

高粱丝黑穗病研究综述

刘旭, 陈亮, 李玥莹, 李雪梅* (沈阳师范大学化学与生命科学学院, 辽宁沈阳 110034)

摘要 参考各种病菌对不同植物各项生理指标的影响, 综述了丝黑穗病原菌及其生理分化、我国高粱抗病杂交种选育历程、抗性遗传机制及抗病育种策略等, 指出研究高粱对丝黑穗病的抗性遗传对选育抗病亲本和杂交种具有重要意义。

关键词 高粱; 丝黑穗病; 抗病性; 抗性因子

中图分类号 S435 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)31-15290-02

Study Review on Head Smut of Sorghum

LIU Xu et al (School of Chemistry and Life Sciences, Shenyang Normal University, Shenyang, Liaoning 110034)

Abstract Referring to the effects of different bacteria on each physiological index of different plants, the pathogenic bacteria and physiological differentiation of head smut, the breeding process, the genetic mechanisms of resistance and resistance breeding strategies of disease-resistant sorghum hybrids in China were summarized. It was pointed out that it was of important significance to study the resistance genetics of sorghum against head smut for breeding the disease-resistant parent and hybrids.

Key words Sorghum; Head smut; Disease resistance; Resistance factor

高粱以其高产、抗旱、耐瘠、耐涝、耐盐碱的特性及秆、穗的多种用途, 成为世界上仅次于小麦、水稻和玉米的第四大粮食作物。因其抗逆性强, 广泛分布于干旱、半干旱、低洼易涝地区, 在我国也是重要的旱地作物之一。人们常把高粱称为“生命之谷”、“救命之谷”^[1-2]。丝黑穗病是遍布全世界的重要高粱病害, 是影响我国高粱生产发展的主要病害之一^[3], 在高粱产区每年都有发生, 发病率有时高达 70%, 给农业生产造成很大损失。

1 高粱丝黑穗病 [*Sporisorium reilianum* (Kühn) Langdon & Full.] 简介

高粱丝黑穗病别名乌米, 拉丁学名 *Sphacelotheca reliana*。丝黑穗病菌属担子菌纲黑粉菌目黑粉菌科。病株一般较矮, 色泽稍深, 在抽穗前, 病株穗的下部较为膨大, 苞叶紧实, 有的穗略歪向一面, 剥去苞叶, 穗部成为白色的棒状物, 即“乌米”。病穗外部有一层白色的膜, 抽穗后外膜破裂, 散出大量黑色粉末, 即冬孢子。病穗散出冬孢子后, 里面有一成束的黑色丝状物, 即残存的花絮维管束组织, 病穗有的仅顶端一部分或一侧露出, 但也有黑穗全部露出的^[2]。

叶片染病后在叶片上形成红褐色条状斑, 扩展后呈长梭形条斑, 后期条斑中部破裂, 病斑上产生黑色孢子堆, 但孢子量不大, 维管束组织不受破坏。病株侧芽或分蘖也常被侵染, 形成“二茬乌米”。有时有几种黑穗病可并发于同一株高粱上。如主蘖或主穗为丝黑穗病, 分蘖或侧穗为散黑穗病。我国各高粱产区丝黑穗病都有不同程度发生, 东北和华北地区发病尤为严重, 尤其是在辽宁、吉林、山西等地。

高粱丝黑穗病以土壤传播为主要危害, 其病原菌可在土壤中存活 3 年, 主要发生在我国高粱种植地区。高粱在生长过程中易受到多种病虫害, 其中高粱丝黑穗病直接危害产量器官。近年来, 随着栽培制度的变更、作物品种的更换和气候条件的变化, 高粱丝黑穗病成为高粱生产上的一种主要病害, 给高粱生产造成严重损失, 是高粱生产中的重要危害和

主要防治对象, 利用抗病品种是防治该病的重要途径。

2 植物抗性机制研究

植物对病原物侵染的反应取决于植物与病原物互作的遗传基础^[4]。所以不管是植物抗病基因的表达, 还是病原物致病基因的表达, 一般都是先从寄主和病原物接触开始, 通过表面分子互作, 把信号传递到细胞内, 启动一系列相关联的生理、生化反应来改变寄主的代谢特性而起作用^[5]。因此, 植物受到病原物侵染后的生理、生化变化过程实际上是寄主遗传基因开始表达, 到出现病害表型的过程。

许多研究表明, 植株经诱导物诱导后, 体内产生病程相关蛋白 (PR 蛋白), 其过氧化物酶 (POD)、多酚氧化酶 (PPO)、苯丙氨酸解氨酶 (PAL)、几丁酶活性都大大增加, 侵染点周围迅速木质化; 在植物的诱导抗病进程中有 2 套基因先后起作用, 即抗病基因和防卫反应基因, 抗病基因产物与病菌无毒基因产物有识别作用, 从而诱导防卫反应基因表达。

目前, 有关高粱丝黑穗病的抗性机制报道很少, 但在玉米品种中却有研究证明, 不同抗性的玉米自交系和杂交种受玉米丝黑穗病菌侵染后, 体内 Vc 和总糖的含量越高, 冬孢子在其胚芽鞘上的萌发率越高。感病的玉米自交系和杂交种受丝黑穗病菌侵染后胚芽鞘内表皮细胞丧失质壁分离的能力显著高于抗病的玉米自交系和杂交种^[6]。当丝黑穗病菌侵染玉米后, 激活寄主体内相关防御酶系, 使 PAL、超氧化物歧化酶 (SOD)、酯酶 (EST) 和 PPO 4 种酶活性明显提高, 而 POD 和过氧化氢酶 (CAT) 活性却下降^[7]。这可以作为早期鉴定玉米抗丝黑穗病性的手段。

苯丙氨酸解氨酶活性变化在玉米抗、感品种和不同生育期与叶鞘位之间也存在差异。在玉米 (川单 10 号) 的不同生育期和叶鞘位中, 随生育期的发展和叶鞘位的下降, PAL 活性降低。在受纹枯病菌侵染后, 抗病品种 (R15) 的 PAL 活性增加的速度和程度明显高于感病品种 (K09)。这一结果表明, 玉米对纹枯病的阶段抗性变化以及品种抗性与 PAL 活性变化相关^[8]。

高粱品种间对丝黑穗病的抗病性存在明显的差异。阐明品种抗病性差异的内在基础, 对于了解寄主-病原物相互

基金项目 辽宁省教育厅重点实验室资助项目 (20060806)。

作者简介 刘旭 (1985 -), 女, 辽宁锦州人, 硕士研究生, 研究方向: 生物化学与分子生物学。* 通讯作者, E-mail: lxmls132@163.com。

收稿日期 2009-07-06

关系,摸清病害的侵染规律,以及进一步探明栽培免疫和化学免疫的机制,从而提高病害防治的质量,无论是在理论上还是实践上,都具有重大的指导意义。因此,有必要对高粱的抗性机制进行进一步的研究。

3 高粱丝黑穗病抗病育种

高粱丝黑穗病是土壤传染病害,丝黑穗病发生的轻重与品种抗病性密切相关。据国内外研究,丝黑穗病在各地的严重危害,主要是由于种植了感病品种,当改种抗病品种后病情立即减轻。为了有效地控制高粱丝黑穗病的发生,需要培育具有持久抗性的杂交种^[9-11]。因此,1954年 Kispatic 等提出防治高粱丝黑穗病应以拔除病株和培育抗病品种为主要措施^[12]。白金铠等报道,防治高粱丝黑穗病应采取种子消毒和种植抗病品种为主的综合防治措施,并指出小八棵权是高抗丝黑穗病的品种^[13]。早在1914年 Potter 报道高粱品种 Milo 对所有的黑穗病都是免疫的^[14]。1960年 Al-sohaily 等报道,从美国4个地区收集了7个菌株接种51个高粱品种,3个苏丹草,3个扫帚草后,按其发病程度不同分为3个抗病类群^[15]。可见,国外早已重视培育抗病的高粱品种,作为防治丝黑穗病经济有效的手段。

杨晓光等研究表明,抗丝黑穗病遗传受2~3对非等位基因控制,而且基因之间存在着一定的互作效应,还可能有一定的修饰基因作用^[16]。因此,通过多次回交法就能使一个品种(品系)获得这种抗性,目前生产上主要应用的不育系和恢复系都可转育成抗病的相似品系,这对加快选育抗性优良杂交组合是很重要的。现在大多采用田间自然侵染和人工接种方法对品种进行丝黑穗病抗性筛选。

高粱对该病的抗性属数量性状遗传,其 F_1 代的发病率与双亲自交系发病率的平均值呈极显著正相关,所以选育抗病自交系是抗病育种的首要工作。研究自交系的抗病机理又是高效育种的重要环节。由于高粱丝黑穗病菌的专化寄生性较强,有明显的生理分化现象,因此选育不育系、恢复系、杂交种或品种,必须认真考虑亲本抗病性,才能选出高产、稳产、抗病的杂交种或品种,加快选育抗性优良组合是最主要的^[17]。

我国自20世纪70年代初开始种植以 ATx3197 为抗源的高粱杂交种,基本上控制了高粱丝黑穗病的发生和危害。马宜生鉴定出19个免疫高粱品种,2个免疫恢复系,4个免疫和1个高抗不育系,其中 Tx622A 免疫不育系的抗病性似为显性^[18]。用 Tx622A 免疫不育系组配的杂交种 Tx622Ax4003、Tx622Ax 晋辅1、Tx622Ax298/4003、Tx622Ax 锦恢75 为免疫杂交种, Tx622Ax208 为高抗杂交种, Tx622Ax 白平为抗病杂交种^[18]。

从20世纪80年代初到1989年在辽宁省营口发现 ATx622 及其抗病杂交种丧失抗性后7~8年时间,又有一个新的丝黑穗病菌生理小种(3号)出现,这导致一批杂交种丧失抗性,对高粱育种和生产产生了新的压力。可见高粱品种抗病性丧失与生理小种的演变关系极为密切。

柳青山等的研究表明,我国对高粱杂种优势的利用以三系杂交种选育为主,其中不育系和保持系主要应用国外资源或改良的国外资源,恢复系以中国类型的高粱为主。从参试

不育系材料对丝黑穗病的抗性来看,由美国引入的材料表现最好,中国改良的不育系抗性较差。在参试的恢复材料中以中国类型的高粱为主,外引的恢复系资源抗病性好于中国类型高粱。国外高粱不育系和国外高粱恢复系所组配的杂交种一般不如国外高粱不育系和中国类型高粱恢复系所组配的杂交种优势强,但这些外引恢复系材料可用来作为改良中国类型恢复系抗病性的重要资源^[19]。

许多研究证明,高粱丝黑穗病菌内有明显的生理分化现象,杂合后易产生致病力的变异,形成新的生理小种,造成生产上应用品种抗病性丧失。同是丝黑穗病菌,在不同地区致病力不同,小种分化也不一样,生理小种的划分具有明显的区域性^[20-24]。在我国高粱种植历史上,曾几次高粱丝黑穗病大流行,均是由于生产上应用的品种亲缘单一,加速病菌新小种产生所致。因此,加强抗性资源评价,改进评价方法,筛选多抗和水平抗性的材料是生产和育种上亟待解决的问题^[25-26]。

4 高粱丝黑穗病的防治

4.1 种植抗病品种(系) 高粱品种间抗病性差异较大,可因地制宜选用。

4.2 合理轮作倒茬 据调查,轮作地块发病轻或不发病,连作地块发病率超过50%。轮作可以明显减轻病害,轮作期应在3年以上。高粱与油料作物轮作,防治效果好。

4.3 秋季深翻灭菌 可减少菌源,减轻下一年发病。

4.4 药剂处理种子 40%拌种双可湿性粉剂,按种子重量的0.50%均匀拌种,防治效果达75%以上;25%三唑酮可湿性粉剂按种子重量0.40%的用量拌种,防治效果达73.3%;12.5%速保利可湿性粉剂(日本住友化学工业株式会社产)按种子重量0.03%~0.05%的用量拌种,防治效果达90%以上;12.5%特谱唑可湿性粉剂(沈阳农药厂产)按种子重量0.03%~0.05%的用药量拌种,先用种子量5%的水,将药稀释成悬浮液,再和种子拌匀,阴干后即可播种,防治效果在95%左右^[27]。

4.5 适时播种 根据土温和墒情,适期播种,掌握好覆土深度,促进快出苗,缩短幼苗与病原菌接触的时间,减少病原菌侵染的机会。

4.6 铲除病株 秋季深翻灭菌,可减少菌源,减轻下一年发病。在灰包出现并尚未破裂之前拔除病穗,集中至田外深埋或烧毁^[28]。

参考文献

- [1] 卢庆善. 高粱学[M]. 北京:中国农业出版社,1999.
- [2] 卢庆善,孙毅,华泽田. 农作物杂种优势[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2002.
- [3] 马宜生. 高粱抗丝黑穗病育种初报[J]. 辽宁农业科学,1982(4):33-37.
- [4] 王海华,曹赐生,高健. 植物抗病性的遗传基础及其分子机制[J]. 湘潭师范学院学报,2000,21(6):88-92.
- [5] 刘胜毅,许泽永,何礼远. 植物与病原菌互作和抗病性的分子机制[J]. 中国农业科学,1999,32(S1):94-102.
- [6] 李兴红,康绍兰,曹志敏. 玉米苗期对丝黑穗病抗性机制初探[J]. 河北农业大学学报,1995,18(4):39-43.
- [7] 贺字典,高增贵,庄敬华,等. 玉米丝黑穗病菌对寄主防御相关酶活性的影响[J]. 玉米科学,2006,14(2):150-151,155.
- [8] 金庆超,叶华智,张敏. 苯丙氨酸解氨酶活性与玉米对纹枯病抗性的关系[J]. 四川农业大学学报,2003,21(2):116-118.
- [9] 白金铠,威佩坤,潘顺法. 高粱品种资源对丝黑穗病抗病性鉴定[J]. 吉林农业科学,1980(2):62-65.
- [10] 胡吉成. 禾谷类黑穗病的回升和防治问题[J]. 植物保护,1983(2):9.

45.43%,对照药剂25%丙环唑、25%左旋松油醇1500倍和20%井冈霉素1000倍的平均防效分别为32.50%、23.45%和49.31%。第2次药后(9月21日),50%丙环唑·左旋松油醇1000~2500倍液的平均防效为68.93%~81.73%,其中,50%丙环唑·左旋松油醇1500倍液的防效为81.73%,优于对照药剂20%井冈霉素1000倍(70.82%)和25%左旋松油醇1500倍液的防效(44.69%),与25%丙环唑1500倍

的防效(80.55%)基本相当。第3次药后(9月30日),50%丙环唑·左旋松油醇1000~2500倍液的平均防效为66.28%~91.82%,其中该药剂1500倍液的防效为82.02%,优于对照药剂25%丙环唑1500倍液的防效(72.09%)和20%井冈霉素1000倍液的防效(70.91%),显著高于25%左旋松油醇1500倍的防效(47.28%)。

表1 不同药剂处理对水稻纹枯病的防效

Table 1 The control effect of different medicaments on rice sheath blight disease

处理 Treatment	药前病指 Disease index before application	第1次施药 The first application		第2次施药 The second application		第3次施药 The third application	
		平均病指 Average disease index	平均防效//% Average control effect	平均病指 Average disease index	平均防效//% Average control effect	平均病指 Average disease index	平均防效//% Average control effect
50%丙·左1000倍	1.08	1.83	45.43 Aa	1.40	78.94 Aa	1.85	91.82 Aa
50%丙·左1500倍	0.90	2.25	26.35 Aa	1.38	81.73 Aa	4.35	82.02 ABab
50%丙·左2000倍	0.90	2.15	32.52 Aa	2.28	68.99 Aa	5.68	75.62 ABb
50%丙·左2500倍	0.93	2.35	31.66 Aa	2.38	68.93 Aa	8.23	66.28 Bb
25%丙环唑1500倍	0.95	2.28	32.50 Aa	1.68	80.55 Aa	6.45	72.09 ABb
20%井冈霉素1000倍	0.90	1.53	49.31 Aa	2.35	70.82 Aa	6.90	70.91 ABab
25%左旋松油醇1500倍	0.91	2.47	23.45 Aa	4.51	44.69 Bb	12.45	47.28 Bbc
CK	0.96	3.23		8.15		23.78	

3 结论

(1)田间药效试验表明,50%丙环唑·左旋松油醇乳油对水稻纹枯病具有很好的防治效果,其防效随着药液浓度的增大而提高。第3次施药后,50%丙环唑·左旋松油醇乳油1500倍的防效达82.02%,优于对照药剂25%丙环唑乳油1500倍和20%井冈霉素可溶性粉剂1000倍的防效,从用药成本等因素考虑,该乳油的田间使用浓度宜在稀释1500~2000倍。

(2)使用50%丙环唑·左旋松油醇乳油防治水稻纹枯病将在一定程度上解决因长期使用少数几种杀菌剂而造成的抗药性问题。丙环唑具有广谱性,可同时兼治其他水稻中后期病害,达到1次用药兼治多种病害的目的。

(3)等稀释倍数丙环唑和左旋松油醇混剂的防效较丙环唑单剂有较大提高,因此,丙环唑和左旋松油醇复配是减少丙

环唑用药量,降低防治成本的有效手段。该混剂的成功研制有利于丙环唑的进一步推广使用。同时,左旋松油醇由我国可再生林化资源——松节油合成,价格低廉,易降解,符合绿色环保要求。

参考文献

- [1] 檀根甲,陈莉,杜桂英.敌力脱防治水稻中后期病害的初步研究[J].农药,1998,37(5):32-34.
- [2] 卜字岚,翁建全.丙环唑的合成[J].精细化工中间体,2007,37(1):25-27.
- [3] 张戈壁,阳延密.己唑醇对水稻纹枯病的毒力测定及田间药效试验[J].植物保护,2000,29(6):52-53.
- [4] 周新伟,张青,杨代凤,等.20%金力士防治水稻纹枯病药效试验[J].安徽农业科学,2007,35(27):8529.
- [5] 张迁西,杨群林,肖明徽.20%灭锈胺乳油防治水稻纹枯病田间药效试验[J].江西植保,2000,23(3):91-93.
- [6] 孙国俊,季敏,蒋林忠,等.丙环唑25%乳油防治水稻纹枯病药效试验研究[J].农药科学与管理,2008,29(3):25-26.

(上接第15291页)

- [11] 卢庆善,韦石泉.国际热带半干旱地区作物研究所(ICRISAT)的高粱抗病育种工作[J].世界农业,1985(9):33.
- [12] KISPATIC J, LUSIN V. Prasná snijet kukuruza [J]. Zashit Bilja, 1954, 25: 3-17.
- [13] 白金铠,戚佩坤,潘顺法.高粱品种资源对丝黑穗病抗病性鉴定[J].吉林农业科学,1980(2):62-65.
- [14] POTTER A A. Head smut of sorghum and maize [J]. Jour Agric Res, 1914(2):339-372.
- [15] AL-SOHAILEY I A, MANKIN C J. Physiologic specialization of *Sphacelotheca reilianum* to sorghum and Corn [J]. Phytopath, 1960, 50(9):627.
- [16] 杨晓光,杨镇,石玉学,等.高粱抗丝黑穗病的遗传效应初步研究[J].辽宁农业科学,1992(3):15-19.
- [17] 徐秀德,董怀玉,卢桂英.高粱抗丝黑穗病抗病性评价技术及抗源鉴定研究[J].辽宁农业科学,2000(2):14-16.
- [18] 马宜生.利用抗病性品种防治高粱丝黑穗病的研究[J].植物保护学报,1984(9):183-185.
- [19] 柳青山,侯爱兵,侯东旭,等.高粱育种资源丝黑穗病抗性鉴定评价[J].山西农业科学,2001,29(4):22-24.
- [20] 张福耀,平俊爱,杜志宏,等.山西高平高粱丝黑穗病致病力研究[J].

- [21] FREDERIKSEN R A, REYES L. The head smut program at Texas A&M University [C]//Proceedings of the international work-shop on sorghum diseases. India:ICRISAT, Hyderabad, 1980:367-372.
- [22] FROWD J A. A world review of sorghum smut [C]//Proceedings of the international workshop on sorghum diseases. I-CRISAT, Hyderabad, India, 1980:331-338.
- [23] HERRERA J A, VALLEJO A B. Distribution of races of head smut (*Sporisorium reilianum*) in the northeast and southwest areas of Mexico [J]. Sorghum Newsletter, 1986, 29:86.
- [24] 吴新兰,林志超,田立民.高粱丝黑穗病菌的生理分化[J].植物病理学报,1982,12(1):13-18.
- [25] 徐秀德,赵廷昌.高粱丝黑穗病生理小种鉴定初报[J].辽宁农业科学,1991(1):46-48.
- [26] 徐秀德,卢庆善,潘景芳.中国高粱丝黑穗病生理小种对美国小种鉴定寄主致病力测定[J].辽宁农业科学,1994(4):8-10.
- [27] 宋雅坤,张德顺.辽宁省高粱丝黑穗病的防治[J].植物保护与推广,1995(5):44.
- [28] 吴伟.高粱丝黑穗病的发生与防治[J].农村科技,2007(5):35.