

广西野生稻种质资源的抢救性调查收集及其抗病性初步鉴定

郭文龙¹, 梁云涛², 罗翠婷³, 乔卫华¹, 吴宇翔³, 程云连¹, 何金富³, 张丽芳¹, 李克敌³,
徐志健², 黄雪琼², 肖晓蓉⁴, 郑晓明¹, 杨庆文¹

(¹中国农业科学院作物科学研究所, 北京 100081; ²广西农业科学院水稻研究所, 南宁 530007; ³广西壮族自治区农业生态与资源保护站, 南宁 530022;
⁴海南省农业科学院粮食作物研究所, 海口 570100)

摘要: 针对广西野生稻濒危状况越来越严重的问题, 对广西野生稻丰富的地区进行抢救性收集, 并开展白叶枯病和稻瘟病抗性鉴定。按照野生稻分布面积和密度等指标划分, 广西野生稻原记载的 44 个分布点中, 灭绝群体占 45%, 濒危群体占 7%, 易危群体为 25%, 只有 23% 的群体属于无危等级, 抢救性收集到 11 个普通野生稻和药用野生稻群体 317 份种质资源。利用国际强毒菌株 PXO99 对 177 份材料进行白叶枯抗性鉴定, 采用离体戳伤叶片鉴定的方法进行不同病菌小种(Guy11、RB22、FJ-3-2、FJ-3-5、FJ-2-3)的稻瘟病抗性鉴定, 结果表明, 从 177 份野生稻中鉴定出白叶枯抗性资源 27 份, 稻瘟病抗性资源 105 份, 兼抗白叶枯和稻瘟病的种质资源 5 份。针对广西野生稻抗病资源丰富但消失严重的问题, 建议加强收集和保护, 并加大种质资源鉴定力度。

关键词: 野生稻; 濒危状况; 收集; 种质资源; 抗性鉴定

Rescue Collection and Preliminary Identification of Disease Resistance of Wild Rice Germplasm Resources in Guangxi

GUO Wenlong¹, LIANG Yuntao², LUO Cuiting³, QIAO Weihua¹, WU Yuxiang³, CHENG Yunlian¹, HE Jinfu³,
ZHANG Lifang¹, LI Kedi³, XU Zhijian², HUANG Xueqiong², XIAO Xiaorong⁴, ZHENG Xiaoming¹, YANG
Qingwen¹

(¹Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081; ²Rice Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007; ³Guangxi Conservation Station of Agricultural Ecology and Resource, Nanning 530022; ⁴Institute of Grain Crops, Hainan Academy of Agricultural Sciences, Haikou 570100)

Abstract: In view of the increasingly serious problem of the endangered status of wild rice in Guangxi, the rescue collection of wild rice-rich areas in Guangxi was carried out, and the resistance identification of bacterial blight and rice blast was carried out. According to the distribution area and density of wild rice, the 44 originally recorded distribution sites in the survey results of wild rice in Guangxi are divided into four levels: extinction, endangered, vulnerable and least concerned, and found that 45% populations have been in extinction. 7% populations were endangered, and 25% populations were classified as vulnerable, and the other 23% populations could be classified as Least Concerned. A total of 317 wild rice germplasm resources were collected from 11 populations of *Oryza rufipogon* Griff. and *Oryza officinalis* Wall. The resistance to bacterial blight was identified by using the international virulent strain PXO99, and the resistance to rice blast of different isolates (Guy11, RB22, FJ-3-2, FJ-3-5, FJ-2-3) was identified by wounding detached rice leaf. The results showed that 27 bacterial blight resistance resources, 105 rice blast resistance resources, and 5 resources with both bacterial blight and rice blast resistance were identified from 177 wild rice. In view of the problem that the disease-resistant resources of wild rice in Guangxi are rich but disappear seriously, it is suggested to strengthen the collection and protection, and increase the identification of germplasm resources.

Key words: Wild rice; endangered status; collection; germplasm resources; resistance identification

野生稻作为天然的基因库, 含有众多在栽培稻进化过程中丢失了的优异基因, 其中 56.0% 的 QTL^[1]具有

收稿日期: 2023-11-27

URL:

第一作者研究方向为野生稻种质资源保护与利用, E-mail: 18339056932@163.com

通信作者: 郑晓明, 研究方向为野生稻种质资源和保护生物学收集、保护和利用, E-mail: zhengxiaoming@cass.cn

杨庆文, 研究方向为野生稻种质资源和保护生物学收集、保护和利用, E-mail: yangqingwen@cass.cn

基金项目: 国家重点研发计划(2021YFD1200101); 海南省重点研发计划(ZDYF2022XDNY260); 三亚崖州湾科技城科技专项(SCKJ-JYRC-2023-47)
Foundation projects: National Key R&D Program of China (2021YFD1200101); National Key R&D Program of Hainan (ZDYF2022XDNY260); The Project of Sanya Yazhou Bay Science and Technology City (SCKJ-JYRC-2023-47)

改良栽培稻农艺性状的作用，因此对于水稻育种具有巨大利用潜力。广西气候条件非常适宜野生稻生长^[2]，也是我国野生稻分布点最多、面积最大的省（区）^[3]，分布有普通野生稻（*Oryza rufipogon* Griff.）和药用野生稻（*Oryza officinalis* Wall.）两个种，覆盖面积超过 316.67 hm²。1978-1982 年野生稻考察组开始对广西野生稻开展调查收集^[4]，其中普通野生稻在 42 个地市有分布，药用野生稻在 16 个地市有分布。黄娟^[5]等根据野生稻居群的遗传一致度将广西野生稻划分为四个特征区域，其中，红水河-浔江野生稻特征区（桂中南部）的野生稻分布密集、多样性丰富。1980 年野生稻考察组在桂中南部发现有 9 个县存在普通野生稻大面积连片分布，药用野生稻从桂中到桂南在 16 个县呈扩散分布，贵港、来宾、武宣、桂平野生稻分布面积均超过 35 hm²，苍梧县药用野生稻分布面积超过 15 hm²。但 2002 年至 2009 年，陈成斌等^[6]发现该野生稻特征区中贵港、桂平、南宁等地野生稻原生地消失 80%。相比药用野生稻，普通野生稻生态环境与栽培稻相近，普通野生稻的生境受到破坏更为严重。因此，在农业部的支持下，广西已在桂中南部建立了 9 个国家级野生稻保护区，对保护广西野生稻种质资源起到了巨大作用。为了查清桂中南部野生稻群体近 15 年的濒危状况，抢救性收集仅存的野生稻资源，本研究于 2021 年对桂中南部进行了野生稻种质资源的调查和收集。

白叶枯病和稻瘟病是我国危害水稻的重要病害，栽培稻中抗病资源较为匮乏，但野生稻中却具有较强的抗病性，抗病基因丰富。广西农科院^[7]1979 年收集并鉴定 1878 份野生稻资源，获得稻瘟病广谱抗源 15 个；1981 年接种鉴定 2015 份野生稻资源，获得白叶枯病抗源 86 份；广西农科院水稻所利用野生稻抗病资源先后培育出一批高产品种，其中包选 2 号推广种植近 30 年，桂 99 累计增产稻谷 8.75 亿 kg。到 2022 年，已报道水稻抗白叶枯病主效抗病基因共有 46 个，来自野生稻的就有 12 个，章琦等^[8]利用广西普通野生稻发掘出全生育期广谱高抗白叶枯病的抗性基因 *Xa23*，使中国育成了抗白叶枯病自主知识产权的品种。因此，对广西野生稻开展抗病鉴定，发掘一批抗稻瘟病和白叶枯病的野生稻种质资源是未来水稻抗病育种的重要途径。

1 材料与方法

1.1 调查方案

按照徐志健等人^[9]制定的野生稻调查技术体系，通过广西各县市野生稻遗传多样性分析，选择桂中南部为调查区域，分两次进行野生稻资源考察，第一次为初步调查，从 42 个县（区、市）中根据地理位置、原有记录野生稻分布密集程度、遗传多样性特征选择 21 个县（区、市）核查野生稻分布情况。第二次为详细调查和收集，结合第一次结果选择原有记录野生稻资源丰富的、野生稻濒危的 8 个县（区、市）11 个乡镇进行实地调查，并按照取样原则采集野生稻资源。

1.2 调查内容

记录分布点所在小环境的气候、土壤、生境、形态性状，分布面积等。

1.3 取样方法

采用野生稻居群取样策略^[10]，根据分布点面积、形状划成小区取样，每个居群取样 20-30 株，每株取 2-3 个分蘖。

1.4 白叶枯病抗性鉴定

选取白叶枯病菌株黄单胞菌水稻致病变种(*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, Xoo) PXO99(强毒性广致病茵菲律宾小种 6) 进行接种鉴定。剪刀蘸取菌液对 8 周龄的野生稻叶片进行随机剪切，剪口距离叶片 3-5 cm，每份材料至少接种 7-10 片。接种 14 天后，待感病对照金刚 30 病情稳定后开始调查发病情况。调查标准参考范伟雅等人^[11]。

表 1 野生稻白叶枯病抗性标准

Table 1 The standard for resistance to *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* of wild rice 1

病级	抗性类型	病斑大小或反应
Disease grade	Resistance types	Macular reaction
0	高抗 (HR)	剪口处无明显病斑
1	抗 (R)	病斑纵向扩展，长度 2-3 cm
3	中抗 (MR)	病斑长度 3-5 cm
5	中感 (MS)	病斑长度 5-10 cm
7	感 (S)	病斑长度 10-15 cm
9	高感 (HS)	病斑长度大于 15 cm

1.5 稻瘟病抗性鉴定

水稻稻瘟病鉴定分自然病圃鉴定和人工接种鉴定两种，许多学者针对本省野生稻开展稻瘟病鉴定，方法不一。本研究参考贺闽等人^[12]使用离体戳伤叶片鉴定。选取菌株 Guy11、RB22 进行两次初筛，复筛使用三个毒力较强的生理小种 FJ-3-2、FJ-3-5、FJ-2-3 进行混合接种（混合小种表示为 FJ-M）。接种后 7 天统计抗感，抗感评鉴采用中华人民共和国农业行业标准 NY/T 3257-2018（水稻稻瘟病抗性室内离体叶片鉴定技术规程），抗病供试材料病斑局限于划伤处，呈现褐点状记为 +。感病供试材料病斑呈现梭型，创口中心呈灰褐色，边缘为淡黄色记为 -。

2 结果与分析

2.1 广西野生稻濒危状况调查

初次调查根据各地野生稻群体生态类型、地理位置、历史分布情况，从 2006 年本课题组记录的 325 个分布点中选择 21 个市（县、区）41 个乡镇的 44 个分布点，在当地农技推广人员配合下逐一进行实地调查，结果发现其中 20 个分布点的野生稻已经消失，消失的比例高达 45%，只有 24 个分布点尚有野生稻分布。详见表 2。

表 2 广西野生稻部分分布点的初步调查结果

Table 2 Investigation results of some distribution sites of wild rice in Guangxi

市	县(区)	村	结果	市	县(区)	村	结果	
City	County (district)	Village	Result	City	County (district)	Village	Result	
百色 Baise	田东县	Gx1	无发现	来宾 Laibin	武宣县	Gx23	有发现	
		Gx2	有发现			Gx24	无发现	
北海 Beihai	铁山港区	Gx3	无发现			Gx25	有发现	
	合浦县	Gx4	无发现			Gx26	无发现	
防城港 Fangchenggang	防城区	Gx5	有发现		象州县	Gx27	无发现	
		Gx6	有发现		兴宾区	Gx28	无发现	
贵港 Guigang	桂平市	Gx7	无发现			Gx29	有发现	
		Gx8	无发现			Gx30	无发现	
		Gx9	无发现	柳州 Liuzhou	柳江县	Gx31	无发现	
		Gx10	无发现	南宁 Nanning	宾阳县	Gx32	无发现	
		Gx11	无发现			Gx33	无发现	
		Gx12	有发现		上林县	Gx34	有发现	
		Gx13	有发现			Gx35	无发现	
		Gx14	有发现		隆安县	Gx36	有发现	
		Gx15	有发现	玉林 Yulin	博白县	Gx37	无发现	
		Gx16	有发现			Gx38	无发现	
		Gx17	有发现		福绵区	Gx39	有发现	
		Gx18	有发现			Gx40	有发现	
贺州 Hezhou	昭平县	Gx19	有发现			Gx41	有发现	
		Gx20	有发现	梧州 Wuzhou	苍梧县	Gx42	有发现	
		Gx21	有发现		岑溪市	Gx43	有发现	
		Gx22	无发现	桂林 Guilin	荔浦县	Gx44	有发现	

Gx 为乡镇一级的分布点代码

Gx is the distribution point code at the township level

根据野生稻分布范围和密度, 将野生稻群体划分为灭绝、濒危、易危和无危 4 个等级。野生稻已完全消失的被定义为灭绝; 野生稻分布面积不足 0.067 公顷且分布数量少于 20 株的属于濒危, 野生稻分布面积为 0.067-0.201 公顷且每公顷分布数量大于 20 株的属于易危, 野生稻分布面积在 0.201 公顷以上且每公顷分布数量大于 20 株的属于无危。按照该标准, 44 个分布点中, 3 个分布点的土地被改种为作物, 17 个分布点被杂草完全覆盖, 均处于灭绝状态, 灭绝比例为 45%。在尚有野生稻分布的 24 个分布点中, 3 个分布点野生稻仅零星分布, 为濒危群体, 占比 7%; 11 个分布点面积为 0.201-0.335 公顷, 每公顷分布数量在 50 株以上, 且分布密度和面积与 15 年前没有显著变化, 被确认为易危群体; 另外 10 个分布点野生稻分布面积在 0.335 公顷以上, 且野生稻覆盖率超过 70%, 被列为无危群体。44 个分布点中各类濒危情况的占比见图 1。

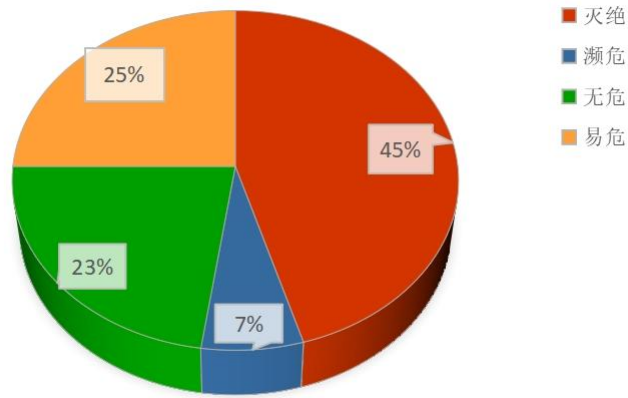


图 1 已记载分布点的野生稻濒危状况

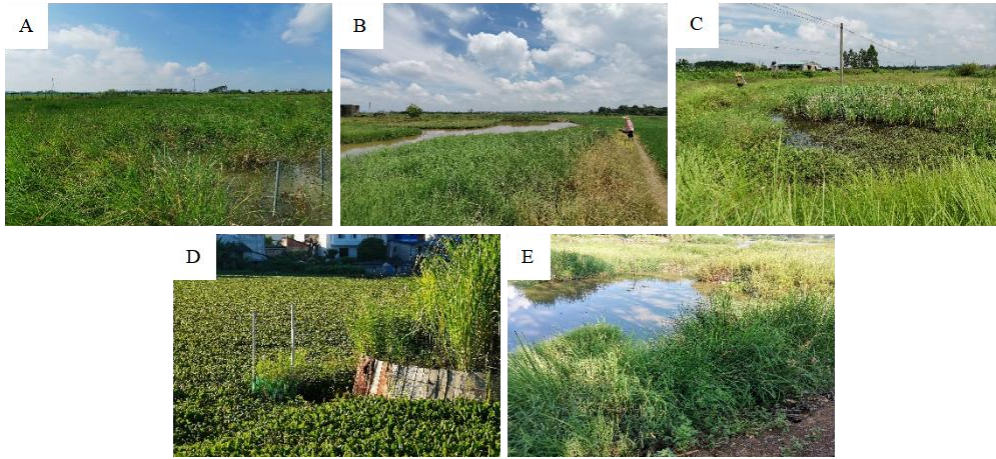
Fig.1 Endangered Status of Wild Rice for Recorded populations

2.2 野生稻濒危原因分析

目前广西仅发现有普通野生稻和药用野生稻 2 个野生稻种的分布，相较而言，普通野生稻比药用野生稻濒危程度更严重，这与其分布区域的地理条件和生态环境密切相关。

2.2.1 普通野生稻的生态环境及其被破坏情况

普通野生稻的海拔高度在 37-151 米之间，多分布在水塘、洼地、水库、江河两岸、稻田周边，与水稻具有类似的生态环境，因此其栖息地极易被破坏，主要原因有：1) 栖息地被开垦为稻田或农田。例如，柳江县分布点已被当地居民开荒种植水稻，田东县分布点现已种植芒果，桂平一个分布点原计划被开垦为鱼塘养虾，在当地农技员反复宣传和沟通下才得以保护。2) 分布在水塘中的普通野生稻，容易被开挖成鱼塘或藕塘，隆安野生稻分布点紧挨当地藕塘，农民早已将该分布点纳入了种植莲藕的计划。3) 栖息地被用作建设用地等，覃塘野生稻分布点周边土地已被建设民宅和果园。4) 杂草和外来入侵物种的竞争导致野生稻生存空间被挤占，荔浦野生稻分布点几十公顷的水塘因水葫芦的入侵，90%以上的水面布满水葫芦，野生稻仅在几个角落有少量分布。



A: 湿地; B: 河沟两岸; C: 农田周边; D: 水塘中(被水葫芦覆盖); E: 水坑四周

A: Wetlands, B: Both sides of the ditch, C: Around farmland, D: In the pond (covered by water hyacinth), E: Around the puddle

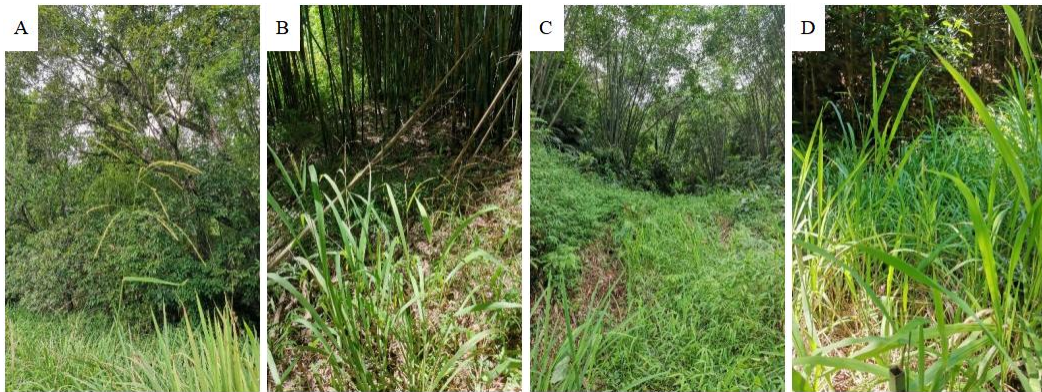
图2 普通野生稻生境

Fig.2 Ecological environments of *O. rufipogon* Griff. Populations

2.2.2 药用野生稻的生态环境及其被破坏情况

药用野生稻海拔高度为 30-130 米，分布于偏僻的山涧水沟、小溪河滩、山冲泉水旁或林下湿地，药用野生稻栖息地的植被类型为针叶混交林、阔叶乔木灌木混交林，阔叶灌木竹林混交林，山涧两旁灌木丛生、山间小溪常年流水是药用野生稻最适宜的生长环境。药用野生稻常与野生芋头、茅草、蕨类植物伴生，在其生长过程中常与周边杂草竞争阳光，生存土质多为沙壤土，有机质含量中等，药用野生稻具有植株高大、叶片宽长、抗病虫等特点^[13]（具体生境情况详见图 3）。

由于药用野生稻特殊的地理分布和生态环境，其被破坏程度远远低于普通野生稻。但是，近年来由于水源地被破坏和气候变化的影响，药用野生稻分布面积和数量也萎缩较为严重。如苍梧部分药用野生稻分布点由于大量种植桉树，导致山间小溪断流，药用野生稻因干旱而死亡，分布密度和数量都大量减少。岑溪药用野生稻分布点因农民砍伐树木导致山坡土壤裸露，水土流失现象严重，雨水冲刷的泥土淹没了大量药用野生稻栖息地，致使药用野生稻分布数量也大量减少。



A: 林下湿地; B: 竹林下水沟旁; C: 山涧小溪; D: 林中低洼地

A: Wetland under forest, B: Next to the ditch under the bamboo forest, C: Mountain stream, D: Low-lying land in the forest

图 3 药用野生稻生态环境

Fig.3 Ecological environments of *O. officinalis* Wall. populations

2.3 广西野生稻的抢救性收集

本次调查收集取样除按照野生稻的取样原则每个群体选取 20-30 株外, 还根据每个群体的具体分布情况进行适当调整, 即: 对于分布面积较大的群体, 在不影响野生稻群体正常生长发育前提下, 尽量多取样; 对于分布面积较小、数量较少的群体, 对所有单株进行取样, 以保证把该群体携带的各类基因都能包含在内。本次共收集到 11 个群体的 317 份野生稻种质资源 (见表 3)。从表 3 可以看出, 11 个群体具有不同的地理分布和生态类型, 对广西野生稻群体具有广泛的代表性。同时, 形态性状分析表明, 这些野生稻群体株型上有直立、半直立、倾斜和匍匐 4 种类型, 在分蘖力上可分为强、中、弱, 在茎基部叶鞘色又有绿色、紫色、淡紫色之分, 因此所收集的野生稻资源形态多样性较为丰富。对于收集到的资源移栽入本课题组野生稻保护资源圃, 根据其生长状况、分蘖情况、群体分布区域等标准选择具有代表性的 11 个群体 177 份供试材料进行后续抗病性鉴定。

表3 取样分布点信息汇总

Table 3 Summary of sampling information of wild rice populations

采集地点 Collection area	学名 Scientific name	株型 Plant architecture	分蘖力 Tillering	茎基部叶鞘色 Basal leaf sheath color	群体 (公顷) Populations	采集份数 Number of samples	生境 habitats	海拔 (m) Altitude range
福绵 Fumian	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	匍匐	中	紫色	20.28	57	水塘	60
	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	直立	弱	绿色	0.34	23	山坡	100
武宣 Wuxuan	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	匍匐	强	绿色	6.67	34	河边	80
桂平 Guiping	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	倾斜	强	紫色	0.67	30	水塘	37
	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	半直立、匍匐	中	紫色	0.54	21	河边	38
隆安 Longan	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	倾斜	中	淡紫色	0.67	30	水塘	90
荔浦 Lipu	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	倾斜	强	淡紫色	2.68	9	水塘	151
平南 Pingnan	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	半直立	弱	紫色	1.34	12	湿地	70
昭平 Zhaoping	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	半直立	中	淡紫色	6.67	30	山谷	30.5
苍梧 Cangwu	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	直立	弱	绿色	3.35	36	山冲	97-121
岑溪 Cenxi	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	直立	中	淡紫色	6.67	32	山坡	130

2.4 白叶枯抗病资源初步分析

白叶枯鉴定接种方法一般为剪切叶片法，不同学者使用的菌系有差异，孙恢鸿^[14]、陈成斌^[15]、覃宝祥^[16]等人对广西野生稻进行多菌系广谱抗性资源的筛选，但对于国际强毒性菌系 P6 产生抗性的资源很少报道。对 177 份供试材料进行 PXO99 接种，接菌当天无降雨等自然条件干扰，感病对照金刚 30 病斑平均长度在 20 cm，发病充分（图 4）。调查统计得到有效数据 177 份，每份供试材料所有叶片发病长度调查记录并取均值作为参考。按照抗感标准评判发现：27 份材料（15.25%）表现不同程度的抗病性，其中抗性材料（R）7 份，中抗材料（MR）20 份。供试材料中，抗性材料均为普通野生稻，药用野生稻有 4 份表现中等抗性。



图 4 供试材料抗感表现

Fig.4 Wild rice germplasm responsive to PXO99

2.4.1 普通野生稻白叶枯抗性分析

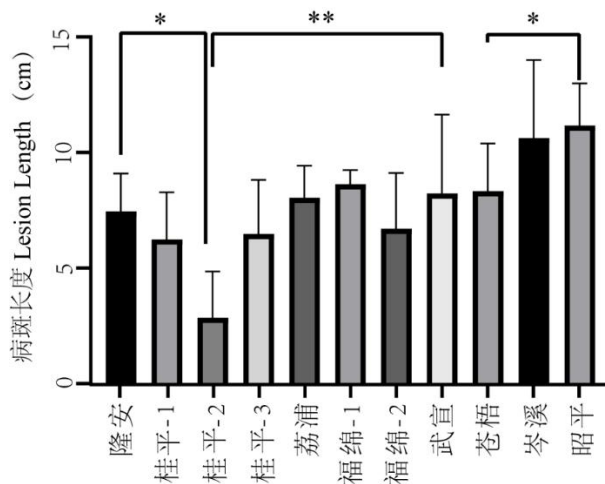
供试材料中：桂平-1 分布点（GX12）抗性材料 8 份（占该居群参试材料 33.33%），桂平-2 分布点（GX13）抗性材料 3 份（占该居群参试材料 75%），桂平-3 分布点（GX14）抗性材料 3 份（占该居群参试材料 27.27%），福绵-2 分布点（GX40）抗性材料 4 份（占该居群参试材料 28.57%），武宣分布点抗性材料 4 份（占该居群参试材料 20.00%），岑溪分布点中等抗性材料 2 份（占该居群参试材料 6.67%），隆安分布点中等抗性材料 1 份（占该居群参试材料 5.00%）。

接种白叶枯的普通野生稻平均病斑长度为 6.92 cm，感病对照金刚 30 平均病斑长度为 23.08 cm，使用 SPSS 28.0 软件进行方差分析，发现普通野生稻不同居群病斑长度存在显著差异（ $P=0.003$ ），桂平三个生态居群发病的病斑长度显著小于其他居群，居群抗性表现为：桂平-2 抗性最好（平均病斑长度为 2.85 cm），荔浦抗性最差（平均病斑长度为 8.04 cm）。多重比较分析表明（图 5），普通野生稻不同居群对白叶枯的抗性存在显著差异，桂平-2 与隆安存在显著差异，与武宣存在极显著差异，其他居群间均无显著差异。

2.4.2 药用野生稻白叶枯抗性分析

供试材料中：苍梧分布点中等抗性材料 2 份（占该居群参试材料 10.53%），荔浦、昭平和福绵-1（GX39）分布点均无抗性材料。接种白叶枯的药用野生稻平均病斑长度为 10.02 cm，药用野生稻不同居群病斑长度存在显著差异（ $P=0.001$ ）。居群间抗性表现为：苍梧抗性最好（平均病斑长度为 8.32 cm），昭平抗性最差（平均病斑长度为 11.17 cm）。多重比较分析表明（图 5），药用野生稻不同居群对白叶枯的抗性存在显著

差异，苍梧与昭平存在显著差异，其他居群间均无显著差异。



*: 在 $P < 0.05$ 水平差异显著; **: 在 $P < 0.01$ 水平差异极显著

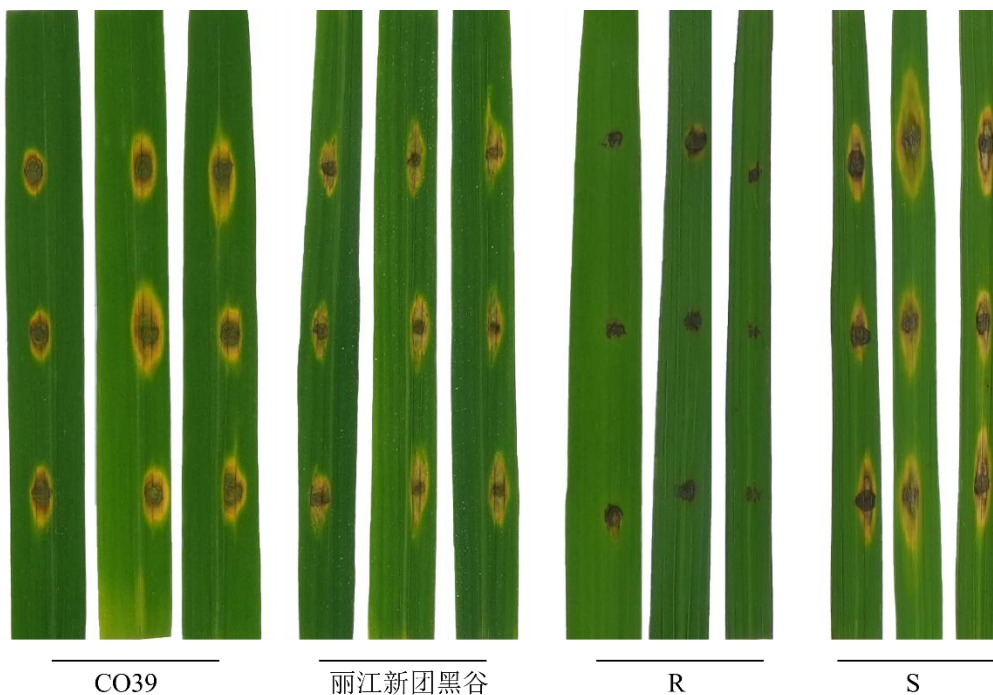
*: Significant difference at $P < 0.05$ level; *: Extremely significant difference at the $P < 0.01$ level

图5 供试材料病斑长度多重比较

Fig.5 Multiple comparison of lesion length of test materials

2.5 稻瘟病抗病资源初步分析

对 177 份供试材料进行稻瘟病菌生理小种离体戳伤叶片接种，供试材料接种后对不同小种抗感表现如图 6，抗感情况统计如表 4。对所有小种均表现为抗性的供试材料有 105 份（59.32%）。普通野生稻供试材料 96 份，对 5 个小种保持抗性的有 24 份。药用野生稻供试材料 81 份，对 5 个小种均保持抗性。



R 和 S 分别表示抗病和感病

R and S indicate resistant and susceptible reactions, respectively

图6 野生稻戳伤叶片接种

Fig.6 Wild rice wound inoculation

表 4 广西野生稻稻瘟病鉴定结果

Table 4 Identification results of wild rice blast in Guangxi

编号 Numer	学名 Scientific name	居群 Distribution	Blast isolates		
			GUY11	RB22	FJ-M
1	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	+	+	-
2	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	+	+	-
3	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	+	+	+
4	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	+	+	-
5	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	+	+	-
6	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	+	+	-
7	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	-	+	-
8	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	+	+	+
9	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	+	+	-
10	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	-	-	-
11	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	+	+	-
12	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	+	+	+
13	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	+	+	+
14	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	+	+	-
15	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	+	+	+
16	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	+	+	+
17	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	+	+	+
18	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	+	+	+
19	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	+	+	-
20	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	隆安	+	-	-
21	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	-
22	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	-
23	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	-
24	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	-
25	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	-
26	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	-
27	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	-
28	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	+
29	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	+
30	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	-	+	-
31	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	-
32	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	-	+	+
33	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	-
34	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	-
35	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	-
36	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	-
37	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	+
38	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	-
39	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	+

40	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	-
41	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	-
42	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	+
43	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	-
44	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-1	+	+	+
45	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-2	+	-	-
46	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-2	+	+	+
47	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-2	+	+	+
48	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-2	+	+	+
49	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-3	+	+	+
50	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-3	-	+	-
51	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-3	+	-	+
52	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-3	+	+	+
53	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-3	+	+	+
54	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-3	+	+	+
55	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-3	+	+	+
56	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-3	+	+	-
57	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-3	+	+	-
58	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-3	+	-	-
59	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	桂平-3	+	+	-
60	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	荔浦	+	-	-
61	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	荔浦	+	+	+
62	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	荔浦	+	+	+
63	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	福绵-1	+	+	+
64	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	福绵-1	+	+	+
65	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	福绵-1	+	+	+
66	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	福绵-1	+	+	+
67	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	福绵-1	+	+	+
68	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	福绵-1	+	+	+
69	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	福绵-1	+	+	+
70	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	福绵-1	+	+	+
71	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	福绵-1	+	+	+
72	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	福绵-2	+	+	+
73	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	福绵-2	+	+	+
74	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	福绵-2	+	+	+
75	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	福绵-2	+	+	+
76	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	福绵-2	+	+	-
77	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	福绵-2	+	+	+
78	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	福绵-2	+	+	+
79	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	福绵-2	+	+	+
80	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	福绵-2	+	+	-
81	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	福绵-2	+	+	-
82	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	福绵-2	+	+	+
83	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	福绵-2	+	+	+

84	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	福绵-2	+	+	+
85	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	福绵-2	+	+	+
86	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	+
87	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	+
88	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	-
89	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	-
90	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	+
91	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	-
92	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	-
93	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	+
94	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	+
95	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	-
96	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	-
97	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	-
98	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	+
99	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	-
100	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	-
101	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	+
102	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	+
103	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	-
104	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	-	+	+
105	<i>Oryza rufipogon</i> Griff.	武宣	+	+	+
106	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
107	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
108	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
109	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
110	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
111	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
112	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
113	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
114	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
115	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
116	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
117	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
118	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
119	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
120	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
121	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
122	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
123	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
124	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	苍梧	+	+	+
125	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
126	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
127	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+

128	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
129	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
130	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
131	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
132	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
133	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
134	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
135	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
136	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
137	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
138	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
139	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
140	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
141	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
142	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
143	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
144	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
145	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
146	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
147	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
148	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
149	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
150	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
151	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
152	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
153	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
154	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	岑溪	+	+	+
155	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
156	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
157	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
158	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
159	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
160	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
161	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
162	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
163	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
164	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
165	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
166	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
167	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
168	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
169	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
170	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
171	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+

172	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
173	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
174	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
175	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
176	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+
177	<i>Oryza officinalis</i> Wall.	昭平	+	+	+

+ 和 - 分别表示抗病和感病

+ and - indicate resistant and susceptible reactions, respectively

2.5.1 普通野生稻稻瘟病抗性分析

普通野生稻居群间表现出明显抗性差异。对于普通野生稻分布的 7 个居群（图 7），抗性资源分布频率比较按大小排序，依次为：福绵-2（78.57%）>桂平-2（75%）>荔浦（66.67%）>桂平-3（45.45%）>武宣（45%）>隆安（40%）>桂平-1（25%）。保护点所在的居群期抗性资源所占比例和陈灿等人^[17]鉴定结果相似，新发现的野生稻分布点有个别居群其抗性资源分布频率维持较高水平，为进一步发掘新稻瘟病抗性基因提供了抗性资源。

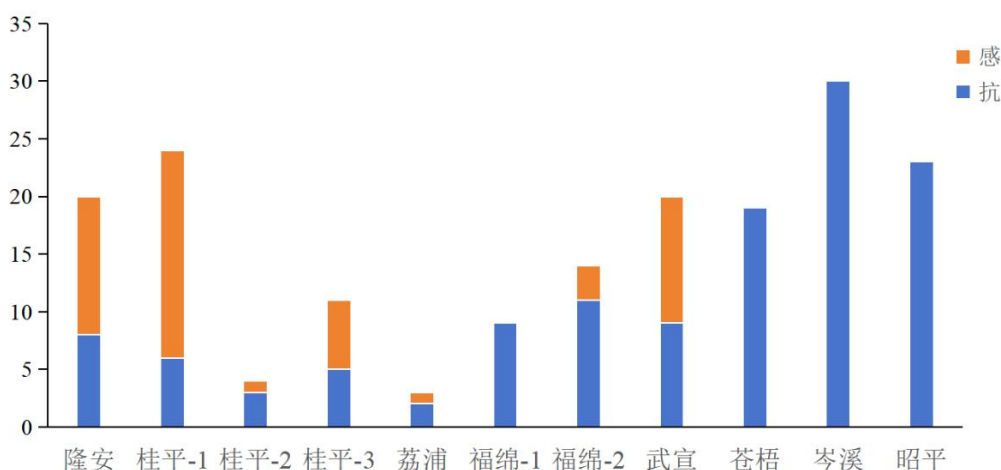


图 7 供试材料抗感比例

Fig.7 Ratio of resistant accessions of wild rice germplasm responsive to different blast isolates

2.5.2 药用野生稻稻瘟病抗性分析

药用野生稻分布的 4 个居群在不同生理小种的鉴定下均未表现感病。需要进一步使用更多的病菌小种进行测试。本次参与抗病鉴定的供试材料中，药用野生稻对稻瘟病的抗性强于普通野生稻，这个结果和韦燕萍等人^[18]对广西野生稻稻瘟病抗性鉴定结果一致。

3 讨论与结论

3.1 加强广西野生稻种质资源保护

多年考察结果发现，普通野生稻濒危状况严重。高立志等人^[19]于 1994-1995 年间考察广西 30 个县的野生稻原生地，与 1978-1982 年考察时的分布点相比，仅存原来记载的 60%，即约 40% 的分布点已完全丧失。1997 年，庞汉华^[20]和陈成斌考察南昆铁路广西段野生稻资源时发现原生地有 75% 被破坏，已灭绝的野生稻

居群占 65%；2010 年对广西野生稻原生境现状进行统计，普通野生稻分布点消失比例高达 72.3%，本次调查结果显示，与 2010 年相比，野生稻分布点消失比例达 55.6%，广西普通野生稻不仅濒危状况严重，而且分布点现存的资源消失比例越来越高。

本研究通过对野生稻分布点的濒危因素调查发现，导致野生稻分布点消失的主要因素有两个，一是将野生稻栖息地改做他用导致栖息地被占用，例如，桂平一个野生稻分布点位于当地养殖场内，由于鸭群对其破坏严重，仅在长势较高的杂草下面发现了几株普通野生稻。贵港的普通野生稻分布点被当地农民开荒种田、挖塘养鱼，栖息地已被完全破坏。二是野生稻赖以生存的水源枯竭导致杂草丛生，野生稻由于干旱缺水竞争力弱而消失。例如，福绵区的一个野生稻分布点近年来周边农民将水源用于其他作物灌溉，仅剩几个面积不大的水塘有野生稻分布，水塘以外的土地皴裂，杂草大面积生长，严重制约野生稻的生长。表面看来野生稻遭受破坏既有人为因素也有自然因素，但归根结底仍然是人为所致，因此，人为因素是广西野生稻濒危的根本原因。

因此，应加强广西特别是桂中南部地区野生稻的保护工作。一是重点开展野生稻资源的调查和抢救性收集，二是通过异位保存安全保护收集到的野生稻资源，三是对野生稻类型特殊、多样性丰富、濒危严重的野生稻居群进行原生境保护，避免野生稻的野外灭绝。

3.2 加快广西野生稻抗性鉴定步伐

广西野生稻不同病害的抗性鉴定已有较多报道，如，秦学毅等人^[7]完成 2136 份材料的两病（白叶枯病、稻瘟病）三虫（褐稻虱、白背飞虱、稻瘿蚊）鉴定，其中普通野生稻种质双抗 18 份，药用野生稻四抗 29 份。韦燕萍等人^[18]对 1500 份广西野生稻进行多年稻瘟病鉴定得到抗病种质 18 份。陈成斌等人^[15]利用新收集的 1820 份野生稻种质资源进行多菌株鉴定，对国际最强毒的 P6 菌系有 23 份普通野生稻表现抗性。这些结果均表明广西野生稻具有丰富的抗性资源和基因。本研究对采集的普通野生稻和药用野生稻共 177 份供试材料进行苗期叶瘟抗性鉴定和白叶枯抗性鉴定，5 个稻瘟病生理小种的多次鉴定和白叶枯国际强毒 P6 菌系的接种鉴定，获得了普通野生稻抗叶瘟种质 24 份，药用野生稻抗叶瘟种质 81 份，普通野生稻白叶枯抗性种质 23 份，药用野生稻白叶枯抗性种质 4 份。说明广西仍有潜在的野生稻抗性资源未被发掘利用，应加快鉴定利用步伐，挖掘更多的抗病资源，为水稻育种提供战略储备资源。

参考文献

- [1] Yin, J., L. Zou, X. Zhu, Y. Cao, M. He, X. Chen. Fighting the enemy: How rice survives the blast pathogen's attack. *The Crop Journal*, 2021, 9(3): 543-552
- [2] 况雪源, 苏志, 涂方旭. 广西气候区划. *广西科学*, 2007, 14(3): 278-283
Kuang X Y, Su Z, Tu F X. Climate Regionalization of Guangxi. *Guangxi Sciences*, 2007, 14(3): 278-283
- [3] 陈成斌, 李杨瑞, 黄一波, 梁世春, 王启德, 赖群珍, 黎家泳, 梁云涛, 赵通, 徐志健. 广西野生稻种质资源原位保护示范区资源现状调查研究. *广西农业科学*, 2005, 36(3): 269-272
Chen C B, Li Y R, Huang Y B, Liang S C, Wang Q D, Lai Q Z, Li J Y, Liang Y T, Zhao T, Xu Z J. Resources investigation of demonstration region of wild rice in situ conservation in Guangxi. *Guangxi Agricultural Sciences*, 2005, 36(3): 264-272
- [4] 高立志, 张寿洲, 周毅, 葛颂, 洪德元. 中国野生稻的现状调查. *生物多样性*, 1996, 4(3): 160
Gao L Z, Zhang S Z, Zhou Y, Ge S, Hong D Y. A survey of the current status of wild rice in China. *Chinese Biodiversity*, 1996, 4(3): 160
- [5] 黄娟, 杨庆文, 陈成斌, 梁世春, 张万霞, 乔伟华, 王家祥, HUANG Juan, YANG Qing-wen, CHEN Cheng-bin. 广西普通野生稻的遗传多样性及分布特征. *中国农业科学*, 2009, 42(8): 2633-2642
Huang J, Yang Q W, Chen C B, Liang S C, Zhang W X, Qiao W H, Wang J X. Genetic Diversity and the Geographical Characteristics of Wild Rice (*Oryza rufipogon* Griff) in Guangxi. *Scientia Agricultura Sinica*, 2009, 42(8): 2633-2684
- [6] 陈成斌. 广西野生稻资源品质研究. *西南科技大学学报·哲学社会科学版*, 1990, 007(001): 23-28
Chen C B. A Study of the quality of Guangxi wild rice resources. *Journal of Southwest University of Science and Technology*, 1990, 7(1): 23-28

- [7] 秦学毅, 李容柏, 林登豪, 陈碧林, 胡皓. 广西野生稻资源的保存, 鉴定与利用. 广西农业科学, 1993, 3): 100-102
Qin X Y, Li R B, Lin D H, Chen B L, Hu H. Preservation, Identification and Utilization of Wild Rice Resources in Guangxi. Guangxi Agricultural Sciences, 1993, 3: 100-102
- [8] 章琦, 赵炳宇, 赵开军, 王春连, 杨文才, 林世成, 阙更生, 周永力, 李道远, 陈成斌. 普通野生稻的抗水稻白叶枯病 (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) 新基因 Xa-23^(o) 的鉴定和分子标记定位. 作物学报, 2000, 26(5): 536-542
Zhang Q, Zhao B Y, Zhao K J, Wang C L, Yang W C, Lin S C, Que G S, Zhou Y L, Li D Y, Chen C B. Identifying and Mapping a New Gene Xa-23^(o) for Resistance to Bacterial blight (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) from *O. rufipogo*. Acta Agronomica Sinica, 2000, 26(5): 536-542
- [9] 徐志健, 王记林, 郑晓明, 范芝兰, 汤翠凤, 王新华, 刘文强, 朱业宝, 乔卫华, 杨庆文. 中国野生稻种质资源调查收集与保护. 植物遗传资源学报, 2020, 21(6): 7
Xu Z J, Wang J L, Zheng X M, Fan Z L, Tang C F, Wang X H, Liu W Q, Zhu Y B, Qiao W H, Yang Q W. Collection and Conservation of Wild Rice Resources in China. Journal of Plant Genetic Resources, 2020, 21(6): 7
- [10] 金燕, 卢宝荣. 遗传多样性的取样策略. 生物多样性, 2003, 11(2): 7
Jin Y, Lu B R. Sampling strategy for genetic diversity. Biodiversity Science, 2003, 11(2): 7
- [11] 范伟雅, 刘自然, 唐清杰, 肖晓蓉, 杨庆文, 云勇, 郑晓明, 周世圳. 海南野生稻白叶枯病抗性种质资源的收集与初步鉴定. 植物遗传资源学报, 2023, 24(1): 117-125
Fan W Y, Liu Z R, Tang Q J, Xiao X R, Yang Q W, Yun Y, Zheng X M, Zhou S K. Collection and Preliminary Identification of Germplasm Resources Resistant to Bacterial Blight of Wild Rice from Hainan Province. Journal of Plant Genetic Resources, 2023, 24(1): 117-125
- [12] 贺闽, 尹俊杰, 冯志明, 朱孝波, 赵剑华, 左示敏, 陈学伟. 水稻稻瘟病和纹枯病抗性鉴定方法. 植物学报, 2020, 55(5): 577
He M, Yin J J, Feng Z M, Zhu X B, Zhao J H, Zuo S M, Chen X W. Chinese Bulletin of Botany, 2020, 55(5): 577
- [13] 张欢欢, 刘蕊, 郭海滨, 李亚娟. 药用野生稻有利基因发掘与利用研究进展. 中国农学通报, 2009, 19): 42-45
Zhang H H, Liu R, Guo H B, Li Y J. Advancement on Mining and Utilization of Elite Genes in *Oryza officinalis* Wall. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009, (19): 42-45
- [14] 孙恢鸿. 广西野生稻资源抗白叶枯病研究. 植物保护学报, 1992, 19(3): 5
Sun H H, Nong X M, Huang F X, Wu M S. Acta Phytopythologica Sinica, 1992, 19(3): 5
- [15] 陈成斌, 曾华忠, 梁云海, 梁世春, 徐志健, 张焯, 黄娟. 广西野生稻抗白叶枯病多菌系鉴定. 广西农学报, 2012, 27(3): 1-4
Chen C B, Zeng H Z, Liang Y T, Laing S C, Xu Z J, Zhang Y, Huang J. Appraisal of Bacterial Blight Resistance of Guangxi Wild Rice. Journal of Guangxi Agriculture, 2012, 27(3): 1-4
- [16] 覃宝祥, 刘驰, 焦晓真, 黄大辉, 张月雄, 马增凤, 冯家勋, 岑贞陆, 刘芳, 邱永福. 广西普通野生稻白叶枯病广谱抗源的鉴定与评价. 南方农业学报, 2014, 45(9): 5
Qin B X, Liu C, Jiao X Z, Huang D H, Zhang Y X, Ma Z F, Feng J X, Cen Z L, Liu F, Qiu Y F. Identification and evaluation of Guangxi wild rice (*Oryza rufipogon* Griff) resources with wide spectrum resistance to bacterial blight. Journal of Southern Agriculture, 2014, 45(9): 5
- [17] 陈灿, 郭辉, 张晓丽, 刘百龙, 秦学毅, 冯锐. 广西野生稻稻瘟病抗性鉴定及抗源地理分布. Journal of Southern Agriculture, 2017, 48(11): 1999-2003
Chen C, Guo H, Zhang X L, Liu B L, Qin X Y, Feng R. Blast resistance identification for wild rice from Guangxi and geographical distribution of resistant resources. Journal of Southern Agriculture, 2017, 48(11): 1999-2003
- [18] 韦燕萍, 黄大辉, 陈英之, 刘驰, 杨朗, 罗雪梅, 马增凤, 张月雄, 刘亚利, 杨新庆. 广西野生稻资源抗稻瘟病材料的鉴定与评价. 中国水稻科学, 2009, 4): 433-436
Wei Y P, Huang D H, Chen Y Z, Liu C, Yang L, Luo X M, Ma Z F, Zhang Y X, Liu Y L, Yang X Q. Identification and Evaluation of Resistance to Rice Blast in Guangxi Wild Rice Resources. Chin J Rice Sci, 2010, 29(6): 4
- [19] 高立志, 周毅, 葛颂, 洪德元, 梁耀懋, 林登豪, 陈成斌, 吴妙坐, 黄德爱. 广西普通野生稻 (*Oryza rufipogon* Griff.) 的遗传资源现状及其保护对策. 中国农业科学, 1998, 31(1): 32-39
Gao L Z, Zhou Y, Ge S, Hong D Y, Liang Y M, Lin D H, Chen C B, Wu M S. 1998. Current status of the genetic resources of *Oryza rufipogon* Griff. and its conservation strategies in Guangxi. Scientia Agricultura Sinica, 31(1): 32-39
- [20] 陈成斌, 庞汉华. 南昆铁路广西段野生稻现状考察与收集. 广西农学报, 1997, 2): 46-49
CHEN C B, PANG H H. 1997. Investigation and collection of wild rice in Guangxi section of Nanning Kunming railway. Journal of Guangxi Agriculture, (2): 46-49