

稻株中抗原次生物质含量变化及其对水稻褐飞虱抗性的影响

赵颖¹ 黄凤宽² 童晓立²

(¹华南农业大学理学院应用化学系, 广东广州 510642; E-mail: zhaoying@scau.edu.cn; ²华南农业大学资源环境学院昆虫学系, 广东广州 510642)

Content Variations of Secondary Compounds in Rice Plants and Their Influence on Rice Resistance to Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens*

ZHAO Ying¹, HUANG Feng-kuan², TONG Xiao-li²

(¹Department of Applied Chemistry, College of Sciences, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; E-mail: zhaoying@scau.edu.cn; ²Department of Entomology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Content variations of the four components affecting rice resistance to the brown planthopper (BPH) biotype in rice plants and their influences on rice resistance to BPH were investigated. The resistance diversity of rice to BPH biotype at different plant ages was chiefly attributed to the content variability. And the contents in the leaf sheath were the lowest as compared with those in other parts. It might be one of the reasons why BPH has a preference of feeding on leaf sheath aggregately from chemical point of view.

Key words: rice; brown planthopper; secondary compounds; resistance; content; variations

摘要: 对影响水稻对褐飞虱生物型抗性水平的主要抗原次生化合物,即 HPLC 谱图中的 4 个谱峰(峰 1、峰 2、峰 8、峰 12)对应的次生化合物的含量变化及其对抗性的影响进行了研究。结果表明,某些品种不同苗龄稻株对褐飞虱生物型的抗性差异,极可能就是这 4 个相关抗原次生化合物在不同生育期的含量变化所致;与水稻植株其他部位相比,这 4 种抗原次生物质在叶鞘中的含量最低。这也许是褐飞虱喜欢聚集在叶鞘部位取食的化学因素之一。

关键词: 水稻; 褐飞虱; 次生物质; 抗性; 含量; 变化

中图分类号: Q946.8; S432.2; S435.112+.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-7216(2005)05-0479-04

褐飞虱 *Nilaparvata lugens* (Stål) 是一种以水稻为食的单食性害虫,以口针刺吸稻株韧皮部的汁液造成对水稻的为害。抗性品种的选育与利用一直是控制褐飞虱种群最经济、有效的措施^[1,2]。国内外对水稻品种抗性机理进行了广泛研究,普遍认为抗、感植株次生物质的差异是作物品种抗感与否的主要原因^[2-5]。褐飞虱对寄主的定向和取食行为常受到稻株所含有的次生物质的影响,水稻挥发性物质在褐飞虱取食定向中起着重要作用^[6,7],而稻株韧皮部抗虫成分的存在与否及其含量、组合的差异则决定了褐飞虱是否取食,即水稻品种的抗感程度^[1,8-10]。赵颖等^[9]利用高效液相色谱对水稻抗褐飞虱生物型的抗原次生化合物进行了研究,在被测极性组分的 13 个谱峰中,明确了其中 4 个(即峰 1、峰 2、峰 8、峰 12)是影响水稻对褐飞虱生物型抗性水平的主要抗原次生物质。在抗褐飞虱水稻品种的筛选过程中,人们发现同一品种不同苗龄稻株的抗虫性存在差异^[11-13]。这种现象是否与此 4 种抗原次生物质在水稻不同生育期的含量变化有关?另外,无论是抗虫品种还是感虫品种,褐飞虱都最喜欢聚集在稻株的叶鞘部位取食,这种取食习性是否也与这 4 种次生物质在稻株不同部位的分布有联系呢?围绕上述问题,采用褐飞虱生物型的抗、感虫对照品种,对这 4 种抗原次生物质在稻株不同生育期和不同部位的含量变化进行了研究,以进一步探讨水稻品种抗性的化学机理。

1 材料与方法

1.1 材料

褐飞虱生物型,水稻抗虫对照品种 IR36、ASD7 和感虫对照品种 TN1 由广西农业科学院植物保护研究所抗虫育种课题组提供。将 IR36 和 TN1 每隔 2~3 d 播种 1 次,连续播种约 2 个月,以便同时获得一系列处于不同生育期的稻株,然后在同一时间采集各稻株的第 2 叶(从上而下),以测定抗原次生物质在不同生育期稻株中的含量变化;选择 IR36、TN1 五叶期和 IR36、ASD7 孕穗期的植株,分别采集从顶部到根部的第 1 叶、第 2 叶、第 3 叶、第 4 叶及它们的叶鞘,以测定抗原次生物质在这两个生长期的水稻植株不同部位的分布情况。

1.2 样品处理

将待测鲜样剪碎、混匀,经四分法反复缩分后,称取 (106.7 ± 0.2) mg,用 5 mL 甲醇浸泡 12 h,取其上层清液,待溶剂挥发干后,加入 5 mL 体积分数为 50% 的甲醇水溶液重新溶解,作为测试样品,用 HPLC 进行测定。每样品 5 次

收稿日期: 2004-11-08; 修改稿收到日期: 2005-03-01。

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(39930120); 华南农业大学校长基金资助项目(2002047)。

第一作者简介: 赵颖(1967-),女,硕士,讲师。

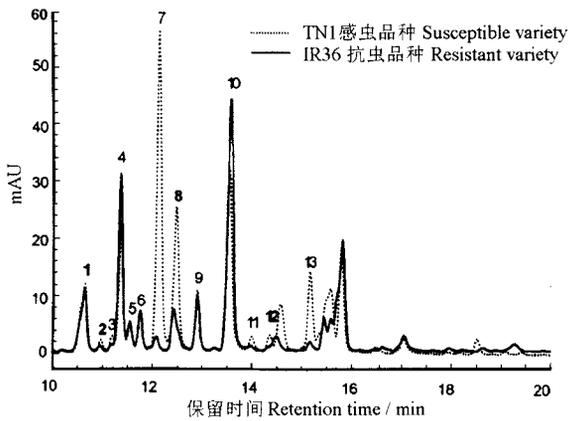


图 1 褐飞虱生物型 抗-感水稻品种的 HPLC 谱图
Fig. 1. HPLC chromatograms of resistant and susceptible varieties to brown planthopper biotype

重复,各峰面积取其平均值。
1.3 HPLC 测定的色谱条件

测试样品在 HP1100 高效液相色谱仪上采用赵颖等^[9]的方法进行检测分析。

2 结果与分析

2.1 水稻不同生育期抗原次生化化合物的含量变化

影响水稻对褐飞虱生物型 抗性水平的主要抗原次生物质,是图 1 中的峰 1、峰 2、峰 8、峰 12^[9,10]。

从图 2 可见,各生育期的峰 1 和峰 2 在抗、感对照品种间差异不大(除 5 叶期外);峰 8 在 TN1 中的含量则普遍高于 IR36,峰 12 更是显著高于 IR36。抗虫对照 IR36 中(图 2-A),各抗原次生化化合物的含量虽然总体不如 TN1 高,生育期间的变化也不大,但峰 1、峰 8 在整个取样的生育期均比峰 2、峰 12 相对高些。感虫对照 TN1 中(图 2-B),抗原次生化化合物的含量变化则较大,有时甚至比 IR36 还要高(如 5 叶期);在大部

表 1 不同苗龄稻株对褐飞虱生物型 抗性级别的模型拟合值
Table 1. Simulated resistance grades of rice to brown planthopper biotype at different growth stages.

苗龄 Plant age	模型拟合值 Simulated grade
IR36	
2 叶期 2-leaf stage	3.6
3 叶期 3-leaf stage	3.9
3.5 叶期 3.5-leaf stage	3.8
4 叶期 4-leaf stage	3.8
5 叶期 5-leaf stage	3.8
6 叶早期(分蘖) Early 6-leaf stage (Tiller)	4.0
6 叶晚期(分蘖) Late 6-leaf stage (Tiller)	3.9
6.5 叶期(分蘖) 6.5-leaf stage (Tiller)	3.8
7 叶期(分蘖) 7-leaf stage (Tiller)	3.1
孕穗期 Booting stage	3.4
抽穗期 Heading stage	2.9
TN1	
2 叶期 2-leaf stage	9.0
3 叶早期 Early 3-leaf stage	7.2
3 叶晚期 Late 3-leaf stage	7.2
3.5 叶期 3.5-leaf stage	7.9
4.5 叶期 4.5-leaf stage	7.1
5 叶早期 Early 5-leaf stage	9.0
5 叶晚期 Late 5-leaf stage	9.5
5 叶期(分蘖) 5-leaf stage (Tiller)	7.1
6 叶早期 Early 6-leaf stage	6.0
6 叶晚期 Late 6-leaf stage	8.2
6 叶期(分蘖) 6-leaf stage (Tiller)	7.3
孕穗期 Booting stage	6.1
抽穗期 Heading stage	6.4

分时间(除 3 叶期和 5 叶期外)内,峰 12 相对比其他 3 个峰高。

利用赵颖等^[9]提出的抗性预测模型,分析了这 4 个峰对水稻抗性的综合影响,拟合了 TN1 和 IR36 各生育期对褐飞虱生物型 的抗性级别值(表 1),结果表明,IR36 在整个生育期对褐飞虱生物型 都有较高抗级;而 TN1 则相反,在

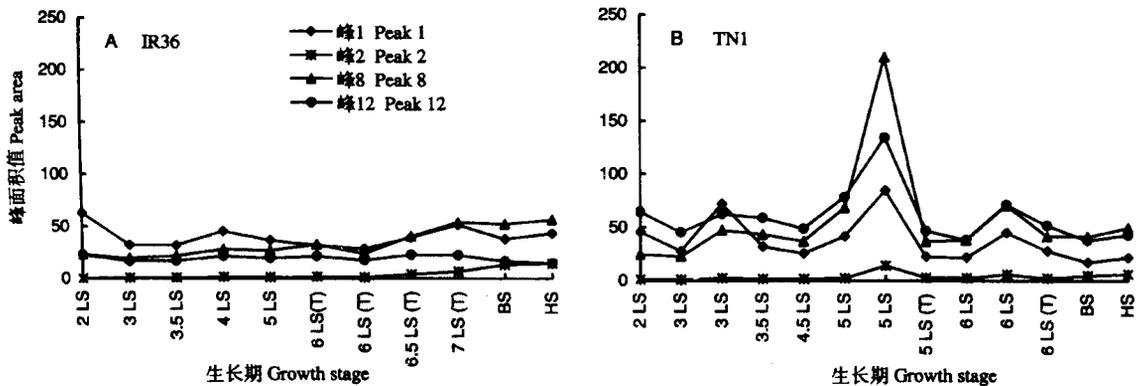


图 2 不同苗龄稻株中抗原次生化化合物的含量变化

Fig. 2. Content variations of the secondary compounds at different growth stages.

2 LS - 2 叶期; 3 LS - 3 叶期; 3.5 LS - 3.5 叶期; 4 LS - 4 叶期; 4.5 LS - 4.5 叶期; 5 LS - 5 叶期; 5 LS(T) - 5 叶期(分蘖); 6 LS - 6 叶期; 6 LS(T) - 6 叶期(分蘖); 6.5 LS(T) - 6.5 叶期(分蘖); 7 LS(T) - 7 叶期(分蘖); BS - 孕穗期; HS - 抽穗期。

2 LS, 2-leaf stage; 3 LS, 3-leaf stage; 3.5 LS, 3.5-leaf stage; 4 LS, 4-leaf stage; 4.5 LS, 4.5-leaf stage; 5 LS, 5-leaf stage; 5 LS(T), 5-leaf stage (Tiller); 6 LS, 6-leaf stage; 6 LS(T), 6-leaf stage (Tiller); 6.5 LS(T), 6.5-leaf stage (Tiller); 7 LS(T), 7-leaf stage (Tiller); BS, Booting stage; HS, Heading stage.

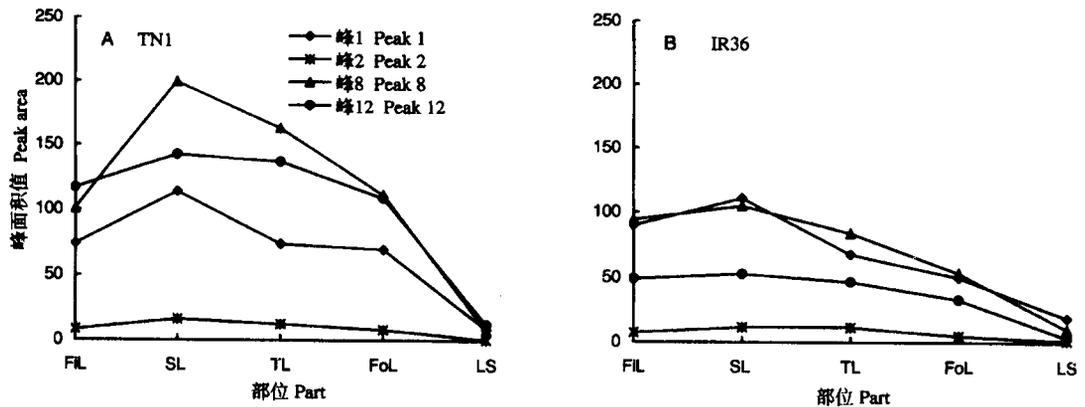


图3 5叶期稻株不同部位次生化物质的含量变化

Fig. 3. Content variations of the secondary compounds on different parts of rice plant at 5-leaf stage.

FIL - 第1叶; SL - 第2叶; TL - 第3叶; FoL - 第4叶; LS - 叶鞘。

FIL, The first leaf from the top; SL, The second leaf from the top; TL, The third leaf from the top; FoL, The fourth leaf from the top; LS, Leaf sheath.

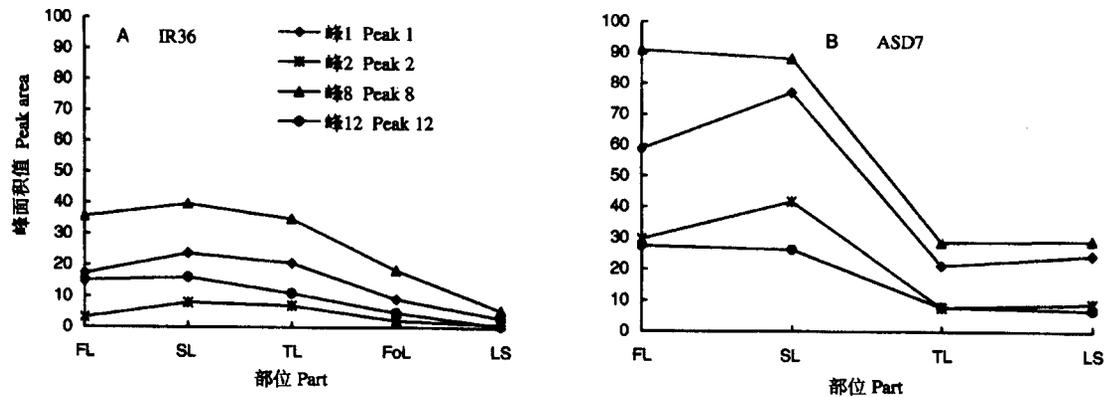


图4 孕穗期稻株不同部位次生化物质的含量变化

Fig. 4. Content variations of the secondary resistant compounds on different parts of rice plant at the booting stage.

FL - 剑叶; SL - 倒2叶; TL - 倒3叶; FoL - 倒4叶; LS - 叶鞘。

FL, Flag leaf; SL, The second leaf from the top; TL, The third leaf from the top; FoL, The fourth leaf from the top; LS, Leaf sheath.

整个生育期都是感虫的。两个品种成株期抗性比苗期稍高。由此可见,引起某些品种稻株生育期抗性发生变化的重要原因之一,极可能就是这4种相关抗原次生物物质在不同生育期的含量和组合的变化。

2.2 水稻植株不同部位抗原次生物物质的含量变化

HPLC 检测结果显示,不管是苗期还是孕穗期稻株,抗感对照品种不同部位抗原次生物物质的含量大多以第2叶(自上而下)最高,叶鞘最低,老叶和新叶的含量均高于叶鞘、低于第2叶(图3、图4),只有孕穗期 ASD7 叶鞘中的含量比第3叶略高(图4-B);而且峰1、峰8的这种降低趋势特别显著。这也许是褐飞虱喜欢聚集在叶鞘部位取食的原因之一。

3 讨论

褐飞虱通常群集于水稻植株的叶鞘部位取食,只在虫口密度较高时才分散到稻株叶片上^[1]。本研究结果表明,这一取食习性不仅与其所需生态条件(如稻株物理性状、营养水

平及田间小气候等)有关^[14-17],还可能与抗原次生物物质在稻株各部位的分布和含量有关。

事实上,本研究的这4种抗原次生物物质对水稻褐飞虱抗性的作用和贡献权重是各不相同的,水稻对褐飞虱生物型的抗性随峰1、峰8含量的增加而增强,但随峰2、峰12含量的增加而减弱;峰12对抗性的贡献权重远大于峰8的正贡献权重^[9]。由此可见,分析水稻生育期抗性变化不能仅考虑某单一成分的变化趋势。因此,本研究分析了这4种抗原次生物物质的综合作用,利用多元回归模型^[9]拟合了IR36和TN1不同生育期的抗性级别值,结果显示其变化趋势与刘光杰等^[11]实际生测的结果一致,进一步证明了水稻抗虫性与这些抗原次生物物质含量及组合的变化是密切相关的。

参考文献:

- 李汝铎,丁锦华,胡国文,等. 褐飞虱及其种群管理. 上海: 复旦大学出版社, 1996.
- 周明. 作物抗虫性原理及应用. 北京: 北京农业大学出版社,

- 1992.
- 3 肖英方, 张存政, 顾正远. 水稻品种对白背飞虱的抗性机理. 植物保护学报, 2001, 28(3): 198 - 202.
 - 4 Mattice J D, Dilday R H, Gbur E E, *et al.* Barnyardgrass growth inhibition with rice using high-performance liquid chromatography to identify rice accession activity. *Agron J*, 2001, 93: 8 - 11.
 - 5 孔垂华, 徐效华, 胡飞, 等. 以特征次生物质为标记评价水稻品种及单植株的化感潜力. 科学通报, 2002, 47(3): 203 - 206.
 - 6 Obata T, Koh H S, Kim M, *et al.* Constituents of planthopper attractant in rice plant. *Appl Entomol Zool*, 1983, 18(2): 161 - 169.
 - 7 周强, 徐涛, 张古忍, 等. 虫害诱导的水稻挥发物对褐飞虱的驱避作用. 昆虫学报, 2003, 46(6): 739 - 744.
 - 8 刘光杰, 沈君辉, 寒川一成. 中国水稻抗虫性的研究及其应用: 回顾与展望. 中国水稻科学, 2003, 17(增刊): 1 - 6.
 - 9 赵颖, 黄凤宽, 童晓立, 等. 水稻品种中抗褐飞虱抗原次生物质的分析. 应用生态学报, 2004, 15(11): 2161 - 2164.
 - 10 赵颖, 黄凤宽, 童晓立, 等. 水稻品种对褐飞虱不同生物型抗性的 HPLC 分析. 华南农业大学学报, 2005, 26(2): 52 - 56.
 - 11 刘光杰, 郑宜才, 桂丽琴, 等. 水稻品种抗褐飞虱鉴定方法的比较研究. 浙江农业学报, 1999, 11(6): 306 - 310.
 - 12 王建军, 俞晓平, 陶林勇, 等. 杂交水稻的褐飞虱抗性研究. 浙江农业学报, 1999, 11(4): 163 - 166.
 - 13 曾玲, 吴荣宗. 水稻品种对褐稻虱的抗性. 昆虫学报, 1984, 27(4): 375 - 383.
 - 14 Uthamasamy S, Velu V, Gopalan M, *et al.* Incidence of brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stål) on IR50 at graded levels of fertilization at Aduthurai. *IRRN*, 1983, 8(5): 13.
 - 15 Heinrichs E A, Medrano F G. Influence of N fertilizer on the population development of brown planthopper (BPH). *IRRN*, 1985, 10(6): 20 - 21.
 - 16 张桂芬, 刘芹轩, 申效诚. 稻田水肥管理水平对害虫种群的生态学效应. 植物保护, 1986, 12(4): 2 - 4.
 - 17 胡建章, 陆秋华, 杨金生, 等. 肥水管理对稻田主要害虫种群及产量的影响. 昆虫学报, 1986, 29(1): 49 - 55.

期刊征订

中国稻米

——中国科技核心期刊

普及科学知识 沟通最新信息
倡导绿色消费 服务行业内外

《中国稻米》是旨在为我国稻米的生产、科技发展和消费服务的全国性综合性杂志,由中国水稻研究所主办,全国农业技术推广服务中心等协办,农业部主管。遵循提高与普及相结合,重在普及的办刊方针,着重报道先进实用的科技成果和生产经营经验。设有发展与对策、专家论坛、育种与品种、耕作栽培·植物保护、贮藏与加工、市场与流通、生产经营、各地稻米、稻米文化、学术讨论、讲座、他山之石、政策法规、机构介绍、稻苑人物、简讯、新闻集锦、生资供求、新书架等栏目,兼具技术性、知识性、信息性、学术性特点。

《中国稻米》是全国最主要的涉及稻与米各环节的专业杂志之一,为中国科技核心期刊,中国学术期刊综合评价源期刊。2004年《中国学术期刊综合引证报告》中的影响因子为0.300。2004年被评为中国农学会优秀期刊,浙江省优秀科技期刊。2005年,为适应互联网快速发展的需要,建设起了中国稻米网(<http://www.zgdm.net>),以更快更好更远距离地传播稻米信息、知识和品牌。《中国稻米》、中国稻米网适合水稻产区的各级技术人员(包括县、乡、村等的农业技术人员和米厂的技术人员)及农业与粮食行政管理人员、科研教学人员和稻农及对稻米知识等有兴趣的民众阅读游览。

《中国稻米》为双月刊,每期定价5.00元,全年30.00元,邮发代号:32-31。

联系地址:杭州市体育场路359号;邮政编码:310006;电话:0571-63370271(可传真),63370368;E-mail:zgdm@163.com。