

取食加拿大一枝黄花的白条银纹夜蛾 生物学特性及食性研究

王强,何家庆,陈谦,肖亮,董振国

(安徽大学生命科学学院/安徽省资源植物研究中心,合肥 230039)

摘要:中国首次发现白条银纹夜蛾(*Argyrogramma albostrata* Bremeret Grey)幼虫大量取食加拿大一枝黄花(*Solidago canadensis*),本研究重点为确定该虫寄主范围。野外采集该虫幼虫,试验室饲养、观察与鉴定,确定其生活史;调查发现地以及合肥其他加拿大一枝黄花分布区的植物,并饲喂其6科13种代表植物,进行寄主专一性研究。人工饲喂该虫加拿大一枝黄花,该虫可单独依赖其正常完成生活史,新一代幼虫也能继续取食;调查及食性研究表明,合肥地区该虫的寄主植物全为菊科植物,分别为:马兰(*Kalimeris indica*)、小飞蓬(*Conyza canadensis*)、一年蓬(*Erigeron annuus*)、钻叶紫菀(*Aster subulatus*)、加拿大一枝黄花;以上5种植物同时存在时,该虫优先取食加拿大一枝黄花。加拿大一枝黄花已成为该虫寄主的稳定组成部分;该虫在本地原寄主均为杂草,其食性条件有利于加拿大一枝黄花的防治。

关键词:白条银纹夜蛾;加拿大一枝黄花;生物学特性;生活史周期;食性;生物防治

中图分类号:S451, S476, Q96

文献标志码:A

论文编号:2010-2620

Biological Characteristics and Feeding Habit of *Argyrogramma albostrata* Feeding on *Solidago Canadensis*

Wang Qiang, He JiaQing, Chen Qian, Xiao Liang, Dong Zhenguo

(School of Life Science, Anhui University/Plant Resources Research Center of Anhui Province, Hefei 230601)

Abstract: Larvae of *Argyrogramma albostrata* Bremeret Grey feeding on *Solidago canadensis* were found in China, this research was to determine the host range of insect. Insect larvae collected in the field were fed, observed, identified and ascertained the life history in the laboratory. The author investigated the plants in sites where insects were found and other areal area of *S. canadensis* in Hefei. Host range tests with 13 representative plant species from 6 families. Artificially feeding them *S. canadensis*, they could complete their life history only on *S. canadensis*, new generation of larvae also could feed on it. Surveys and feeding habits studies showed that their host plants were all in compositae: such as *Kalimeris indica*, *Conyza canadensis*, *Erigeron annuus*, *Aster subulatus* and *S. canadensis*. When above 5 species of plant existed simultaneously, *S. canadensis* were eaten preferentially. *S. canadensis* had become the constant part of host range of *Argyrogramma albostrata* Bremeret Grey. Their primary host was weeds, it's advantageous to the prevention and control of *S. canadensis*.

Key words: *Argyrogramma albostrata* Bremeret Grey; *Solidago canadensis*; biological characteristics; life history cycle; feeding habits; biological control

基金项目:国家自然科学基金项目(30040027);安徽省环保局专项基金项目(2006-2008);国家大学生创新实验项目(091035710)。

第一作者简介:王强,男,1986年出生,安徽淮北人,硕士,主要从事资源植物学研究。通信地址:230000 安徽大学生命科学学院,安徽省资源植物研究中心, E-mail: wq2a2n2gli@yahoo.com.cn。

通讯作者:何家庆,男,1949年出生,教授,硕士生导师,主要从事资源植物研究与利用。通信地址:230000 安徽大学生命科学学院,安徽省资源植物研究中心, Tel: 0551-5106222, E-mail: hejq1949@126.com。

收稿日期:2010-09-07, **修回日期:**2010-10-19。

0 引言

加拿大一枝黄花(*Solidago canadensis*)已成为中国长三角地区外来入侵植物中危害最严重的种类之一,其能适应各种异质生境^[1-2]。调查显示,目前安徽境内已蔓延成灾,对农业生产和生态环境已造成了严重威胁^[3-4]。由于该植物为多年生草本,地下根茎和种子均有较强的繁殖能力^[5],具有传播蔓延迅速,生长竞争优势强,采用人工和化学等方法防除困难、成本较大的

特点^[6]。近几年,笔者在试验田中发现加拿大一枝黄花有被啃食的叶片,根据经验判断为路过昆虫取食。2009年7月下旬,笔者又发现大量的试验苗被啃食,且植株根部地面留下了大量黑色粪便颗粒,并于同年8月初首次观察到该虫幼虫正在取食加拿大一枝黄花顶部叶片,被取食的植株只剩茎秆和主叶脉基部(图1-A)。

加拿大一枝黄花全株散发浓烈精油气味^[7-9],某些



图1 A.正在取食加拿大一枝黄花的幼虫;B.白条银纹夜蛾成虫标本;C.成虫(俯视);D.成虫(侧面)

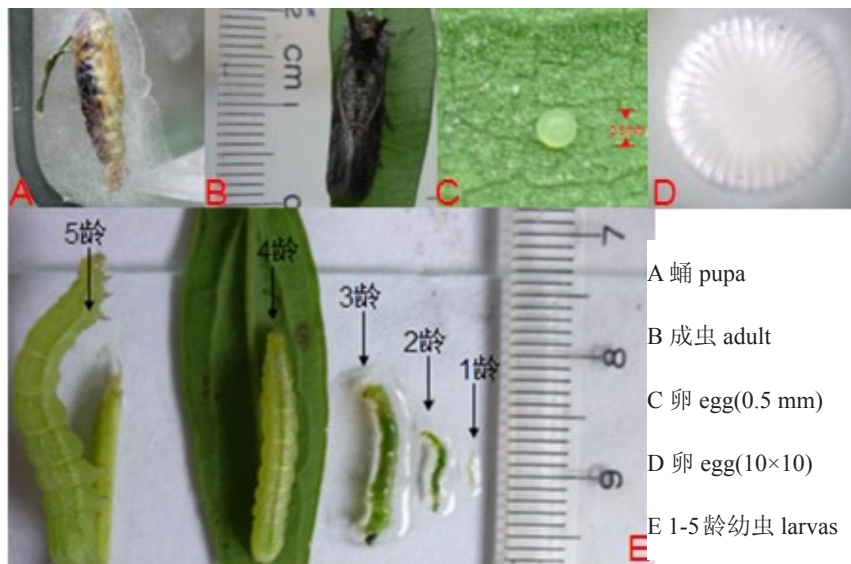


图2 白条银纹夜蛾生活史

植食性昆虫多不悦于植株上停留,被昆虫大量取食的现象非常罕见^[10],大量取食该植株并可单独依靠其完成生活史的现象国内尚未见具体报道^[11]。为了鉴定该

虫种类,并为加拿大一枝黄花的生物防治提供参考,笔者采集了该虫幼虫,人工饲养至孵化,制作了成虫标本,明确了该虫在加拿大一枝黄花上的生活史,并利用

本地植物对其食性做了初步检测。成虫及幼虫标本经鉴定为夜蛾科(Noctuidae)金翅夜蛾亚科(Plusiinae)的白条银纹夜蛾(*Argyrogramma albostrata* Bremeret Grey)。

1 材料与方法

1.1 发现地植被群落调查及野外调查

2009年8月和2010年7月调查该虫发现地(安徽大学试验田内)加拿大一枝黄花入侵区域其生境中的植物种类,以及合肥市区及郊外其他加拿大一枝黄花分布区该虫的分布状况,野外调查样方9个(见表1),

记录整理并分类统计。

1.2 形态特征及生活史观察

采集幼虫,每日观察各龄期变化,记录结果并拍照。加拿大一枝黄花采于安徽大学试验田,除去植株上的蚂蚁等异物,以及发黄、有病变或有其他昆虫虫卵的叶片。饲喂期间,保证加拿大一枝黄花植株新鲜,以及幼虫环境空气相对干燥(湿度约75%)。

虫卵观察使用OLYMPUS光学显微镜(可放大40~400倍)观察,并使用Panasonic DMC-FS3数码相机拍照。成虫使用乙酸乙酯深度麻醉处死,制成标本以

表1 合肥市加拿大一枝黄花分布区野外调查样方

样方编号	群落类型	生境类型	经纬度	是否被取食	均株高/cm	入侵年限/年
0*	草本	无胁迫	N31°50' 37.77" E117°15' 03.25"	有	172.3	≥5
1	草本	除草剂人为干扰	N31°45' 48.27" E117°10' 54.38"	无	16.7	2
2	草本	干旱	N31°46' 13.42" E117°10' 17.23"	无	129.5	3
3	草本	干旱	N31°46' 15.23" E117°10' 15.94"	无	60.0	3
4	草本	干旱,人为铲除	N31°48' 31.30" E117°13' 04.92"	有	29.9	2
5	草本	干旱,马路附近	N31°48' 14.16" E117°13' 05.37"	有	125.5	≥5
6	草本	水库浅滩土壤潮湿	N31°53' 35.89" E117°12' 21.04"	有	139.8	4
7	乔木	杨树林下遮阴	N31°50' 31.90" E117°12' 44.88"	有	170.9	3
8	乔木	杨树林下遮阴	N31°50' 31.87" E117°12' 45.17"	有	173.6	3

注:0*为发现地安徽大学试验田内的样地。

备鉴定。

1.3 食性分析方法

按照李志刚等^[12-13]的方法,取合肥本地几种常见菊科植物以及与加拿大一枝黄花伴生的植物饲喂该虫幼虫,幼虫为野外调查从加拿大一枝黄花上捕捉到的2~4龄幼虫,试验前对其饥饿6h。设计2组试验:(1)剪

取供试植物的枝条插入盛水的塑料瓶中,将该虫幼虫接至各植物叶片上,观察取食程度;(2)将试验(1)中所取食的各种供试植物叶片等量放入培养皿,每隔15min,持续1h观察取食优先顺序,逐个别除最先最大量取食的植物,并更换等量的剩余种类植物叶片,至剩下1种植物为止^[14]。对昆虫的取食程度做如下划分。

表2 不同取食程度等级划分方法

+	++	+++	++++	+++++
不被吸引	被吸引但无取食痕迹	有取食痕迹	10%<单叶取食量<50%	单叶取食量≥50%

2 结果与分析

2.1 生境群落调查

试验田该虫生境植被种类经鉴定,有禾本科等十多个科(表3)的其他植物与加拿大一枝黄花伴生,但均未在这些杂草上发现有被该虫取食的痕迹。野外还有野大豆(*Glycine soja*),杠板归(*Polygonum perfoliatum*)及其他草本、木本植物与加拿大一枝黄花伴生,但该虫除小飞蓬(*Conyza canadensis*)外,仅取食加拿大一枝黄花。

野外调查发现,与开放的自然条件下相比,在人为

控制的半封闭温室内,该虫的密度较大,危害更严重。此外,野外的加拿大一枝黄花植株上,还发现了大量该虫幼虫被寄生蜂寄生致死的现象。

2.2 形态特征及生活史

试验条件下,该虫在加拿大一枝黄花上完成生活史,成虫有2种体色,大部分个体具典型性^[15],由中室基部斜伸至中部的白色条纹(见图1-B),偶见该条纹为黑色的个体(见图1-C)。成虫昼伏夜出,有趋光性,在加拿大一枝黄花植株的叶片背面产卵,卵散产。成虫在饥饿状态下寿命短(2~3天)产卵少(十几至几十

表3 白条银纹夜蛾发现地与加拿大一枝黄花伴生的植物种类

科	中文名	学名	科	中文名	学名
菊科 Compositae	一年蓬	<i>Erigeron annuus</i>	唇形科 Labiateae	碎米槿	<i>Commelina bengalensis</i>
	蒲公英	<i>Taraxacum officinalis</i>	旋花科 Convolvulaceae	打碗花花	<i>Calystegia hederacea</i>
	野艾	<i>Artemisia princeps</i>		红薯	<i>Ipomoea batatas</i>
	苍耳	<i>Xanthium sibiricum</i>	大麻科 Cannabinaceae	葎草	<i>Humulus scandens</i>
	小飞蓬	<i>Conyza canadensis</i>	紫葳科 Bignoniaceae	紫葳	<i>Campsis grandiflora</i>
	小蓟	<i>Cirsium setosum</i>	落葵科 Basellaceae	落葵	<i>Basella rubra</i>
	鬼针草	<i>Bidens pilosa</i>	蔷薇科 Rosaceae	月季	<i>Rosa chinensis</i>
禾本科 Gramineae	狗尾草	<i>Setaria viridis</i>		野蔷薇	<i>Rosa multiflora</i>
	牛筋草	<i>Eleusine indica</i>	鸢尾科 Iridaceae	鸢尾	<i>Iris tectorum</i>
	白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	茜草科 Rubiaceae	梔子花	<i>Gardenia jasminoides</i>
豆科 Leguminosae	决明	<i>Cassia tora</i>		鸡矢藤	<i>Herba Paederiae</i>
	伞房决明	<i>Cassia canyimbosa</i>	榆科 Ulmaceae	榆树	<i>Ulmus pumila</i>
	翅荚决明	<i>Cassia alata</i>	蝶形花科 Papilionaceae	合萌	<i>Aeschynomene indica</i>
	苕芒决明	<i>Cassia sophera</i>	锦葵科 Malvaceae	苘麻	<i>Abutilon theophrasti</i>
	落花生	<i>Arachis hypogaea</i>	灯芯草科 Juncaceae	灯芯草	<i>Juncus effusus</i>
	野大豆	<i>Glycine soja</i>	忍冬科 Caprifoliaceae	金银花	<i>Lonicera japonica</i>
桑科 Moraceae	构树	<i>Broussonetia papyrifera</i>	莎草科 Cyperaceae	莎草	<i>Cyperus microiria</i>
	桑	<i>Morus alba</i>	苋科 Amaranthaceae	喜旱莲子草	<i>Alternanthera philoxeroides</i>
蓼科 Polygonaceae	杠板归	<i>Polygonum perfoliatum</i>	大戟科 Euphorbiaceae	铁苋菜	<i>Acalypha australis</i>
				乌桕	<i>Sapium sebiferum</i>

粒),每片叶至多1粒,以10%的蔗糖溶液饲喂,寿命延长(7~14天)产卵量剧增(几百至上千粒)。

初龄幼虫可以通过爬行向上转移,需要向下部转移时,则吐丝悬挂迁徙至新鲜的叶片上。大龄幼虫活动能力较初龄幼虫强,仅通过爬行转移,这可能与其体重的增加,丝无法负重有关。野外观察发现,初龄幼虫吐丝悬挂可以躲避部分天敌,如蚂蚁等;大龄幼虫则通过假死掉落,躲避攻击。

初龄幼虫在叶背取食寄主嫩叶叶肉,残留叶片上表皮,一方面与加拿大一枝黄花叶片的结构有关,其上表皮存在绒毛和蜡质层不利于口器尚处娇弱的幼虫取食,而背面叶肉海绵组织细胞排列疏松;另一方面,2龄后危害中部及以下叶片成大面积孔洞,甚至只留下主脉基部和茎秆(见图1-A),大龄幼虫则取食任意部位的叶片,偶见取食顶部鲜嫩茎秆,白天藏匿于叶背面。幼虫每一龄期都会有体长和体粗的明显变化,当营养达到一定水平,幼虫皮肤开始变白,并利用后足固定在叶上,上身悬空,之后幼虫开始新生表皮与老皮的分离,然后从头部开始抖动,蜕皮,直至后半身逐渐退出老皮,前二龄幼虫老皮颜色为白色,条状,蜕皮后,幼虫马上可以活动,进行迁徙取食等。幼虫老熟后喜在

下部老叶背吐丝结茧,最后一次蜕皮后化蛹,蛹期在平均温度28℃下约为9~12天。该虫完成1个世代所需时间约25~31天(见表4),根据之前在试验田中观察到的取食痕迹判断,合肥地区约从5月末开始发生,1年发生约5~7代。

表4 白条银纹夜蛾试验条件下一世代历期 天

卵	幼虫期	预蛹期	蛹	平均温度/℃	湿度/%
2~3	13~14	1~2	9~12	28	75~85

2.3 食性分析

试验室食性观察结果表明,该虫仅喜食菊科植物如小飞蓬,马兰,一年蓬等,这与野外自然状态下不一致;且不取食菊花(见表5),仅停留其上,对蒲公英也未表现趋性。同时,饲喂发现植物以及菊科其他常见植物的结果表明,仅取食菊科植物,优先顺序为:加拿大一枝黄花>小飞蓬>一年蓬>马兰>钻叶紫菀。

3 结论

综上所述,白条银纹夜蛾在以下方面具备防治加拿大一枝黄花的潜力:(1)二者生活史重叠,能够同时存在于自然界。加拿大一枝黄花地上及地下部分的营

表5 白条银纹夜蛾的食性分析

科	属	中文名	学名	取食程度
菊科 Compositae	马兰属 <i>Kalimeris</i>	马兰	<i>Kalimeris indica</i>	++++
	菊属 <i>Dendranthema</i>	菊花	<i>Dendranthema morifolium</i>	++
	蒲公英属 <i>Taraxacum</i>	蒲公英	<i>Taraxacum mongolicum</i>	+
	飞蓬属 <i>Erigeron</i>	一年蓬	<i>Erigeron annuus</i>	++++
	一枝黄花属 <i>Solidago</i>	加拿大一枝黄花	<i>Solidago canadensis</i>	++++
	紫菀属 <i>Aster</i>	钻叶紫菀	<i>Aster subulatus</i>	+++
	白酒草属 <i>Conyza</i>	小飞蓬	<i>Conyza canadensis</i>	++++
苋科 Amaranthaceae	莲子草属 <i>Alternanthera</i>	喜旱莲子草	<i>Alternanthera philoxeroides</i>	+++
大戟科 Euphorbiaceae	铁苋菜属 <i>Acalypha</i>	铁苋菜	<i>Acalypha australis</i>	+
禾本科 Gramineae	狗尾草属 <i>Setaria</i>	狗尾草	<i>Setaria viridis</i>	+
豆科 Leguminosae	槐属 <i>Sophora</i>	龙爪槐	<i>Sophora japonica</i> Linn. var. <i>japonica</i> f. <i>pendula</i> Hort.	+
十字花科 Cruciferae	芸苔属 <i>Brassica</i>	白菜	<i>Brassica pekinensis</i>	+
		结球甘蓝	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> L.	+

养生长主要集中在3—8月^[5],该虫的爆发期在6—8月,表明该虫生活史上能匹配防治加拿大一枝黄花的最佳时期,这满足了生物防治上最基本的前提条件。(2)取食量大,对加拿大一枝黄花影响严重。该虫末二龄阶段进入暴食期,严重抑制其生长,甚至导致地上部分枯萎。(3)繁殖率高,生活史短,易于人工繁殖投放。该虫生活史周期短,卵散产且数量高,这使得在短期内获得大量投放种苗成为可能,且自然状态下散产有利于其自然扩散。(4)本地种,寡食性,生态风险小。本地种不会存在成为新的外来物种的风险,且该种昆虫为寡食性,其寄主植物为杂草,不会对非靶标植物造成危害。

4 讨论

4.1 在本地寻找外来物种天敌的理论基础

白条银纹夜蛾取食加拿大一枝黄花的现象符合王琛柱、钦俊德提出的多营养级协同进化(multitrophic co-evolution)假说^[16],加拿大一枝黄花-白条银纹夜蛾-寄生蜂的关系符合其核心架构体系,是自然驯化本地昆虫取食外来植物的典例。这表明,除传统的在外来植物原产地寻找天敌用以生物防治以外^[3,17],选择合适的本地物种也具有理论依据和可行性^[18]。该虫生态位的变化^[19],表明其食性可能存在不稳定性,因此有必要增加寄主植物测定试验的植物种类,并有必要弄清该虫食性变化机制,以期获得安全可靠的生防物种筛选方法。

4.2 实际运用需要考虑的重要因素

在试验及野外调查过程中发现,白条银纹夜蛾自

然分布种群密度远小于试验室条件。试验田人工投放预试验发现,该虫自然状态下幼虫存活率较低,会受到寄生蜂、螳螂、蚂蚁以及微生物病菌影响,其中寄生性蜂类以及捕食性蜂类的干扰尤其明显,这可能是植物在被取食后释放了吸引昆虫天敌物质的应激反应^[15,20-21]。该现象一方面会影响生防效果,另一方面,却对预防该虫种群爆发非常有利。因此,在自然界人工投放过程要考虑如何避免或减轻寄生蜂等的干扰,如错开胡蜂等产卵期,增加投放数量等。此外,还需对该虫的取食进行量化,以指导人工投放的初始种群密度。

参考文献

- [1] 葛结林,何家庆,孙晓方,等.入侵植物加拿大一枝黄花对土壤水分变化的生态学响应[J].西北植物学报,2010,30(3):0575-0585.
- [2] 董梅,陆建忠,张文驹,等.加拿大一枝黄花——一种正在迅速扩张的外来入侵植物[J].植物分类学报,2006,44(1):72-85.
- [3] 任媛,张雅岸,沈青.加拿大一枝黄花的研究及应用现状[J].广州化学,2008,33(1):79-86.
- [4] 董莹雪,马玲,吴海荣,等.华东3省1市加拿大一枝黄花分布和发生规律的定量调查研究[J].安徽农业科学,2007,35(27):8563-8565.
- [5] 黄华,郭水良.外来入侵植物加拿大一枝黄花繁殖生物学研究[J].生态学报,2005,25(11):2801-2802.
- [6] 蒋华伟,方芳,郭水良.日本菟丝子寄生对加拿大一枝黄花生理生态特性的影响[J].生态学报,2008,28(1):399-406.
- [7] 夏文孝,何伟,文光裕.加拿大一枝黄花的精油成分[J].植物学通报,1999,16(2):178-181.
- [8] 王开金,李宁,陈列忠,等.加拿大一枝黄花精油的化学成分及其抗菌活性[J].植物资源与环境学报,2006,15(1):32-36.
- [9] 乐海洋.菊科杀虫植物的化学及毒理学[J].农药译丛,1997,19(3):

- 32-38.
- [10] 南京晨报.南京发现“一枝黄花”疑似天敌[EB/OL].[Http://www.xhby.net/xhby/content/2004-12/07/content_620949.htm](http://www.xhby.net/xhby/content/2004-12/07/content_620949.htm),2004-12-07.
- [11] 查国贤.加拿大一枝黄花生物、生态特性及综合防治技术研究[D].苏州:苏州大学,2008:40-40
- [12] 李志刚,韩诗畴,郭明昉,等.安婀珍蝶的生物学及其寄主专一性[J].中国生物防治,2004,20(3):170-173.
- [13] 李保平,孟玲.杂草生物防治中天敌昆虫寄主专一性测定及其风险分析[J].中国生物防治,2006,22(3):161-168.
- [14] 黄东林,夏锦瑜,柳慧,等.三种阔叶草坪草对斜纹夜蛾生长发育及营养利用的作用[J].昆虫学报,2008,51(2):155-160.
- [15] 朱弘复,杨集昆,陆近心,等.中国经济昆虫志第六册[M].北京:科学出版社,1964:93-93.
- [16] 王琛柱,钦俊德.昆虫与植物的协同进化:寄主植物-铃夜蛾-寄生蜂相互作用[J].昆虫知识,2007,44(3):311-319.
- [17] 马瑞燕,王韧,丁建清.利用传统生物防治控制外来杂草的入侵[J].生态学报,2003,23(12):2677-2688.
- [18] 苏少泉,郭景春.生物除草的发展与未来[J].世界农业,1987,10:38-40.
- [19] はみんなで作る日本産の蛾類図鑑.エゾギクキンウワバ *Ctenoplusia albostriata* (Bremer&Grey,1853) [EB/OL].[Http://www.jpmoth.org/Noctuidae/Plusiinae/Ctenoplusia_albostriata.html](http://www.jpmoth.org/Noctuidae/Plusiinae/Ctenoplusia_albostriata.html),2006.
- [20] Rex Dufour. National Sustainable Agriculture Information Service [EB/OL].[Http://www.attra.org/attra-pub/farmscape.html#append](http://www.attra.org/attra-pub/farmscape.html#append), 2009.
- [21] 罗开珺,古德祥.十字花科蔬菜主要害虫四种夜蛾的寄生蜂[J].中国生物防治,2004,20(3):211-214.

致谢:承蒙安徽省绩溪县扶贫办施忠辉先生对昆虫鉴定及安徽大学万霞老师对昆虫饲喂的指导,谨此致谢!