

褐稻虱饲料稻株中数种氨基酸的营养效应

张增全 顾金炎

(上海市农业科学院)

摘要 本研究初步证实饲料稻株中甘氨酸、赖氨酸和酪氨酸含量的高低,同褐稻虱(*Nilaparvata lugens* Stål)的发育进度、存活率、短翅型出现率和单雌产卵量关系极为密切,它们是褐稻虱赖以正常生长发育和繁殖的重要氨基酸。

关键词 褐稻虱 氨基酸 营养

专择性的植食性昆虫的正常生长、发育和繁殖,必须与特定植物种类建立寄主关系,而这种关系又以营养作为联系纽带。Davis (1972)曾报道合成培养基中甘氨酸对锯谷盗 *Oryzaephilus surinamensis* 的生理作用,当甘氨酸含量达 32.0 mg/g 时能提高锯谷盗的发育率。

Bhattacharya 等(1968)报道酪氨酸是甲虫 *Trogoderma granarium* 营养上所必需的一种氨基酸(一般认为酪氨酸是昆虫非必需的氨基酸)。Fuzcau-Braesch S. (1972)提及常存在于昆虫血液中的酪氨酸在昆虫表皮的硬化和暗化中有重要的作用。赖氨酸不能在昆虫体内合成,所以它是昆虫必需的一种外源氨基酸。但自然食料中氨基酸对昆虫营养作用报道不多,稻株中氨基酸对褐稻虱 *Nilaparvata lugens* Stål 的营养作用文献报道较少。邹运鼎等(1982)报道赖氨酸含量与褐稻虱短翅分化率呈正相关,相关极显著。我们在1979年进行褐稻虱翅型分化的研究,发现饲料稻株中的赖氨酸、酪氨酸和甘氨酸对褐稻虱有明显的营养效应,与发育进度、存活率、翅型分化和单雌产卵量关系密切。现将结果报道如下。

材料与方 法

一、试虫 人工饲养的初孵一龄若虫。

二、饲料稻株培育 将洗净的石英砂盛入内径 15cm,高 20cm 的瓷钵中,注入木村 B 水稻培养液,然后加入不同浓度的氨基酸,以不加氨基酸的作对照。放在温室内(25℃左右),培育晚粳双丰一号水稻。

三、褐稻虱若虫饲养观察 当稻株培育 40 日龄左右时,进行单苗或多苗接虫饲养观察。

(1) 单苗接虫饲养 在内径 5cm、长 15cm 的 40 目尼龙纱管中,放入一株稻苗,使根部外露,两端用海绵塞塞住,每处理接 10 管,每管接虫 5 头或 10 头初孵一龄若虫,稻苗仍置原培养液的塑料盘中培养。若虫在温室中饲养。每隔 2—3 天换饲料,并检查一次若虫发育进度,直至羽化为止。

本文于 1983 年 11 月收到。

陈晓凤、张伟萍两同志协助试验,特此致谢。

(2) 多苗接虫饲养 先将瓷钵中培养的 30 日龄左右稻苗计数, 罩上内径 10 cm, 高 60cm 的 40 目尼龙纱管, 上覆纱布, 每苗接 7 头初孵一龄若虫, 每处理设 2—3 个重复, 在温室中饲养。羽化开始至结束, 每隔 2—3 天统计一次羽化进度。

四、成虫产卵量观察 将各处理新羽化的短翅型雌虫和长翅型雄虫配对, 以同一处理无虫卵的稻苗供饲料及产卵用。每隔 4—5 天更换, 并统计产卵数, 直至雌成虫全部死亡为止。

五、稻株氨基酸含量测定 在稻苗接虫同时, 测定氨基酸含量。截取稻株外部下 1—2 张绿色叶鞘, 以 80% 乙醇提取后, 用 835—50 型氨基酸自动分析仪测定。

试 验 结 果

一、稻株中甘氨酸、赖氨酸、酪氨酸含量比较

据 1982 年 1—9 月份的 4 次重复测定结果由表 1 可看出: (1) 游离氨基酸总含量, 处理组少于对照组; (2) 酪氨酸含量, 多数处理组高于对照组; (3) 赖氨酸含量, 多数处理组低于对照组; (4) 甘氨酸含量, 是多数处理组比对照组高。

表 1 稻株中重要游离氨基酸含量比较(1982 年)

取样日期 (日/月)	处理	氨基酸含量(%)		酪氨酸含量	赖氨酸含量	甘氨酸含量	酪、赖、甘氨酸 占总氨基酸 的比例*	总 量
				(%)	(%)	(%)		PPM
30/I	对照			2.81	6.63	2.26	11.70	821.20
	40PPM 酪氨酸			10.15	5.83	1.71	17.69	716.52
19/III	对照			1.23	10.13	1.70	13.06	993.95
	80PPM 酪氨酸			2.08	7.03	2.27	11.38	423.50
	120PPM 酪氨酸			3.07	4.51	1.51	9.06	427.98
	80PPM 赖氨酸			0.61	5.82	1.91	8.34	430.64
22/V	对照			2.45	2.79	0.64	5.88	2462.88
	40PPM 酪氨酸			4.78	1.21	0.77	6.76	1355.66
	40PPM 赖氨酸			2.95	2.21	0.37	5.53	2369.672
7/IX	对照			1.08	0.70	0.55	2.33	897.672
	40PPM 酪氨酸			1.66	1.03	0.77	3.46	406.835
	40PPM 赖氨酸			1.79	0.93	0.72	3.44	352.531

* 酪、赖、甘氨酸含量百分数是指各种氨基酸测定量与总游离氨基酸之比。

二、受害稻株中赖氨酸、酪氨酸、甘氨酸含量变化

我们曾在 1981—1982 年前后共进行了 10 次试验重复样品测定, 结果趋势一致。实验材料选自受 1—3 龄褐稻虱若虫为害稻株。

1—3 龄褐稻虱若虫的食量虽少, 但受害稻株中的赖氨酸、酪氨酸和甘氨酸的含量变化已可检测出, 测定结果为: 赖氨酸含量无虫苗高于虫害苗, $t = 1.9942 < p_{0.05}$; 酪氨酸含量与赖氨酸的相似 $t = 1.4342 < p_{0.05}$; 甘氨酸含量的变化在多数情况下无虫苗的低于虫害苗 $t = 0.8556 < p_{0.05}$ (见表 2)。低龄若虫在生长发育过程中需要赖氨酸和酪氨酸, 其需要量为: 赖氨酸 $>$ 酪氨酸 ($d_{95} = 8.31$, $d_{95} = 3.30$)。至于甘氨酸则无虫苗含量比虫害

表 2 受害稻株中赖氨酸、酪氨酸与甘氨酸含量变化比较(1982年)

N	氨基酸增减			赖氨酸			酪氨酸			甘氨酸		
	无虫苗 (X ₁)	有虫苗 (X ₂)	d = (X - X ₂)	无虫苗 (X ₁)	有虫苗 (X ₂)	d = (X - X ₂)	无虫苗 (X ₁)	有虫苗 (X ₂)	d = (X - X ₂)			
1	+1.62	+0.18	+1.44	-1.07	-1.28	+0.21	-1.60	-1.58	-0.02			
2	+1.19	+0.09	+1.10	-0.71	-0.63	-0.08	-0.92	-0.93	+0.01			
3	-0.48	-1.15	+0.67	+1.56	+0.65	+0.81	-1.37	-1.47	+0.10			
4	+1.00	+0.87	+0.13	-0.02	-1.60	+1.58	-0.13	-0.22	+0.09			
5	+0.59	+0.51	+0.08	-0.89	-0.99	+0.01	0.00	-0.09	+0.09			
6	-0.98	-1.09	+0.11	-0.71	-0.83	+0.12	-0.25	-0.01	-0.24			
7	-0.60	-0.48	-0.12	-0.66	-1.24	+0.58	-0.08	+0.05	-0.13			
8	+0.11	-0.21	+0.32	-0.48	-0.53	+0.04	-0.04	-0.11	+0.17			
9	+3.07	-1.24	+4.31	-0.68	-0.72	+0.04	+0.39	+0.22	+0.22			
10	-0.34	-0.61	+0.27	-1.02	-1.00	-0.02	+0.07	-0.12	+0.05			
备注	t = 1.9942 p < 0.05 d = 8.31			t = 1.4342 p < 0.05 d = 3.30			t = 0.8556 p < 0.05 d = 0.19					

注 氨基酸增减均以接虫前后比较,增加为“+”、减少为“-”。

苗的低。其原因可能是当检测 1—3 龄褐稻虱若虫中游离氨基酸时,赖氨酸、酪氨酸和甘氨酸的含量不同,前两种酸的含量随虫龄增高而渐增、后者含量随虫龄增高而下降(见表 3)。由此可见,稻株中游离赖氨酸和酪氨酸是褐稻虱低龄若虫在生长发育过程中所必需的氨基酸。

表 3 1—3 龄褐稻虱若虫体内 三种游离氨基酸含量(1981年)

氨基酸含量	总 量 (PPM)	赖氨酸 (%)	酪氨酸 (%)	甘氨酸 (%)
虫龄 1	54.0	6.50	6.50	6.10
2	52.0	6.75	6.55	6.00
3	61.0	6.80	6.70	4.90

三、酪氨酸、赖氨酸处理对成虫羽化进度的影响

从 1982 年 1—9 月的饲养观察结果中可知: 除 5 月 22 日接虫饲养的对照组稍快于处理组外,其余三次均是酪氨酸处理组快于对照组,尤以 3 月 19 日接虫饲养的差异显著,其次为 1 月 31 日接虫饲养的(见图 1)。可以认为,酪氨酸有加速褐稻虱若虫发育进度的作用。至于赖氨酸处理,其发育进度与对照组相比,有快有慢,对于它的作用,尚需进一步研究。

四、酪氨酸处理对出现短翅型成虫性比率的影响

分析各次检测的稻株中酪氨酸含量与其上饲养的短翅型褐稻虱性比关系,得出: 初孵一龄褐稻虱若虫饲以较高含量酪氨酸的稻苗,育出的短翅型雄虫个体数多,酪氨酸含量与短翅型雄成虫出现的比率呈正相关,相关系数为 $r_{雄} = 0.9016$, $0.02 < p < 0.01$; 而短翅型雌性个体的出现率与稻株中酪氨酸呈负相关,相关系数为 $r_{雌} = -0.8840$, $0.02 <$

$p < 0.01$ 。(见表 4)。由此可见,饲料稻株中酪氨酸含量的高低,成为褐稻虱短翅型成虫性比变动的要素之一。

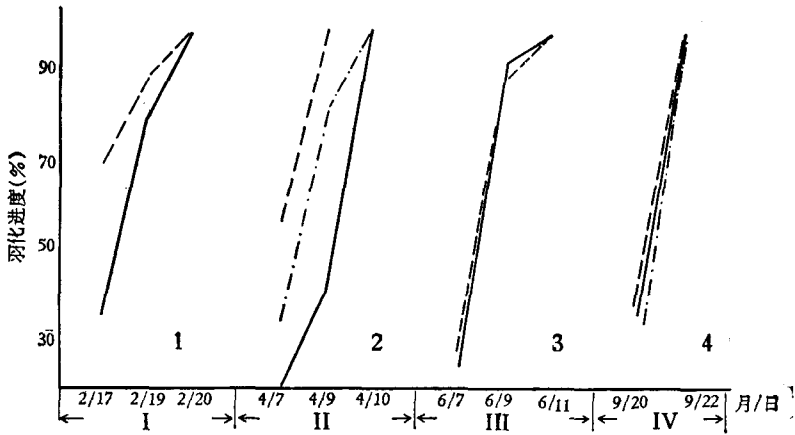


图 1 不同氨基酸处理对羽化进度的影响

—对照 ———酪氨酸 - · - · - 赖氨酸

- I. 1月31日接虫饲养 II. 3月19日接虫 III. 5月22日接虫 IV. 9月7日接虫
 1. 40PPM 酪氨酸 2. 80PPM 酪氨酸,80 PPM 赖氨酸 3. 40PPM 酪氨酸
 4. 40PPM 酪氨酸,40PPM 赖氨酸

表 4 饲料稻株中酪氨酸含量与短翅型成虫性比率的关系(1982年)

N	褐稻虱短翅型成虫性比率(%)		酪氨酸含量(%) Y
	♀(X)	♂(X)	
1	40.00	25.93	2.81
2	29.63	0	10.15
3	40.00	0	1.23
4	39.29	11.87	2.08
5	44.07	13.79	2.45
6	39.66		4.78
备注	$r_{雌} = -0.8840$ $0.02 < p < 0.01$	$r_{雄} = 0.9016$ $0.02 < p < 0.01$	

五、甘氨酸、赖氨酸含量与存活率的关系

根据1月与9月的二次重复饲养统计,稻株中甘氨酸、赖氨酸含量与取食该稻株的褐稻虱若虫存活率呈负相关。相关系数为 $r_{甘} = -0.9054$, $0.05 < p < 0.02$; $r_{赖} = 0.8757$, $p = 0.05$ 。由此可见,稻株中甘氨酸、赖氨酸含量之高低,是褐稻虱生长、发育、增殖的重要营养要素之一(图 2)。

六、甘氨酸、赖氨酸含量与褐稻虱翅型分化率的关系

从1982年1月、9月两次重复饲养观察中,统计所得的成虫,得知饲料稻株中甘氨酸、赖氨酸的含量与褐稻虱短翅型分化率呈负相关。甘氨酸、赖氨酸含量百分数与短翅型出现比率的相关系数为: $r_{甘} = -0.9814$, $p > 0.001$, 相关极显著; $r_{赖} = -0.9570$, $0.02 < p < 0.01$, 相关也很显著(表 5)。

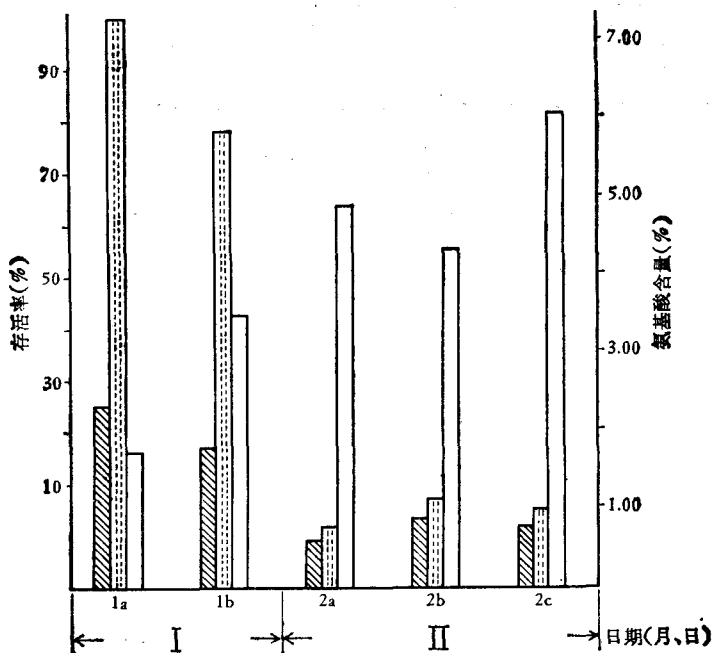


图2 甘氨酸、赖氨酸含量(%)与褐稻虱若虫存活率关系(1982年)

▨甘氨酸 ▨赖氨酸 □存活率

I: 1月31日—2月22日 1a. 对照 1b. 40PPM 酪氨酸

II: 9月7日—9月25日 2a. 对照 2b. 40PPM 酪氨酸 2c. 40PPM 酪氨酸

表5 稻株中甘氨酸、赖氨酸含量与短翅型出现比率的关系(1982年)

N	氨基酸含量(%)		短翅型出现率(%) (Y)
	甘氨酸(X ₁)	赖氨酸(X ₂)	
1	2.26	6.63	40.00
2	1.72	5.83	55.56
3	0.55	0.70	72.73
4	0.77	1.03	72.22
5	0.72	0.93	76.10
备注	$r_{甘} = -0.9814$ $p > 0.01$	$r_{赖} = -0.9570$ $0.02 < p < 0.01$	

表6 稻株中酪氨酸含量(%)与褐稻虱单雌成虫产卵量的关系(1982年)

N	酪氨酸含量(%) (X)	单雌成虫产卵量(粒/头) (Y)	备注
1	2.54	228.30	$r_{酪} = 0.9950$ $p > 0.01$
2	10.15	567.80	
3	1.08	174.23	
4	1.66	233.50	
5	1.79	213.87	

七、酪氨酸含量百分数与单雌产卵量的关系

统计分析饲料稻株中酪氨酸含量与褐稻虱短翅型雌成虫单雌产卵量,呈明显的正相关,相关系数 $r_{\text{雌}} = 0.9950$, $p > 0.01$, 两者相关极显著(表.6)。

小 结

一、本试验初步证实,褐稻虱若虫在发育过程中(尤其是三龄以前)是需要酪氨酸、甘氨酸和赖氨酸的。其需要量为:酪氨酸>甘氨酸>赖氨酸。酪氨酸、赖氨酸含量高,若虫发育进度明显加快。酪氨酸含量高,短翅型雄成虫个体出现率高,但短翅型雌成虫个体出现率低,单雌产卵量高。甘氨酸、赖氨酸含量与若虫存活率是负相关。

二、试验结果证明,氨基酸是褐稻虱正常生长、发育、繁殖的重要营养物质之一。饲料稻株中甘氨酸、赖氨酸、酪氨酸含量的高低,会影响到褐稻虱的存活率、发育进度、翅型比、短翅型雄、雌成虫个体出现率和单雌短翅型成虫产卵量,是褐稻虱赖以正常生长、发育、繁殖不可少的重要氨基酸。

三、水稻培养液中加入氨基酸,可以增加饲料稻株中酪氨酸、赖氨酸、甘氨酸等游离氨基酸的含量。从褐稻虱营养要求来看,似乎是水稻培养液中加入赖氨酸比加入酪氨酸有利。稻株中酪氨酸、赖氨酸和甘氨酸的含量变化,有随气温下降而增大的趋势。其规律性,尚待进一步研究。

参 考 文 献

- 王希仁、张灿东 1981 褐稻虱翅型分化的探讨。昆虫知识 18(4): 145—8。
- 张增全 1983 褐稻虱翅型分化研究。昆虫学报 26(3): 260—7。
- 邹运鼎、陈基诚、王士槐 1982 稻株营养物质与褐稻虱翅型分化的关系。昆虫学报 25(2): 220—2。
- 黄次伟、陈福云、冯炳灿 1982 褐稻虱食料条件的研究。昆虫知识 9(4): 1—4。
- 彭忠魁、唐明运 1980 水稻品种“740098”的抗褐稻虱机制。昆虫学报 23(3): 334—7。
- 小山健二 1979 飞虱、叶蝉类的人工饲养法和营养要求(日文)植物防疫 33(9)392—7 译文见《植物病毒及其研究方法》(沈阳农学院科研情报室编译 1981年11月 p. 83—90)。
- 塞川一成 1979 褐稻虱的吸汁习性和水稻的抗虫性(日文)、植物防疫 1979年第5期 译文见《天津农业科学》1981(1): 36—39。
- Bhattacharya, A. K. and Pant, A. C. 1968 Dietary efficiency of natural, semisynthetic and synthetic diets with special reference to qualitative amino acid requirements of the Khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts. *J. Stored Prod. Res.* 4: 249—57.
- Dadd, R. H. 1973 Insect nutrition: Current development and metabolic implications. *An. Rev. Entomol.* 18: 381—420.
- Daniel, J. E. and Razendram, G. F. 1983 Chromatographic analysis of free amino acid in eggs of *Nilaparvata lugens* in Sri Lanka and “biotypes” 1, 2 and 3 of the Philippines. *Entomol. Exp. Appl.*, Vol. 2 pp. 226—8.
- Davis, G. R. F. 1972 Quantitative requirements of the saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis*, for dietary glycine and L-threonine. *J. Insect Physiol.* 18: 1287—1294.
- Fuzeau-Braesch S. 1972 Pigments and color changes. *Ann. Rev. Entomol.* 17: 430—24.
- Pathak, K., 1978 Symposium on Rice Insect p. 179—192.
- Sōgawa, K., 1970 Effect of asparagin on feeding of the brown planthopper. *Jap. J. Appl. Entomol. Zool.* 14: 107.
- Sōgawa, K., 1972 Studies on the feeding habits of the brown planthopper. III. Effects of amino acids

- and other compounds on the sucking response. *Jap. J. Appl. Entomol. Zool.* **16**: 1—7.
- Sōgawa, K., 1980 Nymphal development, reproduction and feeding of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, on the wild rice, *Oryza perennis*. *Proc. Assoc. Plant Prot. Hokuriku* **28**: 36—8.
- Sōgawa, K., 1982 The rice brown planthopper: Feeding physiology and host plant interaction. *Ann. Rev. Entomol.* **27**: 49—73.
- Sōgawa, K. and Pathak, M. D., 1970 Mechanisms of brown planthopper resistance in Mudgo variety of rice (Homiptera: Delphacidae). *Appl. Entomol. Aool.* **5**: 145—58.

THE NUTRITIVE EFFECT OF SOME AMINO ACIDS IN RICE PLANTS ON THE BROWN PLANTHOPPER, *NILAPARVATA LUGENS* (STAL)

ZHANG ZEN-QUAN GU JING-YAN

(*Institute of Plant Protection, Shanghai Academy of Agricultural Sciences*)

1. The developing nymphs of brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stål) require from their host plants amino acids including tyrosine, glycine and lysine. Laboratory experiments have been carried out to demonstrate that the young nymphs, especially of the first and second instars, can develop rapidly in the presence of sufficient amounts of free tyrosine, glycine and lysine in their host plants. The requirements fall in the order: tyrosine > glycine > lysine. The concentrations of free tyrosine and lysine have conspicuous growth-promoting effect. Higher concentration of free tyrosine will bring forth a high percentage of brachypterous males but a low percentage of brachypterous females with high fecundity. The concentrations of free glycine and lysine in the rice plants are negatively correlated to the nymphal survival rate.

2. Experimental result of rice water-culturing has shown that the free amino acids in the rice plants can influence the ratio of survival and development of the nymphs, the ratio of wing-forms in both sexes and the fecundity of brachypterous females. The importance of free tyrosine, glycine and lysine has been demonstrated.

3. The levels of free glycine, lysine and tyrosine in the plant sap can be changed by adding these amino acids into the culturing water for the rice plants and the influence of temperature on this effect has been noted.

Key words *Nilaparvata lugens*—amino acid—nutritional effect