某些还原物质如维生素C、谷胱甘肽等含量的增加又可延缓褐变速度；病株呼吸作用显著增强大量消耗碳水化合物，甚至绿原酸等也被利用消耗，褐变反应很缓慢，因此在感病品种上不产生褐点型病斑。当病斑扩展后，病斑周围变褐，而中央部分的细胞组织受害收缩，最后死亡崩解。

二、抗瘟性的遗传 目前对品种抗瘟性遗传多局限于垂直抗性的研究，发现水稻品种对稻瘟病的抗性多数为显性，少数为不完全显性或隐性。一般高抗品种与丰产而中抗品种杂交，其后代中多有可供选择的抗病单株。日本曾在许多品种之间进行250个杂交组合以研究其抗性遗传，在 F_1 代有50%为显性，25%为不完全显性，25%为隐性。另外针对日本品种和引进外国抗源的日本品种对不同生理小种的反应，分析控制抗性遗传的基因，前后发现有Pi-a、Pi-i、Pi-k、Pi-z、Pi-ta等13个垂直抗性基因，它们各自能被具有相应的致病基因的生理小种侵染，而对不具相应致病基因的生理小种表现出抗病性，在供试品种中有的具一个抗性基因，有的具二个抗性基因，在这方面其他一些国家作过研究，并得到一些结果。一般说来，抗性基因绝大多数都是显性和独立的。

抗性基因的发现是根据品种对生理小种的反应而得出的结果。如果研究更多的品种，和使用更多的病菌分离株或生理小种，都可能鉴定出更多的抗性基因。过去日本曾用7个生理小种的代表性菌株测定品种的抗病性，并分析其基因型，根据基因型将水稻品种和育种材料分为5群，但目前由于增多供测品种数，已将具不同抗性基因的品种分为16群。同

时由于使用7个菌株测定品种抗病性，因此还不能肯定所测定的品种中只具有某种基因或某些基因，例如最初的鉴定认为关东51品种群具有抗性基因Pi-k，进一步增加其他分离株鉴定后，发现关东51品种群中所含的抗性基因又可分为三个基因型，即“Pi-k”、“Pi-i、Pi-k”和“Pi-i、Pi-m”。因而进一步的研究将改变对现有品种所具有的抗性基因的看法。

如上所述，品种的抗病性是针对病菌不同生理小种而反应出来的，而生理小种的组成也依存于水稻品种的组成，当品种组成改变时，往往导致生理小种组成的改变。一个地区由于生理小种群的变化或由于无致病力基因的生理小种突变而具有致病力，产生对原来具有垂直抗性的品种有强致病力的生理小种，且在小种群中占优势，就会使这些原来抗病的品种变为感病。单一的抗病品种经过大面积种植数年，容易促进这种优势小种的形成。这种例子在国内外都常有发生，如广东育出的窄叶青8号和浙江育出的珍汕97，最初在许多地方都表现抗病，但近年在广东、福建、湖南等一些地区相继变为感病；其他如京引59、农垦58以及吉林的长白6号（即吉71-1）也有这种现象。

此外，引起大田穗颈瘟的病菌一般来自病叶，但有时田中叶稻瘟极少发生或没有发生，而在穗期却暴发穗颈瘟，其原因也可能与外来菌源或本地优势小种的季节性变化有关，即同一品种在不同生育期间，不一定都遇上对该品种有致病力的生理小种。

值得注意的是在具有广谱抗瘟性的特特勃（Tetep）、卡列昂（Carreon）等品种上，发现原有的生理小种可变为许多新的生理小种，但其中绝大多数不能侵染这些品种，只有少数具有侵染力，因而这些品种对病菌保持有相对隐定的部分抗性。

影响病害发生流行的环境条件 稻瘟病的发生和流行，除了上述的品种抗病性是内在的主要因素外，还受栽培管理技术和气象等外界环境的影响。

一、栽培管理 栽培管理技术与稻瘟病的发生有密切的关系。合理的栽培管理可控制病害的发生，否则能促使此病的发展，其中以施肥和灌溉最为关键。

（一）施肥 根据水稻生长需肥情况适量适时合理施用氮肥，使水稻生长健壮，可增加稻株内碳水化合物含量，达到既增强抗病性又获得高产的目的。氮肥施用过多或过迟，常引起稻株疯长，叶片柔软披垂，稻株体内氨态氮和游离氨基酸含量过多，碳氮比值降低，硅质化减弱、硅化细胞数量减少，加之株间郁闭多湿，既有利于病菌的侵入、生长和繁殖，又削弱水稻的抗病性，因而发生严重。适当用钾肥，提高钾氮比值，使氧素代谢正常，减少可溶性氮含量，促进茎秆的木质素的形成，可提高抗病性。氮、磷、钾肥应合理配合施用，在过多施用氮肥的情况下，纵使增施磷钾肥，也难以减轻水稻的感病性。随着施肥水平的提高，相应地加深耕作层，使肥料在土层中分布均匀，可防止稻株一时吸肥量骤增而引起猛发，并保证稳定持久的养分供应，使稻株生育正常，组织不柔弱，叶片挺直，增强抗病性。

氮肥对病害的影响也因土壤种类而异。砂质土保肥力差，且土温易增高，肥料分解快，氮肥易被吸收，以致禾苗猛长，容易发病。因此更应注意氮肥的施用量和施用适期。绿肥