

大豆食心虫田间性诱监测与防治指标研究

李旋¹, 崔娟², 秦昊东³, 徐伟^{1*}, 史树森^{1*}

(1. 吉林农业大学植物保护学院, 吉林 长春, 130118;

2. 吉林农业科技学院农学院, 吉林 吉林, 132101;

3. 中化现代农业(吉林)有限公司, 吉林 长春, 130000)

摘要:为明确大豆食心虫 *Leguminivora glycinivorella* (Matsumura) 田间自然种群动态变化规律, 建立基于性诱监测田间成虫数量的大豆食心虫防治指标, 采用性诱剂诱捕法对田间大豆食心虫成虫数量动态进行系统监测, 同时结合田间豆荚落卵量的调查, 采用回归分析方法拟合田间大豆食心虫成虫发生量与大豆百荚卵量的关系, 进而通过卵量指标确定成虫数量指标。结果表明, 在吉林长春大豆食心虫成虫发生期主要集中于8月上中旬, 发生数量动态在年度之间存在差异; 成虫数量与百荚卵量之间显著相关, 回归方程为 $y=0.946\ln x+0.303$ ($R^2=0.939, p=0.001$), 据此建立了基于性诱剂监测田间大豆食心虫数量确定成虫防治指标的方法, 为开展大豆食心虫智能化预测预警技术研究提供了理论依据。

关键词:大豆食心虫; 性诱剂; 诱蛾量; 百荚卵量; 防治指标

中图分类号: S435.651

文献标识码: A

文章编号: 1007-9084(2020)04-0701-07

Control index and monitoring of *Leguminivora glycinivorella* using sexual attractant trapping in field

LI Xuan¹, CUI Juan², QIN Hao-dong³, XU Wei^{1*}, SHI Shu-sen^{1*}

(1. College of Plant Protection, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China; 2. College of Agriculture, Jilin Agricultural Science and Technology College, Jilin 132101, China; 3. Sinochem Modern Agriculture (Jilin) Co. Ltd., Changchun 130000, China)

Abstract: The aim was to determine the natural population dynamics of soybean pod borers (SPB) *Leguminivora glycinivorella* (Matsumura) adult in field, and to establish control index for SPB adult monitoring based on sexual trap. In this study, sex attractant trapping method was used to systematically monitor the population dynamics of SPB in field, and combined with the investigation of eggs number in field pods. The regression analysis method was used to fit the relationship between occurrence of SPB adults and quantity of soybean pod eggs, and then the quantity index of adults was determined by egg quantity index. Results showed that the occurrence period of SPB adults in Changchun, Jilin was mainly concentrated in the early and middle of August, and the number of occurrences varied from year to year. There is a significant correlation between the number of adult insects and the amount of eggs per hundred pods. The regression equation is $y = 0.946\ln x + 0.303$, ($R^2 = 0.939, p = 0.001$). Based on this, a method for determining adult control index based on monitoring the number of SPB in field was established. It provided a theoretical basis for predicting and early warning technology of SPB.

Key words: *Leguminivora glycinivorella* (Matsumura); sexual lures; amount of moth trapped; egg amount per hundred pods; control index

大豆食心虫 *Leguminivora glycinivorella* (Matsumura) 属于专性滞育昆虫, 食性单一, 仅危害栽培

大豆 *Glycine max* (Linn.) Merr.、野生大豆 *Glycine soja* Sieb. et Zucc. 和苦参 *Sophora flavescens* Ait., 是

收稿日期: 2020-03-15

基金项目: 吉林省科技发展计划(20180201015NY); 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04)

作者简介: 李旋(1994-), 硕士研究生, 主要从事害虫综合治理研究, E-mail: 987532850@qq.com

* 通讯作者: 徐伟(1971-), 副教授, 主要从事昆虫化学生态学研究, E-mail: xuwei1996@163.com

史树森(1963-), 教授, 主要从事害虫综合及资源昆虫利用研究, E-mail: sss-63@263.net

大豆重要害虫之一。大豆食心虫成虫将卵产于豆荚表面,卵孵化后幼虫钻入内,取食危害豆荚籽粒,严重影响大豆产量和品质^[1]。大豆食心虫在我国各大豆产区普遍发生,其中以东北春大豆区和黄淮海夏大豆区发生危害严重。在各分布地区均一年发生一代,以幼虫在土层3 cm以下结茧越冬,翌年从越冬茧内钻出在土表3 cm以上土层重新结茧化蛹,少数越冬幼虫也可在越冬茧内直接化蛹^[2]。在东北中部地区,越冬幼虫一般在7月初开始重新结茧化蛹,7月中下旬开始在豆田内初见成虫,初羽化成虫多为雄蛾,8月初到中旬为成虫羽化高峰期^[3]。

利用性信息素监测田间害虫种群动态和防治害虫,具有高效、环保、专一性强、保护天敌昆虫等优势,已成为国内外学者研究的热点领域之一^[4]。在我国,赵晓丽等人^[5]最早提出利用性信息素防治大豆食心虫,之后孟宪佐^[6]、许晶明^[7]及王克勤等人^[8]先后发表了相关试验成果。王克勤等人^[8]利用性诱剂监测大豆食心虫雄蛾田间动态,取得了良好的效果。利用性诱剂诱蛾监测食心虫田间成虫消长趋势与传统的“百步惊蛾”目测法的消长趋势基本一致^[9]。

防治指标作为有害生物综合治理决策的基本依据,对病虫害预测预报、科学用药、保护天敌和减轻环境污染都具有指导作用。丁克学^[10]提出以大豆食心虫卵量作为防治指标,为生产提供了有效指导,但因其卵粒较小,且产于豆荚表面,调查计数比较困难。利用性诱剂田间诱捕害虫成虫量为防治指标,前人已在水稻二化螟 *Chilo suppressalis* (Walker)^[11]、梨小食心虫 *Grapholitha molesta* (Busck)^[12]和桃小食心虫 *Carposina sasakii* (Walker)^[13]等进行了研究报道,但监测大豆食心虫成虫数量作为防治指标,目前并未见报道。

为解决卵量防治指标调查难度较大的问题,本文利用性诱捕器诱蛾量与豆荚上大豆食心虫落卵量之间的关系,建立了基于百荚卵量防治指标确定性诱剂监测成虫数量防治指标的方法,为田间大豆食心虫发生危害简便准确的预测预警和实施科学有效的防控提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 监测田概况

吉林农业大学大豆区域技术创新中心科研基地位于吉林省长春市郊(125.42°E, 43.82°N),定点监测田面积为1 hm²,连作大豆,土壤为黑钙土,整个大豆生育期不喷施任何农药^[14]。

1.2 性诱捕材料

性诱剂诱芯:大豆食心虫性诱芯由宁波纽康生物技术有限公司提供,诱芯为毛细管诱芯,每个诱芯剂量200 μg。

性诱剂诱捕器:盆式诱捕器,由直径22 cm的绿色硬质再生塑料盆和绿色硬质再生塑料盖以及连接轴等组合而成。

诱捕器安装:塑料盖与塑料盆用连接轴固定,之间有一定空隙,塑料盖上有一诱芯支架;用细铁丝穿过塑料盖上固定的孔,连接在竹竿做成的三角支架上,距离地面1.5 m,固定好后,将诱芯安放在塑料盖支架中;盆中加入少许洗衣粉,加水至与诱芯差约1 cm距离的高度^[15]。

1.3 气象资料采集

田间小气候气象资料采集系统为佳多小气候自动采集信息系统(JQXQH-II型,河南佳多集团),采集各年间7-9月份的降雨量数据^[16]。

1.4 大豆食心虫田间成虫数量动态监测

1.4.1 田间成虫数量动态监测 2012-2019年,每年7月15日前将诱捕器安置于监测田,7月15日开始调查记录诱捕大豆食心虫数量,到9月底结束调查。在监测田选取3个监测点,监测点间距不小于50 m,每3 d调查一次,诱芯每月更换1次^[17,18]。

1.4.2 田间诱蛾量异常变化与降雨的关系 在大豆食心虫盛发期,分别以高峰期前依次出现正增长的蛾量变化为“正常”,记为“0”,负增长的蛾量变化为“异常”,记为“-1”,高峰期后依次出现负增长的蛾量变化为“正常”,记为“0”,出现正增长的蛾量变化为“异常”,记为“-1”;相应降雨量则有降雨记为“+1”,无降雨记为“0”。通过分析成虫盛发期蛾量变化数据与对应天气是否降雨数据之间的相关性,明确性诱捕蛾量异常变化与降雨的关系。

1.4.3 发生期判定 发生期预测中,将种群数量在时间上的分布进度划分为始见期、始盛期、高峰期、盛末期、终见期。在数理统计学上,通常把发育进度达16%,50%,84%做划分始盛期,高峰期,盛末期数量的标准。

1.5 田间成虫数量与百荚卵量的相关分析

1.5.1 田间百荚卵量的调查 于2017、2018和2019年,在大豆食心虫成虫发生期(7-9月)进行,在监测大豆食心虫田间数量动态的同时,从诱集到成虫开始,每3 d调查一次,与成虫监测同步,在监测田内,采用五点取样法,每点随机抽取6株大豆,共30株,观察记录植株豆荚数,豆荚上落卵数^[19]。

1.5.2 田间诱蛾量与百荚卵量相关关系拟合 根据大豆食心虫田间成虫发生数量呈正态分布的规律,选取高峰期之前诱蛾量及对应田间百荚卵量数据,以田间诱蛾量为自变量,百荚卵量为因变量,进行回归分析,拟合出两者之间的关系模型^[20]。

1.6 田间性诱成虫量防治指标的确定

根据田间诱蛾量与卵量关系模型,以丁克学(1994年)大豆食心虫百荚卵量作为防治指标为例^[21],将百荚卵量指标转换为田间诱蛾量指标,从而推算出大豆食心虫田间成虫性诱数量防治指标。

1.7 数据分析

利用 SPSS 25.0 软件对数据进行分析,采用 Tukey 进行显著性检验,并用回归分析方法拟合诱蛾量与大豆百荚卵量的关系。

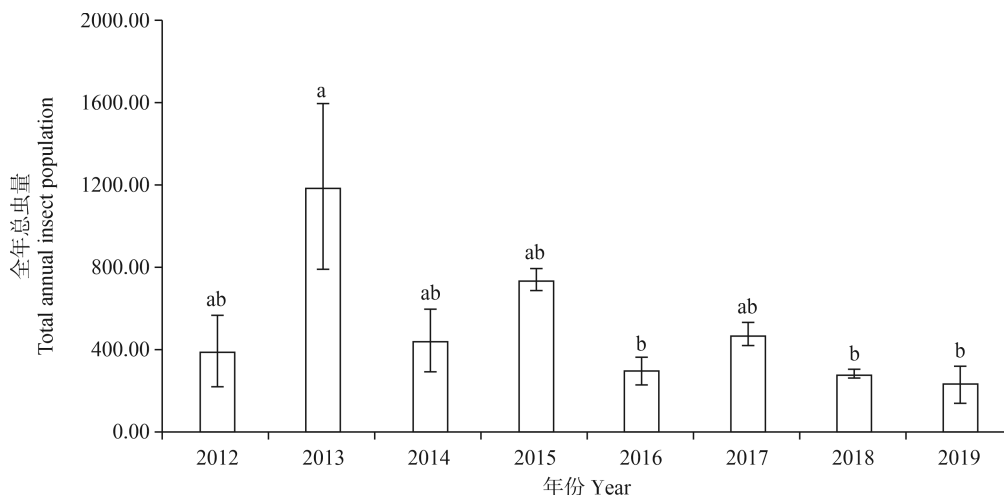
2 结果与分析

2.1 大豆食心虫田间成虫数量消长动态

2.1.1 不同年度性诱监测大豆食心虫总量的变化 由图1可知,不同年度间性诱捕成虫的总蛾量差异显著。2012–2019年田间平均每个诱捕器年诱捕大豆食心虫成虫总虫量分别为 392.67 ± 170.65 、 1189.67 ± 407.81 、 441.67 ± 157.35 、 739.00 ± 54.72 、 293.67 ± 66.68 、 469.67 ± 56.44 、 282.00 ± 20.13 、 226.67 ± 88.14 头。2013年诱捕的总蛾量最多,是总蛾量最少年份2019年的5.2倍,并与2016、2018和2019年诱捕的总蛾量存在显著差异。

2.1.2 大豆食心虫成虫田间数量发生动态及其与田间降雨量的关系 大豆食心虫成虫的发生动态在不同年度之间存在明显差异(图2)。其中成虫发

生最早的是在2014和2016年,7月21日就诱集到成虫,发生最晚的2013年,7月30日才初见成虫,相差9 d;始盛期最早的是2014年,8月1日成虫开始显著增加,最晚的是2012年,8月10日为始盛期,两者相差9 d;成虫高峰期最早发生于2018年,8月6日成虫到达高峰,最晚的则是2012年,8月19日,比2018年推迟了13 d;盛末期最早的是2017年,8月12日成虫开始锐减,最晚的则是2012年,8月25日,两者相差13 d。终见期最早的为2017年,8月23日成虫就不再出现,终见期最晚的是2012年,时间为9月13日;比2017年推迟了20 d。在连续调查的8年中,始见期大都发生在7月下旬,稍晚在7月底;始盛期大都在8月上旬;高峰期主要发生在8月中旬,8月上旬的有3年;盛末期发生在8月中旬的有6年,发生在8月下旬的有2年;终见期发生在8月下旬的有3年,9月中旬的有4年。成虫发生期多为45 d左右,最长可达50 d。通过8年连续调查发现,在长春地区大豆食心虫成虫羽化盛期稳定在8月份,其种群数量异常变化与自然降雨量呈显著负相关,关系式为 $y = -0.187x^2 + 3.182x + 9.156$,受降雨影响可导致大豆食心虫发生动态呈现单峰或多峰曲线。其中2013和2017年,大豆食心虫盛发期自然降雨量偏少或分布比较均匀,表现为明显的单峰曲线。而2016、2018和2019年,因两次强降雨而呈现为明显的双峰曲线,2016年亦因8月17日的中度降雨而导致盛末期之前出现小高峰而呈现双峰曲线。2012、2014和2015年则是三峰曲线,2012年3个峰值分别出现在8月5日、14日和23日,主峰为8月23日;



注:图中数据为平均数±标准差。不同小写字母表示经 Tukey 检验在 $P < 0.05$ 水平差异显著

Note: Data are mean ± SD. Different letters indicate significant difference at $P < 0.05$ level by Tukey test

图1 2012–2019年长春大豆食心虫性诱成虫总虫量变化

Fig. 1 Change of total amount of soybean pod borers (SPB) adults caught by sex attractant from 2012–2019 in Changchun

2014年3个峰值分别出现在8月2日、8日和17日,主峰为8月8日;2015年3个峰值分别出现在8月11日、20日和26日,主峰为8月20日。各年度田间诱蛾量明显的峰谷均与降雨有关,可见,各年度大豆食心虫田间成虫盛发期,受不同降雨时间和降雨强度的影响,可能出现单峰、双峰或多峰的情况。

2.2 不同年度大豆食心虫田间百荚卵量动态

2017–2019年连续3年调查大豆食心虫田间百荚卵量动态,结果见图3,百荚卵动态都呈现先增长后降低的趋势,与成虫数量动态变化趋势基本一致。因为成虫交配后2~3 d产卵,所以百荚卵量动态峰期相对延后。年度间百荚卵量动态峰值存在明显差异,2017年较高,为8.9粒卵/百荚,2018年和2019年分别为6.0粒卵/百荚和5.4粒卵/百荚。

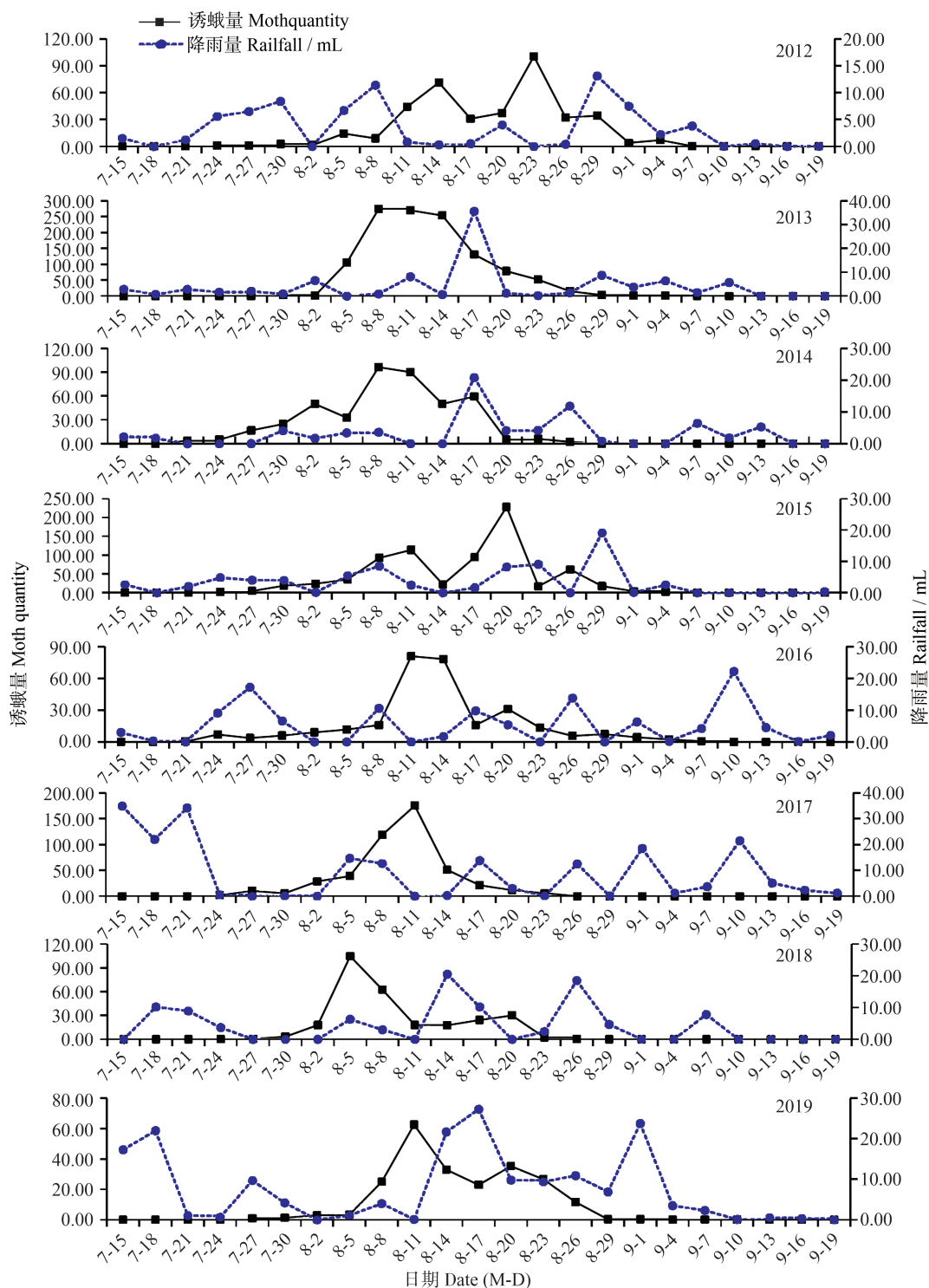


图2 2012–2019年大豆食心虫田间成虫数量动态及田间降雨量动态(吉林,长春)

Fig. 2 Growth and decline trends of the amount of SPB adults and dynamics of rainfall from 2012 to 2019 (Jilin, Changchun)

大豆食心虫田间落卵时期在不同年度之间存在一定差异。其中2017和2018年产卵较早,7月27日开始发现卵粒,2019年较晚,7月30日初见卵粒,相差3 d;产卵始盛期最早的是2018年,8月3日开始显著增加,最晚的是2019年,8月9日才到达始盛期,两者相差6 d;产卵高峰期最早发生于2017年,8月12日成虫产卵到达高峰,2019年最晚则是8月16日,相差4 d;盛末期最早的是2017年,8月20日卵量开始锐减,2018和2019年为8月22日,两者相差2 d。3年的调查结果显示,始见期大都在7月下旬;始盛期大都在8月上旬;高峰期则主要发生在8月中旬;盛末期发生在8月下旬;终见期发生在9月上旬。产卵期大都在36 d左右。

2.3 田间性诱成虫数量与百荚卵量的相关性分析

一般通过监测田间害虫发生动态确定是否需

要防治的有效时期应在成虫发生高峰期之前。将2017–2019年大豆食心虫田间成虫发生高峰期之前性诱捕数量与当日百荚卵量进行回归分析(图3),筛选得到拟合度相对较高的方程。具体关系式分别为,2017年: $y=1.209\ln x-1.324$, ($R^2=0.902$, $p=0.0001$);2018年: $y=0.663\ln x+0.992$, ($R^2=0.848$, $p=0.009$);2019年: $y=0.973\ln x+0.093$, ($R^2=0.954$, $p=0.001$)。可见性诱成虫与百荚卵量存在显著正相关,拟合度也相对较高,综合3年数据分析,得到关系式: $y=0.946\ln x+0.303$, ($R^2=0.939$, $p=0.001$) (图4)。上述关系式中, y 表示卵量(粒/百荚), x 表示当日诱捕器的蛾量(头/诱捕器)。

2.4 基于性诱剂监测成虫防治指标的确定

依据上述综合分析,得到的大豆食心虫田间性诱成虫数量与田间大豆植株百荚卵量的关系模型: y

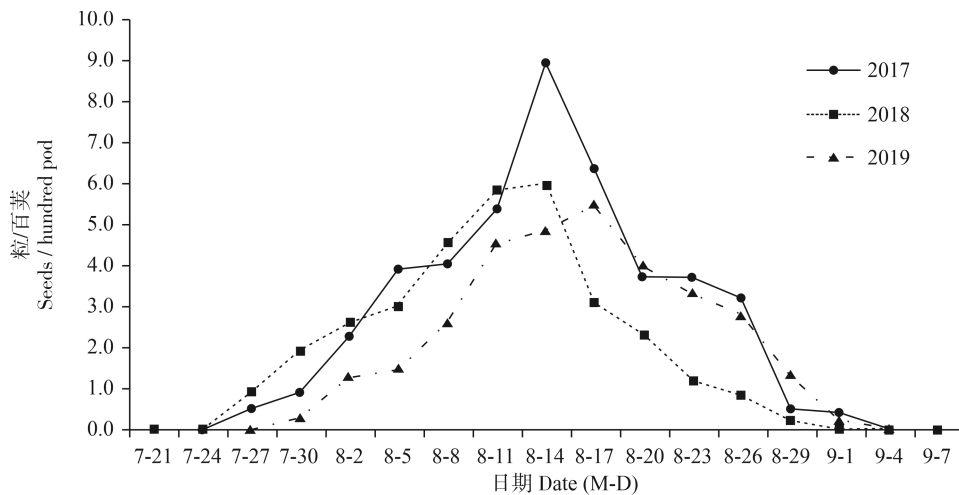


图3 2017–2019年大豆食心虫百荚卵量的消长动态

Fig. 3 Growth and decline trends of SPB eggs per one hundred pods from 2017–2019

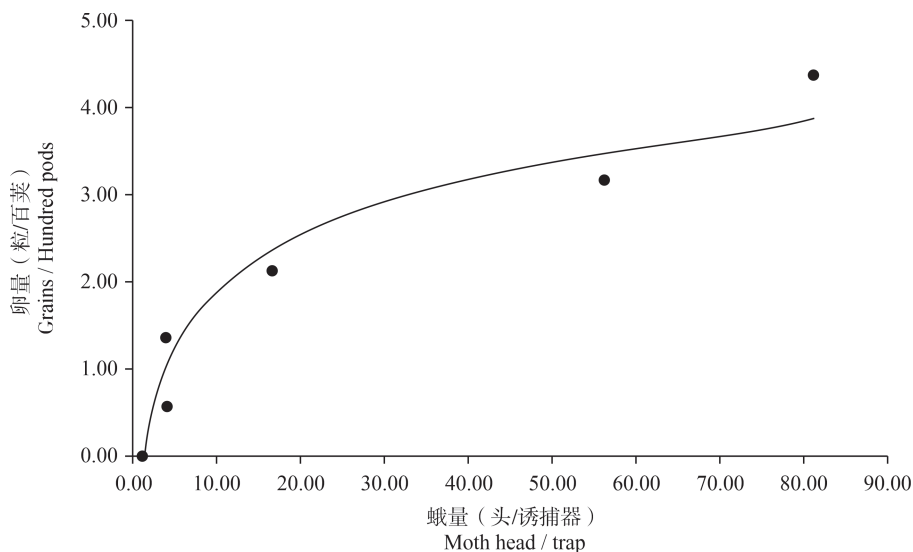


图4 大豆食心虫成虫数量与百荚卵量的关系

Fig. 4 Relationship between the amount of eggs per one hundred pods and the amounts of SPB adults

$=0.946\ln x + 0.303$, 根据当地已研究明确的百荚卵量防治指标, 可推算出基于性诱剂监测的大豆食心虫成虫防治指标。现以丁克学(1994)所确定的大豆食心虫百荚卵量防治指标^[10]为依据, 根据上述回归方程推算, 当以4粒卵/百荚为药剂防治指标时, 田间性诱捕蛾量为94.5头/诱捕器·日, 即该地大豆食心虫田间性诱蛾量达到94.5头/诱捕器·日时, 应立即进行田间药剂防治。

3 讨论与结论

本研究结果表明, 长春地区大豆食心虫成虫田间发生数量在年度之间变化很大, 最多年份的总诱蛾量是最少年份总诱蛾量的5.2倍。张武等^[22]研究黑龙江黑河大豆食心虫大豆田间性诱蛾量, 也有年度之间相差2.7倍的情况。由此可见, 不同地域年度间性诱捕蛾量均存在明显差异。大豆食心虫的发生与气候、耕作制度以及天敌数量等外界条件有关。在诸多的因子中, 气象因子的温、湿度起着基本的作用。低温、高湿有利于成虫生长及寿命延长^[23]。成虫期一般发生在7月下旬至8月下旬, 降雨量达300毫米以上, 土壤含水量90%以上, 并且平均气温23℃~25℃, 有利于成虫生长, 延长成虫存活期。如此期暴雨或干旱, 不利于成虫发生, 后期大豆食心虫危害程度降低。

大豆食心虫田间成虫发生动态在不同年度之间存在较大差异。本研究发现, 大豆食心虫成虫田间数量动态受降雨影响明显, 可表现为单峰、双峰和三峰3种曲线, 但3种曲线总体变化趋势仍呈现先增长后下降的总趋势, 数量变化基本符合正态分布规律。赵爱莉等^[24]研究认为, 大豆食心虫越冬幼虫羽化出土时间与温度有关, 出土高峰期主要决定于降雨, 即在温度条件满足后是否出土, 决定于是否有足够的降雨量, 出土高峰往往随雨量的消长而出现波动。可见, 大豆食心虫田间成虫数量发生动态直接受降雨等气象因子影响。一般认为, 大豆食心虫的发生与土壤湿度、温度和降雨紧密相关, 土壤湿度为20%时最适合越冬幼虫化蛹和羽化出土, 温度为20℃~25℃、相对湿度为90%时最适宜成虫产卵。在长春地区7月下旬为化蛹高峰期, 8月中旬为羽化高峰期, 由于气候、环境等不定因素的改变导致田间食心虫成虫不同年份成虫羽化发生高峰期不同, 而每年的虫量大小也存在差异, 但高峰期一般出现在8月初到8月中旬, 持续时间为10 d左右。

大豆食心虫由于所处地区日照、纬度及寄主大豆栽培时期等存在差异, 其发生期时间所不同。东北地区一般在7月初开始越冬幼虫重新结茧化蛹, 7月中下旬开始在豆田内初见成虫, 8月初到中旬成虫羽化高峰期开始^[25]。黄淮地区, 其越冬幼虫化蛹时间在每年的7月中旬, 8月中下旬才初见成虫出现, 8月底到9月初为羽化高峰期, 幼虫在豆荚内危害20~30天, 9月中旬到10月上旬陆续脱荚入土越冬, 脱荚盛期在9月下旬^[26]。安徽地区, 越冬幼虫一般在7月下旬重新结茧化蛹, 8月开始羽化, 9月下旬为羽化高峰期^[27]。

由于大豆食心虫田间成虫发生动态在不同年份的种群动态存在较大差异, 利用性诱剂诱捕雄成虫可以简便准确地监测大豆食心虫田间数量动态, 大豆食心虫田间卵量动态变化趋势与成虫数量动态变化趋势呈显著正相关, 因而通过建立大豆食心虫田间成虫诱捕量与百荚卵量之间的关系模型, 可以将百荚卵量指标转化为性诱捕成虫数量指标。类似的研究还有, 杜娟2013年梨小食心虫防治指标^[28], 将诱蛾量作为防治指标, 方法简单易行, 且大大减少调查着卵量的工作量, 为梨小食心虫的科学监测和有效防治提供了新的思路和方法。本研究基于大豆食心虫百荚卵量防治指标, 推定性诱剂诱捕的成虫数量的防治指标, 将预测时间提前一个虫态, 可显著提高该害虫预测预警准确性和时效性, 同时还可以使其防治指标的动态监测更为简便易行。

参考文献:

- [1] 陆亚娟, 关秀珍, 李向前, 等. 大豆食心虫的防治[J]. 吉林农业: 学术版, 2010(9): 64.
- [2] 王忠臣. 大豆食心虫的防治技术[J]. 农村实用科技信息, 2009(4): 43.
- [3] 徐庆丰, 韩玉梅, 张荣, 等. 螟松(*Sumithion*)防治大豆食心虫试验初报[J]. 吉林农业科学, 1965, (3): 26.
- [4] Zhao G Y, Wang J, Han Y P, et al. Identification of QTL underlying the resistance of soybean to pod borer, *Leguminivora glycinivorella* (Mats.) obratzov, and correlations with plant, pod and seed traits[J]. Euphytica, 2008, 164(1): 275-282.
- [5] 赵晓丽, 杜俊岭. 利用性诱剂诱测大豆食心虫[J]. 植保技术与推广, 1993(2): 30-31.
- [6] 孟宪佐. 我国昆虫信息素研究与应用的进展[J]. 昆虫知识, 2000(2): 75-84.
- [7] 许晶明. 食心虫引诱剂与猎蝇防治桔小实蝇技术初探[J]. 福建农业科技, 2007(4): 50-51.

- [8] 王克勤, 李新民, 刘春来, 等. 利用昆虫性诱剂防治大豆食心虫[J]. 中国农学通报, 2009, 25(15): 190-193.
- [9] 胡代花, 蔡崇林, 张璟, 等. 大豆食心虫性信息素及其类似物的简易合成及田间引诱活性[J]. 农药学报, 2012, 14(2): 125-130.
- [10] 丁克学. 夏大豆产区大豆食心虫防治指标研究[J]. 植物保护, 1994, 20(1): 6-8.
- [11] 焦晓国, 宣维健, 王红托, 等. 水稻二化螟性诱蛾量与测报指标的相关性分析[J]. 吉林农业大学学报, 2004, 26(3): 256-259.
- [12] 范仁俊, 刘中芳, 陆俊姣, 等. 我国梨小食心虫综合防治研究进展[J]. 应用昆虫学报, 2013, 50(6): 1509-1513.
- [13] 范保银, 王小奇, 刘薇薇, 等. 桃小食心虫经济阈值的测定[J]. 植物保护, 2011, 37(4): 91-94.
- [14] 孙云飞. 大豆食心虫的虫情监测与防治适期研究[J]. 现代农业科技, 2016(8): 119+127.
- [15] 赵云彤, 王克勤, 范书华, 等. 大豆食心虫性诱剂与生物防治适期研究[J]. 中国植保导刊, 2015, 35(2): 29-32.
- [16] 王士龙, 刘志吉, 许燕玲, 等. 佳多农林小气候信息采集系统与虫情测报灯在害虫测报中的综合应用初报[J]. 中国植保导刊, 2007(7): 35.
- [17] 张武, 洪峰, 吴俊彦, 等. 黑河地区大豆食心虫发生规律及其防治[J]. 中国植保导刊, 2014, 34(10): 38-40.
- [18] 张武. 黑河市大豆食心虫发生规律调查与研究[A]. 中国作物学会大豆专业委员会. 第24届全国大豆科研生产研讨会论文摘要集[C]. 中国作物学会大豆专业委员会: 中国作物学会, 2014: 1.
- [19] 封永顺, 高亮, 常艳丽, 等. 大豆食心虫的发生测报及绿色防治技术研究[J]. 农业与技术, 2019, 39(5): 114-115.
- [20] 王淑贤, 谢俊英, 李志祥, 等. 朝阳地区大豆食心虫的防治指标研究[J]. 植保技术与推广, 1995(5): 7-8.
- [21] 梁艳春, 顾成玉, 张广芝. 大豆食心虫预报防治指标的确定[J]. 作物杂志, 1989(4): 36.
- [22] 张武, 李宝华, 李红鹏, 等. 黑河地区2009~2012年大豆食心虫发生规律研究[J]. 作物杂志, 2013(4): 146-148.
- [23] 刘维君. 大豆食心虫发生量预测预报及防治[J]. 农民致富之友, 2013(3): 65.
- [24] 赵爱莉, 李楠. 根据温雨系数预测大豆食心虫的危害程度[J]. 大豆通报, 1996(3): 11.
- [25] 黄国俊, 刘桂芝. 大豆主要害虫的发生及防治[J]. 现代农业科技, 2010(7): 199, 206.
- [26] 张东辉, 杨青春, 苑保军, 等. 黄淮夏大豆食心虫发生与防治[J]. 河南农业, 2002(7): 17.
- [27] 孙志强, 田佩占. 大豆抗食心虫性的遗传及抗虫育种方法的研究: I. 人工接虫条件下F₂. [J]. 大豆科学, 1989, 8(2): 177-184.
- [28] 杜娟, 刘彦飞, 谭树乾, 等. 基于性诱剂监测的梨小食心虫防治指标[J]. 植物保护学报, 2013, 40(2): 140-144.

(责任编辑:王丽芳)