

水稻品种游离氨基酸含量与抗褐稻虱的关系

曾 玲 吴荣宗 冯 成** 李洁群***

(植保系)

摘要 本研究测定了4个水稻品种在三个秧龄期对褐稻虱的抗性及其游离氨基酸含量。结果表明,感虫品种 TN1叶鞘的主要游离氨基酸含量和氨基酸总量均高于抗虫品种7105,中抗品种的含量一般居中。分析各品种不同秧龄期的氨基酸含量与品种受害级别、飞虱排泄蜜露量、产卵量和存活率的相关性,苯丙氨酸、缬氨酸、谷氨酸、异亮氨酸与上述四项指标呈显著正相关;天门冬酰胺、亮氨酸、天门冬氨酸以及各种氨基酸的总量与其中三项指标呈显著正相关;另外还有七种氨基酸与其中1~2项指标呈显著正相关。此外,腊膜取食试验表明,天门冬酰胺、缬氨酸、丝氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸对褐稻虱的取食均有不同程度的刺激作用。

关键词 水稻品种抗性;秧龄;褐稻虱;游离氨基酸

褐稻虱 *Nilaparvata lugens* (Stål) 是亚洲稻区的主要水稻害虫之一。近年来,国内外在水稻品种抗褐稻虱的研究和利用方面有了很大的进展,在抗性机制方面也进行了较深入的研究。据报导,水稻叶鞘游离氨基酸的含量与品种抗性存在一定的关系,其中天门冬氨酸、天门冬酰胺、谷氨酸、丙氨酸、缬氨酸对褐稻虱的取食有刺激作用,这些氨基酸的含量在抗性品种中明显低于感虫品种^[1,7,9,11,13]。有的报导还认为,不利于褐稻虱取食和存活的 γ -氨基丁酸在抗虫品种中的含量明显高于感虫品种^[4,5,6]。为进一步探讨水稻游离氨基酸含量与抗性的关系,作者测定了四个不同抗性的水稻品种在不同秧龄期的游离氨基酸含量,着重分析了品种受害级别、褐稻虱的蜜露排泄量、存活率、产卵量等抗性指标与品种的游离氨基酸含量的关系,并利用腊膜取食法对几种主要氨基酸影响飞虱取食作用进行了生物测定。

1 材料与方法

1.1 供试品种和虫源

供试品种为7105(抗)、包选2号(中抗)、辐包矮21(中抗)和感虫对照种 TN1。供试秧龄期为30天、45天和60天。

供试虫源取自温室内饲养于感虫品种上的褐稻虱生物型1。

1.2 试验方法

1.2.1 褐稻虱在各品种上的存活率、产卵量蜜露排泄量及品种受害级别均按常规方法测定^[8]。

• 本文为国家自然科学基金资助项目内容之一。

1992-06-03收稿 ** 现在深圳光明农场。*** 现在云浮硫铁矿。

1.2.2 水稻叶鞘游离氨基酸含量测定 将供试品种种在水泥池中罩上纱网防虫,每品种三个重复,于各供试秧龄期随机取样(取样时间为晴天上午10~11时),每品种剥取植株外面的1~2片叶鞘40克,用蒸馏水洗净并吸干水份,剪碎研磨后迅速称取4克,采用乙醇抽提后置低温冰箱中备用.应用日立835-50型氨基酸自动分析仪测定各种游离氨基酸含量.

1.2.3 氨基酸对褐稻虱取食的影响 选取品种间含量较高、差异较大的几种氨基酸,以5%纯蔗糖液为溶剂,配制氨基酸浓度为0.1%、0.5%和1%浓度的氨基酸蔗糖液,用NaOH或HCl溶液将各供试液的pH值调至6.5,以消除因pH值过低或过高而造成的抑制取食作用.将上述氨基酸蔗糖液注满透明小园盒(直径4厘米,高0.5厘米),用拉薄的腊膜(Parafilm)复盖密封,并罩上有通气纱网的小虫罩,让黄色灯光从透明盒底下透过(见图1).每种氨基酸每一浓度均设5个重复,以5%蔗糖液作对照.每个重复(盒)接入5头经饥饿3小时并已称体重的褐稻虱长翅型雌成虫,取食24小时后移出再称重,计算取食前后虫体重的增减,以比较不同氨基酸、不同浓度对褐稻虱取食的影响.

1.2.4 游离氨基酸含量与品种抗性的关系 将褐稻虱在各供试品种上的存活率、产卵量、蜜露量(面积)以及品种受害级别分别进行相关性分析,以探讨氨基酸含量与品种抗性的关系.

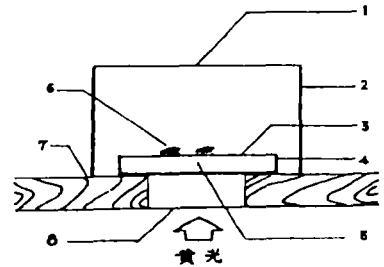


图1 褐稻虱取食氨基酸溶液试验装置

- 1、纱网 2、虫罩
3、石腊膜 4、透明塑料园盒
5、氨基酸溶液 6、褐稻虱
7、木架 8、黄色玻璃纸

2 结果与分析

2.1 水稻叶鞘游离氨基酸与抗性的关系

2.1.1 游离氨基酸种类与含量

分析结果表明,稻株叶鞘含有20种游离氨基酸,但品种间和不同秧龄期的含量有变化(见表1).其中含量较高、变化较大的有6种:天门冬酰胺、谷氨酸、丙氨酸、天门冬氨酸、 γ -氨基丁酸和丝氨酸,这些氨基酸在品种中最高含量占氨基酸总量的12~42%;其次的4种是苏氨酸、精氨酸、缬氨酸和脯氨酸,占总量的3.8~5.7%;其余10种氨基酸含量只达总量的3.16%以下.

在供试各秧龄期,前10种主要氨基酸均以感虫品种TN1的含量较高,但在中抗品种包选2号45天秧龄期的天门冬氨酸、天门冬酰胺、丝氨酸、苏氨酸和60天秧龄期精氨酸的含量高于TN1.

比较各供试品种的游离氨基酸总量,TN1的总量有随秧龄的增加而减少的趋势,其他品种均以45天秧龄植株的总量较高.在同一秧龄期内,一般以TN1的氨基酸总量较高,只有45天秧龄的包选2号的总量接近TN1.

2.1.2 氨基酸含量与抗性的相关性

褐稻虱在各供试品种三个秧龄期植株上的存活率、产卵量、蜜露量以及植株受害级别测定结果见表2.

在褐稻虱抗性研究中,植株受害级别、飞虱的产卵量、存活率和蜜露量一般作为衡量品种抗性强弱的指标,与品种的抗性存在负相关关系.为探讨水稻氨基酸含量与上述各项

表1 不同抗性品种叶鞘游离氨基酸含量

氨基酸 种类	30天秧龄				45天秧龄				60天秧龄			
	TNI	包选2号	福包矮2I	7105	TNI	包选2号	福包矮2I	7105	TNI	包选2号	福包矮2I	7105
	(n mol/ml)											
天门冬酰胺	7980.0	175.0	498.2	48.1	5268.1	6084.0	365.7	1901.9	790.0	901.6	238.5	274.1
谷氨酸	2070.4	801.8	1057.1	831.3	1729.4	1573.4	991.0	941.8	887.1	1006.4	786.4	726.1
丙氨酸	2964.2	568.4	576.2	530.8	2161.8	1123.0	723.1	1116.4	1048.2	559.9	508.9	674.6
天门冬氨酸	644.3	436.1	521.6	141.3	1014.9	1217.5	476.66	632.1	605.8	410.7	569.2	419.7
L-氨基丁酸	781.7	385.0	439.7	239.2	927.8	749.0	814.7	498.2	1100.6	692.7	811.6	662.0
丝氨酸	1711.7	360.9	581.6	242.7	1509.9	1597.4	467.1	779.9	482.9	303.5	345.2	405.5
缬氨酸	284.7	105.6	98.3	70.9	227.6	206.4	86.5	84.1	141.2	65.4	79.0	82.9
苏氨酸	293.2	126.6	157.9	76.2	365.3	595.3	215.8	132.1	144.2	90.6	144.2	95.0
精氨酸	301.8	51.1	194.1	120.1	169.6	196.8	255.5	240.0	201.7	214.7	96.8	142.4
脯氨酸	1080.3	61.2	45.4	60.3	250.0	147.9	143.5	214.0	117.8	89.1	83.9	98.1
蛋氨酸	45.2	40.0	0.0	4.5	118.0	134.0	132.7	59.7	162.2	26.0	7.6	6.4
甘氨酸	187.0	37.8	44.0	85.9	92.0	305.4	83.6	117.0	54.2	41.8	44.3	47.3
瓜氨酸	23.4	9.8	20.3	0.0	70.6	84.0	42.1	48.5	38.0	0.0	0.0	17.2
胱氨酸	27.0	18.3	38.5	11.8	36.6	41.1	22.6	29.0	21.3	20.9	17.2	41.3
异亮氨酸	85.4	50.5	58.0	50.1	123.3	120.0	72.6	67.2	91.2	42.9	52.1	60.2
亮氨酸	101.5	56.8	56.8	63.9	153.5	107.6	84.1	82.8	136.2	45.1	59.9	83.1
酪氨酸	56.6	48.8	64.0	44.9	73.1	75.5	61.8	53.2	63.6	36.2	50.5	54.8
苯丙氨酸	85.7	57.0	73.1	54.2	106.3	107.3	76.1	57.0	104.6	47.6	56.9	65.2
鸟氨酸	59.4	2.9	3.4	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	0.0	4.7	6.2
赖氨酸	175.9	33.6	51.7	39.0	77.4	69.0	40.8	39.4	80.1	41.9	46.4	51.9
总量	18059.4	3427.2	4527.2	2717.8	14415.2	14534.6	5155.9	7095.0	6276.3	4637.0	4003.2	4014.4

表 2 不同水稻品种对褐稻虱的抗性测定结果*

项 目	30 天秧龄				45 天秧龄				60 天秧龄			
	TN1	包选 2 号	辐包矮 21	7105	TN1	包选 2 号	辐包矮 21	7105	TN1	包选 2 号	辐包矮 21	7105
品种受害级别	9 a	3 b	3 b	1 c	9 a	3 b	3 b	1 c	9 a	3 b	3 b	1 c
若虫存活率 (%)	90 a	80 ab	76 bc	8 e	96 a	94 a	78 bc	10 e	90 a	52 d	40 d	4 e
产卵量 (粒/♀)	286.0 ab	239.4 b	42.2 cd	18.6 d	354.2 a	318.4 a	72.8 c	36.5 cd	352.5 a	260.6 b	55.1 cb	43.0 cd
暴露面积 (mm ² /5 头)	281.5 a	264.8 a	159.1 b	27.6 d	294.6 a	237.2 ab	110.6 c	32.6 d	247.7 a	96.5 c	78.9 cd	34.6 d

* 表中数值为 5~10 个重复的平均值,各栏内数值后面有相同字母者经方差分析表明在 0.05 水平上差异不显著。

指标的关系, 将供试品种各秧龄期的游离氨基酸含量与相应秧龄期的上述各项抗性指标进行相关性分析, 结果见表3。从表3来看, 缬氨酸、苯丙氨酸、谷氨酸和异亮氨酸与上述四项指标均呈显著正相关; 天门冬酰胺、亮氨酸以及各种氨基酸的总量与受害级别、蜜露量和产卵量也呈现显著正相关; 天门冬氨酸则与除受害级别以外的另三项指标显著正相关; 与其中两项指标达显著正相关的还有丙氨酸、赖氨酸和蛋氨酸; 只与其中一项指标呈显著正相关的有丝氨酸、苏氨酸、 γ -氨基丁酸和酪氨酸。另外, 余下的六种氨基酸与所有抗性指标均未达到显著相关关系。值得注意的是, 与品种受害级别显著正相关的10种氨基酸中, 除 γ -氨基丁酸以外, 其余9种均同时与飞虱蜜露量也呈显著正相关, 说明其中的关系密切。

表3 稻株叶鞘游离氨基酸含量与抗性的相关性

氨基酸 种类	相 关 系 数			
	若虫存活率	成虫产卵量	成虫蜜露量	稻株受害级别
谷氨酸	0.606*	0.577*	0.665*	0.653*
缬氨酸	0.663*	0.689*	0.797**	0.768**
异亮氨酸	0.611*	0.652*	0.650*	0.613*
苯丙氨酸	0.716**	0.680*	0.719**	0.709**
天门冬酰胺	0.512	0.585*	0.621*	0.582*
天门冬氨酸	0.585*	0.591*	0.589*	0.421
亮氨酸	0.484	0.663*	0.585*	0.741**
丙氨酸	0.454	0.533	0.661*	0.754**
γ -氨基丁酸	0.518	0.603*	0.436	0.705*
赖氨酸	0.457	0.494	0.578*	0.738**
蛋氨酸	0.618*	0.650*	0.524	0.526
苏氨酸	0.599*	0.505	0.553	0.294
丝氨酸	0.546	0.552	0.639*	0.562
酪氨酸	0.596*	0.370	0.552	0.435
脯氨酸	0.297	0.313	0.419	0.567
甘氨酸	0.314	-0.029	0.191	0.010
瓜氨酸	0.474	0.451	0.449	0.320
胱氨酸	0.181	0.118	0.201	0.056
鸟氨酸	0.227	0.216	0.358	0.499
精氨酸	0.256	0.177	0.111	0.349
氨基酸总量	0.561	0.611*	0.656*	0.652*

* 相关显著

** 相关极显著

将表3和表1的结果进行比较, 可发现与各项指标达显著正相关的氨基酸, 在各秧龄期大都以 TN1 的含量较高; 以 7105 和 辐包矮 21 的含量较低; 包选 2 号的含量一般居中, 但某些氨基酸的含量较接近甚至超过 TN1。这说明氨基酸的含量与各品种的抗性表现是相一致的。以上结果表明, 水稻叶鞘的主要游离氨基酸有利于褐稻虱的取食、存活和繁殖, 是其生命活动所需要的重要营养物质之一, 这些氨基酸含量的多少与品种抗性的强弱有着密切的联系。此外, 稻株叶鞘的其他氨基酸对褐稻虱未表现出不良影响。

2.2 氨基酸对褐稻虱取食的刺激作用

腊膜取食试验的结果表明(表4),褐稻虱取食天门冬酰胺和缬氨酸1%溶液的体重增加最多,取食0.1~0.5%浓度溶液的虫体重也显著增加,其中天门冬酰胺的浓度与虫体增重成正比,表明了这两种氨基酸对褐稻虱的取食具有较强的刺激作用。取食丝氨酸与亮氨酸增重仅次于上述两种氨基酸,其不同浓度的增重差异不大。除1%浓度外,取食苯丙氨酸0.5%以下浓度溶液的虫体增重较对照的显著。这也表明了上述三种氨基酸对褐稻虱亦具有一定的刺激取食作用。根据表3的分析结果,这5种氨基酸与飞虱排泄的蜜露量呈显著正相关,这与取食试验的结果是相一致的。表4的结果还表明,取食各种浓度的天门冬氨酸、谷氨酸、丙氨酸、 γ -氨基丁酸溶液的褐稻虱体重增加不显著,与对照比较,也没有发现有虫体减重的情况,说明了这些氨基酸在供试浓度的条件下对褐稻虱的取食既无刺激作用也无抑制作用。然而,表3的分析表明,除 γ -氨基丁酸外,天门冬氨酸、谷氨酸和丙氨酸与褐稻虱排泄蜜露量也呈显著正相关,此两结果的差异,有可能是供试浓度与氨基酸在植株内的浓度不同所起作用所致,尚等进一步研究。

表4 褐稻虱取食不同氨基酸溶液增重情况*

(mg/5头)

氨基酸 种类	浓 度 (%)		
	0.1	0.5	1.0
天门冬酰胺	0.90 gh	1.82 bc	2.56 a
天门冬氨酸	0.44 hi	0.26 i	— **
缬氨酸	1.40 cdef	1.66 bcd	1.90 b
丝氨酸	1.60 bcde	1.40 cdef	1.22 defg
亮氨酸	1.44 bcdef	1.32 cefg	1.24 defg
谷氨酸	0.08 i	0.16 i	— **
苯丙氨酸	1.02 fg	1.14 efg	0.36 i
丙氨酸	0.40 i	0.24 i	0.12 i
γ -氨基丁酸	0.22 i	0.12 i	0.20 i
5%蔗糖液(对照)	0.00 i	0.00 i	0.00 i

* 各种氨基酸均以5%的蔗糖液作溶剂,表中的数值为5个重复的平均值,后面跟有相同英文字母者,表明经方差分析在0.05水平上差异不显著。

** 超过常温下的溶解度,没有进行测定。

3 结论与讨论

水稻植株的游离氨基酸是褐稻虱重要的营养物质,稻株叶鞘内主要游离氨基酸的含量与品种的受害级别以及褐稻虱的取食、存活、产卵呈正相关。这些氨基酸在感虫品种 TN1 中含量较高,在抗性品种 7105 中含量较低。在中抗品种中,氨基酸含量一般居中,其中以耐受性为主的包选 2 号的含量较接近 TN1,而抗性较强的辐包矮 21 的含量却较接近 7105。这表明水稻叶鞘内主要氨基酸含量以及氨基酸总量与品种的抗性关系密切,这与前人的一些研究结果相一致^[6,7,9,10]。然而,张增全等^[3]报导甘氨酸、赖氨酸和酪氨酸影响褐稻虱的存活率、发育进度、翅型比率、性比和产卵量,在本试验中,赖氨酸只与植株受害级别和飞虱的蜜露量呈显著正相关,酪氨酸仅与存活率达正相关,对其他抗性指标影响不大。

据报导, γ -氨基丁酸不利于褐稻虱的取食,且对产卵量和虫口密度有影响^[2,6],但本试验的结果表明, γ -氨基丁酸并未表现出对褐稻虱的取食有抑制作用,这与 Sogawa^[10]的报导

相一致,同时,它在植株中的含量反而与褐稻虱的产卵量呈显著正相关。此外,分析结果还表明,稻株叶鞘内所含有的氨基酸并无表现出与品种的受害级别、褐稻虱的存活率、产卵量、蜜露量有显著负相关关系,因此,稻株叶鞘内所含有的氨基酸对褐稻虱的生命活动或为害均无不利影响。

腊膜取食试验结果还表明,天门冬酰胺、缬氨酸、丝氨酸、亮氨酸和苯丙氨酸对褐稻虱的取食有不同程度的刺激作用,在抗虫品种中,这些氨基酸的含量较少,有可能导致植株缺乏足够的刺激吸食的物质,从而使褐稻虱的取食量减少,造成存活率和产卵量下降。

由于条件所限,本试验的游离氨基酸测定以稻株叶鞘作为样本,故所得结果并不完全代表褐稻虱的取食部位韧皮部的游离氨基酸含量,只能表明游离氨基酸在各品种含量的大致趋势。此外,在自然状态下,游离氨基酸在稻株中还与其他起抗生作用的化合物共存,如国外已有报导的不利于飞虱取食的可溶性硅酸、草酸和一些甾醇类等^[12,14,15],因此,在不同氨基酸种类之间,或与其他抗生物质之间是否存在着增效或拮抗作用,有待于进一步的研究。

致谢 本文氨基酸分析测定部份由本校实验中心吕雪娟同志协助进行,谨此致谢。

参 考 文 献

1. 刘浩官等. 水稻叶鞘氨基酸有机酸含量与稻飞虱抑食相关分析. 福建农业科技, 1981, (6): 11~12
2. 陈清泉. 水稻体内几种游离氨基酸与抗病虫关系关系的探讨. 湖南农业科技, 1979, (2): 9~16
3. 张增全等. 褐稻虱饲料稻株中数种氨基酸的营养效应. 昆虫学报, 1985, 28 (1): 15~21
4. 罗泽民等. 杂交水稻抗稻褐飞虱一些问题的探讨. 湖南农学院学报, 1982, (1): 7~14
5. 唐明远等. 关于杂交水稻中 L-氨基丁酸等氨基酸含量与抗褐飞虱的相关性. 湖南农学院学报, 1979, (1): 27~30
6. 彭忠魁. 杂交水稻对褐飞虱的研究. 中国农业科学, 1979, (2): 71~77
7. 彭忠魁等. 水稻品种“740098”抗褐飞虱的机制. 昆虫学报, 1980, 23 (3): 334~337
8. 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
9. Sogawa K. & M D Pathak. Mechanisms of brown planthopper resistance in Mudgo variety of rice (Homoptera: Delphacidae). Appl Ent Zool, 1970, 5 (3): 145~158
10. Sogawa K. Studies on the feeding habits of the brown planthopper. II. Effects of amino acids and other compounds on the sucking response. Jap J Appl Ent Zool, 1972, 16: 1~7
11. Sogawa K. Feeding behavior of the brown planthopper and brown planthopper resistance of indica rice Mudgo. 1973, Bulletin No. 4. Laboratory of Applied Entomology, Faculty of Agriculture, Nagoya University, Chikusa, Nagoya, Japan
12. Shigematsu et al. Sterols and asparagine in the rice plant endogenous factors related to resistance against the brown planthopper (*Nilaparvata lugens*). Agric and Biol Chemistry, 1982, 46 (11): 2877~1879
13. Sogawa K. Variation in gustatory response to amino acid-sucrose solutions among biotypes of the brown planthopper. IRRI. 1978, 3 (3): 9
14. Yoshikara T., K Sogawa, et al. Soluble silicic acid as a sucking inhibitory substance in rice against the brown planthopper (Delphacidae, Homoptera). Ent Exp & app, 1979, 26: 314~322
15. Yoshihara Y., K. Sogawa, et al. Oxalic acid as a sucking inhibitor of the brown planthopper (Delphacidae, Homoptera) in rice. Ent Exp & app, 1980, 27: 149~155

ON RELATIONSHIP BETWEEN THE FREE AMINO ACIDS CONTENT
AND RESISTANCE TO *NILAPARVATA LUGENS* IN RICE VARIETIES

Zeng Ling

Wu Jung Tsung

Feng Cheng

Li Jie qun

(Department of Plant Protection)

Abstract The resistance to *Nilaparvata Lugens* (BPH) in 4 rice varieties at 30, 45, 60—days old plants and the correlations between the content of various free amino acids taken in rice sheath and 4 resistant parametrics including damage rating, amount of honeydew excreted, nymph survival and fecundity were studied. The results indicated that the total content and the content of mainly free amino acids in susceptible variety TN1 were higher than resistant variety 7105 in different growth ages. Generally the total content of free amino acids in the moderate resistant varieties Baosyan 2 and Fubaoai 21 were higher than in 7105 but lower than in TN1. The positive correlations significantly existed between the content of 4 amino acids (phenylalanine, Valine, glutamic acid and isoleucine) and 4 resistant parametrics, also existed between the content of other 3 amino acids (asparagine, aspartic and leucine) and 3 resistant parametrics.

Otherwise, the result of feeding test showed that 5 kinds amino acids (asparagine, valine, leucine, serime and phenylalanine) have a significant pgagostimulative effect on the BPH feeding.

Key word Resistance of rice varieties; BPH; Seedling ages; Free amino acids