

山东省亚洲玉米螟越冬特性及越冬代成虫发生期预测^{*}

李静雯^{**} 张安盛 张思聪 李丽莉^{***} 于毅^{***} 门兴元

周仙红 庄乾营 翟一凡

(山东省农业科学院植物保护研究所, 山东省植物病毒学重点实验室, 济南 250100)

摘 要 【目的】亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée) 是我国玉米生产上的重要害虫。亚洲玉米螟越冬特性及预测预报的研究, 对于提高防治效果具有重要意义。【方法】本文通过对山东省东昌府、曲阜、商河、滨城区、即墨和栖霞地区玉米秸秆和穗轴进行剖查, 统计越冬幼虫虫量和位置分布。并将幼虫带回济南放于室外待其化蛹, 统计化蛹时间及存活率。【结果】山东省 6 个地区 2007 年春季玉米秸秆和穗轴中亚洲玉米螟平均越冬虫量分别为 41.80 头/百秆和 19.91 头/百穗, 其中在玉米秸秆中越冬虫量占总量的 67.30%。越冬幼虫在玉米秸秆上、中和下部比例分别为 21.18%、38.80% 和 40.02%。越冬代亚洲玉米螟化蛹始盛期、高峰期、盛末期分别为 5 月 27 日、6 月 5 日和 6 月 21 日, 预测越冬代羽化始盛期、高峰期和盛末期分别为 6 月 8 日、6 月 17 日和 7 月 1 日。【结论】应重视对亚洲玉米螟越冬虫源的控制, 及时处理玉米秸秆和穗轴, 第一代幼虫应该在 6 月中下旬防治, 第二代应该在 7 月中旬防治。

关键词 亚洲玉米螟, 越冬幼虫, 存活率, 预测预报

Overwintering characteristics of the Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) and prediction of the period of occurrence of overwintering generation adults

LI Jing-Wen^{**} ZHANG An-Sheng ZHANG Si-Cong LI Li-Li^{***} YU Yi^{***} MEN Xing-Yuan
ZHOU Xian-Hong ZHUANG Qian-Ying ZHAI Yi-Fan

(Key Laboratory for Plant Virology of Shandong, Institute of Plant Protection, Shandong Academy of Agricultural Sciences,
Jinan 250100, China)

Abstract 【Objectives】The Asian corn borer *Ostrinia furnacalis* (Guenée)(Lepidoptera: Crambidae) is an important insect pest of corn in China. Studies of its overwintering characteristics and prediction of the occurrence period of overwintering generation adults are important for improving the control efficiency of this pest. 【Methods】The number of overwintering Asian corn borer larvae and the distribution in corn plants were investigated by splitting the stalks and cobs of corn in spring 2007 in Dongchangfu, Qufu, Shanghe, Binchengqu, Jimo and Qixia, Shandong province. Overwintering larvae were placed outdoors to observe pupation. Dates of pupation and survival rates were recorded. 【Results】The average number of overwintering larvae in corn stalks and cobs was 41.80 and 19.91 per hundred stalks or cobs, respectively, with larvae in stalks accounting for 67.30% of the total. The ratios of overwintering larvae on the upper, middle and lower parts of corn stalks were 21.18%, 38.80% and 40.02%, respectively. The initial peak, peak, and end peak stage of overwintering generation pupation

* 资助项目 Supported projects : “ 十二五 ” 国家科技计划 (2012 BAD19B04)

**第一作者 First author , E-mail: lijingwen7799@163.com

***通讯作者 Corresponding authors , E-mail: zbsli3@163.com; robertyuyi@163.com

收稿日期 Received : 2014-03-25 , 接受日期 : 2014-04-22

occurred on May 27, June 5 and June 21, and the initial peak, peak, and end peak stage of overwintering generation eclosion occurred on June 8, June 17 and July 1, respectively. **[Conclusion]** Because larvae of *O. furnacalis* mainly overwinter in stalks and cobs, it is important to destroy these as soon as practicable after the harvest. Observations of overwintering generation pupation indicate that the best time to control first generation larvae is from mid to late June and the best time to control second generation larvae is mid-July.

Key words *Ostrinia furnacalis*, overwintering larvae, survival rate, forecasting

亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée) 属鳞翅目 Lepidoptera, 草螟科 Crambidae, 主要分布于亚洲和大洋洲, 国内除青海和西藏没有报道外, 我国玉米种植区均有分布, 是玉米生产上的一个主要害虫, 一般年份可造成减产 5%~10%, 大发生年份可使玉米减产 30% 以上, 造成巨大损失 (全国玉米螟综合防治研究协作组, 1988; 王振营等, 2000; 李菁等, 2010)。在苗期为害造成玉米“花叶”; 拔节、抽穗后为害则影响养分输送, 致使籽粒不实、灌浆不足而减产, 同时遇风易折, 造成更大的损失。玉米螟多以老熟幼虫在寄主秸秆、穗轴或根茬中越冬, 开展对玉米螟越冬特性调查及预测预报研究, 对于指导防治、减少施药次数、提高防治效果具有重要的意义。因此, 为了进一步弄清山东省亚洲玉米螟的越冬特性及越冬代化蛹羽化情况, 作者从越冬代幼虫复苏时对越冬幼虫在秸秆不同部位和穗轴的分布、越冬存活率、化蛹期、羽化期等进行了调查, 旨在明确山东省亚洲玉米螟的越冬特性, 为适时防治提供科学依据。

1 材料与方法

2007 年 4—5 月上旬分别在山东省聊城东昌府、济宁曲阜、济南商河、滨州滨城区、青岛即墨、烟台栖霞 6 个地区玉米秸秆堆集处, 每点随机选取超过 100 株进行剖秆检查。根据吕仲贤等 (1995) 和王海亭等 (2010) 的划分标准统计每株秸秆的上部、中部 (穗节及其上下两节) 和下部亚洲玉米螟幼虫数量。同时随机选取不少于 200 个已收获的穗轴剖开检查, 统计亚洲玉米螟的数量, 济宁曲阜和青岛即墨地区因为机械脱粒, 未调查到玉米穗轴。

将各地剖查到的幼虫保持原越冬场所 (秸秆或穗轴) 不变, 用橡皮筋扎紧后收于网袋中带回济南, 存放于室外自然环境下, 每 7 d 打开秸秆 (或穗轴) 观察一次, 遇降雨则提前或推后, 统计化蛹率和存活率。

采用历期预测法对玉米螟越冬代羽化期实施短期预测 (李文森, 1985; 张孝羲和周立阳, 1995)。通过对前一虫期田间发育进度 (如化蛹率、羽化率或孵化率等) 进行系统调查, 当查到化蛹率、羽化率或孵化率达 16% 时为该虫态发生始盛期, 50% 为高峰期, 84% 为盛末期。以此标准, 分别加上当地气温下各虫态的历期, 即可推算出后一虫态的发生期。本文通过对玉米秸秆和穗轴中越冬玉米螟幼虫的化蛹率统计, 预测田间一代玉米螟成虫发生期, 以此确定田间的防治时期。

2 结果与分析

2.1 越冬代玉米螟在玉米秸秆上的空间分布

田间剖查结果表明, 2007 年春季聊城东昌府、济宁曲阜、济南商河、滨州滨城区、青岛即墨、烟台栖霞 6 个地区秸秆中的越冬玉米螟数量平均为 41.80 头/百秆。其中栖霞地区秸秆中玉米螟数量最高, 达 63.85 头/百秆; 东昌府地区秸秆中玉米螟数量最低, 仅 17.47 头/百秆。山东东昌府、商河、滨城区、栖霞 4 个地区穗轴中越冬玉米螟数量平均为 19.91 头/百穗。其中滨城区穗轴中的玉米螟数量最高, 为 33.48 头/百穗; 商河地区穗轴中的玉米螟数量最低, 为 4.81 头/百穗。聊城、滨城区越冬玉米螟数量在秸秆和穗轴中的比例均接近 1:1, 栖霞地区越冬玉米螟在秸秆

中的数量比穗轴中多近 2 倍,商河地区越冬玉米螟在秸秆中的数量明显多于在穗轴中的数量,比例为 11.14 : 1.00 (表 1)。

东昌府、商河、栖霞、曲阜和即墨地区的越冬玉米螟多分布在玉米秸秆的中下部。东昌府、栖霞地区分别有 57.14%和 54.89%的越冬玉米螟幼虫分布于玉米秸秆的下部。曲阜、即墨地区分别有 55.56%和 53.85%的越冬玉米螟幼虫分布于玉米秸秆的中部。商河地区分别有 40.20%和 46.08%的越冬玉米螟幼虫分布于玉米秸秆中部

和下部。但是滨城区的玉米螟多分布于玉米秸秆的上部,为 48.21%,这可能与当地的气候条件、种植模式或种植玉米品种有关,上部、中部和下部的比例接近 2 : 1 : 1 (表 2)。

2.2 玉米螟越冬存活率及羽化期预测

山东省 6 个地区玉米螟的越冬存活率均低于 50%,平均为 40.34%。其中曲阜地区玉米螟越冬存活率最高,为 47.83%;滨城区玉米螟越冬存活率最低,为 22.58% (表 3)。

表 1 秸秆、穗轴中越冬玉米螟百秆(穗)虫量
Table 1 Number of overwintering *Ostrinia furnacalis* larvae per hundred stalks/cobs

采集地 Locality	地理坐标 Geo-coordinates	样本量 Sample size		百株虫量 (头) Per hundred stalks	百穗虫量 (头) Per hundred cobs	秸秆 : 穗轴 Stalk : Cob
		秸秆 (株) Stalk	穗轴 (个) Cob			
东昌府 Dongchangfu	36.435°N, 115.983°E	200	200	17.47	18.53	0.94 : 1.00
商河 Shanghe	37.308°N, 117.151° E	209	209	53.56	4.81	11.14 : 1.00
滨城区 Binchengqu	37.431°N, 118.013° E	199	200	29.06	33.48	0.87 : 1.00
栖霞 Qixia	37.334°N, 120.845° E	208	417	63.85	22.82	2.80 : 1.00
曲阜 Qufu	35.581°N, 116.981°E	112	—	41.95	—	—
即墨 Jimo	36.389°N, 120.442°E	205	—	44.91	—	—

表 2 玉米螟越冬幼虫在玉米秸秆上的空间分布
Table 2 Spatial distribution of overwintering *Ostrinia furnacalis* larvae in corn stalks

采集地 Locality	部位 Stalk parts (%)		
	上部 Upper	中部 Middle	下部 Lower
东昌府 Dongchangfu	20.00	22.86	57.14
商河 Shanghe	13.73	40.20	46.08
滨城区 Binchengqu	48.21	25.00	26.79
栖霞 Qixia	9.77	35.34	54.89
曲阜 Qufu	20.00	55.56	24.44
即墨 Jimo	15.38	53.85	30.77

表 3 玉米螟越冬存活率
Table 3 Survival rate of overwintering *Ostrinia furnacalis* larvae

采集地 Locality	存活率 Survival rate (%)
东昌府 Dongchangfu	44.76
商河 Shanghe	35.29
滨城区 Binchengqu	22.58
栖霞 Qixia	44.44
曲阜 Qufu	47.83
即墨 Jimo	47.17

经调查, 5 月 24 日累积化蛹率为 6.27%, 5 月 31 日累积化蛹率为 28.92%, 6 月 6 日累积化蛹率为 59.58%, 6 月 21 日累积化蛹率为 85.02%。据此估计越冬玉米螟幼虫化蛹始盛期为 5 月 27 日左右, 高峰期为 6 月 5 日左右, 盛末期为 6 月 21 日左右。根据未来 10 d 济南地区的平均气温和相应温度条件下计算的玉米螟蛹历期, 推算田间玉米螟羽化始盛期为 6 月 8 日, 高峰期为 6 月 17 日, 盛末期为 7 月 1 日 (图 1, 表 4)。此虫

源自发生地采集带回济南, 人为破坏了其越冬环境, 可能会对生长发育有影响, 预测数据会比实际发生时间推迟。

3 讨论

根据调查结果可见, 聊城东昌府、济南商河、滨州滨城区和烟台栖霞 4 个地区玉米秸秆中越冬幼虫占玉米植株上越冬总虫量 67.30%, 雌穗中越冬的幼虫占 32.70%, 因此生产中应重视对秸秆和穗轴的处理。采用机械粉碎玉米秸秆还田处理理论上可减少在玉米植株上越冬的 60%以上的虫源, 降低春季虫源基数, 而且还能培肥地力, 改善土壤结构, 起到增产作用 (武志杰等, 2002), 玉米收获后应及时晾晒脱粒, 消灭穗轴中越冬的幼虫。这 4 个地区按照一株一雌穗来计算越冬虫量平均为 61.71 头/百株, 根据李研学等 (1997) 的估算方法已造成减产 4%, 约合人民币 40 元/667m², 山东作为全国第二大玉米主产省, 种植面积达 300 万 hm² (李向东等, 2013), 其危害经济损失非常巨大, 因此要重视亚洲玉米螟的防治。

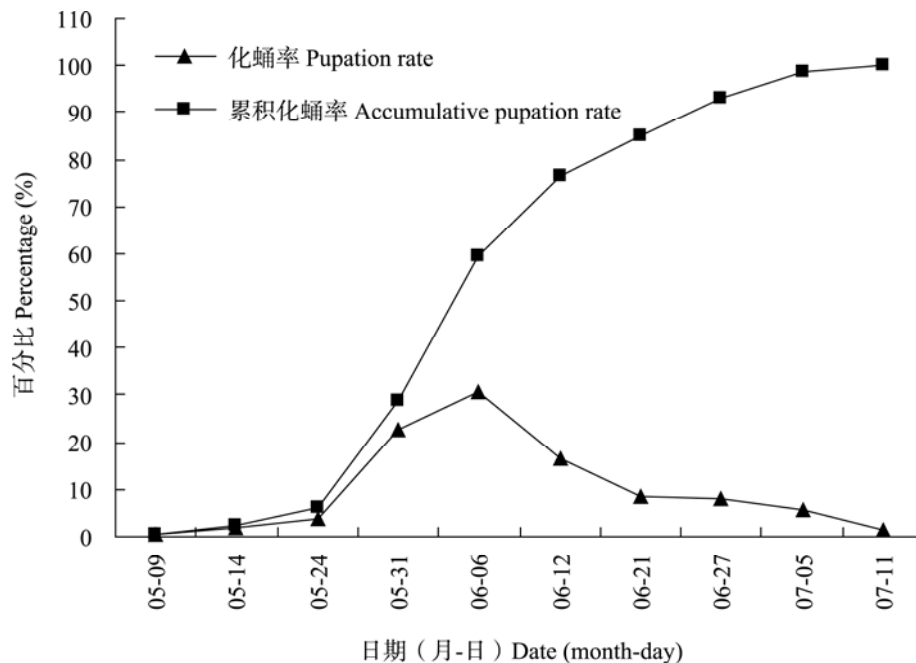


图 1 玉米螟越冬幼虫化蛹率
Fig. 1 Pupation rate of overwintering *Ostrinia furnacalis*

表 4 越冬代玉米螟成虫发生期预测
Table 4 Occurrence period prediction of the adults overwintering generation of *Ostrinia furnacalis*

时期 Stage	越冬代化蛹日期 (月-日) Date of overwintering generation pupation (month-day)	平均气温 () Average temperature	蛹历期 (d) Pupal stage (d)	羽化期预测日期 (月-日) Date of eclosion stage prediction (month-day)
始盛期 Initial peak stage	5-27	24.61	12	6-8
高峰期 Peak stage	6-5	24.72	12	6-17
盛末期 Ending peak stage	6-21	27.61	10	7-1

2007 年 4—5 月的调查结果显示,这 6 个地区越冬玉米螟趋于分布于玉米秸秆的中部和下部,上部相对较少,而王海亭等 (2010) 调查结果显示,河南地区玉米收获期的玉米螟幼虫较多分布于玉米秸秆的上部和下部,中部相对较少。浙江地区玉米螟幼虫在玉米秸秆上部、中部和下部的比例分别为 42.13%、50.52%和 7.34%,文中未说明调查时期 (吕仲贤等, 1995)。二者调查结果与本文结果不一致,可能是由于越冬幼虫随时间在秸秆内移动造成的。贾乃新等 (1987) 曾报道,春季气温回升以后,越冬玉米螟化蛹前约有 60%的幼虫从秸秆的上、中部向基部移动。根据我们和河南 (王海亭等, 2010) 的调查结果来看,亚洲玉米螟在玉米植株下部数量较多。玉米基部受损会引起玉米倒伏,造成减产,因此生产中要注意选用抗虫品种,加强防治,减少玉米螟危害,降低其引起的间接损失。

亚洲玉米螟越冬存活率平均为 40.34%,室外人为破坏越冬环境会增加亚洲玉米螟越冬死亡率,因此,自然状态下越冬存活率可能更高。造成玉米螟越冬幼虫死亡因子主要有白僵菌 *Beauveria bassiana*、细菌和病毒、腰带长体茧蜂 *Macrocentrus cingulum* Brischke、玉米螟厉寄蝇 *Lydella grisescens* Robineau-Desvoidy (何康来等, 2002; 李丽莉, 2009)。所以生产中要注意天敌资源的保护,在天敌昆虫敏感期减少化学药剂使用次数或通过调整作物布局和栽培措施提

高天敌的控害作用。

根据 2007 年济南 5—6 月份的旬平均气温推算出亚洲玉米螟越冬代羽化始盛期、高峰期、盛末期分别为 6 月 8 日、6 月 17 日和 7 月 1 日,这与李向东等 (2013) 的结果相比略推迟。可能是取样点遍布山东的东部、中部和西部,但幼虫全部带回济南室外自然环境观察发育,人为破坏其越冬自然环境推迟其化蛹时间所致。山东省不同地区、不同年份间气温变化差异较大,温度低的地区和年份,发生时间略推迟,具体发生时间还要根据各地当年 5—6 月份气温来预测。因此,山东省第一代幼虫应该在 6 月中下旬左右防治,危害夏玉米的第二代应该在 7 月中旬前后即夏玉米小喇叭口期进行防治。

参考文献 (References)

- He KL, Wang ZY, Wen LP, Bai SX, Liu KH, Zhou DR, 2002. Investigation on the parasitoids and pathogens of the Asian corn borer overwintering larvae in corn belt of China. *Chinese Journal of Biological Control*, 18(2): 49-53. [何康来, 王振营, 文丽萍, 白树雄, 刘科宏, 周大荣, 2002. 我国玉米主产区亚洲玉米螟越冬幼虫天敌调查. 中国生物防治, 18(2): 49-53.]
- Jia NX, Yang GH, Li MC, 1987. Locations of corn borer overwintering larvae and pupae in maize stacks. *Jilin Agricultural Sciences*, 17(2): 31-32. [贾乃新, 杨桂华, 李绵春, 1987. 越冬代玉米螟化蛹前在玉米垛内活动和化蛹部位. 吉林农业科学, 17(2): 31-32.]
- Li J, Zhang Y, Wang ZY, He KL, Wang Q, 2010. Genetic differentiation and gene flow among different geographical

- populations of the Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenée)(Lepidoptera: Crambidae) in China estimated by mitochondrial CO II gene sequences. *Acta Entomologica Sinica*, 53(10): 1135–1143. [李菁, 张颖, 王振营, 何康来, 王强, 2010. 基于线粒体 DNA COII 基因的亚洲玉米螟中国不同地理种群遗传分化及基因流研究. 昆虫学报, 53(10): 1135–1143.]
- Li LL, Yu Y, Zhang AS, Zhang SC, Men XY, Zhang JJ, 2009. Investigation on species of overwintering maize pests and parasitoids of over wintering Asian corn borer larvae in Shandong province. *Shandong Agricultural Sciences*, 41(2): 75–77. [李丽莉, 于毅, 张安盛, 张思聪, 门兴元, 张建军, 2009. 山东省玉米越冬害虫种类及亚洲玉米螟越冬幼虫寄生性天敌调查. 山东农业科学, 41(2): 75–77.]
- Li WS, 1985. Methods of statistical analysis of pest prediction and forecasting. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 22(1): 33–35. [李文森, 1985. 农田病虫害预测预报统计分析方法. 新疆农业科学, 22(1): 33–35.]
- Li XD, Zheng FQ, Liu YJ, Jiang XY, Yu JF, 2013. Control Technology of Plant Diseases and Insect Pests and Weeds in Shandong Province. Jinan: Shandong Science and Technology Press. 115–121. [李向东, 郑方强, 刘永杰, 姜兴印, 于金凤, 2013. 山东玉米病虫害防治技术. 济南: 山东科学技术出版社. 115–121.]
- Li YX, Xie JY, Ma ZD, 1997. Corn borer damage investigation and its control threshold study in Chaoyang area. *Plant Protection Technology and Extension*, 17(6): 3–5. [李研学, 谢俊英, 马兆东, 1997. 朝阳地区玉米螟为害损失调查及防治指标研究和探讨. 植保技术与推广, 17(6): 3–5.]
- Lv ZX, Yang ZF, Wang GY, Bo WL, 1995. The niche of corn borer and peach borer and their inter-specific competition in corn. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 7(1): 31–34. [吕仲贤, 杨樟法, 王桂跃, 卜卫良, 1995. 玉米螟和桃蛀螟在玉米上的生态位及其种间竞争. 浙江农业学报, 7(1): 31–34.]
- The All China Corn Borer Research Group, 1988. Studies on the identification of the dominant corn borer species in China. *Acta Phytophylacica Sinica*, 15(3): 145–152. [全国玉米螟综合防治研究协作组, 1988. 我国玉米螟优势种的研究. 植物保护学报, 15(3): 145–152.]
- Wang HT, Zhang Y, Wang RX, Zhu PF, Guo XR, Luo MH, 2000. Niche and inter-specific competition between *Ostrinia furnacalis* (Guenée) and *Dichocrocis punctiferalis* (Guenée) in summer corn plants. *Journal of Maize Sciences*, 18(6): 119–121. [王海亭, 张颖, 王瑞霞, 朱鹏飞, 郭线茹, 罗梅浩, 2010. 玉米螟和桃蛀螟在夏玉米上的生态位及其种间竞争. 玉米科学, 18(6): 119–121.]
- Wang ZY, Lu X, He KL, Zhou DR, 2000. Review of history, present situation and prospect of the Asian maize borer research in China. *Journal of Shenyang Agricultural University*, 31(5): 402–412. [王振营, 鲁新, 何康来, 周大荣, 2000. 我国研究亚洲玉米螟历史、现状与展望. 沈阳农业大学学报, 31(5): 402–412.]
- Wu ZJ, Zhang HJ, Xu GS, Zhang YH, Liu CP, 2002. Effect of returning corn straw into soil fertility. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 13(5): 539–542. [武志杰, 张海军, 许广山, 张玉华, 刘春萍, 2002. 玉米秸秆还田培肥土壤的效果. 应用生态学报, 13(5): 539–542.]
- Zhang XY, Zhou LY, 1995. Fundamental theory of entomological prediction and forecasting. *Entomological Knowledge*, 32(1): 55–60. [张孝羲, 周立阳, 1995. 害虫预测预报的理论基础. 昆虫知识, 32(1): 55–60.]