

杂交稻野败胞质对稻瘟病菌、白 叶枯病菌感病性的研究

杨仁崔 卢浩然 张学博 夏怡厚
李维明 梁康逢 王乃元 陈青华

(福建农学院)

提 要

选用3个水稻野败胞质不育系及相应的保持系,3个恢复系及它们相应的野败胞质代换系,这些不育系、保持系同恢复系配组的18个 F_1 ,分别在秧苗期接种属我国7个稻瘟病生理小种群的21个菌株;在成株期接种15个白叶枯病菌株。结果表明,野败胞质较之正常胞质表现对这两种病菌感病稍轻;这种差异在多数保持系的基因型背景下达到显著水准,而在恢复系或育性完全恢复的 F_1 基因型背景下,差异不显著。

对杂交稻育种中胞质多样化的重要性亦作了讨论。

关键词 胞质遗传,雄性不育胞质,稻瘟病菌,白叶枯病菌,杂交水稻,胞质多样性

玉米小叶斑病菌(*Helminthosporium maydis*)T小种对T型胞质杂交玉米的专化性感染曾使美国的杂交玉米生产在70年代初遭受过毁灭性的打击^[10];这一深刻教训使得有远见的遗传育种家们致力于作物胞质感病性的研究,并极力主张避免推广品种的胞质单一化^{[7][6]}。目前,我国杂交稻“野败”胞质的单一化现状已为国内外学者所关注。然而,有关水稻胞质对稻瘟病菌、白叶枯病菌感病性的报道,所知无几。万文举^[1]、盛孝邦^[3]和广西农科院水稻杂优组^[4]曾有过报道,他们以混合菌株或单一菌株的接种试验结果都认为,野败胞质同正常胞质比较,不存在对稻瘟病、白叶枯病感病性的差异。郑金贵^[5]的研究指出,胞质对这两种病害的感染有明显效应,且这种胞质效应还受核因素影响。

本研究以我国现已鉴别的主要稻瘟病菌生理小种群和白叶枯病菌群为基准,选取其中若干代表菌株,分别进行苗叶瘟接种和稻成株期白叶枯病接种,探讨胞质,包括野败胞质和正常胞质,对稻瘟病菌和白叶枯病菌的感病性反应。

材 料 和 方 法

对稻瘟病菌感病性的研究,选用以下材料:3个野败胞质不育系 $V_{41}A$ 、 $V_{20}A$ 和珍汕97A以及它们相应的保持系;3个正常胞质恢复系 IR_{30} 、 IR_{24} 、印尼矮禾水田谷和它们相应的野败胞质代换系(以野败不育系 $V_{41}A$ 作胞质供体,恢复系作核供体,连续核置换回交10~14代);这些不育系、保持系同3个正常胞质恢复系组配的18个杂种 F_1 。

杨平、许文耀、林成辉老师参加部分工作,谨此致谢。

本文1988年1月收到,1989年1月终审完毕

试验于1985、1986两年进行。育秧盘育秧。1985年4月18日播种,5月6、7日于秧苗 3.8 ± 0.1 叶龄期,以属我国ZA、ZB、ZC、ZD、ZE、ZF和ZG7个稻瘟病菌小种群的20个代表菌株接种。1986年4月27日播种,5月14、15日于秧苗 3.7 ± 0.2 叶龄期以ZB群(华南优势小种)的6个菌株接种。

再裂区设计,菌株、核基因型、细胞质分别为主区、副区、副副区处理。每小区10苗,重复3次。

各区组用相同菌液浓度(每 $100 \times$ 视野30个左右孢子)、相同的菌液量喷雾。秧苗置于接种箱保湿24小时后移入室外喷雾保湿培养圃。接种后第10天进行发病观察记载。

以0—9级的评级标准(表1)逐株记载苗叶瘟,计算各区的病情指数⁽¹²⁾,作为该区的观察值进行统计分析。病情指数值作 $\sin^{-1} \sqrt{x}$ 转换。

表1 苗叶瘟分级标准
Table 1 Standard evaluation scales for seedling leaf blast

| 级 别* Scales | 标准描述 Description |
|----------------|--|
| 0 | 无任何病斑。 Lesion free. |
| 1 | 针头状褐点。 Small brown specks of pinhead size. |
| 2 | 稍大褐点。 Larger brown specks. |
| 3 | 病斑近圆形或稍长,中央灰色边缘褐色,直径约1—2毫米。 Roundish, to slightly elongated, necrotic gray spots, 1—2mm. in diameter with a brown margin. |
| 4 | 典型病斑 每株病斑数1—2个 A typical blast lesion, 1—2 lesions each plant. |
| 5 | " 每株病斑数3—5个 3—5 " (英文同上) |
| 6 | " 每株病斑数6—10个。 6—10 " |
| 7 | " 每株病斑数11—20个。 11—20 " |
| 8 | " 每株21个病斑数以上。 More than 21 " |
| 9 | " 叶大部分或全部枯死。 Most of the leaf area infected or all leaves dead. |

* 无苗叶瘟,只发生叶节瘟,记作4级

Leaf blast free, but leaf collar infected, scores of 4

注: 病情指数 = $\frac{\text{各株发病级数之和}}{\text{观察株数} \times 9} \times 100$

结果和分析

一、不同细胞质、核基因型对稻瘟病菌感病性的方差分析。

表2 不同细胞质、核基因型对稻瘟病菌感病性的方差分析
Table 2 Analysis of variance on susceptibility of *P. oryzae* with regard to cytoplasm and genotypes

| 变异来源 Variation sources | 1985 | | | 1986 | | |
|---------------------------|------|---------|----------|------|---------|---------|
| | D. F | MS | F | D.F | MS | F |
| 区组 Block | 2 | 260.65 | 3.04 | 2 | 437.07 | <1 |
| 菌株 Pathogen (P) | 19 | 1887.20 | 21.99** | 5 | 8834.92 | 9.78** |
| 主区误差 Error | 38 | 85.84 | | 10 | 903.40 | |
| 核基因型 Genotype (G) | 4 | 4452.76 | 128.77** | 11 | 1685.61 | 32.05** |
| P×G | 76 | 348.14 | 10.07** | 55 | 139.91 | 2.66** |
| 副区误差 Error | 160 | 34.58 | | 132 | 52.60 | |
| 细胞质 Cytoplasm(C) | 1 | 410.46 | 21.07* | 1 | 133.44 | 7.69** |
| C×P | 19 | 22.69 | 1.16 | 5 | 22.82 | 1.32 |
| C×G | 4 | 177.20 | 9.09** | 11 | 33.01 | 1.90* |
| C×P×G | 76 | 24.29 | 1.25 | 55 | 17.04 | <1 |
| 副副区误差 Error | 200 | 19.48 | | 144 | 17.35 | |

*, ** : 分别为5%、1%显著水准。

Significant at 5%, 1%, respectively.

表2的数据表明, 两年的方差分析结果基本一致。菌株、核基因型、细胞质三因素的主效应以及菌株×核基因型的互作效应都达到极显著水准; 细胞质×核基因型的互作在1985年和1986年的分析中也分别达到极显著、显著水准。引人注目的是, 本研究所要探索的细胞质效应, 方差分析显著, 说明不同细胞质, 即野败细胞质同正常细胞质, 对各稻瘟病菌株的感病性反应有显著差异; 同时, 由于细胞质×核基因型的互作显著, 说明细胞质对稻瘟病菌的感病性还受核基因型的制约。

二、不同细胞质对各稻瘟病菌株的感病性差异

两类不同细胞质在供试的各种核基因型背景下对各稻瘟病菌试验菌株反应的平均病情指数

列于表 3。两年的结果都表明, 正常胞质比野败胞质病指稍高。这种差异达极显著水准(表 2); 而且, 对个别菌株而言, 除了 78191b 菌株外, 胞质这种感病性反应的差异对各菌株都表现方向一致。因此, 可以认为, 野败胞质对稻瘟病菌的绝大多数菌株表现出较迟钝的敏感性。

三、不同核基因型背景下胞质对稻瘟病菌的感病性差异

由于胞质与核基因型互作显著, 尽管这种互作显著水平在 1986 年的资料分析中不高, 但还是可以说明在不同核基因型背景下, 不同胞质对稻瘟病菌的感病性反应是不同的。表 4 数据表明, 野败胞质对稻瘟病菌的较迟钝的敏感性反应仅在 V_{20} 和 V_{41} 的核基因型背景下达到极显著水准。在其它核基因型背景下, 包括在各恢复系和杂种的核基因型背景下, 出现不同方向的差异, 但都达不到显著水准。

表 3 野败胞质同正常胞质对各稻瘟病菌株感病性的差异

Table 3 Susceptibility of *cms*-WA and *cmf*-normal cytoplasm to various pathogen of *P. oryzae*

| 菌株 Pathogen | 平均病情指数 Average of disease indexes | | | | | |
|----------------|--------------------------------------|------|-------|------|------|------|
| | W | N | W-N | W | N | W-N |
| | 1985 | | | 1986 | | |
| 81090 a | 23.5 | 26.7 | -3.2 | | | |
| 81044 a | 41.5 | 47.4 | -5.9 | | | |
| 81026 a | 24.6 | 25.3 | -0.7 | | | |
| 81274 a | 25.9 | 26.1 | -0.2 | | | |
| 81123 a | 42.0 | 42.1 | -0.1 | 69.7 | 72.7 | -3.0 |
| 81043 b | 45.1 | 46.4 | -1.3 | 62.5 | 63.5 | -1.0 |
| 78191 b | 34.7 | 32.6 | +2.1 | 81.8 | 81.7 | +0.1 |
| 78425 b | 33.7 | 34.2 | -0.5 | | | |
| 81014 b | 42.9 | 46.5 | -3.6 | | | |
| 81221 b | 25.8 | 27.5 | -1.7 | 26.1 | 30.7 | -4.6 |
| 81248 b | | | | 51.8 | 53.7 | -1.9 |
| 78038 b | 23.1 | 26.7 | -3.6 | | | |
| 81278 b | 28.6 | 29.9 | -1.3 | 54.4 | 54.8 | -0.4 |
| 81207 c | 43.2 | 44.2 | -1.0 | | | |
| 78377 c | 51.9 | 55.4 | -3.5 | | | |
| 81133 c | 50.4 | 51.2 | -0.8 | | | |
| 78023 c | 60.6 | 71.3 | -10.7 | | | |
| 78373 d | 20.5 | 21.3 | -0.8 | | | |
| 78432 e | 19.8 | 25.9 | -6.1 | | | |
| 78044 f | 28.5 | 37.1 | -8.6 | | | |
| 991 g | 15.2 | 17.3 | -2.1 | | | |
| \bar{x} | 34.1 | 36.8 | -2.7 | 57.7 | 59.5 | -1.8 |

a, b, c, d, e, f, g. 分别为稻瘟病菌 7 群的代表性菌株; belong to seven representative races of *P. oryzae*, respectively;

W: 野败胞质 *cms*-WA cytoplasm;

N: 正常胞质 *cmf*-normal cytoplasm.

表4 不同基因型背景下细胞质对稻瘟病菌的感病性

Table 4 Susceptibility of cytoplasm to *P. oryzae* under various genotypic backgrounds

| 基因型 Genotype | 平均病情指数 Average of disease indexes | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|------|--------|------|------|--------|
| | W | N | W-N | W | N | W-N |
| | 1985 | | | 1986 | | |
| V ₄₁ | | | | 59.1 | 65.1 | -6.0** |
| V ₂₀ | 34.4 | 44.2 | -9.8** | 55.5 | 65.2 | -9.7** |
| 珍汕97 | 30.3 | 29.4 | 0.9 | 57.5 | 57.4 | 0.1 |
| IR ₃₀ | 41.1 | 44.0 | -2.9 | | | |
| IR ₂₄ | 43.5 | 44.4 | -0.9 | | | |
| 印尼矮禾 | 19.7 | 21.3 | -1.6 | | | |
| V ₄₁ /IR ₃₀ | | | | 69.6 | 67.5 | 2.1 |
| V ₂₀ /IR ₃₀ | | | | 65.4 | 65.3 | 0.1 |
| 珍汕97/IR ₃₀ | | | | 65.6 | 65.9 | -0.3 |
| V ₄₁ /IR ₂₄ | | | | 71.1 | 73.3 | -2.2 |
| V ₂₀ /IR ₂₄ | | | | 70.5 | 69.0 | 1.5 |
| 珍汕97/IR ₂₄ | | | | 61.6 | 63.0 | -1.4 |
| V ₄₁ /印尼矮禾 | | | | 41.6 | 42.7 | -1.1 |
| V ₂₀ /印尼矮禾 | | | | 38.9 | 38.0 | 0.9 |
| 珍汕97/印尼矮禾 | | | | 38.3 | 35.4 | 2.9 |

** : 1% 显著水准 significant at 1% level;

W: 野败胞质 *cms*-WA cytoplasm;

N: 正常胞质 *cnf*-normal cytoplasm.

表5 不同胞质的代换系对白叶枯病菌感病性的方差分析

Table 5 Analysis of variance on susceptibility of substituted lines to bacterial blight

| 变异来源 Variation sources | D. F. | MS | F |
|------------------------------|-------|---------|----------|
| 区组 Block | 2 | 17.20 | 3.14 |
| 菌株 Isolate (I) | 14 | 459.04 | 83.78** |
| 主区误差 Error | 28 | 5.48 | |
| 代换系 Substituted lines (L) | 9 | 2170.73 | 632.50** |
| I × L | 126 | 21.87 | 6.37** |
| 副区误差 Error | 270 | 3.43 | |

** : 1% 显著水准 significant at 1% level.

表 6 不同胞质的代换系对白叶枯病菌的感病性差异

Table 6 Susceptibility of substituted lines to *Bacterial blight*

| 基因型 Genotype | 细胞质 Cytoplasm | 平均病斑长度(cm) Average of lesion length |
|------------------|------------------|--|
| 珍汕97 | N | 24.36 A |
| | W | 22.21 B |
| V ₂₀ | N | 22.21 B |
| | W | 20.40 C |
| IR ₂₄ | N | 14.79 D |
| | W | 14.22 D |
| 印尼矮禾水田谷 | N | 4.79 E |
| | W | 4.56 E |
| IR ₃₀ | N | 3.10 F |
| | W | 3.32 F |

W: 野败胞质 *cms*-WA cytoplasmN: 正常胞质 *cnf* - normal cytoplasm

表 7. 不同细胞质对白叶枯病菌感病性的差异 (cm)

Table 7 Susceptibility of cytoplasm to isolates of *X. campestris pu. oryzae*

| 菌系群 Races | 菌株代号 No. of isolates | 珍汕 97 ZhenShan 97 | | | V ₂₀ | | |
|--------------|----------------------------|----------------------|------|--------|-----------------|------|--------|
| | | W | N | W-N | W | N | W-N |
| III | 83476-2 | 26.9 | 29.4 | -2.5** | 26.5 | 28.8 | -2.3** |
| IV | 79113-4 | 27.1 | 28.5 | -1.4 | 25.8 | 26.7 | -0.9 |
| III | 83500-1 | 26.0 | 28.2 | -2.2* | 28.7 | 27.8 | 1.0 |
| IV | 83505-1 | 25.6 | 28.1 | -2.5** | 26.6 | 27.3 | -0.7 |
| III | 82409-3 | 25.1 | 27.0 | -1.9* | 21.2 | 24.0 | -2.8** |
| III | 83498-1 | 23.1 | 26.8 | -3.7** | 22.9 | 25.0 | -2.1* |
| IV | 82443-1 | 22.8 | 26.2 | -3.4** | 24.6 | 25.1 | -0.5 |
| III | 82400-1 | 23.5 | 27.3 | -3.8** | 21.6 | 23.1 | -1.5 |
| IV | 80153-1 | 25.3 | 26.5 | -1.2 | 23.1 | 22.9 | 0.2 |
| III | 83470-2 | 23.0 | 24.4 | -1.4 | 20.8 | 21.7 | -0.9 |
| II | 81267-1 | 23.5 | 27.1 | -3.6** | 21.0 | 22.9 | -1.9** |
| III | 83485-3 | 23.4 | 23.4 | 0.0 | 23.8 | 22.6 | 1.2 |
| III | 79048-1 | 21.5 | 24.7 | -3.2** | 16.1 | 17.9 | -1.8* |
| I | 81259-7 | 9.0 | 9.7 | -0.7 | 9.9 | 10.7 | -0.8 |
| I | 81317-3 | 7.3 | 8.1 | -0.8 | 7.5 | 7.6 | -0.1 |

*, **: 分别为5%、1% 显著水准 Significant at 5%, 1% level, respectively.

W: 野败胞质 *cms*-WA cytoplasm. N: 正常胞质 *cnf* - normal cytoplasm.

四、不同细胞质的同核代换系对白叶枯病菌感病性的差异

表5数据表明,菌株、代换系(保持系、恢复系和它们相应的不育系、野败胞质恢复系),以及菌株×代换系,都在方差分析中达极显著水准。这除了说明所采用的白叶枯病菌株在毒力上有差异外,还说明不同不育系、恢复系之间,包括它们的不同胞质代换系之间,表现显著的抗病性反应差异。表6资料进一步证明,大多数核基因型背景下的正常胞质代换系都表现比野败胞质代换系感病稍重,并且,这种差异在珍汕97、V₂₀两个不育系的核基因型背景下达到极显著水准。似乎可以说明,同正常胞质比较,野败不育胞质对白叶枯病菌表现较迟钝的敏感性;其结果同上述分析的胞质对稻瘟病菌反应的趋势一致。

分析V₂₀、珍汕97不同胞质代换系的数据,进一步表明了不同胞质对白叶枯病菌感病性反应的这种差异(表7)。对于毒力不同的大部分供试的白叶枯病菌,珍汕97B和V₂₀B都表现比它们相应的不育系感病稍重;其中,珍汕97B对各菌株的反应,除了83485-3菌株,都表现一致的方向,且有9个菌株的反应达到显著或极显著水准。

讨 论

Rath和Padmanabhan^[8]曾报道过水稻对两个稻瘟病小种表现出苗叶瘟反应的差异。他们以F₂测验来检测正反交组合F₂分离群体感病性的差异。在69个F₂测验中,其中14个达极显著差异水准,6个达显著差异水准;因而,他们把这种差异解释为胞质效应。东正昭等^[9]在一项正常可育稻品种的全互交试验分析中,认为就穗颈瘟而言,不存在胞质效应的差异。广西农科院水稻杂优组以我国杂交稻为研究材料,在田间分别用稻瘟病菌的混合菌种以及一个白叶枯菌株接种带有野败胞质的杂种F₁和带有正常胞质的杂种F₁,结果也认为,不同胞质之间并不存在对穗颈瘟和白叶枯病反应的差异。应该指出,东正昭和广西农科院水稻杂优组的研究材料中,不含有不育胞质或虽含有不育胞质,但没有不育系,因此,不能与本研究的结果相互比较。本研究的结果同万文举、盛孝邦的研究结论不一致,除了取材不同外,研究方法及记载标准不同可能是导致研究结论不一致的原因。在他们的研究中,采用R、MR和S三级记载分级标准,而本文采用病情指数。

许多研究表明,胞质对病原物感病性的效应受核基因型、环境、病原物、以及诸因素互作的明显影响;因此,开展这方面的研究,可靠的试验材料以及严密的试验设计尤为重要。正反交是检测胞质遗传效应的基本的、有效的手段,但它有时未能排除母本影响的差异,而有可能掩盖真正的胞质效应。本研究不采用正反交的材料,而是取材于保持系、恢复系的不同胞质代换系,以及不同胞质背景下的代换系杂种;在试验设计上采用裂区法,并把胞质这一最主要的待测因素划入副副区处理,以此来提高试验的准确度,又可检测出各因素之间的互作关系。

本研究的结果表明,胞质因素在对稻瘟病和白叶枯病菌感病性上,在所涉及的21个菌株和15个菌株中,虽然无一表现对胞质的专化性感染,但却表现一定差异。尽管差异程度相当小,但方向基本一致,而且有些差异达到极显著水准,令人信服地说明,野败胞质对稻瘟病菌、白叶枯病菌表现较迟钝的反应,即感病较轻。但也应当指出,胞质效应因基因型不同而异。在本研究中,胞质对两种病菌所表现的差异在若干不育系的核基因型背景下

才达到极显著水准,而在恢复系核基因型背景或在育性恢复的杂种一代核基因型背景下方向不一,也达不到极显著水准。因此,似乎可以认为,带有野败胞质的代换系所表现对稻瘟病菌、白叶枯病菌的非专化性的、略为迟钝的反应与野败细胞质所引起的不育特性有关系;随着育性的恢复,这种对病菌反应的差异程度可能减弱或消失。

检测细胞质对病虫害可能出现的专化性感染是一引人关注的问题。尽管在本试验所测试的菌株中无一表现菌株对不同细胞质的专化性感染,而且同野败细胞质对农艺性状的负效应相反⁽²⁾,在本研究中出现野败细胞质对病菌反应的“正⁻效应”,即表现感病稍轻。然而,细胞质同病虫害关系的研究仍不可忽略。历史的教训是深刻的,避免水稻细胞质、特别是应用不育胞质的杂交稻的细胞质单一化,是当今育种和生产所必须重视的问题。此外,由于这种细胞质效应还因不同核基因型而异,因此,生产应用上杂交组合核基因型的多样性,也将有助于防止对胞质专化性感染的病菌小种的出现及流行。

参 考 文 献

- [1] 万文举, 1979, 遗传, (3), 19—21.
- [2] 杨仁崔、刘抗美、卢浩然, 1980, 福建农学院学报, 9(2), 14—20.
- [3] 盛孝邦, 1981, 华中农学院学报, 1(3), 1—13.
- [4] 广西农科院水稻杂优组, 1982, 中国农业科学, (4), 7—12.
- [5] 郑金贵、卢浩然, 1983, 中国遗传学会第二次代表大会暨学术讨论会论文摘要汇编, 226.
- [6] Hargrove, Thomas, R and Coffman, W. R. et al., 1980, Crop Sci., 20(6), 721—727.
- [7] Hooker, A. L., 1974, Review of phytopathology, 167—179.
- [8] Rath, G. C., et al., 1972, Current Science, 41(9), 338—339.
- [9] Tadaaki Higashi et al., 1983, Japan J. Breed, 33(1), 62—68.
- [10] Ullstrup, A. J., 1972, Ann. Bov. phytopathal. (10), 37—50.

**A Study on *cms*-WA Cytoplasmic Susceptibility of Rice
to *Pyricularia oryzae* and *Xanthomonas*
campestris pv. *oryzae***

Yang Rencui, Lu Haoran, Zhang Xuebo, Xia Yihou,
Li Weiming, Liang Kangjing, Wang Naiyuan and
Chen Qinghua

(Fujian Agricultural College, Fuzhou)

Abstract

The effect of *cms*-WA cytoplasm on the expression of leaf blast and bacterial blight was studied. 21 isolates, belonging to seven representative races of *P. oryzae* in China and 15 isolates of *X. campestris* pv. *oryzae* were used to inoculate the following hybrid rice systems: 3 *cms*-WA male-sterile lines (A-line) and their corresponding maintainer lines (B-line), 3 restorer lines (R-line) and their corresponding versions in *cms*-WA cytoplasm as well as 18 hybrids with both normal and *cms*-WA cytoplasm. It was revealed that *cms*-WA cytoplasm appeared less susceptible to both diseases than *cmf* cytoplasm and shown that the differences in susceptibility to both diseases attained highly significant levels only in some of the A-lines and B-lines. No cytoplasmic effects appeared in other nuclear cases, including R-lines and hybrids with completely restored fertility.

The importance of cytoplasmic and genetic diversity in hybrid rice breeding was also discussed.

Key words Cytoplasmic inheritance, Male-sterile cytoplasm, *P. oryzae*, *X. campestris* pv. *oryzae*, Hybrid rice, Cytoplasmic diversity