

玉米茎腐病的研究概况*

尹 志

(吉林省农科院植保所)

玉米茎腐病(Corn Stem Rot)是一种发生普遍的世界性病害。至少在美国22个州、全世界23个国家有此病的发生报道^[1,2]。近年来已成为我国玉米产区的主要病害之一^[3,4]。尤其是目前生产中推广的杂交种多为感病的,因而导致该病有发展加重的趋势。由此病造成的产量损失,因国家和地区不同而异。徐作珽等统计^[5],山东省每年发病面积约500万亩,春玉米病株率为10—20%,严重时可达50%以上;夏玉米病株率一般为20—30%,严重时可达60%以上。在美国,由于茎腐病的发生,一般减产10—20%,严重时损失可达25—30%。局部地区超过50%^[1,6]。

病害损失可以是由于穗的不饱满或重量减轻或不完全成熟直接造成的,也可以是由于茎秆破损和倒伏而引起的间接减产。

一、症状

茎腐病一般在玉米乳熟后期开始显现症状,尤其至蜡熟中,后期达到高峰^[3,5]。病秆茎部节间有纵向扩展的不规则形褐色病斑。用手指挤压时,病部下陷,无弹性。剖秆检查可见病节内部组织腐烂,维管束呈丝状游离。茎秆腐烂多扩展到地面上第二、三节,严重时可达四节以上。条件适宜时,病情急剧发展,导致植株突然枯萎,叶片灰绿,似水烫状,呈现典型的“青枯”症状。多数病株有明显的根腐,初生根和次生不定根均腐烂破坏,表面和内部色泽变红,须根减少。此外,由于几种病原菌可单独或复合侵染引起茎腐病,所以由不同病原引起的腐烂症状在细节上有些差异^[1,6]。

二、关于病原的各种见解

普遍认为,玉米茎腐病是由几种真菌和细菌复合侵染引起的,其病原菌国内、外相继报道有十几种。夏锦红等^[6]报道(1962),玉米茎腐病是由细菌(*Erwinia carotovora* f.sp.*zeae*和*Pseudomonas zeae*)和腐霉菌(*Pythium aphanidermatum*)引起的。徐作珽等^[5]则认为(1985),在山东,茎腐病是由瓜果腐霉菌(*P.aphanidermatum*)和禾谷镰刀菌(*Fusarium graminearum*)混合侵染所致。张超冲^[3]和王铨茂^[1]等又分别鉴定(1983),广西、湖北茎腐病病原菌以串珠镰刀菌为主。商鸿生^[7]研究表明(1984),玉米茎腐病是由多种镰刀菌引起的,其中以禾谷镰刀菌和串珠镰刀菌占优势。唐文华^[4]又报道(1981),玉米黑束病是由顶孢霉(*Cephalosporium acremonium*)引起的。由此可见,引起我国玉米茎腐病的病原已报道的有6种之多。

关于上述几种病原,国外也都相继有过报道。Mckeen^[1,8]在加拿大的安大略州对成熟玉米根腐和茎腐的研究中提出(1953),*Pythium arrhenomanes*先引起根的坏死,

*本文承蒙吉林省农科院胡吉成研究员、沈阳农业大学白金凯教授指导,在此深表谢意。

然后扩展到茎部引起茎腐病。Koehler⁽¹⁴⁾用了5年时间对玉米茎腐病病原进行了详细的研究(1957),分离到了7种病原菌(见表1a),其中以*D. maydis*, *G. zeae*, 和*F. moniliforme*的分离频率为最高。随后,Hooker等⁽¹³⁾又报道(1976),茎腐病在伊利诺斯州每年都有发生,它是由几种真菌和细菌复合侵染所致(见表1)。

表1 在伊利诺斯州从茎腐植株上分离出的真菌频率

真 菌	调 查 日 期		
	1948—1952 平均	1959	1975
<i>Diplodia maydis</i>	71.3 ^a	86.3 ^b	5.0 ^{c*}
<i>Gibberella zeae</i>	38.3		95.0
<i>Fusarium moniliforme</i>	32.4		31.7
<i>Nigrospora oryzae</i>	15.9		5.0
<i>Helminthosporium zeae</i>	7.5		41.7
<i>Phaeocytosporium zeae</i>	3.5		1.7
<i>Macrophomina Phaseolina</i>	3.2		11.7
<i>Colletotrichum graminicola</i>	—		78.3
<i>Cephalosporium acremonium</i>	—		6.7

* a. 占检查植株的百分数,来自Koehler⁽¹⁴⁾的数据。

b. 检查地块的百分数,其它真菌未鉴定。

c. 检查地块的百分数,来自Hooker⁽¹³⁾的数据。

由表1可见,玉米茎腐病菌在一个地区的流行是不稳定的,*D. maydis*由1959年的6.3%降低到1975年的5.0%,而*C. graminicola*则由0增加到78.3%。当然,*G. zeae*在几十年中,一直持续作为优势的流行病原菌。

Koehler⁽¹⁵⁾认为(1960),在一些年份里*Gibberella*是茎腐病的主要病原,而在另一些年份里则主要是*Diplodia*。由于年份间的不一致,确定某一种病原菌或几种病原菌在这一病害中的作用是困难的。Whitney等⁽²⁰⁾则认为(1961),不应该将哪种病原菌看作是根腐和茎腐的主要病原,而将其它病原菌排除于外。相反,应该将这种复合侵染的病害看作是由于各个生长季节不能被准确预测的许多病原菌共同活动的结果。

综上所述,所有与玉米茎腐病有关的真菌在自然界中是普遍存在的,但其中多数真菌都不能直接侵染危害健康的玉米植株。只有到生育后期,植株的生长势比较衰弱时,才有可能发挥其致病活力。虽然各地报道的茎腐病病原很不一致,这是可以理解的。茎腐病的发生,必然要有病原菌的存在,至于哪一种或几种病原菌在病害的发展中起作用或起主导作用,在很大程度上取决于寄主和环境条件的选择作用。寄主—病原—环境这一病害三角关系在这里显得尤为重要。因此,我们对于玉米茎腐病病原等方面的研究,应该从动态的观点出发,结合当地的玉米生产水平及生态环境条件,有针对性地确定出本地区的某种或某几种优势病原菌。

三、影响玉米茎腐病流行的病害三角因子分析

玉米茎腐病的分布经常难以解释或预测。一个品种在一年内可能具有理想的茎质量,而在第二年的同一地块里可能又有严重的倒伏发生。相邻地块的表现也会不同,在一块地里几乎所有的植株都发生了倒伏,而在另一块地里植株则生长正常。一株腐烂的植株常与

遗传上完全一致的健康植株相毗邻。寄主、病原物 and 环境的相互作用能影响玉米茎腐病的发生。

(一) 病原: 一些与玉米茎腐病有关系的真菌显然是通过一定的温度、湿度和土壤水分等自然特征起作用。除了 *C. graminicola* 能在很少寄生型上寄生外, 其它的茎腐病原菌都不能危害健康而有活力的细胞组织。也就是说, 只要细胞保持活力, 多数的寄主基因型具有对潜在的病原菌产生抗性的基因。在一株腐烂植株的茎上一般有几种真菌存在。不仅在外部茎皮上可以看到 *G. zeae* 的子囊壳, 而且还可以从相同的腐烂组织上分离到 *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus* 及 *Trichoderma* 等真菌。据观察, 许多种病原菌能够从死亡茎组织内的纤维素和木质素中获得食物。确定这些真菌在分类上的位置, 对于此病的防治几乎不起任何作用, 寄主和环境的相互作用才是有关的变量因素。

(二) 寄主: 在特定环境影响下, 对于发生茎腐病的品种, 其植株具有共同的特征: 细胞的衰老; 髓组织的老化或细胞死亡。活的髓组织表现抗病, 而死的组织则不抗病^[21]。显然细胞中抗性物质的合成随着衰老而降低。尽管对髓细胞死亡还没有建立起任何的营养基础, 而且一些研究结果还相互矛盾, 但降解物中含糖量和总糖量的降低与促进茎腐病的发生有关系^[17]。在正常栽培条件下, 糖的含量在“抗性”杂交种的低茎节内比在“敏感”杂交种内要高。对植株进行易感染茎腐病的处理, 如加大种植密度或去掉叶片等, 可降低低茎节组织内糖的含量。控制果穗发育, 降低植株密度, 可提高茎内含糖量, 增加植株对茎腐病的抗性。

(三) 环境: 环境压力影响植株产生碳水化合物的能力。当植株发生叶斑病或人为创伤或受二代玉米螟危害叶面积时, 正常的光合能力就会改变; 当土壤水份低于最低限度时, 光合作用也会降低; 由于多云或高植株密度影响光强度时, 同样会降低光合作用。环境可以有利于一种潜在的病原菌。比如, Christeen 等^[9]研究表明, 玉米茎腐病的发生通常与欧洲玉米螟造成的伤口有密切的关系。玉米螟以下列几种方式有助于腐烂的发展: 1. 它为病菌 (特别是弱寄生菌) 提供了侵入门户; 2. 幼虫的活动有助于病菌在植株内部扩散; 3. 幼虫隧道内的粪便为侵入病菌的迅速增加提供了良好的培养基。所以说, 不管病菌如何, 如果寄主不受有害的环境影响, 茎腐病就不会发生。环境—寄主的相互作用对于确定茎腐病在一株上是否发展或是否在一块田地流行是重要的。

为了解释茎腐病的田间分布和寄主—病原—环境的相互作用, Dodd^[11]于1977年提出了一个玉米对茎腐病易感染的光合压力—转移平衡 (PS—TB) 的概念。根据这个概念来解释: 由于碳水化合物不足, 引起细胞衰老增加, 使根和低茎节组织失去了依赖于新陈代谢的防御系统。与此同时, 由好几种病原物引起了这些组织的腐烂。碳水化合物的不足是由于不充分的光合作用和到子粒的转移作用之间相互竞争引起的。光合作用所能提供的养分不能满足子粒灌浆时的要求时, 根组织遭受侵染, 随后发生根腐。由于不能吸收足够的水份及茎腐病菌的存在, 植株发生晚枯, 致使茎组织腐烂。

四、玉米茎腐病抗性研究的人工接种方法及分级标准

玉米茎腐病的人工接种与其它叶斑类病害不同。目前已报道的茎腐病接种方法很多, 但采用比较普遍的只有牙签接种和注射接种两种方法。

牙签接种法是由young^[22]提出的。首先将木制牙签放入水中蒸煮，以消除对病菌生长的损害作用。然后将牙签放在试管中灭菌，并用通常的方法接种。病菌经过必要的生长后，直接将牙签插入到幼小的玉米组织中，但老的组织必须先利用一锋利的金属器械刺破。此方法的优点是：1. 病菌接种量相同；2. 可以在同一时间用相同的或不同的病原菌接种在茎的不同部位上；3. 迅速检测接种点；4. 容易跟踪病菌的传播；5. 快速接种大量的群体。Young用此方法接种的玉米近交系对*D. zeae*，*G. zeae*和*Helminthosporium* sp. 的反应显著不同。

Hooker^[12]在研究玉米对茎腐和穗腐病的抗性关系中采用注射接种法。将*D. zeae*的孢子悬液注射于第三茎节或穗以下茎节内。而对于*G. zeae*接种，首先在第三茎节钻一小洞，然后将生长在灭菌大麦粒上的菌丝体放入洞内，并用棉花封住洞口。接种在开花后两周左右进行。接种四周后进行茎腐病严重度检查。取10株接种植株，纵向剖开，并按下列9级标准调查：

分级	接种茎节的侵染面积
1	0—25%
2	26—50%
3	51—75%
4	76—100%
5	侵染扩展到了邻近茎节
6	植株死亡

五、玉米茎腐病的防治效果分析

防治玉米茎腐病是目前玉米病害中一件棘手的事情。尽管如此，利用玉米品种的抗病性还是行之有效的途径。玉米品种对茎腐病的抗性是由多基因控制的，如oh₄₃具有2—3个显性基因，可能尚有隐性基因^[2]。玉米茎腐病的抗性遗传是复杂的。因为遗传获得性差异包括下述各个方面：子粒的大小，矿物质（N、P、K等）的利用，对叶斑病的抗性，单位叶面积的光合速率，对干旱的抗性等等。当以“感病”或“抗病”表示某一基因型的特征时，必须要考虑环境条件。预测某一基因型对茎腐病的感病性，更精确的方法是暴露这一杂交种于特定的环境压力下。育种的效果必须集中在田间的环境压力下，选择具有高而稳定的子粒产量和低的植株茎腐发生率的基因型。

某些耕作方法有助于降低植株对茎腐病的感病性。肥料平衡（施入适量的氮和磷肥）就是重要措施之一。在受精时，叶组织内矿物质的分析是保证钾肥合理施用的最好方法。由于光合水的作用，植株密度的关系非常大。最适宜的密度是由天气条件、土壤类型、肥料种类和用量及玉米品种决定的。在阳光充足，水份适宜年份里的最适密度，对于多云或干旱年份显然是不适合的。

六、问题和建议

玉米茎腐病是我国当前生产中遇到的新问题，对这一病害的防治研究已势在必行。现在看来，防治茎腐病的最有效途径是应用抗病品种。但是，由于生产中现行推广的杂交种多为感病的，所以尽快培育出一批抗病的新品种将是行之有效的措施之一。今后，在搞清

病原, 发病规律等内容的前提下, 应该重点从事品种的抗病机制研究。明确品种对茎腐病的抗性是属于物理的(与茎秆硬度、髓心密度、叶面积系数等方面的关系), 还是化学的(是否存在某种化学抗性物质), 或是属于遗传的。据此制定出筛选抗病品种的最佳途径。

参 考 文 献

- (1) 王铨茂等: <植物保护学报>, 1984, 10(3): 171—177.
- (2) 白金铠等: <吉林农业科学>, 1983, (4): 18—20.
- (3) 张超冲等: <广西农学院学报>, 1983, (1): 53—62.
- (4) 唐文华: <中国植病学会1981年年会论文集>, 36.
- (5) 徐作珩等: <植物病理学报>1985, 15(2): 103—108.
- (6) 夏锦红等: <植物保护学报>1982, 1(1): 1—14.
- (7) 商洪生等: <植物保护>1984, 10(5): 9—10.
- (8) Christensen, J.J. and R.D. Wilcoxson, 1966, Am. Phytopatho. Soc. Monograph. No. 3, 59PP.
- (9) Christensen, J.J. and C.L. Schneider, 1950, Phytopathology, 40: 284—291.
- (10) Dodd, J.J., 1980, Plant Disease, 64(4) 533—537.
- (11) Dodd, J.J., 1977, Proceedings of 32nd Annual Corn and Sorghum Research Conference 32: 122—130.
- (12) Hooker, A.L., 1956, Phytopathology, 46: 379—384.
- (13) Hooker, A.L. and D.G. White, 1976, Plant Dis. Rept. 60: 1032—1034.
- (14) Koehler, B. and G.H. Boewe, 1957, Plant Dis. Rept. 41: 501—504.
- (15) Kehler, B., 1960, Univ. Ill. Agr. Expt. Bull., 658.
- (16) Kommedahl, T., C.E. Windels, and H.B. Wiley, 1978, Plant Dis. Rept. 62: 692—694.
- (17) Mortimore, C.G., G.M. Ward, 1964, Can. J. Plant Sci. 44: 451—457.
- (18) Mckeen, W.E., 1953, Can. J. Botany, 31: 132—141.
- (19) Perkins, J.M. and A.L. Hooker, 1979, Plant Dis. Rept. 63: 26—30.
- (20) Whitney, N.J. and C.G. Mortimore, 1961, Can. J. Plant Sci. 41: 854—861.
- (21) Whitney, N.J. and C.G. Mortimore, 1957, Can. J. Plant Sci. 37: 342—346.
- (22) Young, H.G., Jr, 1949, Phytopathology, 33: 16.

(上接第94页)

Xu Yubing Niu Weihe et al.

(Institute of Biology, Jilin Province)

ABSTRACT

This paper deals with the whole process of meiosis of pollen mother cells and the formation of male gametophyte in *Clivia miniata* Regel. Observations indicated that simultaneous type and successive type exist simultaneously in the cytokinesis. It was found that normal tetrads of tetraploid *Clivia miniata* Regel are usually produced in the process of meiosis, but there are amitosis in some nuclei of microspores. The correlations between meiosis, Phase and length of flower-buds were studied, and incomplete synchronism of meiosis was observed in the experiment.