

稻纵卷叶螟人工饲料的研究*

柯名娟, 徐博, 李广宏, 王方海

(中山大学有害生物控制与资源利用国家重点实验室//昆虫学研究所, 广东 广州 510275)

摘要: 以稻纵卷叶螟为研究对象, 按不同配方配制了6种人工饲料分别用来饲养稻纵卷叶螟, 以筛选出适合饲养稻纵卷叶螟的人工饲料。结果表明, 在温度为24~26℃, 相对湿度大于80%, 光照条件大于14h的条件下, 其中饲料D、E、F饲养稻纵卷叶螟二龄幼虫只能完成二龄发育, 少数幼虫存活到三龄或三龄以上; 饲料C饲养稻纵卷叶螟二龄幼虫也只能完成三龄发育; 而饲料A和B饲养的稻纵卷叶螟二龄幼虫能完成整个世代发育, 存活率分别为26.17%和36.40%, 接近对照组新鲜水稻叶饲养的存活率36.67%, 且蛹质量和新鲜水稻叶饲养的幼虫没有显著差异, 但与对照相比, 幼虫历期延长4~6d、化蛹率下降8%~9%、羽化率下降11%~12%。

关键词: 稻纵卷叶螟; 人工饲料; 存活率; 化蛹率; 羽化率

中图分类号: Q969.93 **文献标志码:** A **文章编号:** 0529-6579(2011)05-0100-04

Research on Artificial Diet for *Cnaphalocrocis medinalis* Guenee

KE Mingjuan, XU Bo, LI Guanghong, WANG Fanghai

(State Key Laboratory for Biocontrol and Institute of Entomology,
Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Rice leaffolder (*Cnaphalocrocis medinalis* Guenee) is one of destructive and widespread insect pest throughout the rice growing regions from the tropics to temperate zone. The present article deals with the artificial diet for *Cnaphalocrocis medinalis* Guenee. Under the conditions of 24~26℃, RH 80% and 14 (L): 10 (D), most of the second instar larvae reared on the diet D, E, F could not survive to the third instar; none of the second instar larvae reared on the diet C could develop to the 4th instar; if the second instar larvae were reared on the diet A, B, they could develop to adults, and their survival and pupa weight were similar to the control's, but the larvae developmental period, pupation and eclosion rate were lower than the control's.

Key words: *Cnaphalocrocis medinalis* Guenee, artificial diet, survival rate, pupation rate, eclosion rate

稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenee) 是造成水稻减产减收的主要原因之一, 尤其是近年来该虫发生频率和危害程度呈加剧趋势。稻纵卷叶螟广泛分布于热带到温带种植的水稻上。中国是种植水稻的大国, 长年来深受该害虫的危害。此虫不但危害水稻, 还危害麦子、玉米、谷子、红薯等农作物。因此, 国内外科学家们一直都非常重视稻纵卷叶螟的研究, 但与其它水稻螟虫相比, 稻纵卷叶

螟的研究不够深入和全面, 主要是因为稻纵卷叶螟的生活习性较特殊, 很难用人工饲料饲养, 不容易获得大量整齐划一的试虫。

有关稻纵卷叶螟的人工饲养研究主要集中在国外的文献资料报道, 主要是用新鲜水稻叶或稻苗直接饲养^[1]; 后来多人尝试了用人工饲料(主要按照饲养鳞翅目昆虫的已有饲料配方改进而来)来饲养稻纵卷叶螟, 取得了一定的进展^[2-4], 但他们

* 收稿日期: 2010-12-21

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目(031628); 有害生物控制与资源利用国家重点实验室资助的创新课题资助项目(SKLBC10B03)

作者简介: 柯名娟(1982年生), 女, 硕士生; 通讯作者: 王方海; E-mail: lsswf@ mail. sysu. edu. cn

的配方复杂, 饲养方法繁琐, 饲养效果也不是很理想, 故难以推广应用。国内有关稻纵卷叶螟的研究主要集中于生活习性^[5]、田间药效试验^[6]、室内毒力^[7]、以及预测预报技术等方面^[8], 而对于稻纵卷叶螟的人工饲养方面的研究则很少报道。

国内外很多相关的研究, 如生物制剂的筛选及药效的标准化测定、转基因抗虫水稻抗虫性的测定等方面, 都需要实验中提供大量发育一致的稻纵卷叶螟虫源, 仅用传统的水稻苗直接饲养稻纵卷叶螟, 不但费事费力, 且很难获得实验所需的大量发育一致的稻纵卷叶螟虫源。因此, 稻纵卷叶螟的人工饲养问题就显得非常重要, 而解决饲养问题的关键点之一就是如何解决人工饲养配方的问题。本研究综合前人的研究, 并参考已有的各种昆虫人工饲养配方, 配制了6种不同的人工饲料, 分别饲养稻纵卷叶螟, 以其生长发育的各种指标(如龄期、化蛹率、蛹质量等)来判断人工饲料的优劣性, 以期找到一种或者几种可行的稻纵卷叶螟人工饲料。

1 材料与方法

1.1 材料

1) 供试植物: 水稻品种为华优99, 种子购于华南农业大学农学院, 在实验室内(24~26℃)催芽, 待长成10cm左右幼苗时, 进行盆栽; 玉米: 种子购于海珠广场广州蔬菜种子公司, 实验室(24~26℃)催芽, 然后种于室外大棚内; 大豆, 购于中山大学西区菜市场。

2) 供试昆虫: 稻纵卷叶螟采自广州市增城市荔城镇新年村水稻田内, 在室内进行饲养繁殖一代后待用。

3) 试剂: 酵母粉, Oxoid Ltd, Basingstoke Hampshire, England; 干酪素, 生化试剂, 北京奥博星生物技术责任有限公司; 琼脂, 众鹏生物, 分装; 维生素C, 广东华南药业有限公司; 蔗糖和甲醇, 分析纯, 广州化学试剂厂; 山梨酸和色氨酸, 化学纯, 天津市科密欧化学试剂开发中心。

1.2 人工饲料的配方及配制方法

6种人工饲料配方见表1。饲料成分的选择: 人工饲料A、B和C的主要成分参考了刘慧敏等人^[9]研究的二化螟人工饲料; 人工饲料D、E和F的主要成分参考了Parasuraman and Kareem^[3]所用的饲料中的基本成分, 同时分别添加了玉米叶或水稻叶作为叶因子。

表1 稻纵卷叶螟人工饲料配方

Table 1 The components of the six artificial diets for rice leaffolder

饲料成份	饲料 A	饲料 B	饲料 C	饲料 D	饲料 E	饲料 F
大豆粉/g	15	15	15	17.5	17.5	17.5
酵母粉/g	10	10	10	1.25	1.25	1.25
干酪素/g	5	5	5	10	10	10
琼脂/g	5	5	5	2.5	2.5	2.5
Vc/g	1.5	1.5	1.5	1.25	1.25	1.25
蔗糖/g	5	5	5	—	—	—
山梨酸/g	0.25	0.25	0.25	—	—	—
水/mL	200	200	200	200	200	200
玉米叶/g	—	5	—	—	5	—
水稻叶/g	5	—	—	5	—	—
色氨酸/g	—	—	—	0.075	0.075	0.075

1.3 人工饲料的配制方法

1) 挑取新鲜水稻叶和玉米叶, 在50~60℃烘箱内烘干, 然后再用家用的粉碎机研磨成粉末后过60目筛, 放入密封的容器中贮存备用; 同时将烘熟的大豆粉碎之后装入密封的容器备用。

2) 按表1所述的各个配方, 将相应材料称好混匀。

3) 把琼脂放入200mL的水中, 加热使其充分溶化, 再加入防腐剂(甲醛0.5mL)煮沸1~2min后, 加入除Vc外的所有其它组分, 并搅拌均匀, 待冷却至65℃左右时再加入Vc, 搅拌均匀后放置约5min, 待饲料凝成固体状后放入冰箱(3~5℃)冷藏待用。

1.4 稻纵卷叶螟的人工饲养方法

1) 初孵幼虫饲养: 取新鲜水稻叶, 剪取中段9cm左右, 两端用湿棉花保湿并放入直径10cm的培养皿中。每皿接入当天孵化的幼虫30头。每天更换水稻叶, 并清除培养皿内幼虫排泄物。

2) 二龄至五龄幼虫饲养: 将人工饲料切成大约2cm×1cm×1mm的条状, 放于养虫盒中(长11cm, 宽5cm, 高7cm)。每盒接入30头二龄幼虫。饲养温度为24~26℃, 相对湿度大于80%, 光照条件16h。每天更换饲料, 并观察记录幼虫生长发育情况。

3) 蛹的管理: 在化蛹时期, 将折成许多细褶的蜡纸盖在饲料上, 老熟幼虫会利用这些褶皱来化蛹。化蛹3~4d后, 将蜡纸从容器中取出, 展开褶皱, 收集所有的蛹并称质量。然后将蛹和含水的脱脂棉一起放入培养皿中保存, 待羽化。

4) 成虫饲养: 用棉花蘸取 $w=5\%$ 的蔗糖溶液

放于玻璃瓶中 (底部直径 8 cm, 瓶口直径 7 cm, 高 10 cm), 每瓶移入 5~6 对成虫, 瓶壁周围衬有一张圈成圆柱状的纸, 以供雌虫在上面产卵, 同时方便卵的收集。

1.5 数据分析

观察记录幼虫历期, 幼虫死亡率, 蛹质量等数据。采用 SAS 软件包 (SAS, 1989) 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 人工配方饲料的初步筛选

用新鲜水稻叶将初孵幼虫饲养到二龄之后, 选择健康的发育一致的幼虫, 然后转入养虫盒中用人工饲料饲养。每个养虫盒 30 头二龄幼虫。各种人工饲料饲养稻纵卷叶螟的幼虫存活数和存活率, 见表 2。

表 2 人工饲料饲养稻纵卷叶螟幼虫的存活率¹⁾

Table 2 The survival rate of the larvae of *C. medinalis* fed on the artificial diets

处理	二龄		三龄		四龄		五龄	
	存活虫数	存活率/%	存活虫数	存活率/%	存活虫数	存活率/%	存活虫数	存活率/%
A	24	80	20	67	15	50	12	40
B	13	43	9	30	8	27	8	27
C	10	33	8	27	*			
D	4	13	*					
E	3	10	*					
F	2	6.7	*					
CK	20	67	16	53	12	40	11	37

1) “*”表示幼虫少数存活到该龄期, 但没有蜕皮; CK 指用新鲜水稻叶饲养幼虫的对照组

从表 2 中可见: 6 种人工饲料中, 取食 C、D、E、F 四种饲料, 稻纵卷叶螟幼虫不能完成发育, 取食饲料 D、E、F, 幼虫只能完成二龄发育。取食人工饲料 C, 幼虫只完成三龄发育。取食 A 和 B 两种人工饲料, 稻纵卷叶螟幼虫能完成发育, 进入化蛹阶段, 存活率分别为 40% 和 27%, 与对照组

幼虫的存活率 37% 较为接近, 说明用人工饲料 A 和 B 来饲养稻纵卷叶螟较为适合。

2.2 饲料 A 和 B 对幼虫历期的影响

从表 3 可知: 稻纵卷叶螟二龄幼虫取食饲料 A 或饲料 B 之后, 二龄、三龄、四龄和五龄幼虫历期每两组之间没有显著差异; 且在三龄和五龄幼虫历期上, 取食饲料 A 或者饲料 B 的与对照组间也没有显著差异; 但是用人工饲料 A、B 饲养的幼虫在二龄和四龄历期上, 比取食新鲜水稻叶的龄期明显延长, 其中二龄历期分别比对照组延长 1.74 和 2.34 d, 四龄历期分别延长 1.0 和 0.8 d。稻纵卷叶螟幼虫取食人工饲料 A、B 和新鲜水稻叶, 从二龄到五龄总的历期分别为 (27.2 ± 1.27)、(29.4 ± 0.64)、(23.7 ± 0.3) d, 3 组之间都存在极显著差异。

2.3 饲料 A 和 B 对幼虫存活率、化蛹率、蛹质量、羽化率的影响

人工饲料 A 和 B 对幼虫存活率、化蛹率、蛹质量及羽化率的影响见表 4。由表可见, 人工饲料 A 和 B 饲养的稻纵卷叶螟幼虫的存活率与对照没有显著差异, 但是化蛹率和羽化率显著低于对照组: 稻纵卷叶螟幼虫取食人工饲料 A 和 B 后, 存活率为 36.4% 和 26.17%; 化蛹率仅为 15.57% 和 14.43%; 羽化率为 12.33% 和 11.59%, 而新鲜水稻叶饲养的幼虫存活率为 36.67%、化蛹率为 23.93%、羽化率为 23.93%。稻纵卷叶螟幼虫取食人工饲料 A、B 和对照组在蛹质量方面没有显著差异, 分别为 15.17、14.87、17.92 mg。由于人工饲料 A 和 B 用来饲养的稻纵卷叶螟在化蛹率和羽化率上明显低于对照, 今后还需要更多的实验来改进和完善人工饲料的配方组成和成份比例等, 以进一步提高化蛹率和羽化率。

3 结论与讨论

从 6 种人工饲料初筛实验的结果来看, 我们成功得到了可以使稻纵卷叶螟幼虫完成发育的 A 和 B 两种饲料。由于人工饲料 A、B 和 C 的主要成分一

表 3 不同饲料对幼虫历期的影响¹⁾

Table 3 Effect of different diets on developmental periods of *C. medinalis*

饲料代号	二龄历期/d	三龄历期/d	四龄历期/d	五龄历期/d	幼虫历期/d
A	9.4 ± 0.53 a	7.1 ± 0.58a	6.6 ± 0.36a	4.0 ± 0.51a	27.2 ± 1.27a
B	10.0 ± 0.50a	8.5 ± 0.50a	6.4 ± 0.40a	4.4 ± 0.40 a	29.4 ± 0.64b
CK	7.66 ± 0.41b	7.0 ± 0.39 a	5.6 ± 0.40b	3.4 ± 0.14 a	23.7 ± 0.3c

1) 同列中小写字母相同者, 表示两者间差异不显著; 小写字母不同, 则表示差异显著

表4 不同饲料对稻纵卷叶螟幼虫生长发育的影响¹⁾
Table 4 Effect of different diets on development of *C. medinalis*

饲料代号	幼虫存活率/%	化蛹率/%	蛹质量/mg	羽化率/%
A	36.40 ± 4.99a	15.57 ± 5.09a	15.17 ± 2.99a	12.33 ± 2.87a
B	26.17 ± 4.10a	14.43 ± 2.23a	14.87 ± 2.58a	11.59 ± 5.56a
CK	36.67 ± 3.96a	23.93 ± 3.87b	17.92 ± 2.26a	23.93 ± 3.87b

1) 同列中小写字母相同者, 表示两者间差异不显著; 小写字母不同, 则表示差异显著

样, 但饲料 A 里添加了水稻叶, 饲料 B 里添加了玉米叶, 而饲料 C 里没添加任何叶因子, 获得的饲养结果完全不同, 如取食 A 和 B 两种人工饲料, 稻纵卷叶螟幼虫能完成发育, 进入化蛹阶段, 但存活率则不同, 分别为 40% 和 27%, 而取食人工饲料 C, 幼虫在 3 龄末全部死亡, 不能完成一个世代的发育。这说明添加叶因子非常重要, 也说明叶因子中存在有可以使所饲养的幼虫完成世代发育所必需的某种微量成分。

虽然我们成功筛选到了人工饲料 A 和 B, 用来饲养稻纵卷叶螟, 其幼虫的存活率和蛹质量与新鲜水稻叶饲养的没有显著差异, 但在幼虫发育历期、化蛹率、羽化率等指标上, 均与水稻叶饲养组存在明显差异。这说明人工饲料在配方上还需要进一步的改进。昆虫人工饲料的营养组成有两层含义: 一是要包含昆虫生长发育所需的各营养成分; 二是各营养成分不但要有足够的量, 还要有适当的比例^[10]。在饲料的研制中, 使饲料具备昆虫生长发育所需的各营养成分并不难, 但要满足具体昆虫的生长发育, 饲料中各营养成分的量和比例却是很难把握的, 需不断的实验和摸索。营养平衡是研制人工饲料的核心问题, 食物营养成分的不平衡影响幼虫的生长发育, 因为营养成分的不平衡需要增加代谢和排泄活动, 延缓生长和降低食物的转换效率, 最终影响到幼虫的生长和发育^[11]。而每种昆虫的最佳营养平衡不同, 并且每种昆虫在不同发育状态下的营养平衡也不同。所以, 本文利用人工饲料 A 和 B 来饲养稻纵卷叶螟幼虫, 在幼虫发育历期、化蛹率、羽化率等指标上, 均劣于天然饲料水稻叶饲养组。主要的原因可能就是人工饲料中各营养成分在量的比例方面和天然饲料有一定的差异。

此外, 本实验中, 饲养稻纵卷叶螟幼虫的成活率(包括对照组)均不是很高, 除了与饲料成分和饲养方法有关外, 还可能与稻纵卷叶螟幼虫的特殊生活习性有关。稻纵卷叶螟幼虫有一个很明显的生活习性: 即喜欢结苞而居。在本试验中, 幼虫喜

欢将两片饲料结起苞或者将一片饲料翻转打苞。当每天换新鲜人工饲料时, 必须破坏幼虫所打的苞使幼虫和饲料分开, 然后再加入新鲜的饲料, 那么幼虫又必须重新结苞。这样的机械干扰和损伤对稻纵卷叶螟幼虫而言是极其严重的, 势必会降低成活率, 而其它昆虫的幼虫很少有这一情况, 这也是我们今后进一步研究所必须解决的难题。

参考文献:

- [1] WALDBAUER, G P, MARCIANO A P. Mass rearing of the rice leaf folder, *Cnaphalocrocis medinalis* Guenée (Lepidoptera: Pyralidae) under green-house conditions [J]. J Entomol Res, 1979, 3: 1-8.
- [2] KHAN Z R. Artificial diet for leaf folder [J]. International rice research Newsletter, 1987, 12(6): 30-31.
- [3] PARASURAMAN S, KAREEM A A. A synthetic diet for rice leaf folder [J]. International rice research Newsletter, 1988, 13(4): 42.
- [4] SHONO Y, HIRANO M. Improved mass-rearing of the rice leaf folder *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae) using corn seedlings [J]. Appl Entomol Zool, 1989, 24: 258-263.
- [5] 高联义, 吕友和, 王建昊, 等. 2003 年江苏中部地区稻纵卷叶螟大发生特点及其原因分析 [J]. 植保技术推广, 2003, 23(12): 16-18.
- [6] 孔国顺, 刘天龙, 张忠谋, 汪玉兵, 朱元良. 不同药剂对稻纵卷叶螟的防治试验 [J]. 现代农药, 2005, 4(2): 39-42.
- [7] 廖世纯, 曾涛, 韦桥现. 20 种杀虫剂对稻纵卷叶螟高龄幼虫的效果 [J]. 植物保护科学, 2005, 21(12): 327-329.
- [8] 张润杰, 古德祥, 林宪德. 以生物事件为参照点的稻纵卷叶螟发生期预测模型 [J]. 中山大学学报论丛, 1989, 8(1): 82-89.
- [9] 刘慧敏, 李闪红, 王雪峰, 张国安. 二化螟人工饲料研究初报 [J]. 昆虫知识, 2005, 42(6): 714-716.
- [10] 王延年. 昆虫人工饲料的发展、应用和前途 [J]. 昆虫知识, 1990, 27(5): 308-312.
- [11] SERIBER J M, SLANSKY F J. The nutritional ecology of immature insects [J]. Annu Rev Entomol, 1981, 26: 183-211.