

水稻田和茭白田二化螟的比较研究

俞晓平, 徐红星, 吕仲贤, 陈建明, 郑许松, 陶林勇

(浙江省农科院植保所, 杭州 310021)

摘要: 水稻田越冬代二化螟最早于 4 月 26 日开始羽化, 其羽化高峰期 为 5 月 13~14 日, 而茭白田越冬代二化螟的始见蛾日为 5 月 5 日, 比水稻田二化螟迟了 9d, 羽化始盛期、高峰期、盛末期均比水稻田二化螟迟 2~5d。水稻田二化螟越冬幼虫的存活率和化蛹率明显比茭白田二化螟低; 而二者的羽化率则差不多。水稻田二化螟羽化成虫的雌雄性比为 1 : 1.44, 而茭白田二化螟则接近 1 : 1。室内选择性试验表明, 水稻田和茭白田二化螟均喜在高大的茭白植株上产卵, 而幼虫则选择嫩绿的水稻。然而田间选择性试验证实, 二化螟幼虫在钻蛀前无法越过田埂而转移到水稻植株上为害。取食茭白的二化螟个体明显大于取食水稻的二化螟, 两种寄主上二化螟幼虫的酯酶同工酶也存在着差异。交叉繁殖试验表明, 茭白和水稻上的二化螟属于同一种, 但存在着部分生殖隔离。

关键词: 二化螟比较; 习性; 不同生境; 茭白; 水稻

Differentiation of Striped Stem Borer (SSB), *Chilo suppressalis* Walker From Rice and *Zizania caduciflora* Habitats

YU Xiao-Ping, XU Hong-Xing, LÜ Zhong-Xian, CHEN Jian-Ming, ZHEN Xu-Song, TAO Ling-Yong (Institute of Plant Protection, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(3): 341~345.

Abstract: The over-wintered striped stem borer (SSB), *Chilo suppressalis* Walker, collected from rice fields initiated to emerge on April 20, nine days earlier than SSB collected from neighboring *Zizania* fields. The survival and pupation rates of over-wintered SSB collected from rice field were 67.30% and 70.06%, much higher than SSB collected from *Zizania* fields. The emerging rates were similar between SSB from both habitats, the sex ratios of SSB from rice and *Zizania* fields were 1 : 1.44 and 1 : 1 respectively. The preference test in laboratory showed that adult SSB from both rice and *Zizania* fields mostly preferred to oviposit on *Zizania* plants, however, the larvae chose to feed on rice plants. The field test indicated that SSB larvae hatched from *Zizania* plants could not transferred to rice fields due to the obstacle of field bund. The weight of pupas and the size of SSB adults feeding on *Zizania* plants were significantly higher than SSB on rice plants, the esterase isozymes of SSB larvae collected from rice and *Zizania* habitats are obviously different. The inter-mating of SSB from two hosts could reproduce a significantly lower number of first progeny, indicating there are partially reproductive barrier of SSB from two habitats.

Key words: stem borer; behavior; habitat diversity; *Zizania caduciflora*; rice

文章编号: 1000-0933(2002)03-0341-05 中图分类号: Q143 文献标识码: A

茭白是我国城乡居民较喜爱的一种蔬菜, 其经济效益高于水稻。茭白与水稻间作是长江三角洲地区常见的种植方式。在效益农业不断发展的情况下, 茭白在水稻生产区内的种植面积日益增大, 茭白田已成为

基金项目: 浙江省自然科学基金青年专项基金资助项目(RCZX-9708); 浙江省“水稻无螟害行动计划”资金资助项目(ASXM09)

收稿日期: 2000-11-13; 修订日期: 2001-02-22

作者简介: 俞晓平, 男, 浙江杭州市人, 博士, 研究员。主要从事水稻病虫害综合防治、害虫的种型变异和预测预报工作。

稻田周围最重要的非稻田生境。因此,茭白的种植对于水稻病虫害可持续治理的利弊已成为人们关注的焦点^[1,2]。二化螟 *Chilo suppressalis* Walker 是亚洲稻区的主要害虫之一,其寄主范围广泛,在茭白上发生也比较严重^[3,4]。国内外的学者对水稻二化螟的生物学特性及发生规律研究较多,而对于茭白田的二化螟,除日本的学者对其进行了一些研究外其他很少有报道。研究表明,茭白田二化螟的幼虫、蛹及成虫的个体均大于水稻田二化螟^[3~5],其交配时间也较水稻田二化螟早 5h^[6]。然而这二种作物上的二化螟是否属同一种,在行为、生态和生理上是否存在差异还有许多争议^[3,5~7]。国内在这方面迄今未见有相关报道。为明确水稻和茭白上二化螟的差异以及这二种作物间作这一方式的利弊,更好地对二化螟的发生进行预测和治理,本文对不同生境中越冬代二化螟成虫的羽化、产卵习性、体形大小、寄主选择、繁殖和生理差异等方面进行了较系统的研究。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

二化螟幼虫和蛹采自杭州市郊的茭白田和水稻田。采集时,将带有越冬幼虫的水稻稻桩及茭白残茬带回养虫室内,分别置于不同的大纱笼内。在自然光照和温度下保存直到成虫羽化。成虫羽化后分别配对,饲以 0.5% 蜂蜜水后移入 $50 \times 50 \times 80 \text{cm}^3$ 的养虫笼内产卵,每天定时收集卵块。孵化的幼虫在养虫室内分别用茭白和水稻茎秆隔离饲养。各龄二化螟供试验用。

1.2 不同生境源越冬虫的生物学特性和个体大小

1.2.1 越冬虫的采集 每年 12 月份选择茭白田共 12 块,主要种植为秋茭,面积 0.67hm^2 左右,每块茭白田随机采集 200~500 个茭白残桩;选择水稻田 20 块,面积为 1.67hm^2 ,水稻品种为汕优 63,每块稻田随机采集 1000~5000 个稻桩。所有的样品保存在实验室常温下。越冬虫 4 月中旬以后,每日观察采集的稻桩及茭白残茬上是否有成虫羽化。二化螟开始羽化后,每日定时收集羽化的成虫,分别统计雌雄虫数。将羽化成雌雄配对并喂以 10% 的蜂蜜水,分别置于放有水稻和茭白植株的养虫笼内,任其产卵。

1.2.2 存活率、化蛹率和羽化率 在越冬代二化螟羽化基本结束后,将所有采回的稻桩和茭白残茬进行剥查,分别统计越冬水稻二化螟和茭白二化螟的死亡幼虫和成虫的数量以及未化蛹的幼虫数和未羽化蛹数(死蛹),计算幼虫存活率、化蛹率和成虫羽化率。幼虫存活率 = (成虫 + 未化蛹幼虫 + 死蛹) / (成虫 + 未化蛹幼虫 + 死蛹 + 死幼虫),化蛹率 = (成虫 + 死蛹) / (成虫 + 未化蛹幼虫 + 死蛹 + 死幼虫),成虫羽化率 = 成虫 / (成虫 + 死蛹)。

1.2.3 个体大小比较 将不同生境和寄主上的二化螟蛹和羽化成虫用微量天平 and 测微尺分别称量鲜重和度量成虫前翅,比较茭白田和水稻田二化螟蛹和成虫个体差别。每种处理各称量和度量 200 个样品。

1.3 不同生境源二化螟繁殖和选择性试验

1.3.1 交叉繁殖试验 将茭白田和水稻田二化螟雌雄虫两两配对,具体包括: ♀(茭白) × ♂(水稻)、♂(茭白) × ♀(水稻)、♀(茭白) × ♂(茭白)、♀(水稻) × ♂(水稻)。配对后成对移入养虫笼内在水稻植株(汕优 63)上自由产卵,每天定时收集卵块。收集的卵块分别放在试管中,内置一湿棉球,然后置于 $26 \pm 1 \text{C}$ 、 $12 \text{L} : 12 \text{D}$ 的生化培养箱内保育,统计不同处理孵化的二化螟数。每处理重复 20 次。

1.3.2 选择性测定 产卵选择性试验中,分别将茭白田和水稻田二化螟雌雄虫配对,单独移入内有茭白和水稻各一丛的养虫笼内自由产卵。每天定时收集不同植株上的卵块,至连续 3d 无卵块时止。统计产在茭白上和水稻上的卵块数。而在取食选择性试验中,按对角线法在直径为 9cm 的培养皿中放置茭白茎和水稻茎各 2 段,然后在圆心处接入 5 头初孵的二化螟幼虫,立即置于漫射光均匀的恒温室内,24h 后分别检查统计选择茭白和水稻的二化螟虫数。初孵的二化螟为水稻和茭白上分别羽化的两种虫源。每处理重复 20 次。

1.4 不同生境中寄主选择性测定

在相邻的茭白田和水稻田处各选择 $0.5 \times 1 \text{m}^2$ 大小面积的田地,中间为 0.2m 宽的田埂。用 $0.5 \times 2.2 \times 1.5 \text{m}^3$ 的细纱网罩罩住,网罩内罩有 2 丛茭白和 12 丛水稻。在每丛茭白上人工接入二化螟卵约 50 粒,20d 后在不可见数据处检查水稻和茭白上的二化螟虫数。以茭白上不接二化螟虫卵作为对照。

1.5 茭白和水稻田二化螟酯酶同工酶比较

把不同寄主上 5 头 5 龄幼虫以 1ml pH7.2、0.1M 的磷酸缓冲液(PBS)匀浆(加少量苯基硫脲晶体、冰浴),然后高速离心机以 10000 rpm 离心 10 min,取上清液作为酶源。各取 50 μ l 酶液用 PBS 按一定比例稀释后,以 40%蔗糖溶液 1:1 混合,并加入少量 0.05% 溴酚蓝溶液,混匀为电泳样品。梯度分离胶的浓度为 5%~15%,浓缩胶浓度为 2.5%。采用 Tris-甘氨酸电极缓冲液系统及 MV-II 型垂直平板电泳槽进行电泳。每样品加样品液 10 μ l,稳压 150V,电泳约 90min。电泳结束后,取下的凝胶以酯酶染色液(将 α -醋酸萘酯和 β -醋酸萘酯各 37.5mg 溶于 6ml 丙酮中,加入固蓝 RR 150mg,再加 0.067 Mol/L、pH7.2 的 PBS144ml,搅拌至完全溶解)中染色约 30min,酶带显出后,将凝胶置于脱色液(冰醋酸:甲醇:H₂O=1:5:5)中脱色数次^[8]。

2 结果与分析

2.1 越冬代二化螟羽化进程

如表 1 所示,水稻田采集的二化螟最早于 4 月 26 日开始羽化,其羽化始盛期为 5 月 9~10 日,高峰期为 5 月 13~14 日,盛末期为 5 月 18~19 日。茭白田二化螟的始见蛾日为 5 月 5 日,比水稻田二化螟迟了 9d,羽化始盛期、高峰期、盛末期依次为 5 月 11~12 日、17~18 日和 23~24 日,均比水稻田二化螟迟 2~5d。

2.2 越冬代二化螟的存活率、化蛹率和羽化率

如图 1 所示,水稻田二化螟越冬幼虫的存活率和化蛹率分别为 67.30% 和 70.06%。茭白田二化螟越冬幼虫的存活率和化蛹率分别比水稻二化螟低 20.90% 和 21.69%;而二种虫源的羽化率则差不多,分别为 90.28% 和 89.19%。水稻田二化螟羽化成虫的雌雄性比 1:1.44,而茭白田二化螟则接近 1:1。

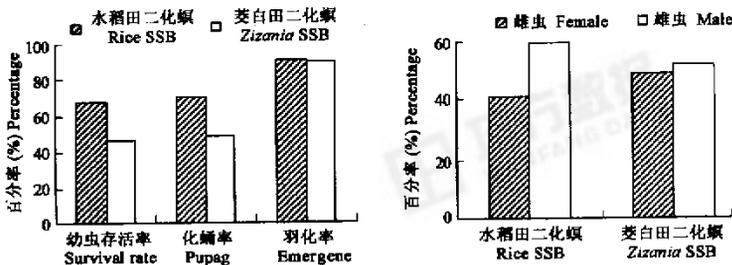


图 1 越冬代二化螟的成活率、化蛹率、羽化率(左图)和雌雄比例(右图)

Fig. 1 Survival rate, pupae rate, emergence rate (left figure) and sexual rates of over-wintered SSB collected from rice and *Zizania* habitats

2.3 越冬代二化螟个体大小

表 2 所示,茭白田二化螟的蛹重显著重于水稻田二化螟蛹重,同样,茭白田二化螟雌雄成虫前翅翅长均显著长于水稻田的二化螟前翅。茭白田和稻田二化螟越冬代成虫和蛹存在着明显的个体差异。

2.4 茭白田和稻田二化螟交叉繁殖

水稻田和茭白田采集的二化螟雌雄成虫各自交配后分别有 70% 以上的成虫产卵,54%~57% 成虫

产的卵有孵化,孵化率均达 85% 以上。水稻田和茭白田二化螟成虫交叉配对后,正反交分别有 40% 和 62% 的雌虫产卵,20% 和 12% 雌虫产的卵有孵化,而正反交孵化率仅为 1.02% 和 8.23% (表 3)。解剖发现许多

表 1 越冬代二化螟的羽化进程(月/日)

Table 1 Emerging date (Month/Date) of over-wintered strip stem borers collected from rice and *Zizania* habitats

虫源 (Source)	始见蛾日 (Emerging date of 1 st moth)	始盛期 (Period of 20% adult emergence)	高峰期 (Period of 50% adult emergence)	盛末期 (Period of 80% adult emergence)
水稻田 ^① (Rice field)	4/26	5/9~5/10	5/13~5/14	5/18~5/19
茭白田 ^② (<i>Zizania</i> field)	5/5	5/11~5/12	5/17~5/18	5/23~5/24

① Rice field ② *Zizania* field

表 2 茭白田和稻田二化螟个体比较

Table 2 Comparison of pupae weight and fore-wing size of SSB collected from two habitats

生境 (Habitats)	蛹重 (g) (Weight of pupae)	成虫前翅长 (cm) (Size of adult fore-wing)	
		雌 (Female)	雄 (Male)
茭白田 ^① (<i>Zizania</i> field)	0.0653±0.0167 aA	1.59±0.10 aA	1.27±0.08 aA
水稻田 ^② (Rice field)	0.0526±0.0167 bB	1.42±0.08 bB	1.19±0.07 bA

① *Zizania* field ② Rice field

卵没有发育。

表 3 茭白田和水稻田二化螟交叉繁殖

Table 3 The cross of SSB adults from two habitats and their 1st progeny

交配组合 Cross pair	交配方式 Cross-type	交配对数 No. of mating pairs	产卵成虫数(对) No. of oviposition adults	有孵化卵的成虫数(对) No. of adults with hatching eggs	孵化率(%) Hatchability
水稻田 ♀ × 水稻田 ♂ = Rice		16	12	9	90.12 a
SSB ♀ × Rice SSB ♂					
茭白田 ♀ × 茭白田 ♂		11	8	6	86.44 a
Zizania SSB ♀ × Zizania SSB ♂					
水稻田 ♀ × 茭白田 ♂	正交	5	2	1	1.02 c
Rice SSB ♀ × Zizania SSB ♂					
茭白田 ♀ × 水稻田 ♂	反交	8	5	1	8.23 b
Zizania SSB ♀ × Rice SSB ♂					

2.5 不同虫源二化螟对寄主的选择性

茭白田和水稻田的二化螟的幼虫取食和成虫产卵行为有明显区别,茭白田和水稻田的二化螟初孵幼虫均显著选择取食水稻,而茭白田和水稻田的二化螟成虫则均选择在茭白上产卵。如图 2 所示,在产卵选择性试验中,水稻田和茭白田二化螟均喜在茭白植株上产卵。水稻田二化螟成虫有 77.22% 的卵粒产于茭白植株上,仅有 22.28% 的卵粒产在水稻植株上。茭白田二化螟也与此相似,分别为 64.62% 和 35.38%。

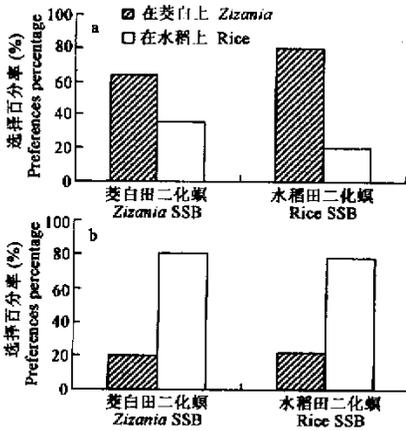


图 2 二化螟成虫产卵选择(a)和初孵幼虫取食选择(b)
Fig. 2 The oviposition (a) and feeding (b) preferences of SSB adults from rice and Zizania habitats on various hosts

2.6 田间二化螟低龄幼虫对茭白和水稻的选择性

茭白上接的卵块孵化后,茭白上二化螟的密度为每株 6 头左右,而相邻的水稻上发现有极少量的二化螟幼虫(15 个笼罩内 2 头)。分析结果差异极显著。

表 4 茭白田接卵后幼虫在茭白与水稻之间的迁移

Table 4 Dispersal of SSB larvae hatched on Zizania plants between rice and Zizania habitats

寄主 Hosts	植株上的幼虫密度(头/罩) Larvae density (No. per cage) of SSB on plants	
	茭白接卵块 Zizania plants with SSB eggs	茭白未接卵块 Check
	茭白 Zizania	11.67 ± 1.15 a A
水稻 Rice	0.14 ± 0.35 b B	0

2.7 不同虫源二化螟酯酶同工酶比较

对取食茭白和水稻的二化螟的酯酶同工酶聚丙烯酰胺凝胶电泳结果表明,两者的酶谱有显著差异,取食茭白的二化螟含 13 条酶带(E1~E6、E7、E9、E12、E17~E20),而取食水稻的二化螟含 12 条酶带(E7~E8、E10~E11、E13~E16、E18~E20)。取食茭白的二化螟

的酶谱颜色较深,即酯酶同工酶活性较强(图 3)。

3 讨论

茭白田和水稻田二化螟的关系究竟如何是水稻病虫害综合防治中非常重要的议题^[1~3,5,7]。研究初步发现,两种生境中二化螟属于同一个种,但存在着部分生殖隔离;两种寄主上交叉交配的的二化螟尽管能产卵,但极大部分卵不能孵化,许多卵没有受精。由于寄主茭白和水稻营养有较大的差异,取食两种寄主的二化螟虫体大小明显不同,其幼虫的酯酶同工酶谱也不一致,这与 Konno 和 Tanaka^[5]的结果是一致的。

Koike 1981 年在室内寄主选择试验中发现,茭白田二化螟与水稻田二化螟雌虫在茭白和水稻上产卵

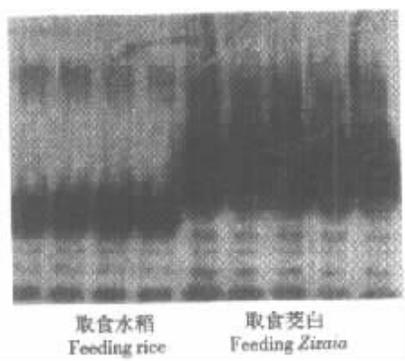


图 3 不同寄主上二化螟幼虫酯酶同工酶电泳图谱

Fig. 3 The patterns of esterase isozymes of SSB larvae collected from rice and *Zizania* habitats

的机会均等^[4]。而本文的结果与此不同,采自茭白田和水稻田的二化螟成虫在室内试验中有 60% 以上的卵产于茭白植株上,而更多的幼虫则选择水稻。究其原因,可能与二化螟成虫趋高大植株产卵,而幼虫趋嫩绿取食的习性有关。但在田间选择性试验中发现,由于田埂的阻隔,茭白上孵化的二化螟幼虫在钻蛀入茭白前要迁移到稻田中几乎是不可能的。但田埂上茂盛的杂草有可能成为二化螟在两种生境间的桥梁。自 1995 年来对茭白田和稻田间作的稻田进行了检测,发现与茭白田相邻的稻田与对照田的二化螟发生并没有差异。因此,20 世纪 70 年代日本昆虫学家提出的用茭白田的越冬螟虫基数来预测稻田螟虫的发生数量是不合理的^[9]。

茭白在浙江省主要分布于浙北(主要为单季稻)和浙中南(主要为双季稻)地区。一般单季稻的播种时间为 5 月上旬,双季稻早稻的播种时间为 4 月初,移栽时间一般为播种后一个月。因此,在越冬代二化螟羽化高峰期(5 月中旬),单季稻区内几乎无水稻可供其产卵。在双季稻区,刚移栽的早稻株高一般为 30cm 左右,而茭白植株的株高已达 80cm 左右,更易吸引二化螟产卵。由此可见,在水稻田附近种植茭白,可以减轻水稻上第一代二化螟的发生,而茭白上二化螟幼虫不能转移到水稻田为害。对二化螟危害来说,茭白的种植是有益于减轻水稻田二化螟的发生。在采集的二化螟越冬虫源中,茭白田越冬幼虫的存活率和化蛹率均低于水稻田中的越冬幼虫,在剥查中发现茭白田中二化螟幼虫死亡的主要原因是受到一些僵菌的影响。而茭白田二化螟的羽化时间也比水稻田二化螟迟 2~5d,这可能是由于其寄主茭白营养水平与水稻有差异的缘故。

参考文献

- [1] Yu X P(俞晓平),Zheng X S(郑许松),Chen J M(陈建明),et al. A study on the relationship between egg parasitoid, *Anagrus nilaparvatae* and green slender planthopper, *Saccharosydne procerus*, a species of insect pest of wild rice, *Zizania caduciflora*. *Acta Entomologica Sinica*(in Chinese)(昆虫学报), 1999, **42**(4): 387~393.
- [2] Zheng X S(郑许松),Yu X P(俞晓平),Lu Z X(吕仲贤),et al. Dispersal patterns of natural enemies of rice planthoppers between *Zizania* and rice fields. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*(in Chinese)(浙江农业学报), 1999, **11**(6): 339~343.
- [3] Konno Y and Tanaka F. Aliesterase isozymes and insecticide susceptibility in rice-feeding and water-oat-feeding strains of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker, (Lepidoptera: Pyralidae). *Appl. Entomol. Zool.*, 1996, **31**(2): 326~329.
- [4] Gu G P(顾国平),Wang J L(王济良),Dong H T(董海涛),et al. Occurrence of stem borer in *Zizania* field and its control strategies. *Journal of Zhejiang Agricultural Sciences*(in Chinese)(浙江农业科学), 2000,(Supplement): 32~33.
- [5] Yokoyama S, Takasaki T, Fujiyoshi N. Ecology of the rice stem borer on *Zizania latifolia*. *Res. Rep. Fukuoka Agr. Exp. Sta.*, 1972, **10**: 63~65.
- [6] Konno Y and Tanaka F. Mating time of the rice-feeding and water-oat-feeding strains of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae). *J. Appl. Entomol. Zool.* (Jpn.), 1996, **40**: 245~247.
- [7] Koike K, Tamura K, Saito Y. Potential of the Water-oat, *Zizania latifolia* Turcz., as an alternative host plant of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker, in Niigata prefecture. *Proceedings of the Association for Plant Protection of Hokuriku*. (Jpn.), 1981, **29**: 28~31.
- [8] Tan W J(谭维嘉),Yang X M(杨雪梅),Guo Y Y(郭予元). Effects of host plants on the esterase isozyme patterns of cotton ballworm, *Heliothis armigera* (Hubner). *Plant Protection*(in Chinese)(植物保护). 1993, **19**(1): 6~8.
- [9] Takasaki T and Fujiyoshi N. Study on the forecast of rice strip stem borer and its relation with water-oat-feeding SSB. *Association of Plant Protection in Kyushu*, 1972, **18**: 34~36.