

玉米 C 群不同亚群雄性不育胞质 对小斑病(*Bipolaris maydis*) C 小种侵染的病理反应研究

李大良 陈伟程 罗福和 季良越

(河南农业大学, 郑州 450002)

刘克明 苏海 马春红

(河北省农业科学院)

Study on the Reaction of Different Male-sterile Cytoplasm Subgroups of the C Group Maize to the Infection of *Bipolaris maydis* Race C

Li Daliang

Chen Weicheng Lu Fuhe Ji Liangyue

(Henan seed Co.)

(Henan Agricultural University)

Liu Keming Su Hai Ma Chunhong

(Hebei Academy of Agricultural Sciences)

Abstract: Through study on the four phytopathological indexes with 10 sets of different male-sterile cytoplasm subgroups of the C group maize in same nucleus respectively and 3 cross-hybrids in Cms-C, the result shows: (1) the result of the 3 phytopathological indexes except one index indicates that subgroup C1(Cms-C) of the C group maize (*Zea Mays* L.) was specially susceptible to *Bipolaris maydis* race C. But there are great differences among the different phytopathological indexes and different host nucleus. (2) the infection of race C isn't more serious than race T.

Key words: *Zea Mays* L.; *Bipolaris maydis*; Race C; Male-sterile cytoplasm

摘要 以 10 套同核异质(N.C.Rb.ES)品系及 Cms-C 胞质背景的 3 个杂交种(F₁)为试材,对田间观测的 4 个病理指标的鉴定和分析结果表明:(1)除乳熟期病情指数外,其余 3 个病理指标的结果显示出 C 小种对 C 群 C1 亚群雄性不育胞质具有专化性侵染的特点,但在不同病理指标、不同核型之间所表现的专化性程度却有较大差别,CⅠ、CⅡ亚群胞质无专化侵染现象。(2)C 小种的致病力小于 T 小种。

关键词 玉米 小斑病菌 C 小种 雄性不育胞质

已发表的研究初报中^[1],明确提出 C 小种毒素(HMC)只对 C1 亚群雄性不育胞质产生专化性侵染,而对 CⅠ、CⅡ亚群胞质无专化性侵染现象。但该试验中仅用了少数几套同核异质材料和室内鉴定的少数几个病理指

标,唯一的田间鉴定指标只有一套同核异质

本研究是河南省自然科学基金资助项目。李大良现在河南省种子分公司工作,河北省农业科学院魏建民院长对本研究给予热情指导和大力支持,四川农科院黄宜祥研究员提供了部分试材,特此致谢!

收稿日期 1995-09-11

材料。所以,为了对 C 小种的侵染特性作更全面的试验鉴定和综合评价,进一步设置了本试验。

1 材料和方法

1.1 病原菌的来源与培养

C 小种 523 菌株由河北省农业科学院提供,接种于已消毒的高粱粒培养基上,在无光 $25^{\circ}\text{C} \pm 1$ 的恒温下培养 15 天,尔后用自来水制成孢子悬浮液喷雾接种。田间接种在大喇叭口期进行。

1.2 供试材料及组配方式

选用同核异质材料 292(N、Rb、C)、二南 24(N、C、Rb)、Mo17(N、C、Rb、ES)、T220(N、C、Rb、ES)、黄早 4(N、C、Rb、SE)、448(N、C、ES)、4121(N、C、Rb、ES),其中 292、448、4121 及黄早 4 由四川农科院作物所黄宜祥提供,其余由河南农业大学遗传教研室提供,同时对 Mo17(N、C、Rb、ES) × 凤可 1、二南 24(N、C、Rb) × 广 10、T220(N、C、Rb、ES) × 获 732 三个杂交种进行了接种鉴定。

1.3 田间试验设计和管理

田间接种鉴定试验在郑州河南农业大学实验农场进行。采取平衡随机区组设计,即将自交系、杂交种作为主区,各主区内随机排列,行距 0.67 米,株距 0.27 米,3 次重复,行长 4 米,每行 15 株,两行区,试验田的肥力中

等,地力均匀,4 月 29 日播种,田间管理与一般大田玉米相同。

1.4 性状的调查

在接种后的 20 天及乳熟期分别对试材进行病级和病情指数记载,每小区取中间的 10 株估计病级,然后计算各小区的病情指数^[2]。病级估计按方仲达^[3]所拟七级标准进行。

病斑长度及面积的调查于乳熟期进行,每小区取中间植株的穗位叶及其上一叶的 50 个最大的典型病斑,测定长、宽,并计算病斑面积。

各胞质之间感病级别的多重比较皆采取最小显著差数测验法^[3]。

2 结果分析

2.1 不同胞质材料接种 C 小种在乳熟期的病斑长度及病斑面积的观察

对各不同胞质材料的乳熟期病斑长度、面积进行联合方差分析的结果表明(表 1),各胞质之间的差异达到了极显著水平。多重比较结果(表 2)显示,病斑的长度,C 型的显著地大于 Rb、ES 型的,但 N 型、Rb、ES 型之间并无本质差异,而病斑面积的多重比较结果则有所不同,C 型的病斑面积显著地大于其它三种胞质的,而且正常胞质(N)的病斑面积也极显著地高于 Rb、ES 型的。

表 1 各病理指标联合方差分析

F 值 变异来源	病理指标	根冠细胞 死亡率 (%)	幼叶针刺 病斑长度 (mm)	幼根生长 抑制率 (%)	乳熟期 病斑长度 (mm)	乳熟期 病斑面积 (mm ²)	接种 20 天 病情指数 (%)	乳熟期 病情指数 (%)
胞 质 间		19.7593**	12.6846**	819.83**	31.3800**	26.65**	4.5971*	1.86**
细 胞 核 间		22.5711**	17.3223**	12.3131**	34.23**	28.26**	34.7331**	31.17**
核 × 胞质间		4.7197**	5.9885**	<1**	<1**	<1**	1.36**	<1**

注: * 表示达到 5% 的显著水平, ** 表示达到 1% 的极显著水平, ns 表示无差异。

分别对各套不同胞质材料的病斑长度进行方差分析的结果(表 3),在供试的 10 组基因型材料中,除 T220 一组外,其它各组同核

异质材料在乳熟期的病斑长度上均无显著差异,表现出高度的一致性,对 T220 的 4 种胞质的病斑长度进行多重比较表明,C 型雄性

不育胞质材料的病斑长度显著大于 N、Rb 和 ES 三种胞质,而这三种胞质材料的病斑长度无本质差异。

表 2 各病理指标在各胞质之间的联合多重比较

多重比较结果 胞质类型	病理指标	根冠细胞死亡率 (%)	幼叶针刺病斑长度 (mm)	幼根生长抑制率 (%)	乳熟期病斑长度 (mm)	乳熟期病斑面积 (mm ²)	接种 20 天病情指数 (%)
N		4.04 ^{bc} _B	1.67 ^b _{AB}	7.28 ^b _B	7.51 ^{ab} _{AB}	12.96 ^b _B	32.12 ^{ab} _{AB}
C		13.27 ^a _A	3.451 ^a _A	26.09 ^a _A	9.07 ^a _A	16.25 ^a _A	36.38 ^a _A
Rb		3.52 ^c _B	1.44 ^b _B	7.16 ^b _B	6.98 ^b _{AB}	11.85 ^c _C	28.41 ^b _B
ES		5.15 ^b _B	1.43 ^b _B	7.23 ^b _B	6.23 ^b _B	10.49 ^d _C	27.87 ^b _B

注: N 表示正常胞质, C、Rb、ES 表示分别属于 C 群的 CI、CⅡ、CⅢ三个亚群的 C 型、Rb 型、ES 型雄性不育胞质。
小写字母表示 5% 水平上达到显著差异, 大写字母表示在 1% 水平上达到了极显著差异。

表 3 各同核异质材料的各病理指标的方差分析

F 值 核型名称	病理指标	HMC 毒素处理			C 小种病菌孢子田间接种		
		根冠细胞死亡率 (%)	幼叶针刺病斑长度 (mm)	幼根生长抑制率 (%)	乳熟期病斑长度 (mm)	乳熟期病斑面积 (mm ²)	接种 20 天病情指数 (%)
Mol17		8.9092**	10.5493**	5.7965**	1.4098**	1.220**	2.1392**
T220		149.2776**	5.4570**	6.7408*	8.287**	12.43**	<1**
二南 24		55.9579*	41.87**	75.3694**	<1**	17.8414**	2.2342**
黄早 4		11.6523**	7.9065**	10.5053**	<1**	6.7950*	1.2180**
292		43.5089**	15.9353**	42.9800**	2.962**	4.62**	3.7794**
448		—	—	—	3.478**	4.970**	1.3454**
4121		—	—	—	1.073**	2.880**	2.6670**
海 2~6		6.9689**	5.5452**	13.7458**	—	—	—
Mol17×凤可 1		27.9131**	11.7028**	—	1.857**	3.380**	<1**
T220×获 732		124.0330**	28.8897**	—	<1**	3.4436**	1.348**
二南 24×广 10		23.4142**	21.1504**	—	<1**	92.6517**	4.4398**

对各核背景下不同胞质材料的病斑面积分别进行方差分析的结果(表 3),除 T220、二南 24×广 10、黄早四及二南 24 四个核背景的不同胞质材料对 C 小种抗性反应的差异达到显著或极显著水平外,其余各核背景的不同胞质间并无本质区别。分别对已达显著或极显著水平的各个核背景的不同胞质材料的病斑面积进行多重比较(表 4),可以看出: (1)T220、二南 24×广 10 两套材料中,C

型的病斑面积显著地大于 N 型和供试的其它不育类型;在 T220 背景下,ES、Rb 型的病斑面积小于 N;在二南 24×广 10 背景下,Rb 型的病斑面积也小于 N 型。(2)在二南 24、黄早 4 两个核背景下的表现则不尽一致。C、Rb 较 N、ES 胞质对 C 小种敏感,且 Rb 与 C 型之间无本质区别;在黄早 4 核背景下,C 型胞质的病斑面积显著地大于 Rb、ES 型胞质材料,但与正常胞质材料无本质差别。

表 4 各同核异质材料的各病理指标多重比较结果一览

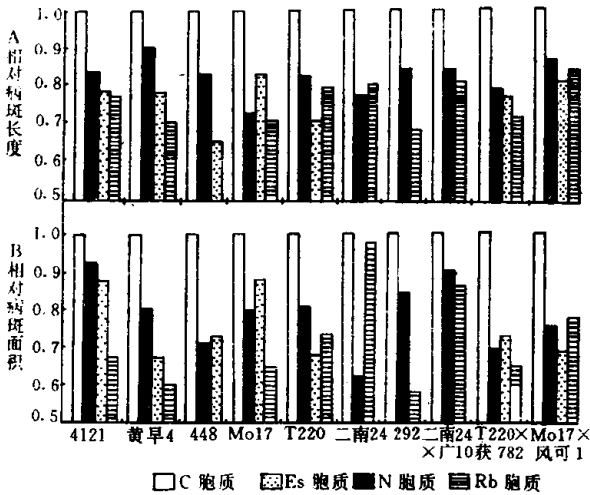
核 背 景	胞 质 类 型	病 理 指 标		乳 熟 期 病斑长度 (mm)	乳 熟 期 病斑面积 (mm ²)	接 种 20 天 病情指数 (%)	乳 熟 期 病情指数 (%)
		指 标	平 均 值				
Mol17		C		9.36	16.24	18.00	55.32
		N		7.19	13.17	12.89	59.11
		Rb		6.58	11.03	12.41	49.78
		ES		7.65	14.24	18.00	70.44
T220		C		7.64 a A	10.01 a A	37.86	81.58
		N		6.24 b B	8.02 b AB	37.33	74.27
		Rb		6.01 b B	7.45 bc B	32.00	76.56
		ES		5.62 b B	6.84 c B	27.78	78.67
二南 24		C		9.40	14.97 a A	40.41	79.11
		N		7.15	9.22 b B	35.35	71.08
		Rb		7.56	14.69 a A	41.16	85.06
		C		7.80	14.05 a A	33.43	85.93
黄早 4		N		6.91	11.19 ab AB	20.00	77.08
		Rb		5.60	8.51 b B	23.33	78.79
		ES		5.92	9.21 b AB	32.04	75.09
		C		14.46	29.66	63.15	97.78
292		N		12.42	26.05	58.99	98.79
		Rb		10.16	17.05	31.94	81.09
		C		8.16	12.59	64.67	97.67
		N		6.67	9.07	62.96	98.67
448		ES		5.55	9.22	49.72	93.33
		C		10.08	18.76	52.86	89.49
		N		8.51	17.16	29.33	83.49
		Rb		7.64	12.53	20.00	81.31
4121		ES		7.86	16.28	27.67	77.02
		C		8.37	17.54	17.37	67.46
		N		7.04	12.69	18.78	67.90
		Rb		7.00	13.54	18.32	65.03
Mol17×凤可 1		ES		6.76	11.93	19.50	66.67
		C		5.53	8.00	18.22	42.22
		N		4.36	5.46	19.81	48.92
		Rb		4.15	5.26	18.44	44.89
T220×获 732		ES		4.24	5.71	17.26	45.30
		C		3.92	20.38 a A	41.33	89.29
		N		8.55	17.58 b B	35.11	88.95
		Rb		8.12	16.67 c B	41.78	90.77

为对上述观察材料作进一步的分析,使之更具可比性和较为直观,分别将同一核背景的 C、N、ES、Rb 胞质材料的病斑长度、病斑面积的观察值,换算成 C 胞质分别与各胞质的相对值,绘成柱形图(附图),从图中可以看出,尽管分别测验时有一些 C 型胞质材料的病斑长度或病斑面积并不显著地高于其它胞质材料,但是,无论何种核背景下,都存在 C 型胞质材料的病斑长度和病斑面积高于其它几种胞质材料的现象。而其余三种胞质材料之间则表现互相交叉,没有显示出特异的抗性差别。由此可以作出如下判断:就乳熟期病斑长度和病斑面积而言,在总体上 C 型比其它三种胞质对 C 小种的侵染最为敏感。

2.2 不同胞质材料接种 C 小种的病情指数分析

对各材料接种 C 小种后 20 天和乳熟期的病情指数分别进行联合方差分析的结果(表 1)表明,C 小种接种 20 天后的病情指数在各胞质之间有显著差异。经多重比较显示(表 2),C 型雄性不育胞质的病情指数极显著地高于 Rb、ES 型,而与 N 胞型材料无明显差异;N、Rb、ES 型三者之间的差异也未达到显著标准。但是,对乳熟期的病情指数进行联合方差分析的结果,胞质之间的方差并没有达到显著水平,表明倘以乳熟期的病情指数来衡量,各胞质材料对 C 小种的抗性水平是基本一致的。

进一步对各核背景不同胞质材料接种 C 小种后 20 天的病情指数分别进行方差分析的结果(表 3)表明,供试的 9 组同一核背景不同胞质品系在接种 20 天后的病情指数的



附图 相同核背景下各胞质材料的
相对病斑长度及面积

差异均未达到显著水平。这说明,在同一核背景下,C、Rb、ES三种不育胞质类型与N胞质材料接种C小种20天后的病情指数表现相同或相近,而无本质区别。

综合上述结果说明,在C小种田间接种的4个病理指标中,各同核质异材料对C小种的致病反应,因病理指标和核背景不同而出现较大差异。

3 讨论

从C小种病菌孢子和HMC毒素对C群的3个亚群不育胞质的侵染表现看来,C小种的致病力和专化侵染范围显著小于T小种。主要表现在:1. C小种仅对C群中的CI亚群不育胞质在若干病理指标上表现出专化性侵染的特点,对CⅡ、CⅢ亚群不育胞质并不产生专化性侵染。而T小种对T群中的各种胞质类型毫无例外地产生专化性侵染。根据C小种的专化侵染范围局限于CI亚群不育胞质这一特点,在前报^[1]中曾建议将C-523菌株的名称“C小种”改为“CI小种”。2. 以CI小种病菌孢子进行接种的结果,并不像

T小种那样,在各种病理指标上都明显地表现出专化性侵染的特点。从我们的研究中所采用的几个病理指标看来,HMC毒素接种的几个病理指标最能反映出专化性侵染的特征。在田间接种CI小种病菌孢子的4个病理指标中,有3个指标即乳熟期的病斑长度、病斑面积和接种20天后的病情指数在总体趋势上和个别同核异质材料中表现出专化性侵染现象,但据乳熟期的病情指数则难以作出判断。根据前人的研究结果,在田间接种T小种病菌孢子,在所测定的生理、生化、病理等指标中,无一不显示出对T型胞质专化性侵染的典型特点^[4,5,6,7,8,9]。3. CI小种对Cms-C胞质的侵染受核基因影响的程度似乎大于T小种。虽然大量的研究结果也表明T小种的专化性侵染由胞质所决定,而侵染的程度受到寄主核基因的影响^[8,9,10,11]。但是,T小种对T型胞质专化性侵染的特点在不同核背景下都得到较充分的显现,而C小种的侵染反应则有所不同。如本研究的供试材料虽然在接种HMC毒素后,在CI型胞质背景上显示出专化性侵染的特征,但在接种CI小种病原菌孢子时,则大多数基因型的同核异质材料的乳熟期的病斑长度、病斑面积及病情指数的差异均未达到差异显著水平,其原因可能与CI小种病原菌孢子的致病力较弱有关。由此还得到启示:在今后进行雄性不育胞质的抗病机理研究中,如果仅仅局限于病菌孢子在少数几个材料上进行接种鉴定,且采用的病理指标较少,在病菌的致病力较低的情况下,将难以作出正确、全面的判断。

参考文献

- [1] 刘克明,玉米C群不同亚群雄性不育胞质对玉米小斑病菌C小种的侵染反应,中国农业科学,1991,24(4), 58-60
- [2] 方仲达编,1977,植病研究方法,农业出版社
- [3] 莫惠猷,1984,农业试验统计,上海科学出版社
- [4] Arntzen, C. J. D. E. Koepe, R. J. miller and J. H. Peverly, 1973. The effect of pathotoxin from *Helminthosporium maydis crase* on energy-linked processes of corn

- seedling. Plant Pathol. 3;79—89
- [5] Miller. R. J and D. E. Koeppel, 1971. Southern leaf blight; Susceptible and resistant mitochondria. Science. 173;67—69
- [6] J. R. Laughnan and S. J. Gabay. 1973. Reaction of germination maize pollen to *Helminthosporium maydis* pathotoxins. Crop science. 13;681—684
- [7] Hallon J. M. comstock, J. C. Martinson. C. A. , 1973. Leakage from corn tissue induced by *maydis* race T toxin. Phytopathology. 63(5);640—642
- [8] S. M. Lim 1975. Diallel analysis for reaction of eight corn inbreds to *Helminthosporium maydis* race T. Phytopathology. 65;10—15
- [9] Ivor G. Caunter and V. E. Graden 1979. A comparative analysis of nuclear-determined resistance to *Helminthosporium maydis* race T and O in maize. Crop sci. 19;333—336
- [10] Johnson G. R. 1976. Analysis of nuclear genetic resistance in maize to race T of southern corn leaf blight. Crop Sci. 16;340—343
- [11] S. M. Lim. 1974. Reaction in corn inbreds and Hybrids to *Helminthosporium maydis* race T. Plant Dis. Reprtr. 58(9);811—813
- [12] Forde, B. G. et al. , 1979. Nuclear and cytoplasmic genes controlling synthesis of the variant mitochondrial polypeptides in male-sterile maize. P. N. A. S. USA 77 (1);416
- [13] G. A. Payne and O. C. Yoder. 1978. Effect of the nuclear genome of corn on sensitivity to *Helminthosporium maydis* race T-toxin and on susceptibility to H. *maydis* race T. Physiology and Biochemistry. 68;331—337
- [14] 崔洋, 玉米小斑病菌 (*Bipolaris maydis*) C 小种毒素的分离、纯化及植物病理反应, 植物病理学报, 1990, No. 4
- [15] Carre R. Ireland and Gary A. Strobel. 1977. Assay for H. *maydis* toxin-binding activity in plants. plant physiology. 60(1);26—29