

网络出版时间:2012-05-22 16:35

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20120522.1635.029.html>

烟田斑须蝽空间分布型格局及抽样技术研究

许向利¹, 成巨龙², 郭丽娜¹, 张林林¹, 仵均祥¹

(1 西北农林科技大学 植保资源与害虫治理教育部重点实验室, 应用昆虫学重点实验室, 陕西 杨凌 712100;

2 陕西省烟草研究所, 陕西 西安 710061)

[摘要] **【目的】**探讨烟田斑须蝽(*Dolycoris baccarum* (L.))空间分布型格局及抽样技术,为该虫害的准确抽样调查和有效防治提供依据。**【方法】**选取 6 块烟田逐株调查,应用频次分布法、聚集度指标、Taylor 幂法则以及 Iwao m^*-m 回归分析法,研究斑须蝽成虫在烟田的空间分布型及抽样技术。**【结果】**频次分布法分析表明,斑须蝽在第 2 块烟田的分布极显著不符合泊松分布,在第 5 块烟田极显著不符合奈曼分布,在第 3 和 5 块烟田均显著不符合负二项分布。聚集度指标及 Taylor 幂法则分析表明,该虫成虫态为聚集分布,聚集原因主要是其所生活的环境因素所致。Iwao m^*-m 回归分析表明,斑须蝽个体间相互吸引,分布的基本成分是个体群,但个体群之间呈均匀分布。据此确定了不同精度下的理论抽样数及序贯抽样数,室内模拟抽样以平行线每点 50 株抽样的代表性最强。**【结论】**斑须蝽在烟田呈聚集分布,在田间种群数量调查中,宜采用平行线每点 50 株抽样法。

[关键词] 斑须蝽; 烟田; 空间分布型; 抽样技术

[中图分类号] Q968.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2012)06-0114-06

Spatial distribution pattern and sampling techniques of the sloe bug, *Dolycoris baccarum* (L.)

XU Xiang-li¹, CHENG Ju-long², GUO Li-na¹,
ZHANG Lin-lin¹, WU Jun-xiang¹

(1 Key Laboratory of Protection Resources and Pest Management of the Ministry of Education;
Key Laboratory of Applied Entomology, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;
2 Tobacco Research Institute of Shaanxi Province, Xi'an, Shaanxi 710061, China)

Abstract: **【Objective】** Study on the spatial distribution pattern and sampling techniques of the sloe bug, *Dolycoris baccarum* (L.) was conducted to provide a basis for accurate sampling and effective management. **【Method】** Spatial distribution patterns and sampling techniques of the sloe bug *D. baccarum* adults in tobacco fields were studied by using frequency comparison, gather index inspection, Taylor's power law and Iwao's regression method. **【Result】** The spatial distribution pattern of *D. baccarum* was very significantly unsuitable to poisson distribution in the second field and core distribution in the fifth field. Both the third and the fifth fields were significantly unfitted to negative binomial distribution. Gather indexes inspection and Taylor's power law indicated that adults were aggregated distribution, and the population aggregation was mainly caused by environmental heterogeneity. Iwao's regression method indicated that adults *D. baccarum* attracted mutually among individuals and the individual groups were the basic compo-

* [收稿日期] 2011-12-16

[基金项目] 中国烟草总公司“陕西省烟草有害生物调查研究”项目(KJ-2010-04)

[作者简介] 许向利(1975—),女,陕西凤翔人,讲师,博士,主要从事有害生物综合治理研究。E-mail: xuxiangli@nwsuaf.edu.cn

[通信作者] 仵均祥(1961—),男,陕西凤翔人,教授,博士生导师,主要从事有害生物综合治理研究。

E-mail: junxw@nwsuaf.edu.cn

nents. However, the individual groups were with uniform distribution. The optimal and sequential sampling numbers were determined by Iwao's m^*-m regression equation. Relative errors of 5 sampling methods including five points, chessboard, parallel lines, single diagonal, and double diagonal, were compared with each other through simulating samples indoor. The least error was found in the parallel lines method of 50 samples. 【Conclusion】 Adults of *D. baccarum* were in aggregated distribution and the parallel lines method of 50 samples was the optimal sampling patterns.

Key words: *Dolycoris baccarum* (L.); tobacco field; spatial distribution pattern; sampling technique

斑须蝽 (*Dolycoris baccarum* (L.)) 属半翅目 (Hemiptera) 蝽科 (Pentatomidae) 害虫, 全国各地均有分布, 主要为害棉花、烟草、大豆、绿豆、花生, 同时为害小麦、玉米、谷子等作物, 并为害泡桐、苹果、梨等苗木^[1]。近年来, 随着种植业结构的调整, 烟草种植面积不断扩大, 斑须蝽在烟田的为害有逐渐加重的趋势^[1-2]。该虫主要以成虫和若虫在烟草顶心嫩叶、嫩茎、花、嫩果上刺吸汁液进行为害, 严重时可致整个心叶萎蔫下垂、变褐枯死, 严重影响烟叶的产量和品质^[3-6]。

种群的分布格局是指种群内个体在其生存空间的分布形式, 是种群的重要属性之一。了解斑须蝽成虫的分布格局, 不仅有助于对其生物学特性的深入研究, 而且是制定科学的抽样技术及其对种群动态进行准确测报的基础。董慈祥等^[7]用随机抽样统计了各样方斑须蝽卵、若虫和成虫在玉米田的空间分布型以及聚集原因。袁锋等^[8]和高正良等^[9]对斑须蝽第 1 代成虫和第 3 代卵在烟田的空间分布型及抽样技术进行了研究。金开正等^[10]用 Weibull 分布拟合了斑须蝽 3 代卵块的空间分布。但以上研究仅用随机抽样统计各样方斑须蝽卵和成虫的数量, 缺乏某一田块或局部范围内的总体数据资料, 所得结论不一定符合斑须蝽的自然分布规律。鉴于此, 本研究选取 6 块烟田, 采用逐株调查的方式研究斑须蝽成虫在烟田的空间分布类型以及抽样技术, 以期为该虫的田间调查和防治提供准确的技术支持。

1 材料与方法

1.1 调查方法

在斑须蝽为害高峰期, 于 2011-07-16 09:00—16:00 在陕西省乾县关头镇烟草种植基地随机选择烟田 6 块, 面积分别为 1 830, 2 600, 960, 1 700, 640 和 2 040 m², 株行距均为 0.8 m×1.0 m, 每块烟田逐株全部调查, 调查株数分别为 2 292, 3 259, 1 204, 2 125, 800 和 2 551 株, 按照烟株在田间的实际分布状态, 统计每株烟草上的斑须蝽成虫数量, 在坐标纸

上绘制其田间实际分布图。

1.2 分析方法

1.2.1 频次分布法 参照丁岩钦^[11]的方法对调查数据分别进行泊松分布、奈曼分布和负二项分布拟合, 以 χ^2 值检验其合适度。

1.2.2 聚集度指标法 计算每块烟田斑须蝽的平均虫口密度 m (头/株) 和样本方差 S^2 。采用扩散系数 (C)、丛生指标 (I)、负二项参数 (K)、Cassie 指标 (CA)、平均拥挤度 (m^*) 和聚集度指标 (m^*/m) 分析斑须蝽成虫在烟田的聚集强度^[12]。

1.2.3 种群空间分布格局分析 (1) Iwao 的 m^*-m 回归分析法^[13]。 m^*-m 的回归模型为 $m^* = \alpha + \beta m$, 其中 α 为分布基本成分的平均拥挤度, β 为分布基本成分的空间分布型, m 为平均虫口密度。当 $\alpha = 0$ 时, 分布的基本成分为单个个体; 当 $\alpha > 0$ 时, 个体间相互吸引, 分布的基本成分为个体群; 当 $\alpha < 0$ 时, 分布的基本成分仍是个体群, 但个体间相互排斥。当 $\beta = 1$ 时, 为随机分布; 当 $\beta > 1$ 时, 为聚集分布; 当 $\beta < 1$ 时, 为均匀分布。

(2) Taylor 幂法则^[13]。样本方差 S^2 与 m 的关系为: $\lg S^2 = \lg a + b \lg m$, 其中 a 表示抽样因素, b 为聚集特征指数, m 为平均虫口密度。当 $\lg a = 0$, $b = 1$ 时, 种群在一切密度下均呈随机分布; $\lg a > 0$, $b = 1$ 时, 种群在一切密度下均为聚集分布, 其聚集强度不因种群密度而变化; $\lg a > 0$, $b > 1$ 时, 种群在一切密度下均是聚集分布, 且具密度依赖性; $\lg a < 0$, $b < 1$ 时, 密度越高, 种群分布得越均匀。

1.2.4 聚集原因分析 参考 Blackith 提出的聚集均数 (λ) 分析聚集原因, 聚集均数公式为: $\lambda = m\gamma/2K$, 其中 m 为平均虫口密度, K 为负二项分布的 K 值, γ 为自由度等于 $2K$ 的 χ^2 (卡方) 分布函数^[13]。当 $\lambda < 2$ 时, 造成聚集分布的主要原因由环境作用引起; $\lambda \geq 2$ 时, 造成种群聚集分布的原因是种群生物学特性与环境共同作用的结果。

1.3 抽样技术

根据斑须蝽调查资料绘制的田间分布图, 室内

分别采用 5 点、棋盘式 10 点、平行线 10 点、单对角线 5 点和双对角线 10 点进行模拟抽样,其中 5 点抽样的 5 个点相对均匀分布于所调查烟田;棋盘式 10 点抽样按照 3-4-3 布局使样点相对均匀分布于所调查烟田;平行线 10 点抽样分为 2 条线,每条线上 5 点相对均匀分布;单对角线 5 点和双对角线 10 点也是所调查样点相对均匀分布于对角线上。每点分别调查 1,5,10,15,20 和 50 株,仔细检查计数整个烟株上的斑须蝽成虫数量。其中每点调查 5 和 10 株时,选择 1 行顺行连续调查;每点调查 15 株时,选择 2 行顺行连续调查,1 行调查 7 株,1 行调查 8 株;每点调查 20 或 50 株时,选择 2 或 5 行,每行 10 株顺行连续调查。参考仵均祥等^[14]的方法将所得结果与总体结果进行比较,计算相对误差率,根据误差率大小判定最佳抽样方法和抽样量。

1.4 最适抽样数量的确定

运用 Iwao 的统计方法,当确立了 $m^* = \alpha + \beta m$ 的直线回归并确定了平均虫口密度 m 后,即可用公

式 $N = t^2[(\alpha + 1)/m + \beta - 1]/D^2$ 计算烟株上的斑须蝽在不同虫口密度下的最适抽样数^[13],式中 N 为最适抽样数, D 为允许误差, $t = 1.96$ (保证可靠概率 95% 条件下的正态离差值), m 为平均虫口密度, α 、 β 为聚集参数。

1.5 序贯抽样

运用 Iwao 提出的新序贯抽样理论^[15],建立新序贯抽样模型,制定序贯抽样表,并以此进行防治决策。

1.6 数据处理

所有数据均利用 DPS 软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 烟田斑须蝽空间分布型分析

2.1.1 频次分布分析 从表 1 可以看出,斑须蝽在第 2 块烟田的分布极显著不符合泊松分布,在第 5 块烟田的分布极显著不符合奈曼分布,在第 3 和 5 块烟田均显著不符合负二项分布。

表 1 烟田斑须蝽分布型的频次分布法分析

Table 1 χ^2 value of frequency distribution of *D. baccarum*

烟田编号 Tobacco field No.	调查株数 Number of investigation	平均虫口密度(m)/ (头·株 ⁻¹) Average population density	泊松分布 Poisson distribution	奈曼分布 Core distribution	负二项分布 Negative binomial distribution
1	2 292	0.020	0.092	0.003	0.002
2	3 259	0.069	53.230 * *	0.532	0.186
3	1 204	0.021	1.118	0.007	5.489 *
4	2 125	0.005	0.023	0.025	0.025
5	800	0.023	0.004	9.189 * *	4.293 *
6	2 551	0.029	3.286	3.829	2.142

注:数据后标“*”为显著不符合,标“* *”为极显著不符合。

Note: After the data the * means significantly unsuitable, * * means extremely significantly unsuitable.

2.1.2 聚集度指标分析 从表 2 可以看出,除第 4 块烟田外,其余各块烟田斑须蝽成虫的 $C > 1$, $I > 0$, $K > 0$, $CA > 0$, $m^*/m > 1$,均符合聚集分布的检验标

准,故认为其在第 1,2,3,5,6 块烟田呈聚集分布格局,而在第 4 块烟田呈均匀分布格局。

表 2 烟田斑须蝽空间分布型的聚集度分析

Table 2 Aggregation indexes of *D. baccarum*

烟田编号 Tobacco field No.	m	S^2	C	I	K	CA	m^*	m^*/m
1	0.020	0.022	1.110	0.110	0.182	5.499	0.130	6.499
2	0.069	0.087	1.261	0.262	0.263	3.806	0.330	4.806
3	0.021	0.032	1.539	0.539	0.039	25.970	0.560	26.970
4	0.005	0.005	0.995	-0.005	-0.999	-1.001	-3.71×10^{-6}	-0.001
5	0.023	0.065	2.909	1.909	0.012	84.864	1.932	85.864
6	0.029	0.039	1.349	0.349	0.083	12.044	0.378	13.044

2.1.3 Iwao 的 m^*-m 回归分析 由表 2 中的平均拥挤度 m^* 与平均虫口密度 m ,可得斑须蝽的回归直线方程为 $m^* = 0.5627 - 0.2735m$ ($r = 7 \times 10^{-5}$),其中 $\alpha = 0.5627 > 0$,说明斑须蝽个体间相互

吸引,分布的基本成分是个体群; $\beta = -0.2735 < 1$,说明斑须蝽呈有个体群的均匀分布。

2.1.4 Taylor 幂法则分析 根据表 2 数据,通过拟合得斑须蝽 S^2 与 m 的关系为: $\lg S^2 = 0.3482 +$

1.115 7 lg $m(r=0.874)$,lg $a=0.348\ 2>0$, $b=1.115\ 7>1$ 。说明斑须蝽种群呈聚集分布,且具有密度依赖性, m 值越高,其聚集度越高。

2.1.5 聚集原因分析 根据 Blackith 提出的分析种群聚集的聚集均数 $\lambda=m\gamma/2K$,可得选择的 6 块烟田中斑须蝽的聚集均数 λ 值分别为 -0.008 , -0.006 , -0.127 , 0.001 , -0.500 和 -0.067 ,均小于 2,表明斑须蝽在烟田的聚集可能主要由环境作

用引起。

2.2 斑须蝽的田间抽样技术

从表 3 可以看出,随抽样量的增加,5 种抽样方法的平均误差率均逐渐降低。在每样方抽样量为 1,5,10,15,20 和 50 株时,平行线取样法的平均误差率依次为 459.62,85.77,59.89,30.63,29.12 和 7.27,其中以每样方抽样量为 50 株时的平均误差率最低,说明以平行线每点 50 株抽样的代表性最强。

表 3 不同抽样方法时不同抽样量平均误差率的比较

Table 3 Error rate of various sampling methods of different sampling number

%

抽样量 Number of sampling	五点取样 Five points	棋盘式 chessboard	平行线 Parallel lines	单对角线 Single diagonal	双对角线 Double diagonal
1	100.00	204.27	459.62	229.98	279.80
5	116.30	88.57	85.77	111.39	101.64
10	70.26	39.54	59.89	90.57	75.10
15	83.80	27.89	30.63	65.87	66.54
20	59.78	36.94	29.12	67.36	38.09
50	44.87	16.75	7.27	31.70	33.69

2.3 最适抽样量的确定

根据最适理论抽样数公式,建立 95% 的概率保证($t=1.96$),不同平均虫口密度水平下的最适理论

抽样数的计算公式为: $N=[3.841\ 6(1.562\ 7/m-1.273\ 5)]/D^2$ 。由此可以求出当 D 取 0.1,0.2 和 0.3 时,不同虫口密度下的理论抽样数量见表 4。

表 4 不同平均虫口密度下斑须蝽的最适抽样量

Table 4 Optimum sampling under different density of *D. baccarum*

允许误差(D) Permissible variation	平均虫口密度(m)/(头·株 ⁻¹) Density of <i>D. baccarum</i>							
	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
0.1	1 012	511	368	261	178	111	57	11
0.2	253	128	92	65	44	28	14	3
0.3	112	57	41	29	20	12	6	1

从表 4 可以看出,在允许误差一致的情况下,随着平均虫口密度的增加,斑须蝽在不同虫口密度下的最适抽样数逐渐减少,说明当允许误差一致时,在一定范围内平均虫口密度越高,理论抽样数越少。在允许密度一致的情况下,随着允许误差的上升,同一虫口密度下斑须蝽的最适抽样数逐渐减少,说明在一定范围内,允许误差越低,理论抽样数越多。

2.4 序贯抽样

根据 Iwao 提出的新序贯抽样理论,设临界防治

指标为 m_0 ,抽样上下限计算公式为: $T_0(n)=m_0n\pm t\sqrt{n[(\alpha+1)m_0+(\beta-1)m_0^2]}$,其中 n 为抽样调查株数, m_0 为防治指标, $m_0=0.6$ 。

将 m_0 及 α 、 β 和 $t=1.96$ 分别代入上式,得斑须蝽序贯抽样模型为 $T_0(n)=0.6n\pm1.357\sqrt{n}$,当调查株数 n 分别为 10,20,30,⋯,225 时,可得其序贯抽样表如表 5 所示。

表 5 斑须蝽序贯抽样表

Table 5 Sequential sampling table of *D. baccarum*

抽样量 Sample	调查株数 Number of tobacco plant														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	225
上限 Upper limits	10	18	25	33	40	47	53	60	67	74	90	107	123	139	155
下限 Lower limits	2	6	11	15	20	25	31	36	41	46	60	73	87	101	115

根据表 5 确定防治策略,即在田间应用序贯抽样调查时,若调查 n 株样本的累计虫量超过上限,即判为防治对象田;低于下限则认为暂时不需要防治;当累计虫量在上下限之间,则应继续进行调查,直到

最大抽样数。当 $D=0.2$, $m_0=0.6$ 时,其最大抽样数为 128 株;当 $D=0.3$, $m_0=0.6$ 时,其最大抽样数为 57 株。结合表 4 可知,若这时累计虫量仍在上下限之间,则可以按此值与限值的靠近程度确定其是

否为防治对象田。

3 讨 论

种群的空间分布结构是种群的主要特征之一,分析种群的空间分布格局对了解昆虫种群的猖獗、扩散行为,制定种群管理及持续控制对策等具有科学意义。本研究采用昆虫种群空间分布格局的经典分析方法,研究了自然条件下烟田斑须蝽成虫的分布格局与抽样技术,结果表明,用频次分布法拟合空间分布,斑须蝽在第 2 块烟田的分布极显著不符合泊松分布,在第 5 块烟田的分布极显著不符合奈曼分布,在第 3 和 5 块烟田均显著不符合负二项分布。造成这一现象的原因既可能与烟田斑须蝽虫口密度较低有关,也可能与自身的扩散及其栖境条件差异有关。董慈祥等^[7]认为,斑须蝽成虫、若虫和卵块在玉米田均呈聚集分布;袁锋等^[8]和高正良等^[9]的研究表明,斑须蝽第 1 代成虫和第 3 代卵在烟田呈聚集分布。本研究结果表明,斑须蝽成虫除在第 4 块田呈均匀分布格局外,在其余各块烟田均呈聚集分布格局,这种现象很大程度上是由于斑须蝽在第 4 块烟田的虫口密度明显低于其他地块所致。利用聚集均数(λ)值检测斑须蝽成虫的聚集原因,表明可能由环境因素作用引起,这与董慈祥等^[7]认为斑须蝽成虫聚集原因主要由玉米长势与微气候引起的结果一致。

Taylor 幂法则分析认为,斑须蝽成虫在一切密度下均呈聚集分布,且都具有密度依赖性,其平均密度 m 值越高,聚集度越高。而采用 Iwao 的 m^*-m 回归分析表明,斑须蝽呈有个体群的均匀分布,这可能与烟田斑须蝽虫口密度低和成虫自身的扩散有关。运用 Iwao 的统计方法,用公式 $N=t^2[(\alpha+1)/(m+\beta-1)]/D^2$,计算得在允许误差值(0.1, 0.2 和 0.3)前提下,斑须蝽成虫在不同虫口密度下的最适抽样模型为 $N=[3.841\ 6(1.562\ 7/m-1.273\ 5)]/D^2$,该结果显示,在允许误差相同的情况下,斑须蝽成虫的理论抽样数量均随平均虫口密度的增加逐渐减少。因此,在平均虫口密度和允许误差确定后,计算得到的斑须蝽成虫在不同烟株密度下的最适抽样数,可为斑须蝽的田间调查提供理论依据。在实际情况下,抽样量太大不易推广,故常通过室内模拟抽样研究最佳抽样方法。不同抽样方法误差率大小的比较表明,以平行线 50 株取样时的相对误差率最小,平均为 7.27%。高正良等^[9]认为,斑须蝽成虫的田间随机取样以平行线为最佳。袁锋等^[8]认为,

斑须蝽第 3 代卵田间随机取样以平行线和 Z 字形为最佳。综合以上结果,五点取样、棋盘式、单对角线、双对角线和平行线 5 种抽样方法中,以平行线每点 50 株取样的代表性最强。

[参考文献]

- [1] 董慈祥,房巨才,杨青蕊,等.斑须蝽生活习性及其防治技术[J].华东昆虫学报,2003,12(2):110-112.
Dong C X, Fang J C, Yang Q R, et al. Biology and control techniques of *Dolycoris baccanum* (Linnaeus) [J]. Entomological Journal of East China, 2003, 12(2): 110-112. (in Chinese)
- [2] 张京理,许玲,李鑫,等.陇县不同海拔烟田昆虫群落的多多样性研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2010,38(11):173-184.
Zhang J L, Xu L, Li X, et al. Studies on insects community diversity in different altitudes tobacco fields in Longxian, Shaanxi Province [J]. Journal of Northwest A&F University: Nat Sci Ed, 2010, 38(11): 173-184. (in Chinese)
- [3] Kang C H, Hye H S, Park C G. Review on true bugs infesting tree fruits, upland crops, and weeds in Korea [J]. Korean Journal of Applied Entomology, 2003, 42: 269-277.
- [4] Nakamura K, Numata H. Effects of photoperiod and temperature on the induction of adult diapause in *Dolycoris baccarum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) from Osaka and Hokkaido, Japan [J]. Applied Entomological Zoology, 2006, 41: 105-109.
- [5] 李现道.斑须蝽在山东发生日益严重[J].中国烟草科学,2000(4):45.
Li X D. *Dolycoris baccarum* occur increasingly serious in Shandong province [J]. Chinese Tobacco Science, 2000(4): 45. (in Chinese)
- [6] Panizzi A R. Wild hosts of pentatomids: Ecological significance and role in their pest status on crops [J]. Annual Review of Entomology, 1997, 42: 99-122.
- [7] 董慈祥,王秀刚,房巨才,等.斑须蝽在玉米田分布型及抽样方法的研究[J].华东昆虫学报,2002,11(2):1-4.
Dong C X, Wang X G, Fang J C, et al. Distribution pattern and sampling method of *Dolycoris baccarum* in maize field [J]. Entomological Journal of East China, 2002, 11(2): 1-4. (in Chinese)
- [8] 袁锋,冯纪年,贾传宝,等.斑须蝽三代卵块的空间分布和田间抽样技术研究[J].昆虫知识,1994,31(2):88-91.
Yuan F, Feng J N, Jia C B, et al. Studies on the spatial patterns of egg mass of the third generation of sole bug [*Dolycoris baccarum* (Linn.)] and its sampling technique [J]. Entomological Knowledge, 1994, 31(2): 88-91. (in Chinese)
- [9] 高正良,钱玉梅.斑须蝽在烟田的空间分布及田间抽样技术的探讨[J].昆虫知识,1989,26(4):215-217.
Gao Z L, Qian Y M. The spatial distribution pattern and sampling techniques of the Sugarbeet stink bug, *Dolycoris baccarum* [J]. Entomological Knowledge, 1989, 26(4): 215-217. (in Chinese)

[10] 金开正,唐俊泓,刘茂泉. 斑须蝽种群空间分布格局 weibull 分布的拟合 [J]. 数理统计与管理,2003,22(4):1-5.
Jin K Z,Tang J H,Liu M Q. Simulating of weibull distribution with spatial distribution pattern of *Dolycoris baccarum* (L.) population [J]. Application of Statistics and Management,2003,22(4):1-5. (in Chinese)

[11] 丁岩钦. 昆虫数学生态 [M]. 北京:科学出版社,1994:22-134.
Ding Y Q. Entomological mathematics ecology [M]. Beijing: Science Press,1994:22-134. (in Chinese)

[12] 徐汝梅,成新跃. 昆虫种群生态学 [M]. 北京:科学出版社,2005:3-36.
Xu R M,Cheng X Y. Entomology population ecology [M]. Beijing:Science Press,2005:3-36. (in Chinese)

[13] 王利军,郭文超,徐建军,等. 马铃薯甲虫空间分布型及抽样技术研究 [J]. 环境昆虫学报,2011,33(2):147-153.
Wang L J,Guo W C,Xu J J,et al. The spatial distribution pattern and sampling techniques of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) [J]. Journal of Environmental Entomology,2011,33(2):147-153. (in Chinese)

[14] 仵均祥,袁 锋,许向利,等. 麦红吸浆虫越冬幼虫分布格局与抽样技术再研究 [J]. 干旱地区农业研究,2001,19(3):13-19.
Wu J X,Yuan F,Xu X L,et al. Distribution pattern and sampling technique of overwintering larvae of wheat blossom midge,*Sitodiplosis mosellana* (Diptera:Cecidomyiidae) [J]. Agricultural Research in the Arid Areas,2001,19(3):13-19. (in Chinese)

[15] 张 锋,陈志杰,张淑莲,等. 柳厚壁叶蜂幼虫空间格局及抽样技术 [J]. 应用生态学报,2006,17(3):477-482.
Zhang F,Chen Z J,Zhang S L,et al. Spatial distribution pattern of *Pontania dolichura* larvae and sampling technique [J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2006,17(3):477-482. (in Chinese)

(上接第 113 页)

[22] 陈荣平,冯春才,王春军,等. 部分烟草种质资源的 PVY 抗性鉴定 [J]. 中国烟草科学,2009,30(增刊):56-58.
Chen R P,Feng C C,Wang C J,et al. Resistance identification to PVY of some tobacco germplasm resources [J]. Chinese Tobacco Science,2009,30(Suppl.):56-58. (in Chinese)

[23] Gooding G V J,Kennedy G G. Resistance in tobacco breeding line NC744 to potato virus Y and inoculation by aphids [J]. Plant Disease,1985,69:396-397.

[24] 中国农科院作物品种资源所. 作物品种资源研究方法 [M]. 北京:农业出版社,1985:218.
Chinese Academy of Agricultural Sciences Crop Germplasm Resource Institute. Research methods of crop germplasm resources [M]. Beijing: Agriculture Press,1985:218. (in Chinese)

[25] 张 虹,苏建东,程多福. 聚焦烟草育种 [J]. 中国烟草,2005(4):4-54.
Zhang H,Su J D,Cheng D F. Focus on tobacco breeding [J]. Chinese Tobacco,2005(4):4-54. (in Chinese)