

玉米穗腐病研究进展

任金平

(吉林省农科院植保所)

摘 要

玉米穗腐病是世界性严重病害。据报道世界上引起玉米穗腐病的病原菌达数十种,串珠镰刀菌(*Fusarium moniliforme*)是大部分国家和地区的优势病原菌。该病的发生与品种、气候条件、果穗着生状态,鸟及昆虫的取食等有关。在抗性鉴定中,牙签接种、注射接种和喷雾接种是目前最常用的接种方法。寄主与病原物之间存在着显著的相互关系,抗性属核遗传,附加基因效应明显,为不完全显性。培育和推广抗病品种是目前唯一有效可行的防治方法。

关键词 玉米穗腐病 病原菌 接种 抗性鉴定 抗病育种

玉米穗腐病是世界性病害,各国均有发生。一般品种发病5%~10%,感病品种发病率可高达50%左右,造成严重损失。1977年印度的迈哥哈拉雅州严重发生玉米穗腐病,造成毁灭性危害,所有的栽培品种都同样感病,25%以上的玉米穗被严重侵染^[22]。1988年美国玉米穗腐病大流行,引起各国的高度重视。80年代初以来我国对玉米穗腐病也相继有所报道。1988年马丽君等^[1]报道辽宁省玉米穗腐病的发生情况,一般田块发病率10%~20%,严重田块发病率达40%~50%,减产30%~40%。

据笔者调查,吉林省各地区各品种均有发生,平均发病率10%左右,掖单12在个别地区的发病率可高达60%,约10%左右的穗全穗腐烂。由此可见,玉米穗腐病已经成为生产上亟待解决的问题,必须加强研究和防治工作。

一、病原菌及症状

玉米穗腐病的病原菌达数十种,各国各地区有其不同的优势病原菌种类,报道较多的是镰刀菌(*Fusarium* spp.)。1946年Ullstrup^[31]在美国首次报道由*Botryosphaeria zeae*引起的玉米灰色穗腐。1978年Bezuidenhout^[10]也报道南非发现这种灰色穗腐。被该菌侵染的包叶过早变白,在子粒和包叶上以及子粒与包叶之间出现白色菌丝,包叶和子粒粘着在一起。随着病害的发展,毡状菌丝变成深石板灰色,并形成黑色菌核,在子粒上产生小斑点。串珠镰刀菌(*Fusarium moniliforme*)几乎在世界各地都是玉米穗腐病的主要病原菌,在玉米子粒上分离*F. moniliforme*比分离任何其它真菌都更加普遍^[7,15,16,19,25,34]。由*F. moniliforme*侵染的子粒表现条纹,在颜色上由粉红变成红棕色,严重侵染的穗在条纹子粒上可以观察到粉色、绒毛状的真菌生长,个别子粒出现胎萌,并在穗本身内爆裂。在镰刀菌中除*F. moniliforme*外尚有*F. graminearum*,*F. moniliforme* Var. *subglutinans*,*F. culmorum*,*F. tricinctum*,*F. oxysporum*,*F. Solani*,*F. equiseti*,*F. semitectum*,*F. acuminatum*和*F. crookwellense*等^[7,19,25,33]。1977年Sharma等^[30]报道由罗耳伏革菌(*Corticium rolfsii*)引起的玉米穗腐病。该菌在玉米穗上以其特有的鲑粉色而易辨认。1977年在印度迈哥哈拉雅州引起穗腐病大流行的病原菌为笹木伏革菌(*Corticium Sasakii*)和齐整小核菌(*Sclerotium rolfsii*),由前者造成的侵染是更加严重的。这种菌通常由穗的基部向上发展,形成灰色到棕色菌丝体,后期在

穗上形成菌核。这几种真菌是已知的土壤习居菌,是引起种腐、苗枯、根腐和茎腐的常见病原菌。做为穗腐病菌还是首次报道。青霉菌也是常见的玉米穗腐病的病原菌。Milslive 和 Tuttle^[67]根据从新收获的和贮藏的马齿种玉米上的广泛分离而将 *Penicillium oxalicum*, *P. funiculosum*, *P. cyclopium*, *P. variabile* 和 *P. citrinum* 定为田间青霉菌, *P. oxalicum*, *P. funiculosum* 是主要的田间种类。Caldwell 等^[12]认为除上述种类外尚有 *P. expansum*。 *P. oxalicum* 和 *P. funiculosum* 侵染力最强。由青霉菌侵染的穗在子粒表面或子粒间产生灰色或绿色霉层,部分子粒产生条纹。1985 年 Kumar 和 Shetty^[21]报道由粉红单端孢(*Trichothecium roseum*)引起的穗腐病。在侵染穗的子粒之间形成粉红色粉状孢子堆和菌丝层。这种菌是兼性寄生菌,现以逐渐变成普遍的玉米种传病原菌,在适宜的条件下可以引起相当可观的对穗和子粒的危害。绿色木霉(*Trichoderma viride*)已经被做为种传真菌的拮抗菌而广泛应用,但它却会对玉米穗造成非常严重的危害。Kumar 和 Shetty^[20]报道在印度由 *T. viride* 引起的穗腐病,被侵染穗在子粒上产生绿色霉层。国外报道较多的玉米穗腐病的病原菌还有 *Gibberella zeae*, *Helminthosporium Carbonum*, *Aspergillus flavus*, *Nigrospora oxysae*, *Cladosporium herbarum*, *Botryodiplodia theobromae*, *Botryosphaeria festucae*, *Rhizoctonia zeae*, *Diplodia maydis*, *D. macrospora*, *Penicillium chrysogenum* 和 *P. glaucum* 等^[8, 23, 24, 29, 36]。

我国对玉米穗腐病菌的报道较少。1987 年潘惠康等^[6]首次报道 *F. moniliforme* 是玉米穗腐病的主要病原菌。黄长岭^[7]也有相同观点。1988 年马丽君等^[1]报道辽宁省玉米穗腐病的病原菌为 *F. moniliforme*, *F. graminearum*, *Gibberella zeae*, *P. oxalicum*, *Helminthosporium carbonum* 和 *Rhizoctonia* spp. 等。1989 年张清润^[3]对从北京农科院玉米育种田中采集的穗腐病进行了分离和鉴定,结果 *F. moniliforme* 占 81.82%, *F. graminearum* 占 4.04%, 此外还有 *D. maydis*, *Helminthosporium maydis* 和 *Botryodiplodium theobormae* 等。史晓榕等^[2]对不同类型玉米群体穗腐病菌进行了调查,结果 *F. moniliforme* 在不同类型玉米上的分离频率都占绝对优势,平均占 67.6%,除 *F. moniliforme* 外尚有 *F. graminearum*, *F. moniliforme* Var. *subglutinans*, *F. lateritium*, *Trichoderma* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Rhizoctonia* spp., *Helminthosporium* spp., *Mucor* spp., *Alternaria* spp., *Nigrospora* spp., *Oidium* spp. 和 *Curvularia* spp. 等。

玉米穗腐病菌种类繁多,各地差异也较大,但根据现有资料可以看出 *F. moniliforme* 是大部分国家和地区的优势病菌,在其它国家和地区也是主要病原菌。

二、接种方法和抗性鉴定方法

接种和抗性鉴定方法是玉米穗腐病的研究、抗病性鉴定及其抗病育种所不可缺少的,各地研究也较多。1943 年 Young^[35]首次提出牙签接种方法,即将木制牙签在水中煮约 30 分钟,使其适合真菌的生长,然后将其放在含有 2mL 马铃薯、葡萄糖、肉汁培养基的试管中,灭菌后接种病原物,当真菌具有足够生长量后进行田间接种。先用金属针在穗上刺孔,然后插入带菌的牙签。1963 年 Boling 等^[11]报道皮下注射方法。具体方法为先将穗轴的顶端用消毒的剪刀剪去,用消毒的皮下注射器在每个穗的顶端注入 2mL 接种物(每毫升含有 25×10^4 个孢子),接种后的穗用袋套上,30 天后调查发病情况。另一种普遍采用的方法是喷雾方法,在每 100mL 孢子悬浮液中加 1 滴土温 80 做为湿润剂,用喷雾器将接种物喷进玉米丝中,大约每株 5mL 或直至流出。接种后的穗用湿纸巾盖住,外边套上授粉袋。纸巾和授粉袋保持在

穗上直到收获^[34]。除上述三种最常用的接种方法外,某些研究者还采用针刺法,注入 BB 颗粒法,将孢子悬浮液加入到叶鞘空腔内或将染病的子粒加入到玉米心叶内法等^[4,11]。关于哪种接种方法最佳众说纷纭。牙签和注射法接种量比较一致,穗的不同部分可以用同种或不同接种物在同一时间接种,由于人工造成损伤,发病较重。喷雾法由于没有损伤寄主,因此接近自然侵染,只不过人工提供了较大容量和较高浓度的接种物。评定接种方法的好坏主要应看其是否 1. 能分清抗感寄主材料之间的差异;2. 与自然侵染方式相似;3. 发病反应类似于自然流行;4. 结果具有重复性,受环境影响小;5. 简单易行。玉米穗腐病菌种类繁多,其致病力差异较大,应根据不同种类、不同致病力来选用适宜的接种方法。一般来讲,对致病力较弱的种类,采用牙签或注射法较好。而对于致病力强的种类,采用喷雾法较好。关于接种时间各地报道比较一致,一般认为在吐丝后 1~2 周内子粒含水量大,是穗腐病的感病时期,接种发病率较高^[4,8,13,26,32]。

至于发病级别的划分各地方法不一,但都是根据发病子粒面积占全穗的百分率而定。目前对于抗性反应的划分还只是根据发病百分率和病情指数的高低笼统地划分,没有统一的标准。

三、抗性遗传及抗病机制

Hooker 等^[18]提出玉米对镰刀菌抗性是多基因遗传的,并保持长期稳定。1982 年 Odiemah 等^[28]也报道玉米对 *F. graminearum* 穗腐病的抗性上附加基因反应是很重要的,遗传抗性具有附加基因效应并部分显性。1987 年潘惠康^[6]进行大量抗穗腐病杂交育种,发现抗病亲本组配的 F_1 对 *F. moniliforme* 的抗性偏向抗病亲本,且往往是超亲的,这在中等以下抗病性自交系所组配的杂交种中表现更为突出。1991 年黄长岭^[5]研究表明高赖氨酸玉米对 *F. moniliforme* 穗腐病的抗性属核遗传,为不完全显性,基因的加性效应大于显性效应,抗性基因不存在上位性,抗性遗传力较高,抗性至少受 1.7 至 2.2 对基因的控制, F_1 代偏向抗病亲本。普遍认为高赖氨酸玉米比普通玉米显著感病^[3,34],但机制还不十分清楚,可能是高赖氨酸玉米子粒质地松散、粉质、湿度大,促进孢子萌发和侵入的缘故。Mesterhazy^[25]指出镰刀菌不同分离物的致病力水平在杂交种反应上引起巨大变化,分离物—基因型的相互作用是显著的,在不同杂交种上分离物的致病性不同。这就告诉我们致病性不能通过只利用一种植物基因型来检验,需要多种基因型。反过来,植物对病原物的抗性也必须利用多个分离物同时检验。在对穗腐病的抗性与对苗期枯萎病及茎腐病的抗性关系上, Mesterhazy^[25,26]认为杂交种对由镰刀菌引起的苗期枯萎病和穗腐病的反应是紧密相关的($r = 0.8689, P = 1\%$)。但与茎腐病的反应却截然相反,茎腐可以通过影响子粒含水量从而影响穗部侵染,茎腐引起过早死亡,增加子粒失水,从而减少穗腐。如果果真如此,那么穗腐与苗期枯萎的这种紧密相关就提供了在育种中根据苗期抗性来进行抗穗腐病育种的可行性,也说明同时产生对茎腐和穗腐的抗性是不可能的。但 Hooker^[17]用 *Diplodia zeae* 和 *Gibberella zeae* 研究抗三病之间的关系,抗穗腐与抗苗期枯萎及茎腐之间没有任何关系被发现。

四、发生规律

该病从玉米吐丝到收获均可发病,但发病盛期为从吐丝到吐丝后三周内^[34],随着玉米

子粒含水量的减少,发病机会逐渐减少。鸟和昆虫的蛀食以及玉米子粒的生理性破裂和人为造成的子粒破裂均促进病菌侵染^[1],并由此向周围蔓延。1983年 Attwater 等^[9]报道露尾虫可传播 *Gibberella zeae* 的分生孢子和子囊孢子而引起玉米穗腐。另外,果穗着生状态也是影响发病因素。果穗上部包皮不严且果穗直立易于渗入较多雨水,从而增加发病。病株一般在田块中间植株密集的地方普遍,边缘植株的穗只有因鸟损伤引起粒腐^[20]。该病可由种子带菌造成系统侵染,但主要的传播途径还是空气传播^[21]。气候条件是影响玉米穗腐病的重要因素,但由不同病原菌引起的不同穗腐病对气候条件要求不一。玉米吐丝后干燥、温暖的天气适合 *F. moniliforme* 穗腐病。*Gibberella zeae* 穗腐则要求冷凉、潮湿气候^[23]。而对 *Corticium rolfsii* 穗腐病,高温(32~38℃)伴随高湿(60%~80%)促进病害发展^[30]。大多数真菌在残留在田间的植株病残体中越冬,成为翌年初侵染源^[23]。

五、防治方法

关于玉米穗腐病的防治,国内外研究较小,其主要原因为玉米气传病害的大面积药剂防治是困难的。1979年 Chosal 等^[15]试用3种多酚化合物防治由 *F. moniliforme* 引起的穗腐病,结果对真菌的侵染和发病有抑制作用,降低子粒侵染率,有一定的防治效果,但大面积喷雾防治不可行。多数学者认为防治玉米穗腐病唯一有效可行的方法是培育和推广抗病品种^[17,32]。这就要求摸清本地区的优势病原菌种类、抗性遗传及抗性鉴定方法,筛选出足够的抗源供抗病育种应用。

六、存在问题

目前玉米上的主要病害是穗腐病和茎腐病,苗期枯萎病近年来有上升趋势,逐渐成为生产上的主要问题。关于对三病抗性之间的相互关系说法不一,还不十分清楚。在抗性鉴定上,目前还没有统一的接种鉴定方法和抗感对照品种。对于同种病原菌,由于采用的接种方法不同,发病程度亦不同,又没有统一的对照品种,造成各地的鉴定结果缺少可比性,应进一步研究,摸清穗、茎腐及苗枯三者之间的抗性关系,制定统一的抗性鉴定方法和抗性分级标准,为抗病育种奠定基础。

参 考 文 献

- [1] 马丽君,王孝杰:玉米穗粒腐病研究初报,《全国玉米病害学术讨论会论文集》,1988。
- [2] 史晓榕,白丽:不同类型玉米群体穗腐病原菌的调查研究。《植物保护》,1992,5,28~29。
- [3] 张清润:高赖氨酸玉米穗腐和粒腐的初步研究,《北京农业科学》,1989,5,23~28。
- [4] 黄长岭:对高赖氨酸玉米穗腐病抗性鉴定中某些问题的探讨,《中国农业科学》,1990,23(5)12~20。
- [5] 黄长岭:高赖氨酸玉米对串珠镰刀菌穗腐病抗性遗传的初步研究,《作物学报》,1991,17(2),83~95。
- [6] 潘惠康:玉米对穗粒腐病的抗性,《华北农学报》,1987,2(3),86~89。
- [7] Abbas, H, K, Mirocha, C. T. Kommedahl, T., Tornes, P. M. Meronuck, R. A. and Gunther, R. 1988 Toxigenicity of *Fusarium proliferatum* and other *Fusarium* species isolated from corn ear in Minnesota. *Phytopathology* 78:1258~1260。
- [8] Atlin, G. N., Emerson, P. M., McGirr, L. G., Hunter, R. B. 1983 *Gibberella* ear rot development: and zearalenone and vomitoxin production as affected by maize genotype and *Gibberella zeae* strain. *Canadian Journal of plant Science* 63(4), 847~853。
- [9] Attwater, W. A., Busch, L. V. 1983 Role of the sap beetle *Glischrochilus quadrisignatus* in the epidemiology of

Gibberella corn ear rot. Canadian journal of plant pathology, 5(3), 158~163.

[10]Bezuidenhout, H.; Marasas, W. F. O. 1978 Botryosphaeria zaeae, the cause of grey ear rot of maize (zea mays) in south Africa. Phytophylactica 10(1), 21~24.

[11]Boling, M.; C. O. Greogan, and J. W. Broyles 1963 A new method for artificially producing epiphytotics of *Fusarium* ear rot of maize. Plant Dis. Repr. 47, 315~317.

[12]Caldwell, R. W.; Tuite, J.; Carlton, W. W. 1981 pathogenicity of penicillia to corn ears. Phytopathology 71(2), 175~180.

[13]Cullen, D. Caldwell, R. W. Smalley, E. B. 1983 Susceptibility of maize to *Gibberella zaeae* ear rot, relationship to host genotype, pathogen virulence, and zearalenone contamination. Plant Disease 67(1), 89~91.

[14]Drepper, W. J.; Renfro, B. L. 1990 Comparison of method for inoculation of ears and stalks of maize with *Fusarium moniliforme*. Plant Disease 74(12), 952~956.

[15]Foley, D. C. 1962 Systemic infection of corn by *Fusarium moniliforme*. Phytopathology 52(9), 870~872.

[16]Ghosal, S. Chakrabarti, D. K.; Srivastava, R. S. 1979 Effect of 3 polyphrnlolic Compounds against ear-rot of corn incited by *Fusarium moniliforme* Sheld. Experientia 35(1), 83~84.

[17]Hooker, A. L. 1956 Association of resistance to several seedling, stalk rot and ear disease in corn. Phytopathology 46, 379~384.

[18]Hooker, A. L. and K. M. Saxena 1971 Genetics of disease resistance in plants. Ann. Rev. Genet. 5, 407~424.

[19]Jain, S. C. Dange, S. R. S. Siradhana, B. S. 1979 Note, stalk rot and ear rot of Ganga-5 maize hybrid caused by four toxin-producing *Fusarium* species. Philippine Agriculturist 62(94), 333~335.

[20]Kumar, V. Shetty, H. S. 1982 A new ear and kernel rot of maize caused by *Trichoderma viride* pers ex Fries. Current Science 5(12), 620~621.

[21]Kumar, V. Shetty, H. S. 1985 An ear and kernel rot of maize caused by *Trichothecium roseum*. Current Science, India 54(10), 486~487.

[22]Maiti, S. 1978 Two New ear rots of maize from India. plant Disease Reporter 62(12), 1074~1076.

[23]Malcolm. C. Shurtleff 1980 Compendium of corn disease.

[24]Marasas, W. F. O.; Westhuizen, G. C. A. Van Der 1979 Diplodia macrospora, the cause of a leaf blight and cob rot of maize (zea mays) in south Africa. Phytophylactica 11(2), 61~64.

[25]Mesterhazy, A. 1982 Resistance of corn to *Fusarium* ear rot and its relation to seedling resistance. Phytopathologische Zeitschrift 103(3), 218~231.

[26]Mesterhazy, A. 1983 Relationship between resistance to stalk rot and ear rot of corn influenced by rind resistance, premature death and the rate of drying of the ear, *Maydica* 28(4), 425~437.

[27]Mislive, P. B. and Tuite, T. 1970 Species of penicillium occurring in freshly-harvested and in stored dent corn kernels. Mycologia 62, 67~74.

[28]Odiernah, M.; Manninger, I. 1982 Inheritance of resistance to *Fusarium* ear rot in maize. Acta phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae 17(1/2), 91~99.

[29]Rheeder, J. P.; Marasas, W. F. O.; Wyk, P. S. Van; Schalkwyk, D. J. Van, 1990 Reaction of South African maize cultivars to ear inoculation with *Fusarium moniliforme*, *F. graminearum* and *Diplodia maydis*. phytophylactica 22(2), 213~218.

[30]Sharma, Y. R. Singh, B. M. Shatrma, R. D. 1977 Occurrence of seedling blight and ear rot of maize caused by *Corticium rolfsii* Gurzi in india. Science and Culture 43(10), 434.

[31]Ullstrup, A. J. 1946 An undescribed ear rot of corn caused by *physalospora zaeae*. phytopathology 36, 201~212.

[32]Ullstrup, A. J. 1949 A method for producing artificial epidemics of *Diplodia* ear rot. phytopathology 39(2), 93~101.

[33]Visconti, A. Chelkowski, J. J. solfrizzo, M. J. Bottalico, A. 1990 Mycotoxins in corn ears naturally infected with *Fusarium graminearum* and *F. Crookwellense*. Canadian Journal of plant pathology 12(2), 187~189.

[34]Warren, H. L. 1978 Comparison of normal and high-lysine maize inbreds for resistance to kernel rot caused by *Fusarium moniliforme*. phytopathology 68(9), 1331~1335.

植面积。大豆全县由 3842 公顷扩大到 5500 公顷,水稻面积由 1.2 万公顷扩大到 1.5 万公顷。

四、发展畜牧业,促进良性循环

畜牧业是我县农村经济的重要产业。发展畜牧业不仅可以通过秸秆的转化,增加肉、蛋、奶,提高效益,同时也是有机肥的主要来源。我县从 1985 年就开始注重畜牧业的发展工作,到 1990 年牛已发展到 4.5 万头,比 1985 年增长了 2.5 倍。畜牧业的发展,不仅增加了农业收入,而且形成了畜多肥多,肥多粮多,草多畜多的良性循环,加速了改良中低产田的进程。

(上接第 43 页)

[35]Young, H. C. 1943 The toothpick method of inoculating corn for ear and stalk rots. *Phytopathology* 33:16.

[36]Zummo, N., Scott, G. E. 1990 Cob and kernel infected by *Aspergillus flavus* and *Fusarium moniliforme* in inoculated, field-grown maize ears. *Plant Disease* 74(9):627~631.

PROGRESS IN RESEARCHING OF EAR ROT OF MAIZE

Ren Jinping

(*Institute of plant protection Jilin Academy of Agricultural Sciences*)

ABSTRACT

Ear rot of maize is a severely prevalent disease of maize in the world. It has been reported that the species of causal organism are nearly a hundred, among which *Fusarium moniliforme* is dominant pathogen in most countries and districts. Occurrence of this disease is conditioned by suitable climate, husk-100sing and upward ear, damaging by birds and insects and so on. Toothpick, injection and spray are the main methods of inoculation. Resistance is inheritable, controlled by nuclear genes. Genes of resistance has additive and partially dominant effect. Cultivation and popularization of resistant hybrids and varieties is only effective and feasible measure of the control.

key words: Ear rot of maize, Pathogens, Methods of inoculation and identification, Breeding for disease resistance.