



水稻的抗病 和抗虫育种

国际水稻研究所G·S·库什 著

江苏省农业科学院科技情报研究室 译



DAO DI KANG BING HE KANG CHONG YU ZHONG

水稻的抗病和抗虫育种

国际水稻研究所 G. S. 库什著

江苏省农业科学院科技情报研究室译

江苏科学技术出版社

水稻的抗病和抗虫育种

国际水稻研究所 G. S. 库什著
江苏省农业科学院科技情报研究室译

*

江苏科学技术出版社出版
江苏省新华书店发行
常州人民印刷厂印刷

1979年10月第1版
1979年10月第1次印刷
印数：1—12,500册

书号：16196·012 定价：0.24元

内 容 简 介

G. S. 库什是国际水稻研究所的育种专家。本书以近期有关研究报告为重点，综述了水稻抗病和抗虫育种工作的进展，内容主要包括：病菌和害虫的特性、分布、遗传变异、宿主的抗性、抗性的遗传与抗性育种。书中所论述的水稻病害和虫害在我国也很重要，对水稻的抗性育种工作有重要的参考价值。

作者：G. S. Khush

译者：Gurdev S. Khush

Disease and Insect Resistance in Rice.

In N. C. Brady (ed.)

Advances in Agronomy 29: 265-341, 1977

Academic Press, Inc., New York

译 者 的 话

农作物的抗性育种，是目前国内外育种工作的重要研究课题。为了进一步了解国外水稻抗性育种情况，我们组织翻译了国际水稻研究所 G. S. 库什发表于美国出版的《农艺学进展》第29卷上的论文《水稻的抗病和抗虫育种》，以供从事水稻育种和植物保护的科学研究和教学工作者参考。

文中提到的许多水稻品种，有的作了翻译；有的由于中文译名尚未统一，故保留原文，未作翻译，以便查考。

本书翻译工作以崔继林同志为主，姜诚贯、过崇俭、肖庆璞、张先进、万正源等同志参加了校订工作。

由于水平所限，书中不妥和错误之处欢迎读者批评指正。

1979年8月

目 录

| | |
|--------------|----|
| I. 序 言 | 1 |
| I. 抗病育种 | 3 |
| I.1 真菌病 | 3 |
| I.1.1 稻瘟病 | 3 |
| I.1.2 纹枯病 | 16 |
| I.1.3 胡麻叶斑病 | 18 |
| I.1.4 紫秆病 | 20 |
| I.2 细菌病害 | 21 |
| I.2.1 白叶枯病 | 21 |
| I.2.2 细菌性条斑病 | 31 |
| I.3 病毒病 | 32 |
| I.3.1 东格罗病 | 33 |
| I.3.2 草丛矮缩病 | 42 |
| I.3.3 条纹叶枯病 | 45 |
| I.3.4 普通矮缩病 | 49 |
| I.3.5 白叶病 | 50 |
| II. 抗虫育种 | 53 |
| II.1 稻 螟 | 53 |
| II.1.1 二化螟 | 53 |
| II.1.2 三化螟 | 59 |
| II.2 飞 虱 | 60 |

| | |
|----------------------|----|
| I.2.1 褐飞虱..... | 60 |
| I.2.2 白背飞虱..... | 70 |
| I.2.3 稻飞虱..... | 70 |
| I.2.4 灰飞虱..... | 72 |
| I.3 叶蝉..... | 72 |
| I.3.1 二点黑尾叶蝉..... | 73 |
| I.3.2 黑尾叶蝉..... | 76 |
| I.4 稻瘿蚊..... | 76 |
| IV. 选育多抗性品种..... | 82 |
| IV.1 育种方法与步骤..... | 84 |
| IV.1.1 亲本选择..... | 84 |
| IV.1.2 杂交计划..... | 86 |
| IV.1.3 分离群体的处理..... | 87 |
| IV.1.4 筛选分离中的群体..... | 88 |
| IV.2 国际合作..... | 89 |
| V. 抗性的稳定性..... | 92 |
| V.1 垂直抗性..... | 93 |
| V.2 水平抗性..... | 96 |
| VI. 结 论..... | 98 |
| 参 考 文 献..... | 99 |

I. 序 言

近十年来，水稻的品种组成和栽培技术发生了重要的变化。全世界一亿三千万公顷的水稻面积约有百分之二十五种了高产品种。这些品种具有早熟、对光周期不敏感、矮秆、多蘖和深绿色挺立叶等特点。约有100个具有改良株型的品种取代了几百个传统的高秆品种。这样就削弱了水稻的遗传变异。

引进了改良株型的品种之后，农民们开始采用较好的水浆管理、较好的防除杂草、重肥、密植等栽培措施。灌溉设施的发展以及早熟、光周期不敏感品种的问世，使亚洲热带地区的农民能够在大面积上一年中连续地种植水稻。遗传变异的减少，栽培技术的改进，连作的实施，这些增产因素加重了水稻遗传上的弱点。近年来在有些国家里水稻病虫害严重暴发。热带水稻病害的化学防治还很少研究。但在热带的气候条件下，害虫发生的世代交错，发生时期长，虫口密度高，虽然鉴定了几种杀虫剂，但防治费用十分昂贵。热带地区的社会条件和经济条件给水稻病虫害的化学防治带来了另一些困难。

近年来日益着重于通过宿主的抗性以防治病虫害的研究。所有国际的、国家的水稻育种计划都把主要力量投入抗性育种，即把水稻对主要病虫害的遗传抗性导入育种材料之中。全世界的水稻产区有很多植物病理学家、昆虫学家和育种家致力于这项工作，因此，现在已经有了能抗几种病虫害的多抗性改良品种供生产者应用。这些品种和正在选育中的其

他材料将对世界粮食增产起决定性的作用。

这篇文章综述了水稻抗病虫育种的进展，内容包括：稻病和害虫的特性、分布、遗传变异、宿主的抗性、抗性的遗传和抗性育种，以近期的研究工作为重点，也包括了各个专题过去的文献综述。

II. 抗 病 育 种

水稻的许多病害是由真菌、细菌、病毒和线虫引起的，世界各不同产稻区已有记载。有些病普遍发生，有些具有地域的和国际范围的重要性，有些只发生于局部地区。有些病害达到流行的程度，造成严重损失，有些病只造成微不足道的损失。本文中所论述的只限于具有国际重要性并造成显著损失的病害。本文中未加论述的病害可参考欧(1972)的著作。

II.1 真 菌 病

大多数的稻病是由真菌引起的。欧(1972)论述的60种水稻病害中有37种是真菌病。真菌病危害叶片、茎、根、叶鞘、花序和籽粒。有的只危害一种器官。这里就具有经济重要性的四种主要真菌病加以综述。

I.1.1 稻 瘟 病

稻瘟病发生于全世界水稻产区。它是最重要的水稻病害，造成严重减产，有时颗粒无收。病菌侵害叶片、茎节、穗和其余的地上部分。根据危害部位的不同，称为叶稻瘟、节稻瘟、穗稻瘟、颈稻瘟。

(1) 致病的变异 稻瘟病由一种变异很大的病菌 *Pyricularia Oryzae* 所致。Sasaki (1922, 1923) 首先报道了这种病菌不同菌系致病力的差异。他看到能抗某一菌系的水稻品种，可为另一菌系严重致病。日本关于稻瘟病菌致病力

变异的大量研究始于1950年，那时，有些具有抗性的水稻品种如双叶忽然变为感病。1960年前后，选定了12个鉴别品种，并鉴定了13个致病小种(Goto, 1965)。Latterell等(1954)报道了美国的致病小种，加上亚洲和拉丁美洲的菌株，鉴定出了15个小种(Latterell等, 1960)。印度(Padmana bhan, 1965)、中国台湾(Chiu等, 1965)、朝鲜(Ahn等, 1962; Lee等, 1966)、哥伦比亚(Galvaz等, 1968)都报道了致病力的变异性。菲律宾已鉴定出有100个以上的小种(Bandong等, 1966; 欧等, 1969)，小种的数目还在继续增加。

每个国家采用了自己的一套鉴定稻瘟病小种的鉴别品种。因此，一个国家鉴定的小种不能与另一国家鉴定的小种作比较。1963年开始，日本与美国合作研究供国际通用的鉴别品种。从日本和美国收集了几百个菌株，研究了三年。在39个鉴别品种中选取8个作为一套国际通用的鉴别品种。用这套鉴别品种可鉴别出32个小种群。这些小种称之为国际小种，命名为IA、IB等，直到IH，后面另加编号。(Atkins等, 1967; Goto, 1969)。

在小种研究中，由样品上分离出单孢子纯培养，由纯培养制备接种体以检定致病力。欧和Ayad(1968)从一个叶片病斑上取得的孢子，做了56个单胞培养，在菲律宾的一套鉴别品种上测定，鉴定出了14个小种，从第二个病斑上获得的44个单胞培养中鉴定出了8个小种。他们还看到，从上述两组单胞培养的每一组单胞培养的25个继代培养，分别鉴定出9个和10个小种。

Giatong等(1969)测试了4个品种，鉴定了20个单胞系，分为4~7个小种。单胞系连续三代不断分化为不同的小种。Choin(1968)与欧等(1971)也报道了类似的现象。

(2) 品种的抗性。不同国家已制定出了各种鉴定稻瘟病抗性的方法。为了更正确地估计对病害的反应，以及短时期内处理大量材料，在国际稻瘟病圃研究计划中已采用了一个统一的方法(欧,1965a)，这种稻瘟病圃测定法可快速地鉴定大量的水稻品种对当地多种小种的抗性。

根据 Ito(1965)的研究，品种抗稻瘟病的差异，早在1960年就已发现，Kameji 和 Aikoku 被认为是高抗的，Shinriki 被认为感病的。许多抗病品种不少来自国外，尔后在日本进行了鉴定并用于育种工作(Toriyama,1972)。印度(Padmanabhan,1965a)、泰国(Dasananda,1965)、中国台湾(Cheng等)和美国(Atkins,1965)都鉴定出了抗病品种。

品种反应因国家而异，因地区而异，同一地区因季节而异，为了鉴定广谱抗性的抗稻瘟病品种，1959年在斯里兰卡举行的国际水稻委员会(IRC)执行小组会议上，创立了统一稻瘟病圃，1963年在国际水稻研究所(IRRI)举行的稻瘟病科学讨论会上，修订和加强了由联合国粮农组织和国际水稻委员会(FAO-IRC)首创的国际统一稻瘟病圃(IUBN)，并把协作领导权委托给国际水稻研究所(欧,1965)。根据抗性反应，最初鉴定选出的258个品种列入国际统一稻瘟病圃之中。26个国家中的50处病圃的试验结果，已由欧世璜博士和他的同事在国际水稻委员会通讯上发表。

1966年国际统一稻瘟病圃中又增添了由国际水稻研究所稻瘟病圃中选出的321个品种。更多的具有广谱抗性的品种被鉴定出来。从国际统一稻瘟病圃上述两个来源鉴定出来的最抗病的品种列于表1。从病圃中已鉴定出十分有用的抗原亲本。最近对病圃的品种组成作了改变，把各种选种计划中的改良品系也加了进去。

表1 国际稻瘟病菌 (IBN) 中选出的抗稻瘟病品种(引自欧等, 1975)

| 品 种 | 来 源 | 1964~1973年间 试 验 总 数 | 感 病 指 数 | 抗性频率 % |
|---------------------|-------|------------------------|------------|-----------|
| 第 一 群 | | | | |
| Tetep | 越 南 | 302 | 1.24 | 98.0 |
| Nang Chet Cuc | 越 南 | 292 | 1.64 | 88.3 |
| C46-15 | 緬 甸 | 307 | 1.56 | 93.8 |
| Tadukan | 菲 律 宾 | 309 | 1.50 | 94.5 |
| Trang Cut L.11 | 越 南 | 263 | 1.70 | 94.3 |
| Pah Leuad 111 | 泰 国 | 258 | 1.57 | 94.3 |
| H-5 | 斯里兰卡 | 314 | 1.71 | 92.7 |
| R-67 | 塞内加尔 | 291 | 1.85 | 92.4 |
| CI 7787 | 美 国 | 278 | 1.83 | 91.7 |
| Mekeo White | 新几内亚 | 276 | 1.94 | 92.8 |
| Ram Tu'asi (Sel) | 印 度 | 297 | 1.70 | 91.9 |
| D25-4 | 緬 甸 | 292 | 1.73 | 93.6 |
| M-302 | 斯里兰卡 | 310 | 1.86 | 90.3 |
| Padang Trengganu 22 | 马来西亚 | 239 | 1.93 | 87.4 |
| Ta-Poo-Cho-z | 中 国 | 277 | 1.61 | 91.8 |
| 第 二 群 | | | | |
| C46-15 | 緬 甸 | 229 | 1.51 | 97.3 |
| Mamoriaka | 马达加斯加 | 227 | 1.48 | 97.8 |
| Carreon | 菲 律 宾 | 227 | 1.38 | 97.4 |
| Huan sep goo | 中 国 | 216 | 1.35 | 96.3 |
| Dissi Hatif | 塞内加尔 | 223 | 1.51 | 97.3 |
| Ram Tulasi | 印 度 | 211 | 1.41 | 97.2 |
| Ram Tu'asi (Sel) | 印 度 | 194 | 1.42 | 97.3 |

(续表)

| 品 种 | 来 源 | 1964~1973年间 试 验 总 数 | 感 病 指 数 | 抗 性 频 率 % |
|-----------------------|-----------|------------------------|------------|--------------|
| Thavalakkanan PTB9 | 印 度 | 222 | 1.52 | 96.9 |
| Macan Tago | 菲 律 宾 | 155 | 1.75 | 95.5 |
| Ahmee Puthe | 緬 甸 | 136 | 1.49 | 97.1 |
| Ca 435/6/5/1 | 印 度 尼 西 亚 | 205 | 1.56 | 97.1 |
| DNJ60 | 孟 加 拉 国 | 224 | 1.93 | 93.8 |
| 感 病 品 种 | | | | |
| Kung-shan-wu-shen-ken | 中 国 | 246 | 4.30 | 24.4 |
| Fanny | 法 国 | 252 | 4.39 | 19.4 |

注：第一群包括1963年以来随机选出的并在国际稻瘟病菌测试的258个品种。

第二群包括在国际水稻研究所经过多次测试，从8,200余个品种中选出的321个品种。这些品种于1965年参加国际稻瘟病菌测试。

(3) 抗性的遗传 Sasaki(1922)首先报道了稻瘟病的遗传研究。Takahashi(1965)综述了到1963年为止所做的研究工作。但这些研究不大可靠，因为很少利用已知致病力的纯菌系来进行。

用已知致病力的纯培养进行系统的研究是由Niizeki(1960)开始的，Kiyosawa等继续进行着他的工作。Kiyosawa(1972, 1974)已做了综述。用了7种具有不同致病力的菌系以分析若干当地和引进品种的遗传组成和稻瘟病抗性。基因位点命名为：① Pi-a, ② Pi-b, ③ Pi-f, ④ Pi-i, ⑤ Pi-k, ⑥ Pi-m, ⑦ Pi-s, ⑧ Pi-t, ⑨ Pi-ta, ⑩ Pi-z。其中有些是属于复等位基因系列。Pi-k位点原先由Yamasaki和Kiyosawa(1966)在Kanto 51这个品种中鉴定出来，它至少

有三个各别的等位基因 $Pi-k^s$ (Kiyosawa, 1969a), $Pi-k^P$ (Kigasawa, 1969b) 和 $Pi-k^h$ (Kiyosawa 与 Murty, 1969)。同样, $Pi-sa$ 和 $Pi-ta^2$ 是两个不同的位于 $Pi-ta$ 位点的等位基因 (Kiyosawa, 1966, 1967b, 1969b)。 $Pi-z^t$ 是 $Pi-z$ 位点上的等位基因 (Kiyosawa, 1967a; Yokoo 与 Kiyosawa, 1970)。不同水稻品种的抗病基因的分布列于表 2。

表 2 目前已鉴定出的对日本稻瘟病菌系的抗性基因及其在不同品种内的分布

| 基因位点 | 等位基因 | 典型品种 | 其他品种 |
|-------------|-------------|------------------|--|
| <u>Pi-a</u> | <u>Pi-a</u> | Aichi Asahi | Akage, Akebono, Akibare, Kinmaze, Norin 17, Norin 18, Norin 21, Takara Towada, Jae Keun, Paital, Usen, Toto, Blue bonnet, Zenith, Hokushi Tami, Dawn |
| <u>Pi-b</u> | <u>Pi-b</u> | BL8 | Tjina, Tjahaja, Bengawan, Milek Kuning |
| <u>Pi-f</u> | <u>Pi-f</u> | Stl | Chugoku 31 |
| <u>Pi-i</u> | <u>Pi-i</u> | Ishikare-shiroke | Asashio, Fujisaka 5, Fukuyuki, Kitaminori, Yone-shiro, Akishinomochi, Kohi, Miyoshi, Noruno, Shinsetsu, Doazi chall, Dawn |
| <u>Pi-k</u> | <u>Pi-k</u> | Kanto 51 | Koshi-minori, Kusabue, Matsumae, Senshuraku, Tchi-honami, Yachiho, Dewa-no mochi, Teine, Yuukata, Sakaki-mochi, Hakkai 219, Sanpuku Kongo, Suzukaza, Yakei-ko, Reishiko, To-to, Choko-To, Dawn |

(续表)

| 基因位点 | 等位基因 | 典型品种 | 其他品种 |
|--------------|--------------------------|---------------|---|
| | <u>Pi-k^h</u> | K3 | HR22 |
| | <u>Pi-jp</u> | K2 | Pusur |
| | <u>Pi-k^e</u> | Shin 2 | To-to, Taihung 65, Caloro, Lacrosse, Sha-tiao-tsao, Ishikarishiroke |
| <u>Pi-m</u> | <u>Pi-m</u> | | Tsuyu-ake, Hokushi Tami, Minchikari |
| <u>Pi-s</u> | <u>Pi-s</u> | 65A15 | |
| <u>Pi-t</u> | <u>Pi-t</u> | K59 | BL10, Tjina |
| <u>Pi-ta</u> | <u>Pi-ta</u> | Yashiro-mochi | Pai-kan-tao, Tadukan, Taso-senbon, Shimokita, Pi 1, Pi 2 |
| | <u>Pi-ta²</u> | Pi 4 | Akiji, Asa-hikari, Pi 3, Satominori |
| <u>Pi-z</u> | <u>Pi-z</u> | Fukunishiki | Zenith, Ohy 244, 54C68, Fukey 67 |
| | <u>Pi-z^t</u> | Toride 1 | Co25, TKM', CO4, Morak Seplai, Kontor, Leuang Tawang 77-12-5, Chao Le- uang 11, Toride 2 |

根据连锁分析,有些抗病基因分属于不同的连锁群。Pi-z和Pi-i属于第一连锁群(Fukuyama等,1970;Yokoo与Fujimaki,1970)Pi-m, Pi-k, Pi-f属于第八连锁群(Toriyama与Yunoki等,1968;Kiyosawa,1968);Pi-ta属第七连锁群,(Kiyosawa,1970;Fukiyama等,1970);Pi-s属第十连锁群(Iwata与Omura,1971)。

有些品种的抗性受控于一个以上的基因。美国的著名品

种 Zenith 有 Pi-z 和 Pi-i。Dawn 有 Pi-a、Pi-k 和 Pi-i。中国品种北支大米有 Pi-a、Pi-k 和 Pi-m。有些日本品种如 Riho、三好、鸣凤等则具有 Pi-a 和 Pi-i。

抗性基因的分布是全世界性的。Pi-a 存在于日本、朝鲜、中国、印度、巴基斯坦、美国的品种；Pi-i 存在于日本、朝鲜、美国的品种；Pi-k 存在于中国的品种；Pi-k⁵ 存在于中国、日本和美国的品种；Pi-k^P 存在于巴基斯坦的品种；Pi-k^h 存在于印度的品种；Pi-ta 存在于菲律宾和中国的品种；Pi-ta² 存在于菲律宾的品种；Pi-z 存在于美国的品种；Pi-z^t 存在于印度、泰国、马来西亚的品种；Pi-b 存在于印度尼西亚和马来西亚的品种；Pi-t 存在于印度尼西亚品种；Pi-m 存在于中国的品种(Kiyosawa, 1974)。

除日本外，还有两个关于稻瘟病遗传的重要研究，都用了稻瘟病已知小种的纯培养。Atkins 与 Johnston (1965) 报道了 Northrose 和 Nato 品种都有一个对美国的稻瘟病小种 I 有抗性的显性基因，这个基因命名为 Pi-1。Zenith 和 Gulfrose 具有另一个显性基因支配着对美国小种 6 的抗性。这个基因命名为 Pi-6。Pi-1 和 Pi-6 都是独立分离的。Hsieh 等 (1967) 在粳稻品系中鉴定出三个显性抗性基因。来源于中国台湾省的能抗小种 4、22、25 的抗性基因命名为 Pi-4、Pi-22、Pi-25。

在日本、中国台湾省和美国鉴定出的抗稻瘟基因还没有互相联系起来。国际协作的稻瘟病遗传研究迫切要求鉴定出流行于热带亚洲、非洲和拉丁美洲的稻瘟病菌小种的抗性基因，以应用于国际育种工作。

(4) 抗性育种 至少近40年来各国抗稻瘟病的育种工作在发展之中。至1963年为止在日本、美国、印度、中国和