

淹水对褐飞虱生长发育和稻株营养成分的影响

郑许松¹⁾ 俞晓平¹⁾ 吕仲贤¹⁾ 陈建明¹⁾ 胡继承²⁾

(¹⁾浙江省农业科学院植物保护研究所, 杭州 310021; ²⁾浙江农业大学植物保护系, 杭州 310029)

Effects of Submergence Treatments on the Growth and Development of Brown Planthopper on Rice Plants and the Nutrient Component in Rice Plants

ZHENG Xusong¹⁾, YU Xiaoping¹⁾, LU Zhongxian¹⁾, CHENG Jianming¹⁾, HU Jicheng²⁾

(¹⁾Institute of Plant Protection, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021; ²⁾Plant Protection Department, Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029)

Abstract: The impact of submergence treatments of rice plants on the nutrient components in rice plants, and the indirect effects on the feeding, fecundity and survival rate of brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* Stal were analyzed. The results show that the egg hatchability of BPH highly decrease after submergence treatments, more egg mortality occurs especially after being treated with both submergence and air temperature above 35 °C. The feeding amount, fecundity and survival rate of BPH are significantly lower while BPH feed on the rice plants after submergence treatments. The physiological analysis indicates that the free amino acids obviously increase, however, the sugar amount decrease in rice plants after submergence treatments, showing an adverse effect on the growth and development of BPH.

Key words: growth; *Nilaparvata lugens*; nutrient content; rice; submergence

摘要: 研究了淹水对褐飞虱种群的直接影响, 以及淹水导致的稻株营养成分变化和褐飞虱生长发育的关系。结果表明, 淹水使褐飞虱的卵的孵化率明显下降, 尤其是淹水和高温的互作可杀死稻株内绝大部分褐飞虱卵。淹水能使褐飞虱的取食量、产卵量和生存率都明显下降。同时, 淹水使稻株内游离氨基酸含量明显下降, 而总糖含量明显增加, 从而对褐飞虱的生长发育产生不利影响。

关键词: 淹水; 褐飞虱; 生长发育; 营养成分; 水稻

中图分类号: S422; S435.115.3

褐飞虱 (*Nilaparvata lugens* Stal) 是我国水稻的主要害虫之一, 它具有迁飞能力强、繁殖力高、危害性大的特点。它在我国绝大部分稻区都不能越冬, 其虫源系每年春夏之交由中南半岛和我国南方部分省份迁飞而来。结合气候、食料条件对准确掌握虫源地害虫种群数量的动态变化以及预测迁入地褐飞虱的发生量和发生期具有极其重要的作用。有报道认为, 暴雨对稻田褐飞虱有冲刷作用, 但淹水后可促进褐飞虱的种群增长^{1,2}。长江中下游稻区受亚洲季风及台风影响, 雨量充沛, 稻田淹水时有发生, 但淹水对褐飞虱种群的影响尚缺乏研究。本文结合研究淹水对水稻有关营养(游离氨基酸、可溶性总糖)和褐飞虱生物学特性(取食量、产卵量、存活率)的影响, 着重探索淹水对褐飞虱卵孵化的直接影响以及淹水后植株营养成分变化导致的褐飞虱生物学特性变化, 以期能为了解长时间大范围降雨、洪涝等灾害频发以及农作物淹水对褐飞虱种群的影响提供帮助。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试虫源

褐飞虱虫源 7 月份采自杭州稻田。在玻璃房养虫室以尼龙网罩隔离饲养, 以感虫品种 TN 1 为饲养苗, 饲养繁殖一代后的若虫及成虫供试验用。

1.1.2 供试水稻品种

感虫品种 TN 1 和高抗品种 Pt33 为供试品种, 稻苗 2 叶 1 心时用塑料盆钵(直径 17 cm × 高 8 cm)移栽, 至 40~ 60 d 苗龄时供试验用。

1.2 试验方法

1.2.1 不同淹水时间下卵孵化率的测定

试管(直径 2.5 cm × 高 33 cm)内盛木村 B 水稻培养液, 每管放置一株 TN 1 无卵苗, 每管接入 1 头初羽化怀卵雌虫。然后将各处理分别置于 22、28 和 35 °C 的光照培养箱中产卵 48 h, 移去虫子后, 产卵苗在不同温度下作淹水 1、3 和 5 d 三种处理, 到时时倒掉水, 继续在原温度下孵化。以后每天统计孵出虫量, 到连续 2 d 没有孵出为止。解剖未孵出的卵量, 计算孵化率。

1997 年 10 月 7 日收到, 1998 年 5 月 27 日收到修正稿。

注: 本研究为浙江省、国家“九五”攻关项目和国家自然科学基金项目部分内容。胡继承为浙江农业大学植物保护系 94 级实习生。

第一作者简介: 郑许松, 男, 1973 年 3 月生, 研究实习生。

1.2.2 淹水对褐飞虱取食量、产卵量和生存率的影响试验

1.2.2.1 取食量 把品种 TN1 和 Ptb33 的稻株, 分别作淹水 1 d、5 d 和不淹水三种处理, 淹水深度在稻株外叶鞘叶耳处, 淹水平均水温为 31.28 ± 2.10 , 平均气温为 30.77 ± 3.76 , 在稻株茎基部套一石蜡薄膜(Parafilm)取食袋, 每袋接入一头初羽短翅雌虫, 每处理 20 个重复, 48 h 后移去虫, 称量各虫分泌的蜜露量以代表相对取食量。

1.2.2.2 产卵量 处理后的单株稻株主茎段套一两端开口的大玻管(2.5 cm × 16.5 cm), 每管各接初羽化的短翅成虫一对, 用棉团封口, 产卵 96 h 后移去虫子, 齐泥剪下稻株, 解剖统计卵量, 每处理 10 个重复。

1.2.2.3 生存率 把各种处理的单株稻株罩入聚乙烯笼内, 每笼各接 5 龄若虫 10 头, 10 d 后统计存活虫量, 计算存活率, 每处理 10 个重复。

1.2.3 淹水对稻株内游离氨基酸、总糖含量的影响

1.2.3.1 游离氨基酸测定 淹水处理的稻株随机抽样, 分别剪取距基部 5~15 cm 间的茎秆, 塑料袋封存并立即置于 -28 的超低温冰箱保鲜。称取鲜样 1 g 剪碎, 用 80% 乙醇溶液抽提 30 min, 加入 4% 的磺基水杨酸, 90 水浴加热 10 min, 经 15 000 r/min 离心 15 min 后, 提取上清液, 在日立氨基酸自动分析仪上分析, 洗脱液采用钠盐缓冲系统。

1.2.3.2 总糖含量测定 稻株淹水后, 样品放入 110 的烘箱内杀青 30 min, 而后放入 60 恒温箱中烘至干重, 每处理称取 0.2 g, 分别用 5 mL 80% 乙醇溶液抽提 1 h, 经 15 000 r/min 离心后, 加活性炭脱色, 过滤后用 50 mL 容量瓶定容, 最后用蒽酮法测定可溶性糖量。以葡萄糖做标准试样。

有关试验在浙江省农业科学院植物保护研究所昆虫实验室和浙江省农业科学院测试中心进行。

2 结果与分析

2.1 淹水处理下褐飞虱卵的孵化率

淹水处理后的结果(图 1)表明, 淹水尤其是淹水和 35 以上高温的互作对褐飞虱卵的孵化率有明显的影响, 22 和 28 温度下淹水处理后褐飞虱卵的孵化率随时间增加而降低, 经方差分析淹水 5 d 处理的卵孵化率显著低于 1 d 和 3 d 处理, 1 d 和 3 d 处理之间的差异不大。而在 35 下淹水, 其孵化率大幅度下降, 淹水 1 d 处理为 47.5%, 淹水 3 d 和 5 d 的处理均无卵孵出。结果表明, 淹水对稻株褐飞虱卵的孵化有一定影响, 而高温和淹水互作对卵的杀伤作用十分明显。

2.2 淹水对褐飞虱取食量、产卵量和生存率的影响

2.2.1 取食量

植株淹水时间对褐飞虱在水稻品种 TN1 和 Ptb33 上的取食量均发生影响, 品种 TN1 随着淹水时间的增加, 褐飞虱的取食量减少。以上结果表明, 稻株淹水后对褐飞虱的取食量产生不利的影响。

2.2.2 产卵量

TN1 植株不淹水和淹水 1 d 处理后褐飞虱 4 d 的产卵量

分别是 80.4 和 76.2 头/雌, 都高于褐飞虱在淹水 5 d 处理后植株上的产卵量; 品种 Ptb33 不淹水和淹水 1 d 处理后的 4 d

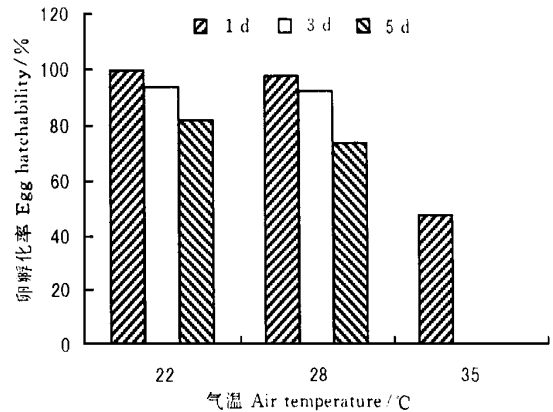


图 1 不同温度下淹水处理后卵的孵化率

Fig. 1. The hatchability of BpH after submergence treatment under various air temperatures

产卵量分别为 10.0 和 2.0 头/雌(表 1)。这表明淹水处理可抑制褐飞虱雌虫的产卵量。

2.2.3 生存率

TN1 植株在不淹水和淹水 1 d 处理后, 褐飞虱若虫的生存率分别为 68.0% 和 61.0%, 而淹水 5 d 的生存率为 48.8%。品种 Ptb33 在三种淹水处理后, 褐飞虱在其上的生存率分别为 20.0%、14.0% 和 2.0% (表 1)。这表明随淹水时间的延长, 褐飞虱若虫的生存率下降。

2.3 淹水对稻株内游离氨基酸和总糖含量的影响

2.3.1 游离氨基酸

结果表明, TN1 植株内游离氨基酸总量随淹水时间延长而下降, 不淹水、淹水 1 d 和淹水 5 d 三种处理后的游离氨基酸总量分别为 2209、1816 和 1285 mg/kg。抗虫品种 Ptb33 内的游离氨基酸含量在淹水 1 d 和 5 d 处理后分别下降了 25% 和 17.9%。在各种氨基酸中, 天门冬氨酸、苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸和精氨酸含量变化受淹水的影响较大(表 2)。这些结果说明淹水可明显降低水稻植株内大部分游离氨基酸的含量。

2.3.2 可溶性总糖

结果表明, 在 TN1 植株不淹水、淹水 1 d 和淹水 5 d 处理

表 1 淹水后褐飞虱在稻株上的取食量、产卵量、生存率

Table 1 The feeding, fecundity, and survival rate of BPH after submergence treatments

品种 Variety	淹水处理 Submergence treatment	蜜露量 Amount of honeydew/g	产卵量/粒 No. of eggs	生存率 Survival rate/%
TN1	对照 CK	0.0372	80.4	68.0
	1 d	0.0315	76.2	61.0
	5 d	0.0144	40.0	48.8
Ptb33	对照 CK	0.0038	10.0	20.0
	1 d	0.0061	2.0	14.0
	5 d	0.0025	0.0	2.0

表 2 淹水后水稻植株内游离氨基酸含量和总糖含量的变化动态

Table 2 The dynamics of the free amino acids and total sugar content in rice plants after submergence treatments

项目 Item	TN 1			Ptb33		
	1 d	5 d	CK	1 d	5 d	CK
游离氨基酸含量 Free amino acid content/(mg · kg ⁻¹)						
天门冬氨酸 Asp	172.6	95.0	219.6	66.8	88.3	108.4
苏氨酸 The	540.9	456.5	609.6	320.8	337.5	455.6
丝氨酸 Ser	125.2	76.0	171.4	63.3	70.4	137.3
谷氨酸 Glu	169.3	69.1	239.3	50.4	52.6	98.9
甘氨酸 Gly	29.4	19.3	32.4	20.7	23.3	24.9
丙氨酸 Ala	158.7	81.5	154.3	72.6	100.7	90.1
胱氨酸 Cys	微量	微量	微量	微量	微量	微量
缬氨酸 Val	48.6	25.3	48.8	25.9	32.0	32.5
蛋氨酸 Met	7.0	5.5	12.7	8.3	5.7	11.3
异亮氨酸 Ile	40.0	23.1	24.4	18.0	33.0	31.8
亮氨酸 Leu	65.8	30.8	45.2	36.4	38.3	51.2
酪氨酸 Tyr	36.9	20.4	43.1	32.6	19.6	25.9
苯丙氨酸 Phe	45.4	23.6	37.9	28.1	30.9	33.2
组氨酸 His	145.6	151.7	144.5	142.5	-	150.7
赖氨酸 Lys	49.7	50.5	51.7	45.5	47.4	48.9
精氨酸 Arg	180.6	156.8	373.7	146.7	152.1	148.3
氨基酸总量 Total amino acid	1816	1285	2209	1079	1183	1441
总糖含量 Total sugar content/% ¹⁾	1.43 b	1.69 c	1.34 a	1.57 a	1.55 a	1.49 a

¹⁾ 在同一行内, 数据后跟有相同字母者表示在 0.05 水平差异不显著。

¹⁾ In a row, data followed by a common letter were not significantly different at 5% level

后的可溶性总糖量差异显著, 淹水 1 d 和 5 d 后可溶性总糖分别比对照的增长 6.72% 和 26.12%。品种 Ptb33 淹水 1 d 和 5 d 后植株内总糖量分别为 1.57% 和 1.55%, 比不淹水的分别增长 5.37% 和 4.03% (表 2)。说明淹水可明显促进稻株内总糖量的增加。

3 讨 论

本文结果表明, 稻株淹水对褐飞虱生长和发育具有明显的不利影响。淹水对褐飞虱种群增长的影响分为直接和间接两方面。首先, 淹水直接对褐飞虱卵的孵化有较强的抑制作用, 这与俞晓平、曾宪森等的观点一致^{3,4}, 本文进一步证实, 随着淹水时间的增长, 褐飞虱卵孵化率明显下降, 尤其是 35 以上的高温和淹水互作的条件下, 使卵孵化率为 0; 其次, 淹水对稻株的营养成分如游离氨基酸和总糖含量变化产生影响, 从而间接影响褐飞虱取食、产卵和生存。淹水后, 稻株内对褐飞虱生长发育有利的游离氨基酸, 如天门冬氨酸和苏氨酸含量下降影响较明显, 淹水时间越长, 总量下降越明显。许多研究表明, 游离氨基酸对褐飞虱的生长发育极为重要⁵⁻⁹。因此, 淹水使植株内不同氨基酸下降对褐飞虱的生长发育极为不利。此外, 稻株在淹水后总糖含量增加较明显。有研究表明, 稻株内合适的总糖含量有利褐飞虱的生长发育, 过高和过低均不利于褐飞虱的生长发育¹⁰。淹水使稻株内总糖含量上升 4%~26%, 这种趋势不利于褐飞虱的取食和生长。综上所述, 淹水的直接和间接作用均能导致褐飞虱种群数量下降。因此, 在水稻生长过程中, 可以通过适时和适量淹水来抑制褐飞虱种群数量上升。此外, 本研究也说明褐飞虱虫源地和迁入地的降雨量与褐飞虱种群动态和生长发育关系密切, 这无疑为对褐飞虱的长期预测提供了新的依据。

参考文献

- 1 Dyck V, Thomas A B. The brown planthopper problem. In: Brown Planthopper: threat to rice production in Asia. Los Banos, Philippines: IRRI, 1979
- 2 Oka IN. Culture control of the brown planthopper. In: Brown Planthopper: threat to rice production in Asia. Los Banos, Philippines: IRRI, 1979. 357~369
- 3 俞晓平. 高温和浸水对褐飞虱繁殖和生存的影响. 浙江农业科学, 1991(5): 239~241
- 4 曾宪森, 王乾超. 水分对褐飞虱卵发育影响的试验. 昆虫知识, 1984, 22(2): 49~51
- 5 丁锦华, 都健. 褐飞虱对游离氨基酸的利用. 昆虫知识, 1990, 27: 65~67
- 6 许跃, 俞晓平. 水稻品系“9101”对白背飞虱产卵的抗性以及植株游离氨基酸与抗性的关系. 植物保护学报, 1988, 15(1): 61~62
- 7 张增全. 粳、籼、粳稻亚种间和粳稻不同生育期对褐飞虱种群的影响. 上海农业学报, 1988, 4(1): 49~54
- 8 培克等著. 夏基康等译. 作物抗虫性的研究. 上海: 上海科技出版社, 1965. 260
- 9 Pathak M D, Dale D. The biochemical basis of resistance in host plants to insect pests. In: Shennitt L W ed. Chemistry and World Supplies: The New Frontiers. CHEMRAWN. Oxford, New York: Pergamon Press, 1983. 664
- 10 Koyama K. Nutritional physiology of the brown rice planthopper *Nilaparvata lugens* (Hemiptera: Delphacidae). I. Effect of sugars on nymphal development. *Appl Ent Zool*, 1985, 20(3): 292~298