

# 稻纵卷叶螟 (*Cnaphalocrocis medinalis* (Güenée)) 在水稻品种上的半自然种群生命表参数及对植株含糖量的影响

许 璐 , 王 芳 , 吴进才\* , 王亓翔

(扬州大学农学院 扬州 225009)

**摘要** : 在排除天敌情况下 , 用生命表方法比较了稻纵卷叶螟在 5 个常用栽培水稻品种扬粳 9538、淮稻 9 号、扬辐粳 8 号、扬稻 6 号和汕优 63 上的半自然种群生命表。结果表明 , 取食淮稻 9 号的稻纵卷叶螟种群趋势指数最低 , 表现为较强的抗耐性 ; 扬辐粳 8 号的稻纵卷叶螟种群趋势指数最高 ; 各品种间稻纵卷叶螟不同虫期的存活率、♀/♂、蛹重、产卵量、卷叶率有一定差异 , 稻纵卷叶螟为害后 , 植株内可溶性糖含量品种间无明显差异 , 但不同品种与对照 (未接虫) 相比含量有增有减 , 还原糖含量品种间差异显著。

**关键词** : 稻纵卷叶螟 ; 生命表 ; 种群趋势指数 ; 存活率 ; 水稻含糖量

文章编号 : 1000-0933 (2007)11-4547-08 中图分类号 : Q968 文献标识码 : A

## Life-table parameters of a semi-natural population of *Cnaphalocrocis medinalis* (güenée) on different rice varieties and changes in sugar content in rice plants after insect infestation

XU Lu , WANG Fang , WU Jin-Cai\* , WANG Qi-Xiang

Agricultural College , Yangzhou University , Yangzhou 225009 , China

Acta Ecologica Sinica 2007 27 (11) 4547 ~ 4554.

**Abstract** : In recent years , rice leaffolder , *Cnaphalocrocis medinalis* (Güenée) outbreaks in China have resulted in serious damage to rice. However causes of these outbreaks have not been understood. Thus , life-table parameters of *C. medinalis* on five extended rice varieties , Yangjing 9538 , Huaidao 9 , Yangfujing 8 , Yangdao 6 , and Shanyou 63 , were compared under a semi-natural population i. e. potted rice plants covered with a big cage (1.5 m length × 1 m width × 1 m height) and exclusion of natural enemies. These parameters were survival rate , fecundity , and index of population trend (I). Experimental results showed that the index of population trend of *C. medinalis* that fed on Huaidao 9 was the lowest among the five varieties , indicating that Huaidao 9 was resistant to the insect. That on Yangfujing 8 was the highest. The I value for Yangfujing 8 was 3.56 times higher than that for Huaidao 9. The survival rate of different developmental stages , ratio of female adults to male adults (♀/♂) , pupa weight , number of eggs laid by female adults , and percentage damage of rice leaves varied with rice varieties. In addition , this study measured changes in biochemical substances in rice plants after pest

基金项目 : 江苏省重大攻关资助项目 (BE2006303)

收稿日期 : 2006-11-06 ; 修订日期 : 2007-04-27

作者简介 : 许璐 (1983 ~ ) , 女 , 江苏丹阳人 , 硕士生 , 主要从事水稻害虫及综合治理研究。

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail : jc. wu@public. yz. js. cn

**Foundation item** : The project was financially supported by Jiangsu Key Research and Development Project (No. BE2006303)

**Received date** 2006-11-06 ; **Accepted date** 2007-04-27

**Biography** : XU Lu , Master candidate , mainly engaged in rice pests and intergrated pest management (IPM).

infestation. The result demonstrated that soluble sugar content in plants on which *C. medinalis* larvae fed was not significantly different for different varieties ,but was significantly different compared to control (non-feeding ) plants. The reduced sugar content in plants was significantly different among the five varieties.

**Key Words :** *Cnaphalocrocis medinalis* ; life table ; index of population trend ; survival rate ; sugar content in rice plant

稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis* (Güenée) 是一种分布全国稻区的重要害虫,幼虫在水稻分蘖期或孕穗-抽穗期取食为害嫩叶或剑叶,在大发生年份严重田块减产 30% ~ 80%<sup>[1]</sup>。近年来,江苏省稻纵卷叶螟发生严重<sup>[2,3]</sup>,对水稻生产造成严重威胁。因而,选择具有抗、耐虫的水稻品种在生产上进行栽培显得尤为重要。

种群生命表法有助于综合评价栽培品种的抗虫性<sup>[4]</sup>。目前,对稻纵卷叶螟的种群生命表也有了一定的研究,庞雄飞等应用自然种群生命表法研究其种群动态问题<sup>[5]</sup>,建立了种群数量动态模型<sup>[6]</sup>;古德祥等应用生命表法探讨了稻纵卷叶螟的种群数量消长规律,分析了影响种群变动的各种因素的作用<sup>[7]</sup>;张孝羲等通过对稻纵卷叶螟自然种群生命表的研究组建了适合于估测迁入代种群动态电子计算机模拟模型<sup>[8]</sup>;张桂芬等对稻纵卷叶螟自然种群生命表进行研究并且应用于预测预报<sup>[9]</sup>。同时,研究表明,稻纵卷叶螟的产卵、孵化、天敌寄生、幼虫发育、成活、为害等和水稻品种类型之间有着极为密切的关系<sup>[10]</sup>。但在水稻不同品种上建立稻纵卷叶螟生命表,以此作为品种抗耐虫性评价至今未见报道。本文欲通过具有不同性状的 5 个水稻品种,应用生命表法探讨水稻品种对稻纵卷叶螟种群生物学参数的影响,同时测定了 5 个品种植株糖含量的变化。从而初步得到不同性状品种与抗耐虫性的关系,为生产上防治稻纵卷叶螟提供一定的依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试水稻品种

选用江苏省生产上常用的不同类型的粳稻品种:扬粳 9538、淮稻 9 号、扬辐粳 8 号;籼稻品种:扬稻 6 号;杂交稻品种:汕优 63。其中,淮稻 9 号、扬稻 6 号、扬辐粳 8 号叶片挺立,以淮稻 9 号叶片最为挺立,且植株较为高大,而以扬辐粳 8 号叶片色泽最为浓绿。扬粳 9538 的叶片较披、柔软。

### 1.2 供试虫源

在 2006 年 6 月本地第 1 代成虫盛发期间,自扬州大学试验农场稻田用纱笼捕集成虫,配对放入铺满产卵纸的瓶中饲养,并放入 5% 的蜂蜜液浸泡的脱脂棉,黑布蒙口。当发现瓶中的饲料发霉或被成虫鳞粉污染时,及时更换。在幼虫孵化前用剪刀剪取卵纸,按 5 点取样的相应位置移入笼中,每笼共接卵 100 粒。实验温度范围为 (27 ± 5)℃。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 不同品种上稻纵卷叶螟半自然种群生命表组建

将各供试水稻品种 30d 苗移栽于直径 35cm 的盆中,每盆 4 穴,每穴 2 株,以同等措施进行肥水管理,每 10 盆罩于 1.5m × 1m × 1m 的笼中,笼子用 80 目网纱罩护,防止其它昆虫及天敌进入。每品种重复 3 次,每笼作为一个重复。水稻长至抽穗期时进行实验,每品种的 3 次重复接入同一世代的稻纵卷叶螟,各处理和重复间的温湿度条件一致。按照生命表法对稻纵卷叶螟各个生育期进行调查。这里把大罩笼内建立的生命表称为半自然种群生命表。

**卵期调查** 水稻抽穗期时接入卵纸,自接入卵后开始观察,待完全孵化后回收卵纸,清点其残留卵数,计算每笼中卵的孵化数,计算该期的存活率。

**幼虫期调查** 继续稻株的盆栽,每两日观察记录各龄期的发育情况,打开部分卷叶虫苞观察虫苞内的幼虫,记录各虫龄的存活数,计算存活率。

**蛹期调查** 待笼中幼虫进入蛹期时,仔细剥查其蛹,采下,带回,记数,称其重量,后放入瓶中饲养,保证其湿度。

成虫期调查 每日观察瓶中蛹的羽化情况 ,发现成虫即取出 ,配对放入另一铺满产卵纸的瓶中饲养 ,提供其 5% 的蜂蜜液棉球 ,并及时更换 ,保持瓶中清洁 ,让其产卵。待蛹全部羽化后清点未羽化的蛹数 ,计算蛹的存活率 ,同时清点羽化的成虫总数 ,区分雌雄并记录。记录产卵的雌虫数、雌虫的产卵量。

1.3.2 实验种群生命表的组建与分析

根据不同品种条件下稻纵卷叶螟的生长发育与存活情况 ,参照汤鉴球的方法<sup>[1]</sup>组建实验种群生命表 ,系统分析稻纵卷叶螟在不同品种水稻营养条件下的种群变化 ,计算生命表参数。每个品种重复 3 次 ,即建立 3 个生命表 ,最后组建平均生命表。

1.3.3 不同品种上稻纵卷叶螟的卷叶率

当植株上的蛹全部剥除后 ,检查每笼中的被害叶数和健叶数 ,计算卷叶率 ,作为评价品种抗虫性的指标。

1.3.4 不同品种植株糖含量的测定

- (1)可溶性糖含量的测定
- 采用蒽酮比色法 ,用 80% 酒精水浴中提取 ,离心 ,取上清液经蒽酮试剂显色反应后在 620nm 下比色。
- (2)还原性糖含量的测定
- 采用间苯二酚比色法 ,用 80% 酒精水浴中提取 ,离心 ,取上清液经间苯二酚试剂显色反应后在 620nm 下比色。

1.3.5 数理统计分析

数理统计分析采用《实用统计分析及其计算机处理平台——DPS 软件系统》提供的软件包<sup>[12]</sup>。运用 t 测验进行显著性分析。各品种存活率数据未经数据转换。

2 结果与分析

2.1 不同品种上稻纵卷叶螟的半自然种群生命表

5 个品种上稻纵卷叶螟平均半自然种群生命表如表 1 ~5。

表 1 稻纵卷叶螟在扬粳 9538 上的平均种群生命表

Table 1 The average life table of rice leaffolder semi-natural population on Yangjing 9538

虫期 Stage (x )	各虫期起始虫数 Initial numbers per stage (lx )	各虫期死亡数 Dead numbers per stage (dx )	死亡率 ×100 Percentage death per stage (100qx )	各虫期存活率 Survival rate (%) per stage (Sx )
卵 Egg	100	27.67	27.67	0.72
一龄 1st instar larvae	72.33	25.33	35.02	0.65
2 ~3 龄 2 ~3th instar larvae	47	11	23.40	0.77
4 龄 4th instar larvae	36	4.67	12.97	0.87
5 龄 5th instar larvae	31.33	8	25.54	0.75
蛹 Pupa	23.33	12	51.44	0.49
蛾 (♀ / ♂ )Moth (♀ / ♂ )	17:17			
雌虫 ×2Female adult ×2	34	14	41.18	0.59
正常雌虫 ×2Normal female adult ×2	20			

表 2 稻纵卷叶螟在淮稻 9 号上的平均种群生命表

Table 2 The average life table of rice leaffolder semi-natural population on Huaidao 9

x	lx	dx	100qx	Sx
卵 Egg	100	17.67	17.67	0.82
一龄 1st instar larvae	82.33	33.33	40.49	0.60
2 ~3 龄 2 ~3th instar larvae	49	18.67	38.10	0.62
4 龄 4th instar larvae	30.33	1.33	4.40	0.96
5 龄 5th instar larvae	29	2	6.90	0.93
蛹 Pupa	27	11.33	41.98	0.58
蛾 Moth (♀ / ♂ )	20:27			
雌虫 ×2Female adult ×2	40	12	30	0.7
正常雌虫 ×2 Normal female adult ×2	28			

表 3 稻纵卷叶螟在扬辐粳 8 号上的平均种群生命表

Table 3 The average life table of rice leaffolder semi-natural population on Yangfujing 8				
<i>x</i>	<i>lx</i>	<i>dx</i>	100 <i>qx</i>	<i>Sx</i>
卵 Egg	100	19	19	0.81
一龄 1st instar larvae	81	29.33	36.21	0.63
2~3 龄 2~3th instar larvae	51.67	12.67	24.51	0.75
4 龄 4th instar larvae	39.00	6	15.38	0.85
5 龄 5th instar larvae	33.00	5	15.15	0.85
蛹 Pupa	28.00	1	3.57	0.96
蛾 Moth (♀/♂)	31:50			
雌虫 × 2Female adult × 2	62	22	35.48	0.64
正常雌虫 × 2 Normal female adult × 2	40			

表 4 稻纵卷叶螟在扬稻 6 号上的平均种群生命表

Table 4 The average life table of rice leaffolder semi-natural population on Yangdao 6				
<i>x</i>	<i>lx</i>	<i>dx</i>	100 <i>qx</i>	<i>Sx</i>
卵 Egg	100	22.67	22.67	0.77
一龄 1st instar larvae	77.33	16.67	21.55	0.78
2~3 龄 2~3th instar larvae	60.67	9.33	15.38	0.85
4 龄 4th instar larvae	51.33	8	15.58	0.84
5 龄 5th instar larvae	43.33	14	32.31	0.68
蛹 Pupa	29.33	3.33	11.36	0.89
蛾 Moth (♀/♂)	32:46			
雌虫 × 2Female adult × 2	64	32	50	0.5
正常雌虫 × 2 Normal female adult × 2	32			

表 5 稻纵卷叶螟在汕优 63 上的平均种群生命表

Table 5 The average life table of rice leaffolder semi-natural population on Shanyou 63				
<i>x</i>	<i>Lx</i>	<i>dx</i>	100 <i>qx</i>	<i>Sx</i>
卵 Egg	100	23	23	0.77
一龄 1st instar larvae	77	22	28.57	0.71
2~3 龄 2~3th instar larvae	55	10	18.18	0.81
4 龄 4th instar larvae	45	2	4.44	0.96
5 龄 5th instar larvae	43	12.67	29.46	0.71
蛹 Pupa	30.33	4.67	15.38	0.85
蛾 Moth (♀/♂)	34:43			
雌虫 × 2Female adult × 2	68	30	44.12	0.56
正常雌虫 × 2 Normal female adult × 2	38			

2.2 不同品种上稻纵卷叶螟各虫期存活率

稻纵卷叶螟取食不同品种水稻后,各期存活率如表 6 所示,卵期和幼虫期存活率品种间差异不显著,但蛹期存活率品种间表现显著差异,扬辐粳 8 号的蛹期存活率最高,达到 0.9710,而扬粳 9538 蛹期存活率最低,为 0.4884。

2.3 不同品种条件下稻纵卷叶螟雌雄比的比较

取食扬粳 9538 的稻纵卷叶螟雌雄比最高为 1,扬辐粳 8 号最低,为 0.6085,但是方差分析不显著 ( $F = 0.896$  ; $df = 4,14$  ; $p > 0.05$  ),品种间差异不显著 (图 1)。

2.4 不同品种条件下稻纵卷叶螟产卵量的比较

方差分析表明,取食淮稻 9 号的稻纵卷叶螟产卵量最低,平均为 20.07 粒/雌,显著低于扬粳 9538、扬辐粳 8 号、汕优 63,与扬稻 6 号差异不显著 ( $F = 6.473$  ; $df = 4,14$  ; $p < 0.05$  )。取食扬辐粳 8 号的稻纵卷叶螟的产卵量最高,达到 71.37 粒/雌 (图 2)。

表 6 不同品种条件下稻纵卷叶螟各虫龄的存活率

Table 6 Survival rate (%) of rice leaf folder population reared on different rice varieties

品种 Variety	卵 Egg	幼虫 Larvae				蛹 Pupa	种群趋势指数 Index of population trend
		1 龄 1st instar larvae	2 ~ 3 龄 2 — 3th instar	4 龄 4th instar	5 龄 5th instar		
扬梗 9538 Yangjing 9538	0.723 ± 0.058a	0.654 ± 0.113a	0.760 ± 0.068a	0.878 ± 0.055a	0.742 ± 0.128a	0.488 ± 0.076b	2.780 ± 0.038a
淮稻 9 号 Huaidao 9	0.823 ± 0.126a	0.601 ± 0.066a	0.621 ± 0.048a	0.956 ± 0.018a	0.931 ± 0.034a	0.581 ± 0.187b	0.803 ± 0.027d
扬辐梗 8 号 Yangfujing 8	0.8 ± 0.137a	0.656 ± 0.181a	0.737 ± 0.152a	0.846 ± 0.117a	0.814 ± 0.147a	0.971 ± 0.025a	2.854 ± 0.072a
扬稻 6 号 Yangdao 6	0.773 ± 0.081a	0.788 ± 0.056a	0.848 ± 0.094a	0.844 ± 0.009a	0.681 ± 0.122a	0.886 ± 0.046a	2.065 ± 0.047c
汕优 63 Shanyou 63	0.770 ± 0.088a	0.725 ± 0.147a	0.812 ± 0.108a	0.951 ± 0.031a	0.700 ± 0.079a	0.844 ± 0.051a	2.469 ± 0.047b

表中数值是平均数 ± 标准差 ,在同一列内不同品种间进行单因素比较 ;平均值后不同小写字母表示在 5% 条件下差异显著 Means ± SD ; Means with different letters within the same column indicate that there are significant differences at 5% level

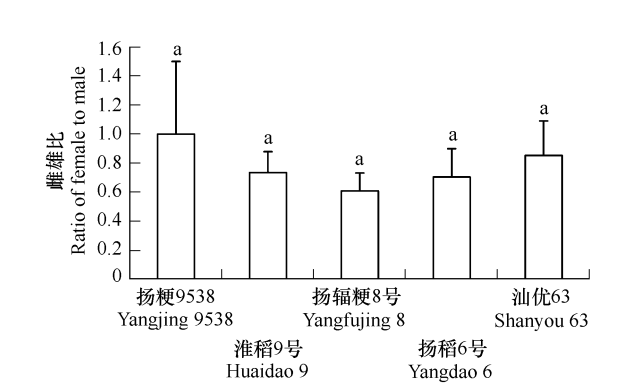


图 1 不同品种水稻上稻纵卷叶螟的雌雄比

Fig.1 Ratio of female to male moths developed which fed on different varieties

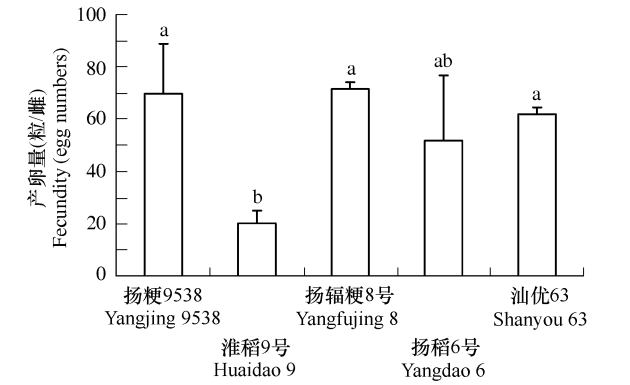


图 2 取食不同品种水稻的稻纵卷叶螟雌成虫产卵量

Fig.2 Numbers of egg laid by female moth developed which fed on different varieties

2.5 不同品种上稻纵卷叶螟的种群趋势指数

方差分析表明 ,取食扬辐梗 8 号的稻纵卷叶螟种群趋势指数最高  $I = 2.8548$  ,与扬梗 9538 差异不显著 ;但与淮稻 9 号、扬稻 6 号、汕优 63 差异显著 ( $F = 882.337 ;df = 4,14 ;p < 0.05$ ) 。

取食淮稻 9 号的稻纵卷叶螟种群趋势指数最小  $I = 0.8030$  ,小于 1 ,种群为下降趋势。扬辐梗 8 号的种群趋势指数是淮稻 9 号的 3.56 倍。表明品种对稻纵卷叶螟的种群增长有显著的影响 (图 3) 。

2.6 不同品种条件下稻纵卷叶螟的蛹重的比较

经方差分析 ,取食扬辐梗 8 号的稻纵卷叶螟的蛹最重 ,平均为 0.0219g ,显著高于扬梗 9538 和淮稻 9 号 ,扬梗 9538 的蛹最轻 ( $F = 8.382 ;df = 4,14 ;p < 0.05$ ) 。多重比较表明扬辐梗 8 号 ,扬稻 6 号 ,汕优 63 之间差异不显著 (图 4) 。

2.7 不同品种条件下稻纵卷叶螟为害的卷叶率的比较

取食扬稻 6 号的稻纵卷叶螟为害的卷叶率最高 ,达

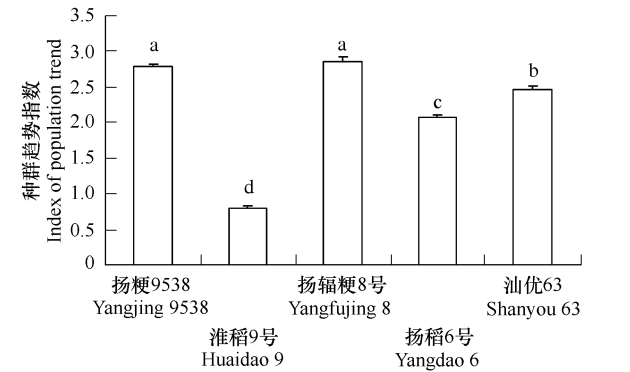


图 3 稻纵卷叶螟取食不同品种后的种群趋势指数

Fig.3 Index of population trend of rice leaffolder (*C. medinalis*) reared on different rice varieties

9.7% ,扬辐粳 8 号的卷叶率最低 ,只有 3.9%。方差分析表明 ,品种间存在显著差异 ( $F = 7.989 ; df = 4 ,14 ; p < 0.05$  )。扬粳 9538 的卷叶率与淮稻 9 号、扬稻 6 号、汕优 63 差异不显著 (图 5 )。

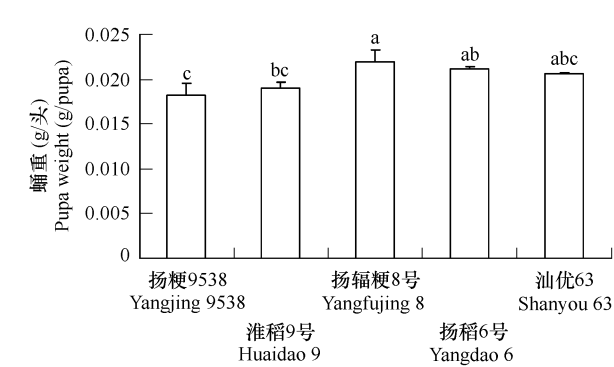


图 4 取食不同水稻品种稻纵卷叶螟的蛹重

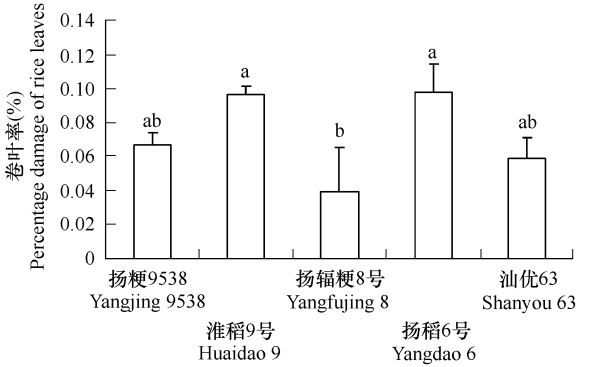


图 5 不同品种水稻受稻纵卷叶螟为害后的卷叶率

Fig. 4 Weight of pupa developed which fed on different varieties

Fig. 5 Percentage damage of rice leaves caused by larvae feeding on different varieties

2.8 不同品种条件下稻纵卷叶螟为害后植株糖含量的比较

稻纵卷叶螟为害水稻植株后 ,植株体内可溶性糖含量与还原性糖含量的比较如表 7 ,把未接虫作为 CK 处理 ,淮稻 9 号、扬辐粳 8 号在接虫后可溶性糖含量较未接虫可溶性糖含量降低 ,扬粳 9538、扬稻 6 号、汕优 63 在接虫后可溶性糖含量较未接虫可溶性糖含量升高 ,而这五个品种植株还原性糖含量在接虫后均降低 ,但扬稻 6 号、汕优 63 的下降不显著。

表 7 稻纵卷叶螟为害对植株含糖量的影响

Table 7 Changes of sugar content (mg/g) in rice plants after larvae feeding on different varieties			
品种 Variety	处理 Treatment	可溶性糖含量 (mg) Soluble sugar content	还原性糖含量 (mg) Reducing sugar content
扬粳 9538	CK (未接虫)Non-larvae feeding (CK)	92.48 ± 3.29a	0.19 ± 0.03bc
Yangjing9538	接虫 Larvae feeding	102.70 ± 14.08a	0.10 ± 0.02de
淮稻 9 号	CKNon-larvae feeding (CK)	115.58 ± 0.65a	0.21 ± 0.01ab
Huaidao9	接虫 Larvae feeding	114.37 ± 8.16a	0.13 ± 0.02cde
扬辐粳 8 号	CKNon-larvae feeding (CK)	114.65 ± 7.71a	0.27 ± 0.04a
Yangfujing8	接虫 Larvae feeding	107.89 ± 20.13a	0.09 ± 0.02e
扬稻 6 号	CKNon-larvae feeding (CK)	99.31 ± 6.18a	0.13 ± 0.01cde
Yangdao6	接虫 Larvae feeding	114.16 ± 19.26a	0.09 ± 0.00e
汕优 63	CKNon-larvae feeding (CK)	97.25 ± 2.29a	0.16 ± 0.02bed
Shanyou63	接虫 Larvae feeding	103.72 ± 16.48a	0.12 ± 0.02de

表中数值是平均数 ± 标准差 ,在同一列内 ,平均值后跟有不同的小写字母表示在 5% 水平下差异显著 Means ± SD. Means with different letters within the same column indicate that there are significant differences at 5% level

2.8.1 植株可溶性糖含量的比较

方差分析表明 ,稻纵卷叶螟为害后的五个水稻品种植株本身的可溶性糖含量之间无明显差异 ,品种内接虫与未接虫间也无显著差异。淮稻 9 号接虫后可溶性糖含量最高 ,为 114.4 ,扬粳 9538 接虫后可溶性糖含量最低 ,为 102.7 (表 7 )。

2.8.2 植株还原性糖含量的比较

方差分析表明 ,稻纵卷叶螟取食扬辐粳 8 号后植株还原糖含量与扬粳 9538、扬稻 6 号、汕优 63 有显著差异 ,但与淮稻 9 号无明显差异 ,扬粳 9538、淮稻 9 号、扬辐粳 8 号 3 个品种在未接虫与接虫间都存在显著差异 ,而扬稻 6 号、汕优 63 本身在接虫与否间没有显著差异 (表 7 )。

3 讨论

不同品种条件下组建稻纵卷叶螟半自然种群生命表,可以比较不同品种对稻纵卷叶螟生长发育和生殖力的影响。

由稻纵卷叶螟 5 个品种上的种群生命表看出,种群趋势指数为扬辐粳 8 号 > 扬粳 9538 > 汕优 63 > 扬稻 6 号 > 淮稻 9 号。这表明,淮稻 9 号对稻纵卷叶螟的生长发育有较大的不利影响。在蛹重、产卵量的比较中,淮稻 9 号对稻纵卷叶螟的影响也较大,这可能与其叶片最为挺立,植株较高大有关。扬稻 6 号在种群趋势指数、♀/♂、产卵量方面也表现对稻纵卷叶螟较强的抗性,同样也与其叶片挺立有关,但在蛹期存活率、蛹重、卷叶率却较大,可能与其籼稻品质有关。

扬粳 9538 的叶片较披,叶面柔软,在种群趋势指数、雌雄比、产卵量方面都表现了感虫性,但其蛹期存活率与蛹重却最小。究其原因,可能与化蛹时期在叶片部位较少化蛹,而到植株基部叶鞘内化蛹有关。

不同水稻品种还原糖含量均在稻纵卷叶螟取食后降低。降幅依次为扬辐粳 8 号 0.1825mg > 淮稻 9 号 0.0863mg > 扬粳 9538 0.0835mg > 汕优 63 0.0463mg > 扬稻 6 号 0.0378mg,除淮稻 9 号外,其趋势与种群趋势指数大体一致。故表明不同品种对稻纵卷叶螟的抗耐性与其自身体内还原糖的变化有关。

稻纵卷叶螟取食为害后,叶片中的光合产物运输受阻,故扬粳 9538、扬稻 6 号、汕优 63 植株内的可溶性糖含量比对照高,而淮稻 9 号、扬辐粳 8 号叶片相对比较挺直,叶脉受阻影响较小,故植株内可溶性糖含量相对降低,这可能与作物对虫害的补偿作用有关<sup>[13~15]</sup>。植株内糖含量的变化对同样为害水稻的其它一些害虫也有相对应的影响。刘光杰<sup>[16]</sup>等研究表明含糖量高的品种对二化螟的抗性弱,含糖量低的品种对二化螟的抗性强。又有研究报道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<sup>[17,18]</sup>。稻纵卷叶螟和褐飞虱同时侵害时,会加剧水稻的损害<sup>[19]</sup>。总体来说,水稻植株内的营养状况直接关系到昆虫的生存、发育和繁衍,分析其糖含量成分的变化规律有助于今后水稻育种工作的改进和抗性的评价,在综合防治各类水稻害虫为害情况下还有兼顾稻米品质,提高水稻生产的现实意义。

References :

[1] Kushwaha K S. Leafroll (LF) epidemic in haryana (India). International Rice Research Newsletter, 1988, 13 (3) :16—17.

[2] Zhu F S, Cheng H X, et al. Causes of the outbreak of *Cnaphalocrocis medinalis* in 1998 and its control strategies. Jiangsu Agricultural Sciences, 1999, (3) :40—42.

[3] Yang R M, Zhu Y Q, et al. Causes of the outbreak of *Cnaphalocrocis medinalis* in Jiangsu Province in 2003 and its control strategies. China Plant Protection, 2004, (2) :11—14.

[4] Li G Q, Wang Y C, Han Z J, et al. Studies on resistance of rice variety NJ14 to Brown Plant hopper *Nilaparvata lugens* (Stål) I. Evaluation of the resistance with life table of laboratory population. Journal of Nanjing Agricultural University, 1994, 17 (4) :131—133.

[5] Pang X F, Hou R H, Liang G W, et al. Studies on the population dynamics and control of rice leaf roller in Hailing Island, Guangdong Province I. Journal of South China Agricultural College, 1981, 2 (4) :71—84.

[6] Pang X F, Liang G W. Studies on the population dynamics and control of rice leaf roller in Hailing Island, Guangdong Province II. Journal of South China Agricultural College, 1982, 3 (2) :13—27.

[7] Gu D X, Zhou C Q, Tang J Q, et al. On the life tables of natural population of rice leaf roller, *Cnaphalocrocis medinalis* Guenee. Acta Ecologica Sinica, 1983, 3 (3) :229—238.

[8] Zhang X X, Geng J G, Gu H N, et al. Forecasting model for the population life-system of rice-leaf roller, *Cnaphalocrocis medinalis* Guenee. Acta Ecologica Sinica, 1988, 8 (1) :18—26.

[9] Zhang G F, Liu Q X, Shen X C. Studies on the natural population life table of rice leaf roller and its use in prediction. Acta Phytophylacica Sinica, 1990, 17 (2) :139—144.

[10] Qian X. Ecological responses of rice caseworm to hybrid rice and traditional rice. Chinese Journal of Ecology, 1993, 12 (6) :21—24.

[11] Tang J Q. Life table data of *Cnaphalocrocis medinalis*. Entomological Knowledge, 1991, (5) :305—307.

[12] Tang Q Y, Feng G M. Date process system. In : Applied statistics analysis and computer processing. Beijing : China Agricultural Press, 1997.

[13] Banks C J, et al. Effects of *Aphis fabae* scopoli and of its attendant ants and insect predators On yields of field bean (*Vicia'aba* L. ). Ann. Appl. Biol, 1967, 60 :445—453.

[14] Cheng Y N , Hu S L. Studnies on the yield loss by rice leaf roller and its economic threshold II . simulated difoliation test ,Journal of Hunan Agricultural College ,1986 , ( 3 ) :51 — 59.

[15] Fabellar L N , Faballer N G , Heong K L. Simulating rice leaffolder feeding effects on yield using MACROS. International Rice Research Notes , 1994 ,19 ( 2 ) :7 — 8.

[16] Liu G J , Huang H P , et al. Study on the mechanisms of resistance in early season rice varieties to the striped stem borer (*Chilo suppressalis* ) and its biochemical basis. Journal of Southwest Agricultural University ,1998 20 ( 5 ) :512 — 515.

[17] Zheng X S ,Yu X P , et al. Effects of submergence treatments on the growth and development of brown plant hopper on rice plants and the nutrient component in rice plants. Chinese J. Rice Science ,1999 ,13 ( 2 ) :117 — 119.

[18] Koyama K. Nutritional physiology of the brown rice planthopper *Nilarparvata lugens* I . Effect of sugars on nymphal development. Appl. Ent. Zool. , 1985 ,20 ( 3 ) :292 — 298.

[19] Yin J L , Wu J C , et al. Comparison of the effects of brown planthopper , *Nilaparvata lugens* ( Stål ) (Homoptera :Delphacidae ) , and rice leaffolder , *Cnaphalocrocis medinalis* Guenee (Lepidoptera :Pyralidae ) , Infestations and simulated damage on nutrient uptake by the roots of rice plants. Environmental Entomology , 2005 34 ( 6 ) :1614 — 1620.

参考文献：

[2] 朱凤生 陈海新 等. 1998 年稻纵卷叶螟大发生原因及防治对策. 江苏农业科学 ,1999 , ( 3 ) :40 ~ 42.

[3] 杨荣明 朱叶芹 等. 2003 年江苏省稻纵卷叶螟特大发生原因及其治理对策. 中国植保导刊 2004 , ( 2 ) :11 ~ 14.

[4] 李国清 王荫长 韩召军 等. 水稻品种南京 14 号对褐飞虱抗性的研究 I . 应用生命表技术评价南京 14 号的抗虫性. 南京农业大学学报 ,1994 17 ( 4 ) :131 ~ 133.

[5] 庞雄飞 侯任环 梁广文 等. 稻纵卷叶螟防治策略的探讨 (一). 华南农学院学报 ,1981 2 ( 4 ) :71 ~ 84.

[6] 庞雄飞 梁广文. 稻纵卷叶螟防治策略的探讨 (二). 华南农学院学报 ,1982 3 ( 2 ) :13 ~ 27.

[7] 古德祥 周昌清 汤鉴球 等. 稻纵卷叶螟自然种群生命表的研究. 生态学报 ,1983 3 ( 3 ) :229 ~ 238.

[8] 张孝羲 耿济国 顾海南 等. 稻纵卷叶螟种群生命系统模型的研究. 生态学报 ,1988 8 ( 1 ) :18 ~ 26.

[9] 张桂芬 刘芹轩 申效诚. 稻纵卷叶螟自然种群生命表的研究及其在测报上的应用. 植物保护学报 ,1990 17 ( 2 ) :139 ~ 144.

[10] 钱希. 稻纵卷叶螟对杂交水稻及常规水稻的生态反应. 生态学杂志 ,1993 12 ( 6 ) :21 ~ 24.

[11] 汤鉴球. 稻纵卷叶螟生命表. 昆虫知识 ,1991 , ( 5 ) :305 ~ 307.

[12] 唐启义 冯明光. DPS 数据处理系统. 见 唐启义著. 实用统计分析及其计算机处理平台. 北京 :中国农业出版社 ,1997. 1 ~ 29.

[14] 陈永年 胡诗礼. 稻纵卷叶螟为害损失率测定及经济阈值初步研究 II . 人工剪叶模拟试验. 湖南农学院学报 ,1986 , ( 3 ) :51 ~ 59.

[16] 刘光杰 黄和平 等. 早稻品种对二化螟的抗性及其生化基础研究. 西南农业大学学报 ,1998 20 ( 5 ) :512 ~ 515.

[17] 郑许松 俞晓平 等. 淹水对褐飞虱生长发育和稻株营养成分的影响. 中国水稻科学 ,1999 ,13 ( 2 ) :117 ~ 119.