

利用玉米苗饲养稻纵卷叶螟的方法^{*}

廖怀建 黄建荣 刘向东^{**}

(南京农业大学昆虫学系 农作物生物灾害综合治理教育部重点实验室 南京 210095)

摘 要 稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée) 的饲养一直是个难题, 目前还没有很好的人工饲料可供利用。本文研究了一种利用玉米苗进行室内大量饲养稻纵卷叶螟的方法。试验证实, 该方法可达到连续多代次饲养稻纵卷叶螟的目的。与水稻苗饲养法相比, 玉米苗法不仅具有食料种植简单、周期短的优点, 而且稻纵卷叶螟的化蛹率、羽化率、卵孵化率和每雌产卵量均高于或相当于水稻苗法, 可以利用玉米苗进行室内大批量饲养稻纵卷叶螟。本文还研究出了一套有效的稻纵卷叶螟成虫交配与产卵的装置。

关键词 稻纵卷叶螟, 玉米苗, 水稻苗, 饲养方法, 存活, 繁殖

The method for mass rearing of rice leaf folder *Cnaphalocrocis medinalis* using maize seedlings

LIAO Huai-Jian HUANG Jian-Rong LIU Xiang-Dong^{**}

(Key Laboratory of Integrated Management of Crop Diseases and Pests, Ministry of Education,

Department of Entomology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract The rice leaf folder (RLF) *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée) is very difficult to rear and there is currently no suitable artificial food for this species. A simple method for mass rearing the RLF on maize seedlings in a laboratory was evaluated. We confirmed that the RLF can be reared successfully for several successive generations using this method. Compared with the rice seedling method, this method not only requires less time but also results in higher pupation, eclosion, hatchability and fecundity. An effective enclosure for mating and oviposition can be made from a plastic beaker and plastic membrane.

Key words *Cnaphalocrocis medinalis*, maize seedling, rice seedling, rearing method, survival, fecundity

稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée) 是水稻上的一种重要的害虫, 近年来, 在亚洲各国均有暴发的报道, 如中国、印度、韩国、日本、马来西亚、斯里兰卡以及越南等地。在我国, 至今已出现了 1969—1977、1980—1983、1988—1991 和 2003 至今的 4 个连年暴发期。2003 年更是全国性特大暴发, 2004—2006 年也大发生 (翟保平和程家安, 2006), 2008 年在广西再次大暴发 (唐洁瑜等, 2009)。稻纵卷叶螟田间虫量的居高不下, 使得防治次数及用药量增加, 这不仅对我国的粮食安全形成了严重威胁, 而且给环境造成了污染。因此, 很有必要对稻纵卷叶螟的发生与暴发规律、抗药性及迁飞特性等进行深入研究, 以提高对该虫的

预测能力与防治效果。而这些重要的基础性研究均需要大批量的供试虫源。因此, 研究该虫的饲养方法显得相当的重要和紧迫。现有的研究多用新鲜稻叶或稻苗法来饲养稻纵卷叶螟, 这些方法只能饲养从田间采回的少量供试幼虫, 较难实现室内大批量的连续多世代饲养。目前, 也有关于人工饲料饲养的研究, 但还没有获得较为成功的饲料配方, 已研究出的配方仅能供稻纵卷叶螟幼虫发育到 2~3 龄, 少数幼虫能活到 3 龄, 而难以实现继代饲养 (柯敏娟, 2007)。在人工饲料还没有研制成功之前, 还只有用稻株等活体植株进行稻纵卷叶螟的饲养与实验工作。虽然日本的 Shono 和 Hirano (1989) 报道了利用玉米苗饲养稻

^{*} 资助项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (200903051)。

^{**} 通讯作者, E-mail: liuxd@njau.edu.cn

收稿日期: 2011-03-26, 接受日期: 2011-05-12

纵卷叶螟的方法,但是玉米苗饲养法在我国至今没有成功利用的报道。因此,本文以玉米苗为饲料,摸索出了一套室内饲养稻纵卷叶螟的方法,同时比较了稻纵卷叶螟在玉米苗和稻株上的存活率和繁殖力等。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

于2010年9月在南京江浦农场和江苏省农业科学院稻田采集稻纵卷叶螟幼虫,带回室内用水稻苗饲养3代。然后分别利用玉米苗及分蘖期水稻苗进行饲养。

1.2 玉米苗的种植

玉米品种为苏玉24,南京农业大学南京神州种业有限公司生产,采用有机栽培基质,即营养土(购自镇江兴农有机肥有限公司)进行种植。玉米种子播种于盛满湿润营养土的塑料盒(25.2 cm × 17.5 cm × 12.0 cm)内,然后在种子上均匀覆盖一层营养土,喷水湿润土面后放于30℃光照培养箱中。7~8 d后玉米苗出苗并长至7~9 cm,即可用于饲养稻纵卷叶螟幼虫。

1.3 饲养方法

1.3.1 成虫交配产卵装置 稻纵卷叶螟成虫的交配产卵在一个塑料烧杯中进行。烧杯(直径10.5 cm,高14.5 cm)的底部垫上一层用1%~5%蜂蜜水湿润过的脱脂棉。在烧杯靠近底部4 cm处,开一个直径1.5 cm的小圆洞,用于随时接入成虫配对或产卵。烧杯上面用塑料保鲜膜封盖,并用针扎上均匀的小孔。保鲜膜须保持一定的褶皱,以便成虫在其上产卵。接入成虫后,开挖的小圆洞用脱脂棉塞住。雌虫每产卵1 d就更换保鲜膜1次,以获得相同发育进度的试虫。每产卵装置中可接入4对成虫。成虫产卵后,将附着有卵粒的保鲜膜取下,放于嫩小的玉米苗上让卵孵化。该种收集卵的方法较为简单经济,并且90%以上的卵会产在保鲜膜上,而杯壁上产的很少,收卵效率较高。

1.3.2 幼虫饲养 幼虫孵化后,会从塑料膜上自然爬到玉米苗上取食。当玉米苗长得过大或大部分叶片被取食后,需更换新鲜幼嫩的玉米苗。一般3~5 d更换1次。换苗时,直接用剪刀将带虫的玉米苗沿茎基部剪断,放于新换的玉米苗周围,

让幼虫自动转移到新苗上。每盆玉米苗可饲养150头左右的1~3龄幼虫,当幼虫发育到4~5龄时,每盆玉米苗可饲养30~50头幼虫。幼虫饲养过程中,可根据卷叶率高低来判断虫量的多少,以及叶片被害程度来粗略估计幼虫所处虫龄。3龄以上的幼虫取食量大,取食叶片上表皮及叶肉,导致叶片卷曲,变薄变白,叶片表现出严重受害症状。

1.3.3 蛹的保存 幼虫化蛹后,将其从被害的玉米苗中剥出,放入塑料盒(上底直径9.2 cm,下底6.5 cm,高6.7 cm)中进行保存和羽化。塑料盒底部放一层脱脂棉,并加入少量水湿润。然后,将蛹放在湿润的脱脂棉上,加盖后放入培养箱中,让其自然羽化。稻纵卷叶螟的全世代均在27℃的光照培养箱中完成。

1.4 玉米苗上饲养稻纵卷叶螟的存活率与繁殖力

为了获得玉米苗饲养稻纵卷叶螟的一些重要生命参数,实验测定了玉米苗上饲养的稻纵卷叶螟的存活率与繁殖力,并以分蘖期稻苗为对照,进行了比较分析。将稻纵卷叶螟幼虫接到玉米苗或水稻苗上,罩笼后放入温度为(27 ± 0.5)℃、湿度为80% ± 5%、光周期L:D=14:10的光照培养箱内进行饲养。饲养方法如1.3所述。所用的水稻品种为籼稻K优818,稻苗在实验田中生长到4叶1心时(约30 d)移至室内钵钵中,用营养土栽培。选取生长健壮的稻株用于接虫实验。接虫后每5 d换苗1次,并调查幼虫数量及龄期。幼虫化蛹时,将蛹按1.3.3所述方法保存,并且每天早上8:00查看并记录羽化成虫数。同一天羽化的成虫饲养在同一个产卵装置中,每天更换保鲜膜并记录产卵量,直到雌成虫死亡为止。根据调查结果计算化蛹率、羽化率、产卵量及卵孵化率等指标。采用*t*测验方法比较玉米苗和水稻苗上饲养的稻纵卷叶螟的各生命指标间的差异。

2 结果与分析

2.1 玉米苗饲养法

结果表明,玉米苗完全可以满足稻纵卷叶螟幼虫的营养需求,能在苗上完成整个世代的生长发育。并且经过连续3代次的饲养后,稻纵卷叶螟的存活、繁殖、幼虫取食及成虫活动能力等均没

有发现异常。幼虫能卷起玉米嫩叶取食叶肉，并且在卷起的被害叶中做薄茧化蛹，偶尔会有落在土表化蛹的个体。幼虫能在玉米叶片间进行自然转株为害。在塑料烧杯中采用脱脂棉浸蜂蜜水保湿并为成虫提供补充营养的方法，很有利于成虫产卵。带皱褶的保鲜膜可以为成虫提供很好的产卵场所，90% 以上的卵粒均产于薄膜上，有利于卵的收集。因此，玉米苗饲养法可以用于大批量继代饲养稻纵卷叶螟。

2.2 玉米苗和水稻苗饲养稻纵卷叶螟的存活率

由表 1 可知，玉米苗法饲养的稻纵卷叶螟的幼虫存活率为 80.73%，极显著高于水稻苗法饲养的 33.51% ($t = 4.74, P = 0.0002$)。蛹的羽化率在 2 种饲料间没有显著差异 ($t = 0.9986, P = 0.3395$)，玉米苗法为 89.4%，水稻苗法为 81.55%。从幼虫开始到发育为成虫时的存活率，玉米苗法为 72.19%，而水稻苗法为 29.68%，两者间存在极显著的差异 ($t = 4.05, P = 0.0009$)。稻纵卷叶螟在玉米苗上的存活率要显著高于分蘖期水稻苗上的存活率。

表 1 玉米苗与水稻苗饲养稻纵卷叶螟的存活率 (平均值 ± SE)
Table 1 Survival rate of rice leaf folder feeding on maize and rice seedlings (mean ± SE)

寄主食料 Host plant	重复数 (n) Repetitions	初始幼虫数 (头) Number of larvae	蛹 (头) Number of pupa	成虫 (头) Number of adult	幼虫存活率 (%) Survival rate of larvae (%)	羽化率 (%) Eclosion rate (%)	世代存活率 (%) Survival of a generation (%)
玉米苗 Maize seedlings	9	229	181	160	80.73 ± 4.81**	89.40 ± 3.15ns	72.19 ± 4.67**
水稻苗 Rice seedlings	9	212	52	42	33.51 ± 8.72	81.55 ± 7.19	29.68 ± 9.42

注: ns 和 ** 分别表示经 t 测验, 在玉米苗与水稻苗食料间不存在显著差异和存在极显著差异。下表同。
ns and ** indicate no significant difference at 0.05 level and significant difference at 0.01 level by student t -test, respectively. The same below.

2.3 玉米苗和水稻苗饲养稻纵卷叶螟的产卵量和卵孵化率

由表 2 可知，玉米苗饲养的稻纵卷叶螟，其成虫交配后所产卵的孵化率为 82.22% ± 4.37%，用水稻苗饲养的为 76.52% ± 8.06%，两者间没有显

著差异 ($t = 0.46, P = 0.6473$)。由此说明，玉米苗饲养的稻纵卷叶螟所产卵的有效性与用水稻苗饲养的相仿，以玉米苗为饲料不会影响稻纵卷叶螟卵的质量。

表 2 玉米苗和水稻苗饲养稻纵卷叶螟的卵孵化率 (平均值 ± SE)
Table 2 The hatchability of rice leaf folder feeding on maize and rice seedlings (mean ± SE)

寄主饲料 Host plant	重复数 (n) Repetitions	总卵量 (粒) Number of eggs	孵化幼虫总数 (头) Number of larvae	孵化率 (%) Hatchability (%)
玉米苗 Maize seedlings	7	282	233	82.22 ± 4.37ns
水稻苗 Rice seedlings	9	274	212	76.52 ± 8.06

2.4 玉米苗与水稻苗饲养稻纵卷叶螟的繁殖力

由表 3 可知，玉米苗饲养的稻纵卷叶螟平均每雌产卵量为 (167.2 ± 14.6) 粒，而用水稻苗饲养的为 (150.3 ± 46.5) 粒，两者间没有显著差异 ($t =$

0.46, $P = 0.6473$)。不过，研究中发现，水稻苗饲养出的成虫其产卵量波动较大，6 个重复中每雌产卵最少的仅为 28.5 粒，而最多为 224.8 粒；用玉米苗饲养出的成虫的平均产卵量在 59.5 ~ 244.5 粒

之间,变异相对要小。由此说明,玉米苗饲养对稻纵卷叶螟的繁殖力无影响。

表 3 玉米苗和水稻苗饲养稻纵卷叶螟的产卵量
Table 3 The fecundity of rice leaf folder feeding on maize and rice seedling

寄主食料 Host plant	供试雌虫数 Number of female	总产卵量(粒) Total eggs	每雌产卵量(粒/雌) Eggs per female
玉米 Maize seedlings	4	445	111.3
	4	321	80.25
	2	244	122.0
	3	570	190.0
	2	119	59.50
	3	715	238.3
	3	580	193.3
	2	430	215.0
	2	280	140.0
	3	765	255.0
	2	296	148.0
	2	430	215.0
	2	350	175.0
	2	489	244.5
	2	302	151.0
	2	275	137.5
平均卵量(粒/雌) Average eggs per female		—	167.2 ± 14.6 ns
水稻 Rice seedlings	4	114	28.50
	3	993	331.0
	2	314	157.0
	2	97	48.50
	4	899	224.8
	2	224	112.0
平均卵量(粒/雌) Average eggs per female		—	150.3 ± 46.5

3 讨论

研究表明,可以在室内用 7 d 左右的玉米苗进行稻纵卷叶螟的大量饲养,并且玉米苗饲养法具有明显的优点:玉米苗生长快,在 30℃ 下从播种到长成可供稻纵卷叶螟幼虫取食的嫩苗只需 7 d 左右,而水稻生长到可供稻纵卷叶螟幼虫利用的稻苗至少需要 30 d,这样大大节约了育苗时间;玉米为旱地作物,育苗简单方便,容易批量化种植,花工少,同时其生长对光照的要求明显低于水稻,在室内易于生长。因此,采用玉米苗饲养稻纵卷叶螟可明显减轻育苗工作量。

实验表明,用玉米苗饲养的稻纵卷叶螟的存

活率与繁殖力不但不比用水稻苗饲养的低,反而幼虫存活率还显著高于用水稻苗饲养的幼虫。这说明玉米苗是室内大量饲养稻纵卷叶螟的一种较为理想的食料。本研究已在室内利用玉米苗连续饲养了 3 个世代,还没有发现稻纵卷叶螟有异常的反应。由此证明,玉米苗饲养稻纵卷叶螟是可行的。另外,大田中稻纵卷叶螟主要在水稻上为害,本实验利用水稻苗法在室内饲养稻纵卷叶螟时,幼虫的存活率普遍较低,其原因可能是水稻在室内光照培养箱中长势差,稻株细高叶片细瘦,难以满足幼虫的取食习性和营养需求,从而死亡率较高。

虽然日本学者早就有利用昆虫基本饲料加稻

叶粉或玉米叶粉的方法饲养稻纵卷叶螟的报道,并且该方法饲养幼虫的成活率在 80% 左右(赵梅君编译,2002),但在我国还少有完全靠人工饲料进行多世代连续饲养的报道。柯敏娟(2007)和雷妍圆(2007)采用初孵幼虫以新鲜水稻叶片饲养、2~5 龄幼虫用人工饲料饲养的方法,发现人工饲料饲养的稻纵卷叶螟大多数只能发育到 2 龄,少数幼虫能活到 3 龄,较难完成继代饲养(柯敏娟,2007)。日本还有利用种植后 6 d 株高 7 cm 的玉米苗饲养稻纵卷叶螟的报道,这种方法饲养稻纵卷叶螟幼虫的存活率在 38.7%~42.0% 之间,高于稻苗上饲养的 16.1%~26.7%,平均产卵量可达 140.8 粒/雌,高于水稻苗上的 50.5 粒/雌(Shono and Hirano, 1989)。本实验研究结果同样表明,利用 7 d 左右的玉米苗确实可大量饲养稻纵卷叶螟,并且本方法饲养的幼虫存活率达到了 80%,平均产卵量达 167 粒/雌,大大优于 Shono 和 Hirano(1989)的饲养法。

稻纵卷叶螟饲养中,卵的收集较为重要。本研究摸索出了一套在塑料烧杯底垫上沾有蜂蜜水的脱脂棉的产卵装置,烧杯用塑料保鲜膜封口后,稻纵卷叶螟成虫会将卵产在薄膜上,这样易于卵的收集。同时,薄膜可以多次更换,这样可收集同一天产的卵,以统一幼虫龄期,便于其后的生物学和生态学等实验。Shono 和 Hirano(1989)饲养稻纵卷叶螟时将 30~50 头成虫放入用铁架支撑的塑料袋内,袋内用一小杯装上带有 5% 蜂蜜水的棉絮供成虫吸食,成虫产卵于塑料袋上。带有卵的塑料袋罩于玉米苗上,孵化后的幼虫会自动爬到苗上取食。这种塑料袋法不易更换卵收集袋,难以收集到同一天所产的卵。郑许松等(2010)比较了“烧杯+湿纱布”、“塑料袋收集法”和“塑料杯收集法”3 种卵收集法的效果,发现“烧杯+湿纱布”的收集法最好,该方法可以提高成虫的产卵量。雷妍圆等(2008)分别利用玻璃产卵箱、木框纱网罩、保鲜塑料袋和简易产卵箱 4 种装置进行稻纵卷叶螟卵的收集,其中用纸箱做成的简易卵箱效果最好,表现为卵采集率达 97.33%,单雌产

卵量达 45.35 粒。本研究所用的小型产卵装置,不仅卵采集率在 90% 以上,并且单雌产卵量平均在 150 粒以上,与前人报道的各类卵采集装置相比具有制作简单、产卵量高、卵粒计数方便等优点。总之,稻纵卷叶螟的产卵装置只要能保持较高的湿度,并能为成虫提供补充营养,就基本能满足产卵的需要。

不过,研究发现,利用玉米苗大量饲养稻纵卷叶螟时,幼虫在玉米苗上的取食量较大,相同虫量下玉米苗坚持的时间要短于水稻苗。因此,需根据饲养虫量的多少,适时多批次种苗,一般情况可掌握在当天用掉多少盆苗就新种多少盆苗这一标准,以满足随时有嫩苗备用。另外,在湿度过高时,玉米苗容易倒伏,甚至出现叶片腐烂。因此,饲养幼虫的玉米苗不宜浇水过多,叶片发生腐烂时就需要更换新苗,以保证稻纵卷叶螟有充足的叶片可食用。

参考文献(References)

- Shono Y, Hirano M, 1989. Improved mass-rearing of the rice leafroller, *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée) (Lepidoptera:Pyralidae) using corn seedlings. *Appl. Ent. Zool.*, 24(3):258—263.
- 柯敏娟, 2007. 稻纵卷叶螟的人工饲养和防治方法研究. 硕士学位论文. 广州:中山大学.
- 雷妍圆, 2007. 稻纵卷叶螟及二化螟人工饲养技术的研究. 硕士学位论文. 南宁:广西大学.
- 雷妍圆, 韦秉兴, 李卫国, 李耀秀, 2008. 稻纵卷叶螟 4 种产卵装置的采卵效果比较. *广西植保*, 21(1):1—3.
- 唐洁瑜, 王华生, 刘建文, 2009. 2008 年广西第三代稻纵卷叶螟大发生特点及原因简析. *中国农学通报*, 25(2):192—195.
- 翟保平, 程家安, 2006. 2006 年水稻两迁害虫研讨会纪要. *昆虫知识*, 43(4):585—588.
- 赵梅君编译, 2002. 用人工饲料大量饲养稻纵卷叶螟的方法. *世界农药*, 24(5):42—30.
- 郑许松, 陆婷, 徐红星, 郭文卿, 高广春, 吕仲贤, 2010. 一种采集稻纵卷叶螟卵的高效简便新方法. *昆虫知识*, 47(6):1253—1256.