

栗

病

害

俞大綏 著

科学出版社

粟 病 害

俞大绂 著

科学出版社

1978

内 容 简 介

本书内容以国内研究成果为主，着重介绍在我国发生的谷子病害及防治措施，对国外的研究成果也有一定程度的介绍。

本书可供植物病理学、育种工作者及大专院校生物系、植保系师生参考。

粟 病 害

俞大绂 著

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1978 年 11 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1978 年 11 月第一次印刷 印张: 9 3/4

印数: 0001—6,650 字数: 218,000

统一书号: 13031·829

本社书号: 1186·13—9

定 价: 1.50 元

前 言

谷子是我国主要的夏作食粮作物,栽培历史悠久。世界上栽培谷子的国家中,我国的栽培面积最大。

谷子是备战备荒的主要物资。它抗逆力强,对土壤和气候的适应性强,比较耐旱,也相当耐涝并耐贮藏,十年八年坏不了。过去我们靠“小米加步枪”打败了国内外敌人,现在种好谷子是关系到落实毛主席“备战,备荒,为人民”伟大战略方针的大事。

谷子的籽粒脱壳后称为小米,小米营养丰富,风味适口,是广大群众喜爱和生活必需的粮食。谷草营养丰富,是大家畜的好饲料,谷糠可喂猪、养鸡,谷茬可当柴烧。因此,种好谷子对提高人民生活,发展畜牧业生产俱有重大作用。

近几年来在毛主席革命路线指引下,广大贫下中农、干部和科学技术人员,认真执行农业“八字宪法”,实行科学种田,总结历史经验,使谷子由低产变为高产。在我国北方地区出现了一批谷子大面积高产典型。

为了保证谷子丰产,其重要措施之一是防止病害发生。在我国北方的主要谷子产区仍然相当普遍的流行着几种为害比较严重的病害,如白发病在解放前所致的损失估计约6%或更大。当前这个病害的发病率虽然已经大大减少,但有些地区造成的损失还相当的大。谷瘟病、黑粉病和红叶病在某些地区为害程度并不亚于白发病。还有一些病害,如胡麻斑病和锈病,虽在广大地区不及上面几种病害严重,但它们都能削弱植株的生活力,因而影响产量。总之,所有这些主要的以及次要的病害,每年都给谷子的生产造成相当的损失。因此,对这些病害急待予以控制、压低或消灭。

本书着重介绍在我国发生的谷子病害及其防治措施,同时也较全面地介绍国内外研究谷子病害的成果,特别是国内研究的技术和成果,以及在国外曾报道在国内尚未发现的病害,以供植物病理学及育种工作者的参考。书中难免还有错误和遗漏,请研究谷子病害的同志改正并补充。书中有许多未注明参考资料来源都是以往试验的未发表的结果。

书中的寄主和病原体中文名称均按照科学出版社刊出的中国自然科学名词编订室所公布的名称和该社刊出的其它刊物所采用的名称。仅有个别的寄主和病原体中文名称是拟用的。

俞大绂

华北农业大学 1977, 北京

目 录

一、真菌病害	1
白发病	1
粒黑粉病	20
墨黑粉病	28
寄生粟和粟属其它物种的黑粉病菌	33
粟瘟病	39
粟胡麻斑病	46
侵染粟和粟属杂草的其它蠕孢菌	50
粟锈病	57
粟和粟属杂草的其它锈菌	63
粟纹枯病	67
粟白绢病	71
粟尾孢菌叶斑病	72
苗期病害	74
禾谷植物炭疽病	87
粟鞭绵霉根腐病	89
粟属杂草黑痣病	90
粟叶点菌叶斑病	90
粟小球壳菌叶霉病	91
粟弯孢霉叶斑病	92
粟细交链孢霉茎叶霉病	93
粟腊叶枝霉叶霉病	93
金狗尾草褐斑病	94
丝囊霉根腐病	94
粟属麦角病	95
粟属全蚀病	96
一柱香	96
曲病	97
青狗尾草斑痣壳菌叶斑病	98
金狗尾草高粱壳二孢叶斑病	98
狗尾草分枝孢毛斑病	98
草原看麦娘双冠毛孢菌歪扭病	99
高粱黑葱花霉根腐病	99
青狗尾草格孢球壳菌叶斑病	100
粟扁座壳菌病	100
粟种子传带的真菌	101
二、细菌病害	109

粟细菌性褐条纹病	109
金狗尾草细菌性叶斑病	111
粟细菌性褐斑病	112
黍细菌性条斑病	113
三、病毒病害	115
粟红叶病	115
粟缟叶枯病	128
侵染粟和粟属植物的其它病毒	129
四、线虫病害	134
不稔病(紫穗病)	134
粟和粟属植物上面的其他线虫	137
学名外文索引	138
学名中文索引	144

一、真菌病害

白发病 *Sclerospora graminicola* (Sacc.) Schreot

粟白发病的地理分布极为广阔,在亚洲、非洲和欧洲的粟产区均发生这个病害。除意大利、中国、朝鲜、日本、印度、菲律宾以外,下列国家和地区均曾报道粟或粟属杂草的白发病:北高加索,澳大利亚,苏联南部,马德拉斯,匈牙利,西班牙,美国,法国,罗马尼亚,秘鲁,伊朗以及非洲的许多国家。

在亚洲的一些国家,如中国、朝鲜、日本和印度,粟的栽培面积较大,因而白发病发生较普遍和较严重。在我国的主要谷子栽培地区内都发生白发病,所造成的损失各地区不等,有的1%和有的高达5%(平均)。在同一块田内白发病发生的程度可能相差很大。发生的轻重每年在各地时常变动,这是因为病害的发生和其他因子具有密切的关系,如气候、品种、轮作制度、播种期、肥料、土壤性质等等均能影响病害发生的轻重。

症状

白发病又名灰背、白尖、枪谷或看谷老。这些名称均象征这个病害各阶段的症状。

谷子自开始萌芽一直到成熟,各期随时发生不同的病症。若土壤里面的病菌很多,气候环境适合发生病害并播种的谷子品种特别容易感病,则有许多萌芽的种子,时常不及伸达土面,幼芽在土面下变色,扭转弯曲,随后被其他的腐生菌侵害,终至完全腐烂。这类土面下的子苗枯萎病虽然不是很普遍,但是在适合病发生的环境下使粟田和子苗缺株,影响产量。伸出土面的幼苗高度达到2~3寸的时候,开始发现病症。受病嫩叶起初略呈白色,随后变成黄绿色,黄色成分逐渐加浓,绿色成分逐渐减淡,病叶稍许肥肿变厚,并卷曲。当叶片逐渐变色的时候,产生与叶脉平行苍白色或黄白色条纹,并在叶片背面生长有密生的粉状白色霉菌,因而称为灰背。这个白色的霉就是白发病菌的游动孢子囊梗和游动孢子囊。病叶伸长,略微卷曲。受病严重的子叶很快由黄色变成深褐色,卷折枯死,受病较轻的子叶通常也逐渐枯死。幼苗的子叶虽然枯死,但是新叶能照常抽出,子苗仍旧生长,第一叶片,第二叶片,第三叶片等次地发生病害,产生白霉,如此继续发展到新生的叶片。这些以后发生病害的叶片通常呈正常的绿色,间或产生黄白色条纹,叶片的背面产生白霉。幼苗染病后,何时枯死,一般要看受病的程度和气候环境而决定。当粟株达到1~1.5尺高的时候,在正常的绿色的叶片上面产生许多与叶脉平行的黄色的条纹,叶片背面生长白霉。有时条纹并不十分显著,可是叶片背面仍产生许多的白霉。这些叶片日后也将枯死。在田间病株上部的叶片发生明显的病症,下部的叶片通常病症不显著,心叶不能正常展开,变成深褐色,植株最后枯死,直立在田间,形状好象一杆枪,因此称为枪谷。心叶变成深黄色,叶片的组织纵向分裂成细丝,上面粘满黄色的粉状物,若是摇动病谷株,就有大量的黄粉纷纷散落,这些黄粉就是白发病菌的卵孢子。叶片破裂成细丝,卷曲如发状,等到卵孢子大量飞散以后,细丝作白色,因此这个病害称为白发病(图1)。

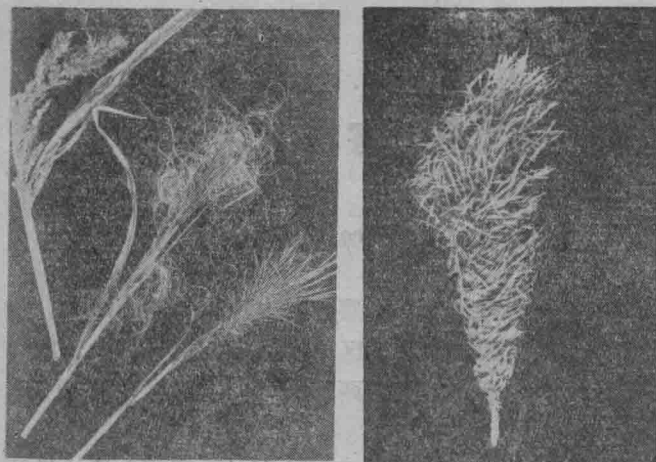


图 1 粟白发病的病叶和病穗

病株时常不能抽穗就先枯死掉,有时穗只能抽出一部分,但是大部分的穗均能完全抽出,这些抽出的病穗,短缩肥肿,发生各式不同畸形,穗的全部或一部分变成畸形。病穗全部不结子实或是局部照常结实。病穗上面的小花内外颖伸长得异常长,互相卷抱,弯曲卷折作角状或作叶状。病穗深褐色,组织破裂后,飞散出大量的卵孢子。抽出病穗的病株称为看谷老或称为枪谷老(图 1)。

受病的粟株通常畸形发展,有时节间缩短使植株矮缩,叶轴上的侧生芽丛生如束,因此病株上面部分出很多侧枝,使叶片变成丛生状态。花部组织畸形发展的结果使穗上长出许多丛生的叶状侧生枝。刺激病株使它畸形发展是白发病菌的一个特性。这样花器的层出现象形成一个穗的特殊症状,称为绿穗,因为病穗整个的或部分的转变成为一个疏松的穗,包含丛生的小而扭卷的绿色叶片。绿穗一般是花轴的上部节段发生畸变。病穗花器发育成小的叶片状的囊,小穗的刚毛扭曲和肥肿并能育的颖生长得较大和有时变为绿色。雄蕊发生变化或被抑制,雌蕊发育不正常。这些症状是卵孢子诱发的。

在比较长期低温高湿气候下,叶片上面时常产生局部的斑点。这些斑点起初水渍状,浅黄色,圆形、长圆形或不规则形。大多数的病斑是沿叶脉纵生,向上下两向扩张,面积是 1~2 厘米长,2~5 毫米宽。许多这样扩大的病斑互相愈合,形成长条斑或是长而不规则的大条斑。沿叶片主脉生长的病斑比较的长。病斑中心呈黄色,周缘的颜色稍微深暗,病叶比健全叶略厚,有时病斑上产生白色的菌霉。叶片上面有时候也产生小的斑点,很少扩大,同时很少长白霉。这都是分生孢子囊的游动孢子所诱发的征状。在热带和亚热带的国家内,白发病的分生孢子囊时常是病害的主要来源,在我国谷子产区如气候温度比较低并湿度相当高,分生孢子囊能侵染植株生长点,导致系统性感染。然而大都是植株上若干分蘖发病。如气候温度低并湿度高,叶斑上面产生分生孢子,其后也能产生卵孢子。

病原菌

白发病菌首先在轮枝狗尾草(*Setaria verticillata*)上发现并命名为 *Protomyces graminicola* Saccardo(1876),其后在青狗尾草(*Setaria viridis*)和金狗尾草(*Setaria lutescens*=*S. glauca*)上又发现了这个病菌,并观察到这个病菌的分生孢子世代,认为这是一种属于霜霉菌科的一个新菌属, *Sclerospora*, 因此粟白发病菌的学名为 *Sclerospora graminicola* (Sacc.) Schroeter(1879)。

白发病菌的菌丝寄生在粟株的组织里面,产生无性和有性生殖两个世代,菌丝生长在细胞间隙的中间,无色、透明,含有许多微细的颗粒,无间隔,有分枝,侧生圆形的吸盘,吸盘伸长到细胞里面,吸取营养。

无性生殖世代——无性生殖世代就是分生孢子世代,即游动孢子囊世代,这个世代的特征是在病株表面产生游动孢子囊。在粟株病叶的背面长有一层密生白霉。菌丝在叶片里面,经气孔抽出1或几束游动孢子囊梗。游动孢子囊梗世代一般很短促或缺。游动孢子囊梗无隔,短而肥,无色,半透明,壁软薄,下边窄,向上逐渐宽肥,顶端最宽。游动孢子囊梗的基部略大,在梗的顶端部分成两个或三个分叉,在分叉顶上伸出2到5个突起体,或称小柄,在小柄的尖端生长游动孢子囊。游动孢子囊梗85~310微米长和16~28微米宽,长和宽平均为176×24微米(孢子梗顶端分叉下的宽度)。基部是7~14微米宽,小柄是4~9微米长(图2)。

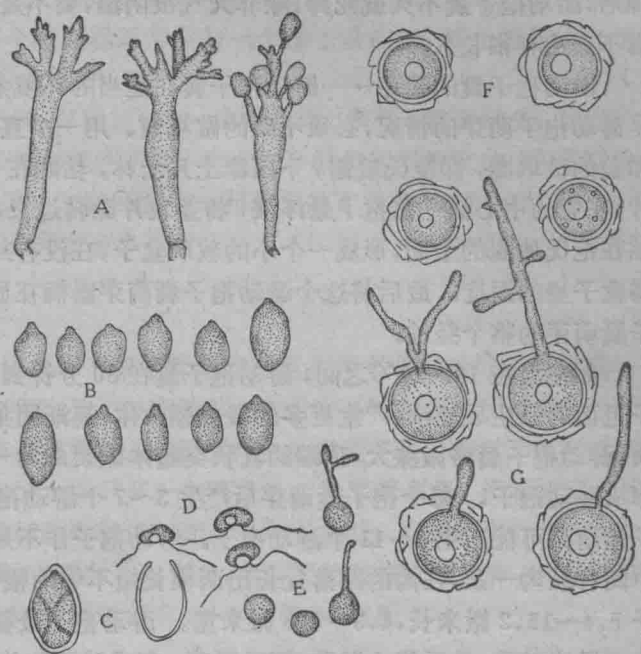
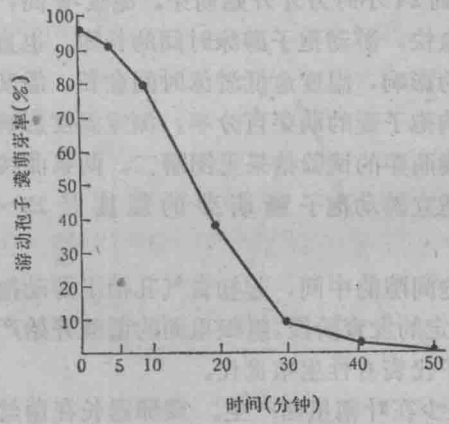


图2 粟白发病菌

A. 游动孢子囊梗; B. 游动孢子囊; C. 萌芽游动孢子囊; D. 游动孢子; E. 静止和萌芽静止孢子; F. 卵孢子和藏卵器; G. 萌芽卵孢子

游动孢子囊单生在小柄的顶端,椭圆形、长椭圆形、倒卵形、顶端有时略狭、无色透明,内含有的微细的颗粒体,胞膜极薄,平滑,顶端有乳状突起体。游动孢子囊13.3~24.7微米长,11.4~7.2微米宽,平均18.2微米长,14.3微米宽,偶尔也有体积很大的孢子囊,大到26.6微米长,17.0微米宽。孢子囊生长在不同温度和湿度下面,体积的差异很大,在高温和高湿下所产生的孢子囊体积比较大(图2)。在25℃下,游动孢子囊梗产生大量的游动孢子囊,而在15℃,延迟游动孢子囊的形成。在后一情况下,游动孢子囊梗上面产生游动孢子囊的小柄将缩短,因而所有的游动孢子囊将簇生在游动孢子囊梗的顶端。在10℃下,



图解一 游动孢子囊的寿命

产生游动孢子囊的小柄完全被抑制,因而游动孢子囊将直接生长在短而肥的分生孢子梗所抽出的小枝上面。产生游动孢子囊需要极高的湿度,因此,当深夜和拂晓叶片上面有露水的时候,最适宜于产生它们。在白天,除非是天气很阴湿,要不然的话,病叶上是不会产生游动孢子囊的。

游动孢子囊在干燥的环境下寿命相当短,只能保持萌芽力在50分钟以内,并在开始的10分钟以后萌芽率自96%减低至40%,在50分钟以后萌芽率仅只有0.1%(图解一)。孢子囊寿命的长短,直接受气温和湿度的影响,其中

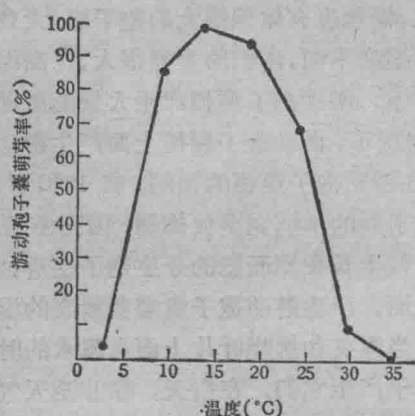
以湿度更为重要。在低温和高湿情况下游动孢子囊的寿命较长。在田里当叶面上露水干掉后,游动孢子囊不久就死掉,除非天气很阴湿,要不是这样的话,在田里飞散的游动孢子囊不会生存很长久。

游动孢子囊的萌芽——游动孢子囊在适当的环境条件下面,很快的萌芽。因此要明了游动孢子萌芽的情况,必须不断的做观察。用一个直径 1.5 厘米,高 1 厘米上面没有底和盖的玻璃圈,即范氏玻圈,下面涂上凡士林,粘贴在一张玻片的中心,再取一张圆盖玻片,在它的中心滴一滴孢子悬浮液,将盖玻片翻转过来,用凡士林将这个翻转的盖玻片粘贴在范氏玻圈的上边,形成一个小的玻璃盒子,在没有封盖以前,先在圈底搁几滴清水,维持盒子里的湿度。最后将这个游动孢子囊萌芽器搁在显微镜下,继续不断的观察游动孢子囊萌芽的整个经过。

如室温在 $18\sim 20^{\circ}\text{C}$ 之间,游动孢子囊在 30 分钟到 1 小时左右即开始萌芽。最初孢子里面的原生质变浓,产生更多的微细颗粒体,逐渐团集成几个圆的或是椭圆原生质球块,游动孢子囊略微涨大,顶端的乳状突起体破裂成为一个孔口,原生质球块经孔口冲出,形成游动孢子。每个孢子囊萌芽后产生 3~7 个游动孢子,普通是 3~4 个。大的游动孢子囊萌芽可能产生 8~11 个游动孢子。游动孢子作不规则的肾脏形,无色透明,单细胞,中间有纵沟一条,在沟的凹落处长出两根长短不等的鞭毛,鞭毛颤动使孢游走。游动孢子 $7.4\sim 15.2$ 微米长, $4.3\sim 8.8$ 微米宽。游动孢子最初离开孢子囊的时候游动得很慢,随着迅速游动,最后停止游动,鞭毛脱落,变成球形称为静止孢子。静止孢子的平均直径是 $8.5\sim 11.7$ 微米。游动孢子自脱离孢子囊到变成静止孢子所需要的时间直接受温度影响,温度越低,所需的时间越长。在普通实验室的条件下面(22°C 上下)游动的时间是自 15 分钟到 40 分钟左右。静止孢子萌芽产生萌芽管(图 2)。游动孢子囊在潮湿低温的条件

下萌芽均产生游动孢子,但在不适宜的环境条件下,未成熟的或是极老的分生孢子囊在萌芽时可能不产生游动孢子而产生萌芽管。

温度直接影响游动孢子囊的萌芽速度:在 20°C 下面,孢子在 1 小时左右开始萌芽;在 24°C 下面,只需要半小时就能萌芽;在 15°C 下面,需要 10 几小时到 24 小时方才开始萌芽。温度增高,孢子萌芽愈快。游动孢子游泳时间的长短,也直接受温度的影响,温度愈低游泳时间愈长。温度也直接影响孢子囊的萌芽百分率。测定温度影响分生孢子囊萌芽的试验结果见图解二。两条曲线均显示最适宜游动孢子囊萌芽的温度是 $15\sim 16^{\circ}\text{C}$ 。



图解二 温度与游动孢子囊萌芽的关系

有性生殖世代——白发病菌的菌丝生长在细胞间隙的中间,起初自气孔抽出游动孢子囊梗,上面产生游动孢子囊。当病株组织达到一定的发育阶段,组织里面的菌丝开始产生精子器和藏卵器,交配后形成卵孢子,因此卵孢子代表有性生殖世代。

卵孢子产生在病叶和病穗的细胞间隙中间,很少在叶鞘里面产生。藏卵器长在菌丝的顶端或中间,球状,椭圆形,多角形或不规则形,深红黄色或红琥珀褐色,直径 $30\sim 60$ 微

米,平均 43 微米,外壁厚薄不匀,自 2~10 微米厚,表面不平,时常粘着有寄主的细胞膜皮,因此粗糙不平,内藏一个卵孢子。精子器生长在和藏卵器邻近的菌丝顶端。精子器丝状,顶端稍粗并与藏卵器接触,每个藏卵器通常只与一个精子器接触,精子器长出一根受精管,穿进藏卵器里面,受精后产生卵孢子。

卵孢子圆形或长圆形,外壁光滑,厚度均匀,2~3 微米厚,黄色,黄淡红色,外壁的大部分与藏卵器的壁紧密接连,孢子内部呈现黄色,含有许多微细的颗粒状体,孢子通常产生在海绵状细胞或是和维管束邻近的细胞间隙中。卵孢子的直径为 29.7~41.9 微米,平均 37.9×36.8 微米(图 2)。卵孢子内含有多核。

卵孢子的萌芽

白发病菌的卵孢子在一般环境条件下很不容易萌芽或萌芽率非常的低。当卵孢子开始萌芽时,其中的原生质变成很浓稠,孢子略微膨胀,产生许多颗粒状的原生质,外壁变薄。萌芽管自萌芽孔伸长出来,突破藏卵器,一般仅产生一根萌芽管,偶而看到有两根萌芽管自同一萌芽孔伸出,每个卵孢子上面只有一个萌芽孔。萌芽管很粗,没有横隔,无色透明,内含浓厚的原生质和许多微细的颗粒体。萌芽管伸长很快,同时长出分枝,分枝和主枝交叉成直角,分枝再生长分枝,交叉也是成直角,萌芽管的基部比较的宽,顶端逐渐狭窄,基部平均 6 微米宽,中部 4 微米宽,顶端仅有 2~2.5 微米宽(图 2)。

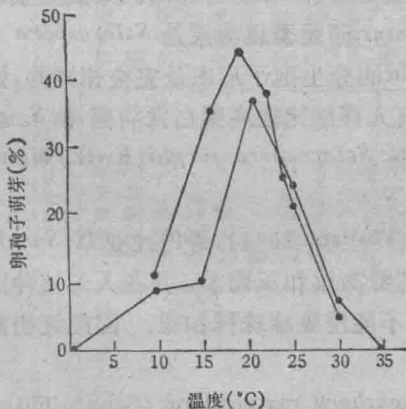
温度与卵孢子萌芽的关系

温度与卵孢子萌芽的关系见图解三,试验结果指示:卵孢子在 10~30°C 以内均能萌芽,卵孢子萌芽最适温度为 18~20°C,实际在 17~23°C 以下卵孢子均容易萌芽。

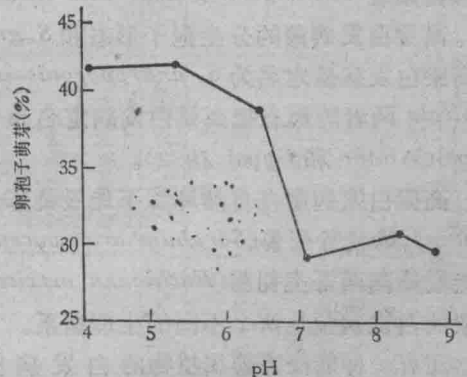
温度不仅影响卵孢子萌芽百分率,并且影响萌芽速度。在 15°C 以下卵孢子至少需 5 天才萌芽,而在 25°C 以下通常在第 5 天已有不少萌芽孢子。萌芽管的伸长速度与温度有关,在比较高的温度下比在低温下生长较迅速。

氢离子浓度和卵孢子萌芽的关系

氢离子浓度与卵孢子萌芽的试验结果见图解四。



图解三 温度与卵孢子萌芽率的关系



图解四 氢离子浓度与卵孢子萌芽的关系

分析图解的曲线, 可以看到卵孢子萌芽最明显的趋势是氢离子浓度低比氢离子浓度高较适合卵孢子萌芽。氢离子浓度愈低, 孢子萌芽率愈高。在 pH 4.2~5.3 之间, 卵孢子萌芽率为 34.7~51.1%; 在 pH 6.5~7.1 之间, 萌芽率为 23.9~44.6%; 而在 pH 8.4~8.8 之间, 萌芽率为 18.5~34.9%, 卵孢子萌芽氢离子浓度限度也相当大, 为 pH 4.2~8.8。试验结果虽同样指出, 在 pH 值低的比在 pH 值高的环境下较适合卵孢子萌芽, 但在不同的 pH 值下, 孢子萌芽百分率相差不是那样的大, 而也不是完全一致。又在华北平原的土壤大部分地区均略呈碱性, 在防治白发病的效果方面可能并不显著。然而施加过量的化肥降低土壤的 pH 值, 可能助长白发病菌的侵染, 却颇值得做深入的研究。

白发病菌卵孢子不易萌芽, 以往的试验结果, 不是萌芽率极低, 就是萌芽率相差极大。近年来曾报道有促进孢子率的方法, 详见国际白发病会议录 (1973)。在印度采用组织培养技术, 来培养白发病菌。也有用赤霉素刺激孢子萌芽的报道。我们曾观察到新鲜牛粪浓缩液, 多少起刺激孢子萌芽的作用。

白发病菌的生理分化现象

粟白发病菌寄主种类甚多, 但都是禾谷科作物和杂草, 包括下列植物属: 粟属 (*Setaria*), 黍属 (*Panicum*), 玉蜀黍属 (*Zea*), 狼尾草属 (*Pennisetum*), 甘蔗属 (*Saccharum*) 和类蜀黍属 (*Euchlaena*) 的植物, 以及蜀黍属 (*Sorghum*) 的物种, 计有高粱, 约翰生草 (*Sorghum halepense*) 和轮花野蜀黍 (*Sorghum verticilliflorum*)。白发病菌侵染粟, 玉蜀黍, 狼尾草和甘蔗较剧烈, 而侵染高粱较轻微。在我国所报道的白发病菌的寄主有草原梯牧草 (*Phleum pratense*), 粟 (*Setaria italica* 和 *S. italica* var. *germanica*), 金狗尾草, 青狗尾草和粟属种。侵染小麦, 水稻等植物的白发病菌是不同的菌种 (表 1)。

能侵染许多种植物的粟白发病菌称为型种, 而侵染粟的型种, 本身表现生理分化现象。

开始曾报道自青狗尾草所采取的白发病菌卵孢子能侵染珍珠稗 (*Pennisetum typhoides*) 和高粱。其后报道自粟属寄主所采取的病菌仅侵染粟属植物和类蜀黍, 但不能侵染珍珠稗, 而采自珍珠稗的病菌仅侵染珍珠稗, 不能侵染粟属植物 (Uppal 和 Desei 1931)。

在印度有人曾进行采自不同寄主的白发病菌卵孢子进行交互接种试验, 发现白发病菌至少包括 3 个不同的型种, 即粟属菌系仅侵染粟和粟属植物种, 珍珠稗属菌系仅侵染珍珠稗, 狼尾草属的植物种和蜀黍菌系仅侵染高粱和玉蜀黍 (Thomas 1937)。粟属菌系和珍珠稗菌系是 *Sclerospora graminicola* (Sacc.) Schroeter, 而蜀黍属菌系是 *Sclerospora sorghi*。高粱白发病菌的分生孢子形态和 *S. graminicola* 的分生孢子形态是完全相同的, 因而把高粱白发病菌定名为 *S. andropogonis-sorghi*。有人详细比较高粱白发病菌和 *S. graminicola* 两者的形态把高粱白发病定名为一个新种, *Sclerospora sorghi* (Kw1k) West & Uppel (Weston 和 Uppal 1932)。

高粱白发病菌在自然环境下能侵染苏丹草, 黍 (Wallace 1934), 哥伦比亚草 (*Sorghum alnum*), 蛛状野蜀黍 (*Sorghum araninaceum*), 轮花野高粱和玉蜀黍, 并在人工接种试验中能侵染墨西哥类蜀黍 (*Euchlaena maxicana*), 但不能侵染珍珠稗和粟。因此证明高粱和粟的白发病菌是两个不同的生理菌系。

还有一种能侵害黍属植物的白发病菌 *Sclerophthora macrospora* (Sacc.) Thirum, Shaw & Naras.

表 1 几种白发病菌的寄主范围、分布和形态特征

寄主范围	Sclerospora 菌种					
	S. graminicola	S. sorghi	S. noblei	S. spontanea	S. philippinensis	S. sacchari
小麦属种	青狗尾草					
大麦属种	粟	高粱	小野蜀黍 (Sorghum mosum)	野生甘蔗 (Saccharum spontaneum)	玉蜀黍	甘蔗
玉蜀黍	大狗尾草 (S. Magna)	野蜀黍 (Setaria arundinaceum)	澳洲须芒草 (Andropogon australis)	甘蔗 (Saccharum officinarum)	玉蜀黍 × 玉蜀黍杂交	玉蜀黍
燕麦属种	金狗尾草	玉蜀黍		玉蜀黍	高粱	类蜀黍种
黑麦属种	轮生狗尾草	墨西哥类蜀黍		繁茂类蜀黍 (Euchlaena luxurians)	野生甘蔗	
稻	玉蜀黍			日本获 (Miscanthus japonicus)	日本芒	
变形雀麦草	墨西哥类蜀黍 (Euchlaena mexicana)			高粱属种		
藨草 (Phalaris spp.)	高粱					
荻属种 (Phragmites spp.)	甘蔗					
甜茅属种 (Glyceria spp.)	狼尾草属种					
须芒草属种 (Andropogon spp.)						
黍属种						
黑麦草属种 (Lolium spp.)						
看麦娘属种 (Alopecurus spp.)						
小麦、雀麦、燕麦	粟	无报道	无报道	无报道	无报道	无报道
普 通	普 通	南亚洲, 非洲	澳大利亚	非律宾	非律宾	南太平洋
不 常 见	268	180~300	300~450	310~550	150~300	190~280
不 常 见	无	有	有	有	有	有
不 常 见	14~23 × 11~17	15~29 × 15~27	21~37 × 13~29	39~45 × 15~17	17~57 × 11~27	25~41 × 15~23
游动孢子	游动孢子	萌芽管	萌芽管	萌芽管	萌芽管	萌芽管
60~65	30~60	31~69	19~35	连接不肯定	未 详	未 详
萌芽管	萌芽管	萌芽管	萌芽管			

[注] 其他白发病菌 Sclerospora miscanthi Miy. 寄生芒属和甘蔗属植物(日本和非律宾)。S. farlowii Griff 寄生美丽虎尾草属 (Chloris elegans)。S. magnusiana Sorok 寄生木贼属 (Equisetum)。S. butleri Weston 寄生粗施画眉草 (Eragrostis aspera)。S. northi Weston 寄生大蔗茅 (Eriarthus maximum) 和 S. oryzae Brizi (= S. macrospora)

寄生水稻。

关于禾谷类白发病菌的菌种,寄主范围,地理分布和形态特征见表1 (Dickson, 1956)。

Sclerospora macrospora 的形态既近似白发病菌属(*Sclerospora*), 因为其卵孢子是多核和厚壁的孢子, 但又近似疫霉属 (*Phytophthora*), 因为其分生孢子梗作丝状以及卵孢子萌芽产生游动孢子囊和游动孢子。如指形稗上面的白发病菌(*Sclerospora macrospora*), 一方面像 *S. graminicola*, 因为游动孢子囊梗上通常没有明显的基部细胞, 萌芽的游动孢子囊释放游动孢子而不产生萌芽管和藏卵器壁的厚度一律, 而在另一方面却像疫霉 (*Phytophthora*), 因上面所指出的各点, 为它们建立一个新的菌属, 命名为 *Sclerophthora*, 模式种为 *Sclerophthora macrospora* Thirumalachar, Shaw & Narasimhan 这个白发病菌的寄主范围甚广, 包括小麦、玉蜀黍、燕麦、软毛野稷 (*Panicum villosum*)、曲节看麦娘 (*Alopecurus geniculatus*)、毛马唐 (*Digitaria ciliaris*)、稗子 (*Echinochloa crusgalli*)、稻田野稷 (*Panicum oryzetorum*)、丹羽画眉草 (*Eragrostis niwahokori*)、日本狼尾草 (*Penisetum japonicum*)、沼地剪股颖 (*Agrostis palustris*)、下垂冰草 (*Agropyron semicostatum*)、短毛野古草 (*Arundinella hirta* v. *ciliata*)、日本罗氏草 (*Rottboellia japonica*)、大麦、水甜茅 (*Glyceria aquatica*)、芦苇 (*Phragmites communis*)、藨草 (*Phalaris arundinacea*)、芒 (*Miscanthus sinensis*) 和白茅 (*Imperata cylindrica*)。

青狗尾草上的白发病菌能侵害粟, 但自粟上采的卵孢子侵害粟的能力极强, 而侵害青狗尾草的能力极弱。青狗尾草上的卵孢子侵害青狗尾草比侵害粟的能力较强。认为这两个白发病菌是两个不同的菌系。

表 2 粟和青狗尾草交互接种试验

寄 主	病 菌 来 自					
	粟			青 狗 尾 草**		
	1934	1935	1936	1934	1935	1936
粟	32.7*	17.4	23.6	9.5	11.5	8.9
青狗尾草(113 号南京)	0.3	0.0	0.0	0.1	0.3	<0.1
青狗尾草(52 号开封)	11.4	19.3	25.7	6.3	22.4	20.8

* 病株的百分率。** 采自徐州并经繁殖两年。

上表内所载的结果指示粟上面的白发病菌侵染青狗尾草 113 号和 52 号所产生的病株百分率相差很大, 并且三年的结果是一致的。同样的情形, 青狗尾草上面的白发病菌给两种青狗尾草接种, 也是 113 号不容易感病和 52 号容易感病。因此这个试验的结果很明显的指示不同系的青狗尾草也和粟一样, 其白发病抗病力强弱不等, 并可能差异很大, 又粟和青狗尾草上白发病菌致病力也不会相同, 因为存在有这两个因素, 所以各个用粟和青狗尾草白发病菌进行交互接种的人, 不一定能得到相同的结果。

有关粟白发病菌的寄主请参阅表 1。各国所报道的粟白发病寄主时常有出入, 这当然是由于菌系和植物品种均不同, 因而反应不等。总之, 粟白发病菌的天然寄主大都限于粟属植物。至于玉蜀黍、高粱、黍、甘蔗等禾谷类作物, 在自然环境条件下, 都很少感染来自粟或青狗尾草的白发病菌的, 至少在我国华北主要粟产区内, 还没有报道。

在上面所谈到的白发病菌包含许多不同的生理菌系,如粟白发病菌系和珍珠稗白发病菌系。寄生真菌大都包含有许多生理菌系,而每个生理菌系内又常包含有许多生理小种。在抗病育种工作中,分析病原菌的生理小种是一项最重要的基本工作。当前在国内外均还没有正式报道粟白发病菌的生理小种。然而根据进行抗病选种的经验作判断,粟白发病菌可能包含有不同的生理小种。自山东获得比较能抵抗白发病的粟品种金钱子和济南的粟白发病菌卵孢子。在北京采用来自山东的和北京的病菌卵孢子分别接种金钱子和在北京比较能抗病的一个品种 P-624。结果是用山东的菌接种 P-624,发病率可高达 12.6%和用北京的菌种接种金钱子发病率可高达 15.7%。这个结果初步指示粟的白发病表现有生理分化现象。

表 3 来自不同地区粟白发病菌的致病力测验结果

粟 品 种 名 称	病 菌 来 源 地						
	阳 城	莱 阳	福 山	益 都	济 南	肥 城	日 照
莱阳水谷 2 号	0.0*	30.6	59.6	1.1	6.2	3.6	2.6
燕京 811	0.2	2.5	18.0	0.0	0.2	0.2	0.1
小柳根	3.4	86.4	37.4	2.3	15.4	40.2	45.7

* 病株百分率。

上表显示 7 个地区的粟白发病菌对 3 个粟品种的致病力。总的来讲,来自阳城和益都两地的菌种致病力较弱和来自福山的致病力较强。从品种反应作分析,莱阳水谷 2 号能抵抗阳城、益都、济南、肥城和日照的菌,而不能抵抗莱阳和福山的菌,燕京 811 除较易感染福山菌外,对其他各地的菌均赋有高度抗病力。小柳根能抵抗阳城和益都的菌,但高度感染其他各地的菌。又如山东省农科所(山东省农业技术试验研究资料汇编 1954)用采自莱阳和济南的白发病菌卵孢子分别接种 4 个粟品种,结果见表 4。

表 4 来自不同地点粟白发病菌卵孢子接种不同粟品种的反应

菌 来 源 地	品 种 名 称			
	姊 妹 齐	白 粘 谷	97 号	阴 天 旱
莱 阳	51.0*	50.0	0	15.9
济 南	7.1	3.3	31.0	9.3

* 病株百分率。

来自莱阳的菌侵染姊妹齐和白粘谷,病株百分率都达到 50%,而不能侵染 97 号。与此相反,来自济南的菌侵染姊妹齐和白粘谷的致病力很弱,但剧烈地侵染 97 号。因此试验结果指示来自莱阳和济南的白发病菌可能是两个不同的生理小种。

石家庄河北农业科学院植保所曾报道用 10 种不同来源的白发病菌,分别接种 20 个粟品种。根据植株对病菌的反应将这些病菌分为四类:第一类菌系 1 号;第二类菌系 3、5、8 和 9 号;第三类菌系 2、4 和 7 号以及第四类菌系 6 和 10 号。每一类代表一个生理小种。这个试验(无详细记录)也指出白发病菌表现生理分化现象。

用自北京, 济南和开封三地所采集的病菌分别接种 4 个粟品系, P154, P249, P1143 和 P827, 后者是一个容易感染病害的品种, 试验结果见表 5 (俞大绂 1933~1936)。

表 5 粟白发病菌生理分化试验

粟品系 编 号	开 封			济 南			北 京		
	1934	1935	1936	1934	1935	1936	1934	1935	1936
P154	0.7*	3.2	6.4	17.8	9.2	14.1	1.3	2.5	3.8
P249	6.6	14.1	11.7	0.5	3.6	13.5	4.5	8.4	7.7
P1143	6.5	4.1	8.5	4.9	7.0	7.2	1.7	3.2	3.9
P827	10.7	12.3	11.9	9.5	8.7	10.4	7.2	9.8	8.5

* 病株百分率。

试验结果指示病菌表现生理分化现象, 如来自 济 南 和 北 京 的 菌 系 对 P154 的 影 响 不 同, 前者产生 9.2~17.8% 病株而后者仅产生 1.3~3.8% 病株, 又侵染 P249 系来自开封和北京的病菌也表现不同的致病力。

试验结果, 除少数例外, 一般趋势是每一菌系每年接种同一种粟品系, 病株百分率逐年增加。看来第一次采集得的病菌不够纯, 经过逐年接 种 寄 主 的 选 择 逐 渐 成 为 一 个 比 较 纯 化 的 菌 系。

按 P827 是一个容易感染白发病菌的品系, 曾一直采用作为白发病各种试验的对照, 它一般感染各地采集的菌种。在开封和济南播种这个来自开封采集得的品系, 每年均高度的感病。它在上列的试验结果中, 表现对开封, 济南和北京菌系大致相等的感病性, 这也说明各地采集的病菌起初是不够纯的, 所以用不同的粟品系作 鉴 定 寄 主 能 多 少 纯 化 每个菌系。

鉴定粟白发病生理小种不能仅凭一或两年的结果。P154 和 P249 对 济 南 菌 系 的 反 应 相 差 极 大, 为 17.8% 对 0.5%。第二年的反应相差不是太大, 而第三年的反应几乎没有差别。因此, 测定粟白发病的生理小种试验年限应该比较长。

根据各地区农业试验机关的和著者的试验结果均指示粟白发病菌内存在有不同的生理小种。然而在没有获得比较很纯的菌系以前, 试验结果还不能明确地鉴定生理小种。当然更不容易搞清各生理小种的地理分布情况。进行粟白发病抗病育种和病原菌生理小种鉴定的一项基本工作是获得纯化的菌系供作试验材料。

测定白发病菌生理小种, 必须注意几项工作。首先是接种技术。根据著者的经验是以掺和有大量卵孢子或病株残余的粪土覆在播种的种子表层最为可靠。采用这样的接种方法就需要有大量的卵孢子, 特别当所测定的品种数目和试验重复次数较多时。在大田内收获大量病菌作为接种用的菌, 就难免不混杂有不同的生理小种。其次, 试验的年限不能太短, 一年或两年的结果可能不太可靠。然而, 进行长期如 3~5 年的接种试验, 必须注意接种后的环境条件, 应尽量地保持每年的环境条件不至差别太大, 例如, 规定播种期, 栽培技术和施肥数量措施。采用田间设计和运用生物统计作分析, 不仅所下的结论比较可靠, 而且可能缩短试验年限。当然, 长期在同一块粟田内接种大量病菌将使土壤内累积有来源不同的菌系, 因而影响试验结果。如果每年换用未经过种粟的地, 可以减少土壤内菌

系混杂的机会。为鉴别生理小种而接种不同的菌系，以在温室内盆栽或苗床播种为最可靠，但难以处理数目较多的粟品种和菌系。

近来报道用白发病菌游动孢子囊人工接种粟，可以引起系统感染并形成卵孢子。那么，用单个或配对的游动孢子囊接种粟株，将可能获得纯系的卵孢子。采用游动孢子囊接种粟株以获得卵孢子将能正确地进行和加速白发病菌生理小种的分析工作（张秦凤，1965）。

白发病菌每年初次侵染粟株将是依靠留存在土壤内和贴着在种子表面的卵孢子，迄今还没有分生孢子囊梗或菌丝在寄主上面越冬的报道。由于粟白发病菌是藉卵孢子越冬，因此需要知道卵孢子的寿命究竟有多么长。藻菌类菌种的卵孢子通常能抵抗不良的环境，寿命相当的长。我们知道前一年的粟病株所产生的卵孢子，到次年粟播种的时候仍旧是活的，因为它能侵害粟的幼苗。由于一切留存在土壤里面病株残余内的卵孢子是发生白发病的主要来源，因此，可知卵孢子至少可以活到 8 或 9 个月。

自大田里面采集大量白发病的粟病株，将一部分病株收藏在试验室里面，另一部分堆积在田边，厚度 1 尺上下，用铁丝网盖上，防止病叶被风刮散。到第二年 5 月中旬，用表面灭菌的种子播种在 3 尺长，2.5 尺宽，1.5 尺高的木箱子里面。种子消毒的方法是把粟种浸在 1 份福尔马林和 200 份清水的福尔马林液里面，浸种 2 小时，取出后用清水洗净，阴干后播种。播种后，上面覆盖掺和有卵孢子的土。土 100 份和病叶 10 份（重量）相混合。一部分种子覆盖掺和有留在田里面的病叶的土，另一部分种子覆盖掺和有留在试验室里面的病叶的土。覆盖土的厚度是 2~2.5 厘米。试验结果见表 6。

表 6 卵 孢 子 寿 命 的 测 验

年 数	试 验 室 内 病 苗			田 间 的 病 苗		
	植株总数	病株总数	病 株 %	植株总数	病株总数	病 株 %
1	469	239	51.0	435	152	34.9
2	387	40	19.4	401	27	6.7
3	442	3	0.6	426	0	0.0
4	419	0	0.0	397	0	0.0

分析表 6 中的结果，可以看到保存在实验室里的卵孢子比遗留在田里面的卵孢子寿命较长。保存在实验室里面卵孢子至少能活到 35 个月，遗留在田里面的卵孢子至少能活到 23 个月，但活不到 35 个月。用遗留在田里面的卵孢子播种，第一年发生 34.9% 的病株，到第二年仅发生 6.7% 的病株，到第三年没发现病株。这个试验结果指示病株遗留在田里面 3 年完全失去其致病力，一方面是因为卵孢子已死去，另一方面是因为时间愈长，卵孢子的数目愈少。内蒙古农科所（1962）报道混合在花盆中土壤内的白发病菌卵孢子能存活 4 年。

接种试验

白发病菌产生两种孢子：游动孢子囊和卵孢子，因此我们用这两种孢子做人工接种试验。