

四川省犍为县越冬代稻纵卷叶螟后虫口密度和生物学特性

杨亚军¹, 廖秋菊², 徐红星¹, 谢 馨³, 彭城林³, 刘映红^{2*}, 吕仲贤^{1*}

(1. 农产品质量安全危害因子与风险防控省部共建国家重点实验室, 浙江省农业科学院植物保护与微生物研究所, 杭州 310021; 2. 西南大学植物保护学院, 重庆 400716; 3. 四川省犍为县植保植检站, 乐山 614400)

摘要 稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis exigua* (Butler) 是稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée) 的近缘种, 目前主要在我国西南稻区发生为害。为了明确稻纵卷叶螟在四川省犍为县冬后的虫源状况, 我们开展了稻纵卷叶螟冬后虫源结构调查, 观察了冬后种群的生物学特性, 并研究了温度对其的影响。结果显示, 犍为县舞雩乡和罗城镇稻纵卷叶螟冬后虫源密度分别为 7.09 头/25 丛和 5.50 头/25 丛。调查时稻纵卷叶螟主要以蛹为主, 有少量幼虫。稻纵卷叶螟越冬代雌雄蛹重分别为 11.56 mg 和 11.82 mg, 性比(雌:雄)为 1.29:1, 蛹被寄生率为 16.5%。20℃、22℃、24℃ 和室温下稻纵卷叶螟越冬代蛹羽化率分别为 44%、38%、52%、43%。不同温度下, 稻纵卷叶螟产卵量及成虫寿命无显著差异。本研究结果对于开春稻纵卷叶螟的防控具有指导意义。

关键词 稻纵卷叶螟; 越冬; 温度; 生物学特性

中图分类号: S 435.112.1 文献标识码: A DOI: 10.16688/j.zwbh.2019261

Density and biological characteristics of *Cnaphalocrocis exigua* (Butler) population of the overwintering generation in Qianwei county, Sichuan province

YANG Yajun¹, LIAO Qiuju², XU Hongxing¹, XIE Xin³, PENG Chenglin³, LIU Yinghong^{2*}, LU Zhongxian^{1*}

(1. State Key Laboratory for Managing Biotic and Chemical Threats to the Quality and Safety of Agro-Products, Institute of Plant Protection and Microbiology, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China;
2. College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400716, China;
3. Qianwei Station of Plant Protection and Quarantine of Sichuan Province, Leshan 614400, China)

Abstract *Cnaphalocrocis exigua*, a closely related species of *Cnaphalocrocis medinalis*, widely distributed in the paddy field of southwestern China. In order to understand the population status of *C. exigua* after overwintering in Qianwei county, Sichuan province, population structure of *C. exigua* after overwintering was surveyed, the biological characteristics were observed, and influence of temperature on its biological characteristics was also investigated. The results showed that the population densities of *C. exigua* in Wuyu and Luocheng were 7.09 and 5.50 individuals per 25 tillers after winter, respectively. During the investigation, the pupa was the main type, with a small number of larvae. The weight of overwintering female and male pupae of *C. exigua* was 11.56 mg and 11.82 mg, respectively. The sex ratio (female:male) was 1.29:1, and the pupa parasitism rate was 16.5%. The emergence rates of overwintering pupae were 44%, 38%, 52% and 43% at 20℃, 22℃, 24℃ and room temperature, respectively. There was no significant difference in egg number and adult longevity under different temperature conditions. The above results have guiding significance for the control of *C. exigua* in early spring rice filed.

Key words *Cnaphalocrocis exigua*; overwintering; temperature; biological characteristics

收稿日期: 2019-05-26 修订日期: 2019-12-20

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-01-36);农产品质量安全危害因子与风险防控省部共建国家重点实验室开放基金(2010DS700124-KF1908)

* 通信作者 E-mail: 刘映红 yqliu@swu.edu.cn; 吕仲贤 luzxmh@163.com

水稻是我国最为重要的粮食作物之一,也是我国人民的主食之一^[1]。水稻安全生产是一项关系国计民生的重大工程。随着人口的增长、人们消费质量的提高,稻米的产量和质量也需要不断地提高以满足人们的需求^[2]。然而,在水稻生产过程中,由于外界环境的影响,水稻产量受到严重损失,其中害虫的为害平均可以造成 15.1% 的产量损失。水稻上纵卷叶类害虫取食并纵卷水稻叶片,给植物的光合作用带来很大影响,大发生时可造成水稻减产^[3-4]。

我国水稻纵卷叶螟主要有两种:稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée) 和稻显纹纵卷叶螟 *C. exigua* (Butler)。稻显纹纵卷叶螟属鳞翅目螟蛾科,主要取食水稻 *Oryza sativa*,亦可取食稗 *Echinochloa crus-galli*、李氏禾 *Leersia hexandra* 等禾本科杂草^[5-6]。稻显纹纵卷叶螟国外分布在日本、韩国、朝鲜、孟加拉国、泰国、印度、菲律宾、印度尼西亚、澳大利亚、关岛、婆罗洲、斐济、新几内亚、新不列颠岛等地^[5,7-10],国内已知在四川、广西、广东和云南等省区发生^[11-12]。在四川省,除盆地边缘山区外,盆地内各地均有发生,常年以川东南浅丘河谷区和川西平原浅丘区发生为害较重。稻显纹纵卷叶螟以第 4 代(部分)和第 5 代幼虫在冬作田、绿肥田和冬闲田的稻桩叶鞘内侧和空秆中,残留稻株、落谷秧、再生稻的叶鞘内侧和卷苞中,稻草叶鞘内侧和卷苞中,以及沟边、塘边的李氏禾卷苞中等场所越冬^[11]。稻显纹纵卷叶螟主要以幼虫取食和纵卷水稻叶片,为害症状与稻纵卷叶螟相似;主要不同点是,其第 2 代幼虫在水稻孕穗至抽穗期还能像二化螟一样群集钻蛀茎秆,造成枯孕穗和白穗^[12]。生产上稻显纹纵卷叶螟与稻纵卷叶螟易被混淆,对防治产生不利影响。

稻纵卷叶螟是迁飞性害虫,而其近缘种稻显纹纵卷叶螟未见有外部迁入虫源的报道。越冬虫源是稻显纹纵卷叶螟来年春季的主要虫源。越冬虫源基数调查可以为发生代种群数量提供预测预报参考,越冬虫源生物学特性分析也是反映冬后虫源生存能力的手段之一。温度可以影响害虫的生长发育与繁殖。本试验于 2016 年 3 月在四川省犍为县对稻显纹纵卷叶螟的越冬状况进行调查,对其越冬虫源进行分析,并研究了不同温度对越冬代稻显纹纵卷叶螟成虫羽化率、寿命和产卵量的影响,旨在明确越冬代稻显纹纵卷叶螟的虫口密度与种群生物学特性,为稻显纹纵卷叶螟的预测预报与防治提供科学信息。

1 材料与方法

1.1 调查地点与田块

调查地点位于四川省犍为县舞雩乡熊马村(103.93°E, 29.28°N)和罗城镇七星村二组(104.02°E, 29.38°N),调查田块为冬闲田,以 30~50 cm 稻桩和枯萎再生稻为主。

1.2 虫口密度调查

2016 年 3 月 25 日在调查稻田中随机选取 10 点取样,每点取 25 株稻桩。人工拨开稻桩调查稻显纹纵卷叶螟虫态与虫数。统计幼虫数、蛹数及总虫数。

1.3 越冬虫源特性分析

1.3.1 稻显纹纵卷叶螟越冬代虫源采集

2016 年 3 月 25 日在调查点冬闲田的稻桩和枯萎再生稻上采集稻显纹纵卷叶螟越冬代虫源,带回室内备用。

1.3.2 稻显纹纵卷叶螟越冬代蛹的性比、体重和被寄生率

将稻显纹纵卷叶螟蛹进行随机分组,每组 40 头,共取 5 组,调查每组雌、雄蛹数量,计算性比。随机选取稻显纹纵卷叶螟雌蛹和雄蛹各 40 头,称量蛹重。将稻显纹纵卷叶螟蛹进行随机分组,每组 40 头,共取 5 组,观察记录被寄生蛹数,计算被寄生率。被寄生率=(被寄生蛹数量/蛹总数)×100%。

1.3.3 不同温度下越冬代稻显纹纵卷叶螟成虫羽化率、寿命和产卵量

将 1.3.1 中采集的稻显纹纵卷叶螟雌、雄蛹分别放置在保鲜盒(8 cm×10 cm)内,置于 20、22、24°C 的培养箱和室内,每个温度处理设 3 个重复,每个重复雌、雄蛹各 20 头,逐日观察成虫羽化情况,计算羽化率。将不同温度处理下羽化的成虫按雌雄 1:1 配对,置于塑料杯(高 9 cm, 直径 7 cm)内,塑料杯口以湿纱布封口,湿纱布作为稻显纹纵卷叶螟的着卵介质,杯内挂有含 10% 蔗糖水的棉球供其补充营养。装有雌、雄成虫的塑料杯仍置于原温度处理环境中,每个温度处理放置 20 对成虫,逐日观察成虫的存活和产卵情况,记录雌、雄蛾寿命,统计产卵量。室内处理的温度范围为 10~27°C。

1.4 数据统计

数据以平均值±标准误表示,采用 SPSS 18.0 进行统计分析,两组数据间的均值比较采用 t 检验,不同温度处理的数据进行单因素方差分析(One-Way

ANOVA),采用 Tukey 方法进行多重比较,其中羽化率数据在进行分析前进行平方根反正弦转换。

2 结果与分析

2.1 稻纵卷叶螟越冬地气候环境

四川省犍为县位于川西平原西南边缘。北邻乐山市中区,东连四川省工业基地宜宾、自贡两市,南接马边河和金沙江经济开发区。犍为县面积 1 375.4 km²,属于亚热带湿润性气候区。年平均气温为 17.5℃,无霜期 333 d,年平均降水量 1 141.3 mm,年平均日照 957.9 h。犍为县 2015 年 10 月—2016 年 3 月间月平均最高温的最高值在 2015 年 10 月份,为 23.6℃,

最低值在 2015 年 12 月份,为 11.1℃;月平均最低气温的最高值在 2015 年 10 月份,为 16.6℃,最低值在 2016 年 1 月份,为 4.7℃。10℃以下天气主要集中在 2015 年 12 月—2016 年 2 月,分别为 25、31、27 d,其中 2016 年 1 月份最低气温为 -2℃。降水天数各月份差异不大,2015 年 10 月—2016 年 3 月分别为 10、10、10、9、7、10 d,其中 2016 年 1 月份有 2 天降雪。在上述气温和降水条件下,稻纵卷叶螟均能成功越冬,表明了稻纵卷叶螟越冬时所耐受的气象环境,特别是可耐受 -2℃ 的低温环境,犍为县 0℃以下天数较少也为稻纵卷叶螟的越冬提供了有利条件。

表 1 四川省犍为县 2015 年 10 月—2016 年 3 月天气情况¹⁾

Table 1 Weather information of Qianwei, Sichuan from October 2015 to March 2016

时间/年-月 Time	上旬 Early-month		中旬 Mid-month		下旬 Late-month	
	平均最高温/℃ Mean highest temperature	平均最低温/℃ Mean lowest temperature	平均最高温/℃ Mean highest temperature	平均最低温/℃ Mean lowest temperature	平均最高温/℃ Mean highest temperature	平均最低温/℃ Mean lowest temperature
	2015-10	22.9	16.6	26.4	17.5	21.7
2015-11	19.1	13.2	17.2	13.4	15.3	11.3
2015-12	12.6	9.3	9.5	4.9	11.3	5.4
2016-01	13.1	7.0	11.9	6.1	9.1	1.3
2016-02	14.2	4.9	16.5	6.1	18.9	8.0
2016-03	22.1	12.4	20.0	10.9	19.0	11.6
整月 Whole month						
时间/年-月 Time	平均最高温/℃ Mean highest temperature	平均最低温/℃ Mean lowest temperature	极端高温/℃ Highest temperature	极端低温/℃ Lowest temperature	10℃以下天数/d Days below 10°C	0℃以下天数/d Days below 0°C
	2015-10	23.6	16.6	28	12	0
2015-11	17.2	12.6	23	8	2	0
2015-12	11.1	6.5	15	1	25	0
2016-01	11.3	4.7	17	-2	31	1
2016-02	16.5	6.3	23	2	27	0
2016-03	20.3	11.7	27	7	5	0
降水天数/d Rainfall days						
降雪天数/d Snowfall days						

1) 数据来源于上海市气象科学研究所,上海市公共气象服务中心东方天气网(<http://tianqi.eastday.com>)。

Data is referred from the website (<http://tianqi.eastday.com>) of Shanghai Public Meteorological Service Center, Shanghai Meteorological Science Research Institute.

2.2 稻纵卷叶螟越冬代冬后虫源密度

2016 年 3 月下旬调查了四川省犍为县舞雩乡和罗城镇稻纵卷叶螟越冬虫源情况。结果表明,这两个乡镇田间冬闲稻田均有稻纵卷叶螟越冬。舞雩乡和罗城镇稻纵卷叶螟冬后虫源(幼虫和蛹的总和)密度分别为 7.09 头/25 丛和 5.50 头/25 丛(图 1),均以蛹和高龄幼虫两种虫态见于枯萎的稻桩。3 月底冬后虫源主要以蛹为主,两地虫源中蛹的比例分别达到 95.7% 和 94.5%,两地越冬代冬后虫源密度和虫态结构比例无显著

差异。

2.3 越冬代稻纵卷叶螟蛹重、性比和被寄生率

2016 年 3 月在四川省犍为县采集稻纵卷叶螟越冬代蛹,对越冬代蛹的相关生物学特性进行观察与分析。越冬代雌雄蛹重分别为 (11.56 ± 0.35) mg 和 (11.82 ± 0.37) mg(图 2),t 检验结果表明,雌雄蛹重无显著差异 ($P > 0.05$)。越冬代蛹的性比(雌:雄)为 1.29 ± 0.29。蛹被寄生率为 (16.5 ± 0.61)%,寄生蜂主要为红足亲姬蜂 *Gambrus ruficoxatus* (Sonan)、趋稻厚唇姬蜂 *Phaeogenes* sp.、夹色

奥姬蜂 *Auberteterus alternecoloratus* (Cushman)。

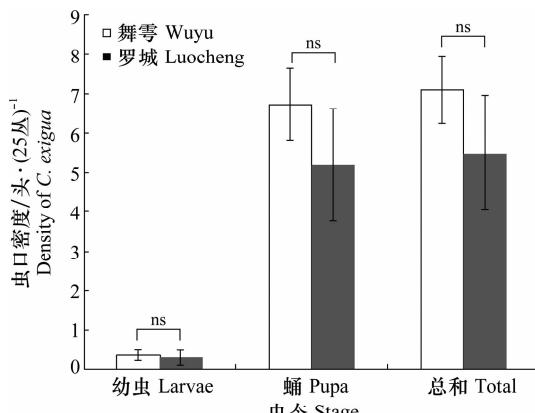


图1 四川犍为稻显纹纵卷叶螟越冬代虫源密度(2016年3月)

Fig. 1 Density of *Cnaphalocrocis exigua* of overwintering generation in Qianwei, Sichuan (March 2016)

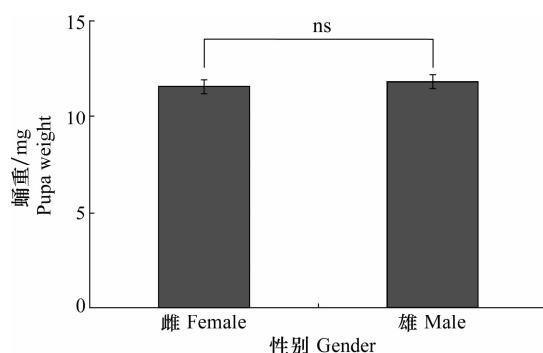


图2 越冬代稻显纹纵卷叶螟蛹重

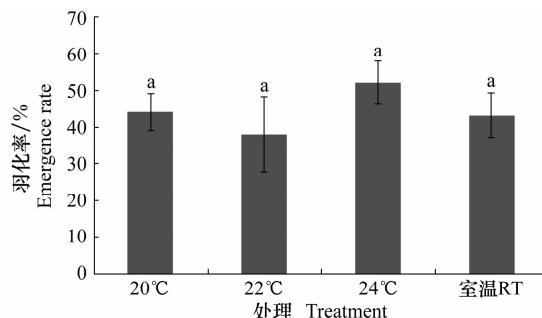
Fig. 2 Weight of *Cnaphalocrocis exigua* pupae of the overwintering generation

2.4 温度对稻显纹纵卷叶螟冬后蛹的影响

稻显纹纵卷叶螟越冬代蛹在20℃、22℃、24℃和室温下,羽化率分别为44%、38%、52%、43%(图3),不同温度处理下羽化率之间无显著差异($P>0.05$)。

2.5 温度对稻显纹纵卷叶螟越冬代成虫寿命和产卵量的影响

在20℃、22℃、24℃和室温下,稻显纹纵卷叶螟的雌成虫寿命分别为(15.0±2.1)、(15.2±0.5)、(12.4±0.6)d和(13.2±1.3)d;雄成虫寿命分别为(15.0±0.6)、(14.0±1.0)、(10.4±1.5)d和(13.3±2.9)d(图4),雌雄成虫寿命在4个温度下无显著差异。在20℃、22℃、24℃和室温下稻显纹纵卷叶螟每雌产卵量分别为72.0、66.0、76.3粒和69.7粒,4个温度处理下每雌产卵量无显著差异($P>0.05$)(图5)。



室温: 10~27℃。相同小写字母表示各处理在 $P<0.05$ 水平下无显著差异。下同

RT: Room temperature = 10~27℃. There are no significant differences among columns with the same lowercase at $P<0.05$ level. The same applies below

图3 不同温度下稻显纹纵卷叶螟越冬代蛹羽化率

Fig. 3 Emergence rate of *Cnaphalocrocis exigua* pupae of the overwintering generation under different temperature conditions

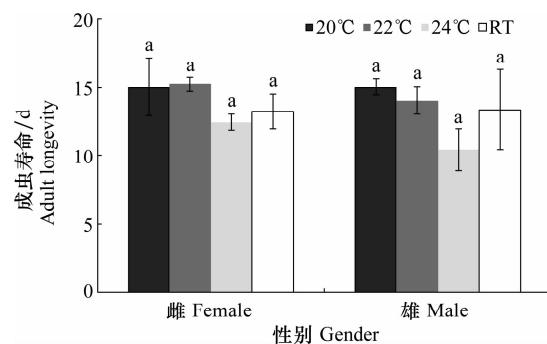


图4 不同温度下越冬代稻显纹纵卷叶螟冬后成虫寿命

Fig. 4 Adult longevity of *Cnaphalocrocis exigua* of the overwintering generation under different temperature conditions

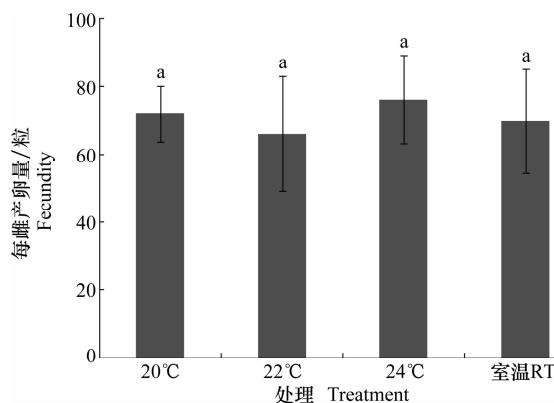


图5 不同温度下越冬代稻显纹纵卷叶螟冬后雌成虫产卵量

Fig. 5 Fecundity of *Cnaphalocrocis exigua* of the overwintering generation under different temperature conditions

3 讨论

稻显纹纵卷叶螟在国内主要分布于西南稻区,在其他稻区发生量较少。稻显纹纵卷叶螟在我国可以越冬。越冬代虫源的种群数量和生物学特性会决

定开春田间的发生量,明确越冬代虫源的种群数量和生物学特性非常重要。本文报道了2016年3月在四川犍为县稻纵卷叶螟越冬虫源的调查结果,结合当地的气象资料,对越冬虫源特性进行了研究。从2015年10月到2016年3月期间是稻纵卷叶螟的越冬时间,2015年10月份平均最高气温23.6℃,平均最低气温为16.6℃;11月平均最高气温为17.2℃,平均最低气温为12.6℃。10月和11月气温降低可能刺激稻纵卷叶螟进入越冬状态。2016年1月份出现降雪,最低气温达到-2℃,说明稻纵卷叶螟田间可以耐受0℃以下低温,至少在-2℃的气温下可以越冬。2015年10月到2016年3月期间0℃以下天数较少,也为稻纵卷叶螟的越冬提供了有利条件。从2015年10月到2016年3月期间大约有1/3时间均有降水,说明稻纵卷叶螟在越冬期间可以耐受一定的降水环境。寄生蜂也能通过寄生稻纵卷叶螟越冬。

本文调查时间选择在冬后3月份,调查期间发现大部分稻纵卷叶螟已经化蛹,仍有少量幼虫。冬后蛹的重量较轻。鉴于犍为县当地3月和4月的历史气温状态,我们分析了温度对稻纵卷叶螟冬后种群的影响,发现在20~24℃条件下稻纵卷叶螟羽化率、产卵量及成虫寿命无显著差异。研究表明四川省犍为县稻纵卷叶螟可以在残留稻桩上越冬,冬后虫源数量将会影响田间第1代种群数量。本文对做好稻纵卷叶螟的预测预报和防控具有重要意义。

(上接193页)

- [28] NAGOSHI R N, GOERGE G, TOUNOU K A, et al. Analysis of strain distribution, migratory potential, and invasion history of fall armyworm populations in northern Sub-Saharan Africa [J/OL]. *Scientific Reports*, 2018, 8(1): 3710. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21954-1>.
- [29] DUMAS P, LEGEAI F, LEMAITRE C, et al. *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) host-plant variants: two host strains or two distinct species? [J]. *Genetica*, 2015, 143(3): 305~316.
- [30] LI Xijie, WU Mingfei, MA Jian, et al. Prediction of migratory routes of the invasive fall armyworm in eastern China using a trajectory analytical approach [J]. *Pest Management Science*, 2020, 76(2): 454~463.

参考文献

- [1] CHEN Mao, SHELTON A, YE Gongyin. Insect-resistant genetically modified rice in China: from research to commercialization [J]. *Annual Review of Entomology*, 2011, 56: 81~101.
- [2] ZHANG Qifa. Strategies for developing green super rice [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2007, 104(42): 16402~16409.
- [3] DE JONG P D. Effect of folding and feeding by *Cnaphalocrocis medinalis* on photosynthesis and transpiration of rice leaves [J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 1992, 63: 101~102.
- [4] 程家安. 水稻害虫[M]. 北京:中国农业出版社, 1996.
- [5] BARRION A T, LITSINGER J A, MEDINA E B, et al. The rice *Cnaphalocrocis* and *Marasmia* (Lepidoptera: Pyralidae) leaffolder complex in the Philippines: taxonomy, bionomics, and control [J]. *Philippine Entomologist*, 1991, 8: 987~1074.
- [6] 杨亚军, 徐红星, 郑许松, 等. 中国水稻纵卷叶螟防控技术进展[J]. 植物保护学报, 2015, 42(5): 691~701.
- [7] HINCKLEYA D. The rice leafroller, *Susunia exigua* (Butler), in Fiji [J]. *Journal of Economic Entomology*, 1963, 56(1): 112~113.
- [8] ARIDA G S, SHEPARD B M. Seasonal abundance of rice leaf-folder complex in Laguna province, Philippines [J]. *Journal of Agricultural Entomology*, 1986, 3: 382~383.
- [9] CHATTERJEE P B. Rice leaffolder infestation in West Bengal [J]. *International Rice Research Newsletter*, 1987, 10: 9.
- [10] KHAN Z R, BARRION A T, LITSINGER J A, et al. A bibliography of rice leaffolder (Lepidoptera: Pyralidae) [J]. *Insect Science and its Application*, 1988, 9(2): 129~174.
- [11] 潘学贤, 汪远宏. 稻纵卷叶螟的发生规律研究[J]. 昆虫知识, 1984(3): 106~110.
- [12] 浙江农业大学. 农业昆虫学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1982.

(责任编辑: 杨明丽)

- [31] 吴秋琳, 姜玉英, 吴孔明, 草地贪夜蛾缅甸虫源迁入中国的路径分析[J]. 植物保护, 2019, 45(2): 1~6.
- [32] NAGOSHI R N, SILVIE P, MEAGHER R L. Comparison of haplotype frequencies differentiate fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) corn-strain populations from Florida and Brazil [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2007, 100(3): 954~961.
- [33] NAGOSHI R N, ROSAS-GARCIA N M, MEAGHER R L, et al. Haplotype profile comparisons between *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) populations from Mexico with those from Puerto Rico, South America, and the United States and their implications to migratory behavior [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2015, 108(1): 135~144.

(责任编辑: 王 音)