

甜玉米地亚洲玉米螟为害的生态控制系统研究

胡学难¹, 梁广文², 庞雄飞²

(1. 广州出入境检验检疫局植检实验室, 广州 510623; 2. 华南农业大学昆虫生态研究室, 广州 510642)

摘要:利用自然种群生命表方法,研究了甜玉米品种抗虫性差异,斯氏线虫、玉米螟赤眼蜂对亚洲玉米螟种群系统的生态控制,根据不同卵量水平初步组建了第5代亚洲玉米螟生态控制系统。结果得出:亚洲玉米螟为害的生态控制系统由人工生态控制系统和自然控制系统两大部分组成,主要通过调控人工生态控制系统中的生态控制措施来达到生态控制目标。当甜玉米品种为穗甜2号,卵密度为18(块/100株)时,不采取人为生态控制措施即可控制亚洲玉米螟的为害,即在人工生态控制系统内,利用穗甜2号对亚洲玉米螟的抗性即可达到生态控制目标;当甜玉米品种为粤甜1号,卵密度为18或35(块/100株)时,在人工生态控制系统内释放玉米螟赤眼蜂或撒施线虫颗粒剂均可达到生态控制目标;当甜玉米品种为粤甜1号,卵密度为62(块/100株)时,则要在人工生态控制系统内同时释放玉米螟赤眼蜂和撒施线虫颗粒剂,才能达到生态控制目标。通过生态控制系统的建立,为甜玉米的无公害化生产提供了一条切实可行的害虫控制途径。

关键词:甜玉米;亚洲玉米螟;斯氏线虫;玉米螟赤眼蜂;生态控制

Ecological control of Asian corn borer (ACB), *Ostrina furnacalis* in the sweet corn field

HU Xue-Nan¹, LIANG Guang-Wen², PANG Xiong-Fei² (1. Laboratory of Plant Quarantine, Guangzhou Entry-Exit Inspection & Quarantine Bureau, Guangzhou 510623, China; 2. Laboratory of Insect Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(11): 2573~2578

Abstract: ACB (*Ostrina furnacalis*) is an important pest to the sweet corn in Zhujiang Delta area. In order to reduce the serious pesticide pollution in the sweet corn field, and efficient control of ACB, the ecological control approaches through natural population life table are proposed in the paper.

The studies were performed in ecological demonstration farm in Shenzhen Longgang. The experimental fields at three different densities of ACB were chosen. The host resistance variety, *Trichogramma ostrinae* and *Steinernema feltiae* A₂₄ were chosen as control methods for ACB. The systematic surveys were applied and done one time every four days. The quantities of ACB and the lethal factors at different instars per each corn were recorded. According to the data from the systematic survey and the action factor life table methods, natural population life table of ACB fifth generation was built, through which, ecological control approaches for ACB were presented depending on the initial egg densities.

The results show that ecological control approaches for ACB consist of artificially ecological control approach and natural control approach. The controllable factors for ACB population in artificially ecological control approach included *T. ostrinae*, resistance variety, *S. feltiae* A₂₄. However, that in natural control approaches were natural enemies and some weather factors. Weather factors such as temperature and humidity are difficultly controlled, so protecting natural enemies seems to be very important. If ecological control measures were reasonably provided, the aim of ecological control should be achieved.

The contents of ecological control approaches according to the different initial egg densities are as following; when the

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(39930120)。
收稿日期: 2003-06-08; 修订日期: 2004-08-10
作者简介: 胡学难(1964~), 男, 博士, 副研究员, 主要从事植物检疫、昆虫生态、害虫生物防治研究。E-mail: huxn@gdcq.gov.cn
Foundation item: National Natural Science Foundation of Chin(No. 39930120)
Received date: 2003-06-08; Accepted date: 2004-08-10
Biography: 胡学难, Ph. D., Associate professor, mainly engaged in plant quarantine, insect ecology, pest biological control. E-mail: huxn@gdcq.gov.cn

sweet corn variety is S2, the egg density of ACB are 18 lumps of egg per 100 corn plants, in this way the damage of ACB could be controlled under economic injury level (EIL) without using any control measures; and when the sweet corn variety is Y1, the egg density of ACB is 18 or 35 lumps of egg per 100 corn plants, ACB can be controlled under EIL by releasing *T. ostrininae* or spreading nematode granules; and when the egg density of ACB reaches at 62 lumps of egg per 100 corn plants, both *T. ostrininae* and nematode granules are required to the corn field in order to control ACB under EIL.

The specific methods of releasing both *T. ostrininae* and *S. feltiae* A₂₄ are very important. Usually, two times of releasing *T. ostrininae*, the quantities of which should be 375,000 wasps per hm², are appropriate during egg stage of ACB; one is at egg incipient stage, another is at prevailing stage. The method of spreading nematode granules is as following: spreading time is once only at corn spindle leaf stage; spreading dosage should be 10,000 pieces per plant.

The ecological control approach offers a feasible no-pollution way to pest management for the ACB.

Key words: Sweet corn; *Ostrina furnacalis*; *Trichogramma ostrininae*; *Steinernema feltiae* A₂₄; ecological control approach

文章编号:1000-0933(2004)11-2573-06 中图分类号:S513.S435.132 文献标识码:A

甜玉米(*Zea mays* L.)属于甜质型菜果用玉米,因其乳熟期的籽粒味甜质软而成为一个独立的经济类型。由于甜玉米富含糖分(含糖量比普通玉米高10%以上),因此在其生长发育期间易受亚洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis* Guenee)的为害,从而影响甜玉米的产量和品质。据在深圳的田间调查,甜玉米被害株率达27.8%~85.9%,为害损失率达29%~74%。随着甜玉米栽培面积的不断扩大,亚洲玉米螟的为害日趋严重,已成为阻碍甜玉米生产的主要障碍。又因为甜玉米生育期短,鲜玉米棒当天上市,若采用化学农药防治亚洲玉米螟,极易产生农药中毒事件,致使消费者不敢放心购买,影响其市场销售。为了解决甜玉米产区日趋严重的农药污染问题,为甜玉米的无公害化生产提供科学依据,有必要寻求一套行之有效的亚洲玉米螟生态控制措施。

关于生态控制的研究报道较多,也有一些成功的例子。如赵桂芝等研究了农田害鼠的生态控制,多年来通过环境、农业措施(包括天敌)控制,以抑制害鼠发生的生态学途径受到重视,并已取得初步成效^[1];夏宝池等研究了江苏海涂苇田芦毒蛾的生态控制,提出了以生态控制为基础的综合防治措施,包括因地制宜地赶火烧滩,利用苇田内高湿或浅灌消灭越冬幼虫。清除糙叶苔,保护和利用芦毒蛾黑卵蜂和其他防治措施的协调运用等^[2];卿贵华等运用种群系统控制的原理和方法组建了叶菜类蔬菜主要害虫生态控制体系,用环境经济学方法评价了系统中生态控制技术应用生产的实际效果,并与化学防治条件下的效益进行了比较,结果表明,采用生态控制的方法,其经济效益、社会效益和环境效益远远高于化学防治^[3];邓欣等对湖南衡山生态控制园内害虫、天敌种类及数量季节变化的系统调查与排序分析表明:生态控制由于生态环境优良、长期不使用化学农药,使得害虫、天敌种类多,数量少,群落间处于较好的平衡状态,得出改善茶园生态环境,加强茶园管理,减少化学农药的使用是茶园害虫生态控制的基础和保证^[4]。

由于系统科学的理论和方法向昆虫生态、害虫防治领域的渗透,为我国昆虫学工作者提供了解决问题的新思路和新方法。害虫种群系统控制的理论和技术,在解决我国水稻害虫综合防治问题上取得了显著的成就^[5],同时也为解决亚洲玉米螟问题展示了新的前景。应用害虫种群控制的理论和技术研究亚洲玉米螟的生态控制策略和技术,组建生态控制系统,可望在解决亚洲玉米螟为害方面取得较大突破。本文根据作者以前的研究结果和参考前人提出的亚洲玉米螟的经济阈值,在深圳龙岗生态示范农场甜玉米地组建了第5代亚洲玉米螟不同卵密度的生态控制系统。

1 材料和方法

1.1 试验品种和试验面积:

试验品种为粤甜1号、穗甜2号(均由广东省农科院旱作所提供);试验面积为每个小区0.018hm²;试验用斯氏线虫由广东省昆虫研究所提供,为*Steinernema feltiae* A₂₄品系二龄感染期幼虫;试验用玉米螟赤眼蜂(*Trichogramma ostrininae* Pang et Chen)由广东省昆虫研究所提供。

1.2 对照和处理

亚洲玉米螟共设3个卵密度,在深圳龙岗生态示范农场甜玉米产区选择亚洲玉米螟发生有代表性的低、中、高密度3块甜玉米地,通过随机调查,得出每块地的卵密度。其中低密度为18(块/100株)、中密度为35(块/100株)、高密度为62(块/100株)。第1个卵密度设两个对照,即粤甜1号、穗甜2号,第2个和第3个卵密度只设粤甜1号1个对照。共设3个处理,每个处理设3个重复。其中各处理的内容如下:

(1)处理1(释放玉米螟赤眼蜂) 在卵初期和卵盛期按37.5/66.7m²(万头/hm²)的蜂量释放玉米螟赤眼蜂。

(2)处理2(撒施线虫颗粒剂) 按1.0(万条/株)的线虫剂量配制好线虫悬浮液,将线虫悬浮液拌入已过筛(40目)的河沙中,每666.7m²按5kg左右的河沙进行配制,拌匀,晾干后即制成斯氏线虫颗粒剂。在玉米心叶中期撒施线虫颗粒剂于玉米心

叶内。

- (3)处理3(释放玉米螟赤眼蜂和撒施线虫颗粒剂) 包括处理1 和处理2 的全部内容。
- (4)对照 既不释放玉米螟赤眼蜂也不撒施线虫颗粒剂。

凡释放玉米螟赤眼蜂的处理均在大棚内实施,在卵初期第1 次释放玉米螟赤眼蜂后用尼龙网封盖大棚。穗甜2 号只在第1 个卵密度下试验。粤甜1 号在每个卵密度下都进行试验,每个处理设1 个对照,故共13 个小区,每个小区3 个重复。

1.3 亚洲玉米螟系统调查及自然种群生命表的组建

系统调查以每株玉米为单位,随机取样,对每株玉米进行剖查,详细记载每株玉米上亚洲玉米螟的虫期和数量以及田间各虫态的死亡因子和数量。按Rojas 提出的理论抽样公式 $n=(x+k)/xkc^2$ 计算取样数。每4d 调查1 次。通过田间系统调查,按照庞雄飞、梁广文提出的作用因子生命表组建亚洲玉米螟第五代自然种群生命表^[5,6],并根据系统调查数据计算出当代蛀前幼虫数。

1.4 亚洲玉米螟种群生态控制目标

根据有关资料报道^[7~9]和作者本人的研究结果^[6],确定亚洲玉米螟的生态控制目标。即对当代幼虫的控制目标为蛀前幼虫小于150(头/100 株);对下代种群发展的控制目标为种群趋势指数小于1。

2 结果与分析

2.1 亚洲玉米螟在不同生态控制措施下的自然种群生命表及其分析

首先根据系统调查数据计算出各处理的当代蛀前幼虫密度,在各处理中,只有表3 中撒施线虫颗粒剂的当代蛀前幼虫密度大于150(头/100 株),其余均小于150(头/100 株);从系统调查数据还可以计算出:释放玉米螟赤眼蜂对当代蛀前幼虫控制效果较好,而撒施线虫颗粒剂对当代蛀前幼虫的控制效果较差,这与防治亚洲玉米螟的时效性有关。然后根据系统调查数据,组建了不同密度下亚洲玉米螟的自然种群生命表(表1~表3)。从表1 可以看出:对照粤甜1 号的种群趋势指数为5.1710,对照穗甜2 号的种群趋势指数为0.4099,释放玉米螟赤眼蜂和撒施线虫颗粒剂的种群趋势指数分别为0.1390、0.1154,两项措施同用时的种群趋势指数为0.07302,这说明在卵密度为18(块/100 株)时,穗甜2 号可以不用实施人为生态控制措施,即可控制亚洲玉米螟的为害,这与穗甜2 号对亚洲玉米螟具有较高的抗性有关^[10];而粤甜1 号需实施生态控制,释放玉米螟赤眼蜂或撒施线虫

表1 低密度条件下亚洲玉米螟在不同生态控制措施下的自然种群生命表*

Table 1 Natural population life table of Acb in different measures of the ecological control when the egg,s density is low level						
		作用因子存活率(S_i) Survival ratio of active factor				
虫期(S_i) Stage	作用因子(F_i) Factor	对照 (粤甜1 号) CK(Y1)	对照 (穗甜2 号) CK(S2)	释放玉米 螟赤眼蜂 Releasing <i>T. ostrininae</i>	撒施线虫颗粒剂 Spreading nematode granule	释放赤眼蜂和撒施线 虫颗粒剂 Releasing <i>T.</i> <i>ostrininae</i> and Spreading nematode granule
卵 Egg	捕食及其它 Predator and others	0.7214	0.6843	0.5844	0.6854	0.7235
	寄生 Parasite	0.9457	0.8567	0.1943	0.9457	0.2957
	不孵 Nonhatch	0.7652	0.6347	0.4827	0.7652	0.6325
蛀前幼虫(1~3 龄) Larva before boring (1~3instar)	捕食及其它 Predator and others	0.8139	0.7256	0.7034	0.7268	0.7154
	初孵幼虫转移 Larva transfer	0.5677	0.5325	0.5677	0.5677	0.5677
	玉米抗生性 Corn resistance	0.7125	0.4479	0.7125	0.7125	0.7125
	线虫寄生 <i>Steinernema feltiae</i>	1.0000	1.0000	1.0000	0.5358	0.5879
蛀后幼虫(4~5 龄) Larva after boring (4~5instar)	捕食及其它 Predator and others	0.8654	0.7237	0.6482	0.6981	0.7122
	白僵菌寄生 <i>Beauveria bassiniana</i>	0.7832	0.5643	0.5685	0.7012	0.8174
	线虫寄生 <i>Steinernema feltiae</i>	1.0000	1.0000	1.0000	0.3064	0.3569
	滞育 Diapause	0.2812	0.2812	0.2812	0.2812	0.2812
蛹 Pupa	白僵菌寄生 <i>Beauveria bassiniana</i>	0.8452	0.6598	0.6515	0.6542	0.7528
	姬蜂寄生 <i>Ichneumon</i>	0.8724	0.6425	0.8724	0.8724	0.8724
	线虫寄生 <i>Steinernema feltiae</i>	1.0000	1.0000	1.0000	0.5130	0.5829
	羽化不正常 Noneclosion	0.8627	0.7237	0.6095	0.4821	0.5715
成虫 Adult	雌性概率 Ratio of female	0.4897	0.4580	0.4897	0.4897	0.4897
	达标卵量概率 Probability of stand- ard egg	0.5631	0.4329	0.5631	0.5631	0.5631
种群趋势指数(I) Index of population trend		5.1710	0.4099	0.1390	0.1154	0.07302
干扰作用控制指数 (IIPC) Interference index of population control		—	—	0.02688	0.02232	0.01412

万方数据

* 卵量水平 The egg's density:18 块/100 株 18 lumps of egg per 100 corn plants

颗粒剂均可。从表 2 可以看出:对照(粤甜 1 号)的种群趋势指数为 9.1863,3 个处理的种群趋势指数分别为 0.7864、0.2186、0.1565,均小于 1,这说明在卵密度为 35(块/100 株)时,在人工生态控制系统内释放玉米螟赤眼蜂或撒施线虫颗粒剂均可达到生态控制目标。从表 3 可以看出:对照(粤甜 1 号)的种群趋势指数为 13.5563,释放玉米螟赤眼蜂和撒施线虫颗粒剂的种群趋势

表 2 中密度条件下亚洲玉米螟在不同生态控制措施下的自然种群生命表*

Table 2 Natural population life table of Ach in different measures of the ecological control when the egg,s density is middle level					
虫期(S_i) Stage	作用因子(F_i) Factor	作用因子存活率(S_i) Survival ratio of active factor			
		对照 (粤甜 1 号) CK(Y1)	释放玉米 螟赤眼蜂 Releasing <i>T. ostrininae</i>	撒施线虫颗粒剂 Spreading nematode granule	释放赤眼蜂和撒施线 虫颗粒剂 Releasing <i>T.</i> <i>ostrininae</i> and Spreading nematode granule
卵 Egg	捕食及其它 Predator and others	0.7941	0.6954	0.7105	0.7873
	寄生 Parasite	0.9382	0.2372	0.9382	0.4402
	不孵 Nonhatch	0.8045	0.6538	0.8045	0.7692
蛀前幼虫(1~3 龄) Larva before boring (1~3instar)	捕食及其它 Predator and others	0.9028	0.7830	0.8157	0.7151
	初孵幼虫转移 Larva transfer	0.5677	0.5677	0.5677	0.5677
	玉米抗生性 Corn resistance	0.7125	0.7125	0.7125	0.7125
蛀后幼虫(4~5 龄) Larva after boring (4~5instar)	线虫寄生 <i>Steinernema feltiae</i>	1.0000	1.0000	0.5148	0.5427
	捕食及其它 Predator and others	0.9565	0.7375	0.7083	0.6954
	白僵菌寄生 <i>Beauveria bassiniana</i>	0.8146	0.7258	0.6547	0.7184
蛹 Pupa	线虫寄生 <i>Steinernema feltiae</i>	1.0000	1.0000	0.3476	0.4592
	滞育 Diapause	0.2812	0.2812	0.2812	0.2812
	白僵菌寄生 <i>Beauveria bassiniana</i>	0.8357	0.7628	0.7546	0.7164
成虫 Adult	姬蜂寄生 <i>Ichneumon</i>	0.9531	0.9531	0.9531	0.9531
	线虫寄生 <i>Steinernema feltiae</i>	1.0000	1.0000	0.6123	0.6347
	羽化不正常 Noneclosion	0.9045	0.7924	0.4522	0.5072
种群趋势指数(I) Index of population trend	雌性概率 Ratio of female	0.5246	0.5246	0.5246	0.5246
	达标卵量概率 Probability of standard egg	0.5631	0.5631	0.5631	0.5631
种群趋势指数(I) Index of population trend		9.1863	0.7864	0.2186	0.1565
干扰作用控制指数(IIPC) Interference index of population control		—	0.08561	0.02380	0.01704

* 卵量水平 The egg's density:35 块/100 株 35 lumps of egg per 100 corn plants

表 3 高密度条件下亚洲玉米螟在不同生态控制措施下的自然种群生命表*

Table 3 Natural population life table of Ach in different measures of the ecological control when the egg's density is high level					
虫期(S_i) Stage	作用因子(F_i) Factor	作用因子存活率(S_i) Survival ratio of active factor			
		对照 (粤甜 1 号) CK(Y1)	释放赤眼蜂 Releasing <i>T. ostrininae</i>	撒施线虫颗粒剂 Spreading nematode granule	释放赤眼蜂和撒施线 虫颗粒剂 Releasing <i>T.</i> <i>ostrininae</i> and Spreading nematode granule
卵 Egg	捕食及其它 Predator and others	0.8159	0.7154	0.8209	0.7749
	寄生 Parasite	0.9825	0.3458	0.9825	0.5403
	不孵 Nonhatch	0.9147	0.7281	0.9147	0.8543
蛀前幼虫(1~3 龄) Larva before boring (1~3instar)	捕食及其它 Predator and others	0.8743	0.8125	0.9034	0.8251
	初孵幼虫转移 Larva transfer	0.5677	0.5677	0.5677	0.5677
	玉米抗生性 Corn resistance	0.7125	0.7125	0.7125	0.7125
蛀后幼虫(4~5 龄) Larva after boring (4~5instar)	线虫寄生 <i>Steinernema feltiae</i>	1.0000	1.0000	0.6785	0.5138
	捕食及其它 Predator and others	0.9657	0.8124	0.8183	0.7017
	白僵菌寄生 <i>Beauveria bassiniana</i>	0.8735	0.9387	0.7542	0.6253
蛹 Pupa	线虫寄生 <i>Steinernema feltiae</i>	1.0000	1.0000	0.4764	0.4603
	滞育 Diapause	0.2812	0.2812	0.2812	0.2812
	白僵菌寄生 <i>Beauveria bassiniana</i>	0.9283	0.8637	0.8557	0.6982
成虫 Adult	姬蜂寄生 <i>Ichneumon</i>	0.9842	0.9842	0.9842	0.9842
	线虫寄生 <i>Steinernema feltiae</i>	1.0000	1.0000	0.7235	0.5238
	羽化不正常 Noneclosion	0.9534	0.8127	0.5789	0.6183
种群趋势指数(I) Index of population trend	雌性概率 Ratio of female	0.4897	0.4897	0.4897	0.4897
	达标卵量概率 Probability of standard egg	0.5017	0.5017	0.5017	0.5017
种群趋势指数(I) Index of population trend		13.5563	2.2297	1.3562	0.1982
干扰作用控制指数(IIPC) Interference index of population control		—	0.1645	0.10004	0.01462

* 卵量水平 The egg's density:62 块/100 株 62 lumps of egg per 100 corn plants

指数分别为 2.2297、1.3562,均大于 1,只有同时释放玉米螟赤眼蜂和撒施线虫颗粒剂的种群趋势指数为 0.1982,小于 1,这说明在卵密度为 62(块/100 株)时,要想达到生态控制目标,则要在人工生态控制系统内同时释放玉米螟赤眼蜂和撒施线虫颗粒剂。

2.2 亚洲玉米螟生态控制系统的建立

根据亚洲玉米螟种群系统与生态控制的关系,组建了第 5 代亚洲玉米螟的生态控制系统(图 1)。从图 1 可以看出:亚洲玉米螟生态控制系统由人工生态控制系统和自然控制系统两大部分组成,在人工生态控制系统内,影响亚洲玉米螟种群的可控因子有玉米螟赤眼蜂、抗虫品种、斯氏线虫;在自然控制系统内,有甜玉米地天敌本底和温湿度等气象因子,温湿度等气象因子难以调控,因此,保护甜玉米地天敌本底从而显得尤其重要;根据不同卵密度,合理调控人工生态控制系统内的生态控制措施即可达到生态控制目标。

(1)不同卵密度下的生态控制系统 当甜玉米品种为穗甜 2 号、卵密度为 18(块/100 株)时,不需采取人为防治措施就可以控制亚洲玉米螟的为害,即在人工生态控制系统内,利用穗甜 2 号对亚洲玉米螟的抗性即可达到生态控制的目标;当甜玉米品种为粤甜 1 号、卵密度为 18 或 35(块/100 株)时,在人工生态控制系统内释放玉米螟赤眼蜂或撒施线虫颗粒剂均可达到生态控制目标;当甜玉米品种为粤甜 1 号、卵密度为 62(块/100 株)时,要想达到生态控制目标,即要在人工生态控制系统内同时释放玉米螟赤眼蜂和撒施线虫颗粒剂。

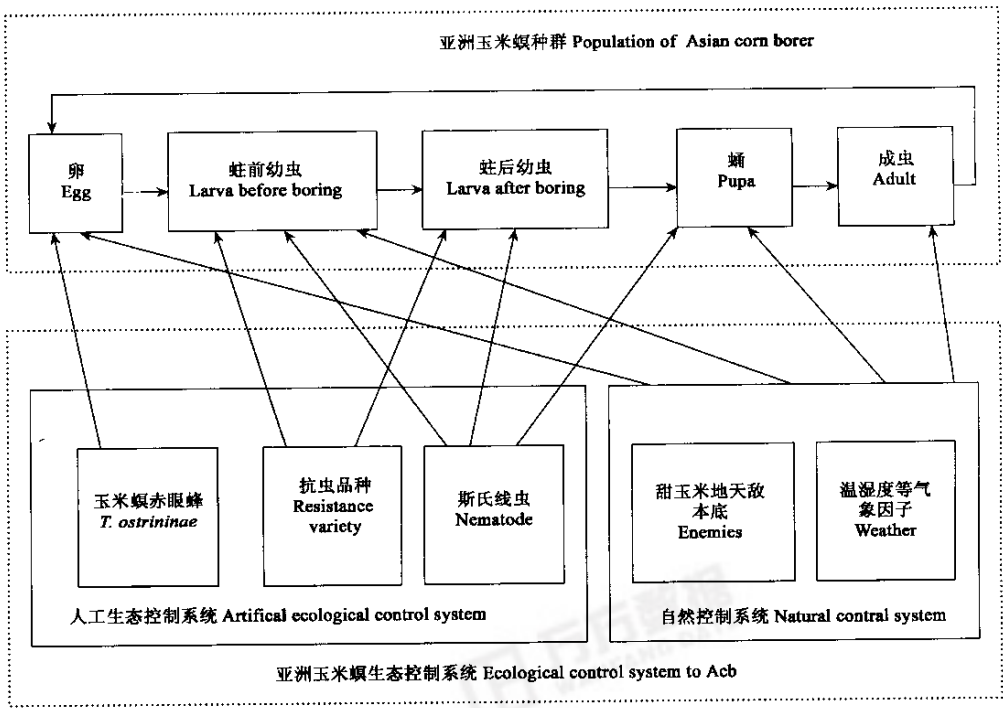


图 1 亚洲玉米生态控制系统图
Fig. 1 Survey of ecological control system to AcB

(2)释放玉米螟赤眼蜂的具体方法 放蜂时间为卵初期和卵盛期,放蜂次数为 2 次;放蜂量为 37.5(万头/hm²)。
(3)撒施线虫颗粒剂的方法 撒施时间为玉米喇叭口期;撒施次数为 1 次;线虫用量为 1.0(万条/株)。

3 讨论

珠江三角洲甜玉米上的主要害虫为亚洲玉米螟,其他害虫如地老虎、蚜虫、叶蝉、蝗虫、棉铃虫、红蜘蛛等都不会造成较大为害,因此解决了亚洲玉米螟为害问题,也就解决了甜玉米生产上的害虫问题。本文通过能反映缓效型作用因子影响的自然种群生命表的研究,提出了在不同卵密度下的亚洲玉米螟生态控制系统。实践证明,通过该生态控制系统的具体实施,完全可以控制亚洲玉米螟的为害,从而为珠江三角洲地区甜玉米的无公害化生产提供了一条有效的害虫控制新途径。

本文组建的第 5 代亚洲玉米螟生态控制系统只是初步的,所设计的卵量水平也是在自然状态下,较难控制。有待进一步进行人工接卵,并多设置数据水平。另外,应进一步比较研究释放玉米螟赤眼蜂与撒施线虫颗粒剂的经济效益,以便于在组建生态控制系统时进行选择。

References:

[1] Zhao G Z, Yuan K L. The advance of ecological control and forecast of the damage by rodent in field. *Scientia Agricultura Sinica*,1990, **23**(5):53~59.

[2] Xia B C, Zhang M D, Gu B Y, *et al.* ,The factors of the growth and decline of the population of *Laelia coenosa* and its ecological control in Jiangsu beach. *Journal of Plant Resources and Environment*, 1995, **4**(4):49~52.

[3] Qin G H, Liang G W, Huang S S. Establishment of ecological control system against leaf vegetables pests and its benefit assessment. *Ecologic Science*,2000, **19**(1):36~39.

[4] Deng X, Tan J C. The seansonal dynamics of species and quantities of insect pests and natural enemies in tea plantations under ecological control. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, **22**(7):1166~1172.

[5] Pang X F, Liang G W. Control of *Cnaphalocrocis medinalis* Guenee population. In: Pang X F ed. Control of the pest population. Guangzhou:Guangdong scientific and Technological Press, 1995. 87~35.

[6] Hu X N, Liang G W, Pang X F. Studies on the continuous natural population life tables of Asian corn borer. *Acta Ecologica Sinica*, 2000, **20**(20 supp.):107~109.

[7] Wen L P, Wang Z Y, Ye Z H,*et al.* Yield losses and economic threshold of Asian corn borer *Ostrinia furnacalis* (Guenee) on corn. *Scientia Agricultura Sinica*, 1992, **25**(1):44~49.

[8] Kuang X Q, Bi C P, Wei M X. Simulation model of multivariate dynamic economic threshold of Asian corn borer. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1992, **3**(3):247~252.

[9] Cao Y P, Shao X Q, Wang X P, *et al.* Studies on the damage and economic injury levels of Asian corn borer in cotton field. *Scientia Agricultura Sinica*, 1994, **24**(4):53~59.

[10] Hu X N, Liang G W, Pang X F. Studies on the resistance of sweet corn variety to Asiaa corn borer(ACB) by means of life table. *Scientia Agricultura Sinica*, 2001, **34**(5):502~505.

参考文献:

[1] 赵桂芝,袁宽林. 农田害鼠的生态控制及其预测预报技术进展. *中国农业科学*,1990, **23**(5):53~59.

[2] 夏宝池,张明栋,顾宝玉,等. 江苏海涂苇田芦毒蛾的生态控制. *植物资源与环境*,1995, **4**(4):49~52.

[3] 卿贵华,梁广文,黄寿山. 叶菜类蔬菜害虫生态控制系统组建及其效益评价. *生态科学*,2000, **19**(1):36~39.

[4] 邓欣,谭济才. 生态控制茶园内害虫、天敌种类及数量的季节变化规律. *生态学报*,2002, **22**(7):1166~1172.

[5] 庞雄飞,梁广文. 稻纵卷叶螟种群系统的控制. 见:庞雄飞主编. 害虫种群系统的控制. 广州:广东科技出版社,1995. 87~135.

[6] 胡学难,梁广文,庞雄飞. 亚洲玉米螟自然种群连续世代生命表的研究. *生态学报*,2000, **20**(20 增刊):107~109.

[7] 文丽萍,王振营,叶志华,等. 亚洲玉米螟对玉米的为害损失估计及经济阈值研究. *中国农业科学*,1992, **25**(1):44~49.

[8] 邝幸泉,毕成鹏,魏明新. 亚洲玉米螟多元动态经济域值模拟模型. *应用生态学报*,1992, **3**(3):247~252.

[9] 曹雁萍,邵晓泉,王学平,等. 棉田玉米螟危害损失及经济阈限研究. *中国农业科学*,1994, **27**(4):53~59.

[10] 胡学难,梁广文,庞雄飞. 利用生命表技术评价甜玉米品种对亚洲玉米螟的抗性. *中国农业科学*,2001, **34**(5):502~505.