

三星黄萤叶甲成虫在绞股蓝田的空间分布型及 抽样技术研究

郑 燕,姜 超,杨晨亮,李万梅,李建军,李修炼

(西北农林科技大学 植物保护学院,陕西 杨凌 712100)

【摘 要】 【目的】明确三星黄萤叶甲成虫的空间分布型和抽样技术,为了解该害虫的发生、扩散行为,以及预测预报与治理决策提供科学依据。【方法】先在田间调查 100 个样点,每个样点 1 m^2 ,记录三星黄萤叶甲成虫数量,绘制田间分布实况图;再用五点式、平行线式、对角线式、Z 字形式和棋盘式 5 种抽样方法模拟抽样,比较这 5 种抽样方法与全查方式的调查结果;用最适抽样方式定点取样,记录三星黄萤叶甲成虫数量,分析其空间分布型。【结果】适合性检验以五点式的效果最好,平行线式和棋盘式次之;平行线式的抽样代表性最好,五点式和棋盘式次之;平行线式的变动幅度较低,增加 1.455 9%。三星黄萤叶甲种群的空间分布型属于聚集分布,个体间相互吸引,且具有密度依赖性。三星黄萤叶甲的聚集原因由昆虫本身的习性和环境共同引起。田间调查时,可根据理论抽样数学模型及允许误差和虫口密度确定最适理论抽样数。【结论】田间调查三星黄萤叶甲时,可采用五点式、平行线式和棋盘式 3 种抽样方法,且以平行线式最为理想;三星黄萤叶甲成虫在绞股蓝田的空间分布型为聚集分布,且具有密度依赖性。

【关键词】 三星黄萤叶甲;空间分布型;抽样技术;绞股蓝田

【中图分类号】 S435.672;S433.5

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2011)04-0099-06

Study on spacial distribution pattern and sampling technique of *Paridea angulicollis* adult in *Gyanostemma pentaphllum*

ZHENG Yan,JIANG Chao,YANG Chen-liang,LI Wan-mei,LI Jian-jun,LI Xiu-lian

(College of Plant Protection,Northwest A&F University,Yangling,Shaanxi 712100,China)

Abstract: 【Objective】 The study was done to make sure *Paridea angulicollis* Motschulsky adult in *Gyanostemma pentaphllum* Thunb feild's spatial distribution pattern and sampling method to provid a scientific basis for the occurrence and diffusion behavior and forecast and management decision-making. 【Method】 A field distribution map was drawn by recording the number of adult in field which was investigated 100 point and each point was 1 m^2 , then five different methods(five point,parallel type,diagonal type,Z-size type,chessboard type) were compared with the whole feild investigation in order to find out the best sampling method. Spatial distribution pattern was analyzed by recording the number of *P. angulicollis* Motschulsky adult using the best sampling method. 【Result】 Among the five sampling methods,the five pi-ont sampling method was the best,then the parallel type and chessboard chessboard type. The parallel sampling method made the lowest error rate 0.45,and the lowest coefficient of variation 1.455 9%. The spatial distribution pattern of *P. angulicollis* Motschulsky adult was aggregated and was density-dependent. The aggregation was affected by some environmental factors and active process. The sampling mathematic mod-

* [收稿日期] 2010-09-01

[基金项目] 国家林业局重点项目(200511)

[作者简介] 郑 燕(1987—),女,山东安丘人,在读硕士,主要从事农业昆虫与害虫防治研究。E-mail:zhengyan536@163.com

[通信作者] 李建军(1970—),男,陕西杨凌人,助理研究员,主要从事农业与药用植物害虫防治研究。

E-mail:jianjunli@nwsuaf.edu.cn

el theory provided reference for the best sampling number in feild investigation. 【Conclusion】 We could use five point, parallel, chessboard sampling methods for field investigation, and parallel sampling method was the best. The spatial distribution pattern of *P. angulicollis* Motschulsky adult in *G. pentaphllum* Thunb feild was aggregated and was density-dependent.

Key words: *Paridea angulicollis*; spatial distribution patter; sampling technique; *Gyanostemma pentaphllum* feild

三星黄萤叶甲 (*Paridea angulicollis* Motschulsky) 属鞘翅目叶甲科萤叶甲亚科沟胸叶甲属, 又称三星(斑)萤叶甲或栉楼沟胸萤叶甲, 是危害绞股蓝 (*Gyanostemma pentaphllum* Thunb) 的重要害虫^[1]。它主要以成虫危害植物叶片、生长点、嫩茎, 严重时可致幼苗全毁, 一般田块虫株率为 10%~20%, 严重发生田块虫株率可达 60%~70%, 对绞股蓝的生长、产量、品质造成了极大的威胁^[2]。目前, 有关三星黄萤叶甲的发生规律、消长动态、群落组成及药效防治已有较为系统的研究^[3], 但对于其空间分布及抽样技术研究尚未见报道。昆虫种群的空间分布和抽样技术是昆虫生态学研究的重要内容之一, 它不仅能揭示昆虫种群空间构型和空间图式的特征, 而且也是确定资料代换和选择可靠、准确抽样技术的基础, 还可为害虫的预测预报及制定防治策略、措施提供科学依据。为此, 本研究以三星黄萤叶甲为调查对象, 通过比较五点式、平行线式、对角线式、Z 字形式和棋盘式 5 种抽样方法, 确定其最佳的抽样方式; 并对其空间分布型进行探讨, 以期了解三星黄萤叶甲的种群空间分布及抽样技术提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在陕西安康普济寺村绞股蓝示范园。该区位于陕西省东南部, 北纬 31°37'~32°39', 东经 109°~109°33', 南依大巴山北坡, 北靠秦岭主脊; 属亚热带大陆性季风气候, 四季分明, 雨量充沛, 无霜期长。年平均气温 15℃左右, 年降水量 750~1 100 mm, 全年无霜期 210~270 d。示范园面积 53.33 hm², 田间管理情况良好, 种植的绞股蓝品种为五叶绞股蓝。

1.2 研究方法

1.2.1 抽样方法的确定 2009-09-25, 选择有一定虫口密度的绞股蓝田块, 采用顺行等距不间隔取样法, 每行取 10 个样点, 连续取 10 行, 共调查 100 个样点, 每个取样点 1 m²。根据田间实际调查结果,

绘制绞股蓝三星黄萤叶甲成虫发生的分布实况图; 并用纸上抽样法, 在田间三星黄萤叶甲成虫发生分布实况图上, 以五点式、平行线式、对角线式、Z 字形式和棋盘式 5 种不同抽样方法进行模拟抽样; 分别计算不同抽样方法的平均虫口密度 (m)、误差率及变异系数等, 比较不同取样方法与实际全查结果的差异, 从而找出相对理想的抽样方法^[4]。

1.2.2 空间分布的调查 2010-05-08, 于陕西安康普济寺村绞股蓝示范园, 选取不同虫口密度的 3 块绞股蓝田, 采用平行线式取样方法, 每块绞股蓝田定点取 12 个样点, 每个样点取 1 m², 每 20 d 调查 1 次, 并记录绞股蓝三星黄萤叶甲成虫的数量, 计算平均虫口密度、方差 (S^2) 及聚集度指标。

1.2.3 空间分布型的判断^[5-8] 采用聚集度指标法和回归分析法, 分析三星黄萤叶甲的空间分布型, 选用指标如下。

$$1) \text{ 扩散系数: } C = \frac{S^2}{\bar{X}};$$

$$2) I \text{ 值指标: } I = \frac{S^2}{\bar{X}} - 1;$$

$$3) C_A \text{ 指标: } C_A = \frac{1}{\bar{X}};$$

$$4) K \text{ 值指标: } K = \frac{\bar{X}^2}{S^2 - \bar{X}};$$

$$5) \text{ Lloyd 平均聚块性指标 } m^*/m; m^*/m = \frac{\bar{X} + S^2/\bar{X} - 1}{m};$$

$$6) \text{ Taylor 幂指数法指标: } \lg S^2 = \lg a + b \lg m;$$

$$7) \text{ Iwao 的 } m^* - m \text{ 回归法}^{[9]}: m^* = \alpha + \beta m。$$

式中: C 为扩散系数, S^2 为方差, $\bar{X}$ 为三星黄萤叶甲成虫数量的平均数, C_A 为聚集度指标, K 为负二项分布, m^*/m 为平均聚块性指标。以上指标判断种群空间分布型的标准见表 1。

1.2.4 聚集原因的分析 本研究选用 Blackith 提出的聚集均数 (λ), 分析三星黄萤叶甲成虫的聚集原因^[7-8], 计算公式为:

$$\lambda = \frac{m}{2K} \times r。$$

式中: m 为平均虫口密度, K 为负二项分布, r 为自由度等于 $2K$ (概率 $P=0.5$) 的 χ^2 值。由于 $2K$ 自由度常常是小数,因此准确的 χ^2 值可用图或者比例内插法估值计算,然后依据 λ 值可以分析聚集原因,

表 1 三星黄萤叶甲成虫种群空间分布型的判定标准

分布型 Distribution form		判定指标 Outcome measure						
		扩散系数 C Diffusion coefficient	I 指标 I index	C_A 指标 C_A index	K 指标 K index	m^*/m	m^*-m 回归法 Regression method	Taylor 幂指数法指标 Power law
随机分布	Random distribution	1	0	0	无穷大 Infinite	1	$\beta=1$	$\lg a=0, b=1$
均匀分布	Uniform distribution	<1	<0	<0	<0	<1	$\beta<1$	$\lg a<0, b<1$
聚集分布	Aggregate distribution	>1	>0	>0	>0	>1	$\beta>1$	$\lg a>0, b\geq 1$

1.2.5 理论抽样数模型的建立 Iwao-kuno 的理论抽样数学模型为^[10]:

$$n=\frac{t^2}{D^2}\left(\frac{\alpha+1}{m}+\beta-1\right)。$$

式中: n 为理论抽样数; t 为允许误差的概率保证值,通常取值为 1; D 为允许误差(一般取 0.1,0.2,0.3 等); m 为平均虫口密度; α 和 β 分别为 m^*-m 回归式中的 α 和 β 。依据此模型可建立三星黄萤叶甲理论抽样数的数学模型。

1.2.6 数据处理 试验数据采用 Excel 和 SPSS 软件进行处理^[11]。

2 结果与分析

2.1 三星黄萤叶甲最适抽样方法的确定

2.1.1 抽样方法的适合性比较 由表 2 可知,对用五点式、平行线式、对角线式、Z 字形式和棋盘式抽样方法获得的三星黄萤叶甲虫口密度与田间实测的

即当 $\lambda<2$ 时,聚集可能是由某些环境因素(如微气候、土壤、植物长势、自然天敌等)引起;当 $\lambda\geq 2$ 时,聚集则是由昆虫本身习性和环境共同引起或由其中一个因素引起。

虫口密度进行适合性测验(t 检验)^[12],其 t 值分别为 0.020 8,0.026 2,0.084 5,0.123 4 和 0.030 8;当自由度 $n=18,20,25$ 时,其 t 检验值分别为 $t_{0.05,17}=2.110,t_{0.05,19}=2.093,t_{0.05,24}=2.064$ 。由此可见,5 种抽样方法获得的虫口密度与实际虫口密度差异均不显著,因此都可作为三星黄萤叶甲的抽样方式,其中以五点式的效果最好,平行线式和棋盘式次之。

2.1.2 抽样方法的代表性比较 通过比较 5 种不同抽样方法获得的样本平均数与实测样本平均数间的误差率,可以确定不同抽样方法的取样代表性。由表 2 可以看出,五点式、平行线式、对角线式、Z 字形式、棋盘式 5 种抽样方法的误差率分别为 0.76,0.45,2.35,2.69 和 0.79。可见,平行线式的抽样代表性最好,五点式和棋盘式次之,而 Z 字形式的抽样代表性最差。

表 2 5 种抽样方法的适合性比较

抽样方法 Sampling method	抽样样点数 n Sampling unit	平均虫口密度 m Average population density	方差 S^2 Variance	误差率 Error rate	变异系数 Coefficient	t 值 t value	检验值 $t_{0.05}$ $t_{0.05}$ test	适合性 Compatibility
全查 Whole check	100	26.43	40.39		0.240 4			
五点式 5 point type	20	26.55	33.35	0.76	0.217 5	0.020 8	2.093	适合 Compate
平行线式 Parallel type	25	26.60	42.08	0.45	0.243 9	0.026 2	2.064	适合 Compate
对角线式 Diagonal type	20	27.05	53.85	2.35	0.271 3	0.084 5	2.093	适合 Compate
Z 字形式 Z-size type	18	25.72	33.09	2.69	0.223 6	0.123 4	2.110	适合 Compate
棋盘式 Chessboard type	25	26.64	46.47	0.79	0.265 9	0.030 8	2.064	适合 Compate

2.1.3 抽样方法的变异程度比较 由表 2 可知,五点式、平行线式、对角线式、Z 字形式、棋盘式与样地全查的变异系数分别为 0.217 5,0.243 9,0.271 3,0.223 6,0.265 9 和 0.240 4。与样地全查相比,变动幅度最小的是棋盘式,增加 1.190 0%;其次是平行线式,变动幅度增加 1.455 9%,而变动幅度最大

的是对角线式,增加了 12.853 6%。
综上所述,5 种抽样方法中,以五点式、平行线式、棋盘式适合性较高,平行线式的误差率最小,棋盘式的变异程度最小,平行线式次之。因此,在田间调查三星黄萤叶甲成虫密度时,可采用五点式、平行线式和棋盘式抽样,但以平行线式抽样最为理想。

2.2 三星黄萤叶甲的空间分布型

绞股蓝田的三星黄萤叶甲成虫虫口密度及空间分布情况统计结果见表 3。

2.2.1 聚集度指标测定结果 由表 3 可以看出,依

表 3 三星黄萤叶甲成虫虫口密度及各聚集指标分析统计结果

Table 3 Densities and aggregating indices of *P. angulicollis* spatial pattern

调查时间 Date	平均虫口密度 <i>m</i>	方差 <i>S</i> ²	扩散系数 <i>C</i>	<i>I</i> 指标 <i>I</i> index	<i>C</i> _A	<i>K</i>	<i>m</i> [*]	<i>m</i> [*] / <i>m</i>
05-05	10.22	21.73	2.13	1.13	0.11	9.08	11.35	1.11
05-25	27.56	40.69	1.48	0.48	0.02	57.80	28.03	1.02
06-15	32.89	173.43	5.27	4.27	0.13	7.70	37.16	1.13
07-05	41.30	92.44	2.24	1.24	0.03	33.35	42.54	1.03
07-24	44.40	132.25	2.98	1.98	0.05	22.44	46.38	1.04
聚集指标值 Judge			>1	>0	>0	>0	>1	>1
分布型 Distribution pattern			聚集 Aggregation	聚集 Aggregation	聚集 Aggregation	聚集 Aggregation	聚集 Aggregation	聚集 Aggregation

2.2.2 Taylor 幂指数法测定结果 用 Taylor 幂指数法对三星黄萤叶甲成虫平均虫口密度进行回归得: $\lg S^2=0.068\ 8+1.234\ 9\lg m$, $R^2=0.722\ 5$ (图 1),即 $\lg a>0$, $b>1$, $S^2/m=am^{b-1}$,表明三星黄萤叶甲的空间分布型为聚集分布,且聚集度有密度依赖性,即随种群密度增加,聚集程度提高。

2.2.3 Iwao 的 m^*-m 回归法测定结果 根据

据表 1 中三星黄萤叶甲成虫种群空间分布型的各判定指标标准, I 、 C_A 和 K 指标均大于 0,扩散系数 C 和聚块性指标 m^*/m 均大于 1,可知三星黄萤叶甲成虫在绞股蓝田呈聚集分布。

Iwao^[9] 的 m^*-m 回归法: $m^*=\alpha+\beta m$,测得 $\alpha=0.972\ 1$, $\beta=1.027\ 1$, $R^2=0.989\ 6$ (图 2),即 $\alpha>0$, $\beta>1$,由表 1 可以判定,三星黄萤叶甲成虫的空间分布型为聚集分布,个体间相互吸引,存在着个体群。

综上所述,三星黄萤叶甲成虫在绞股蓝田的空间分布型为聚集分布,个体间相互吸引,存在着个体群,聚集度具有密度依赖性。

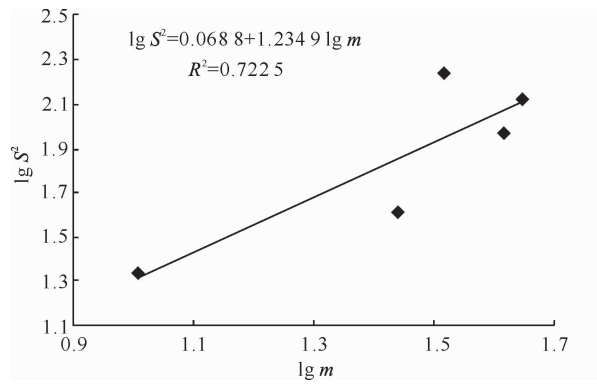


图 1 三星黄萤叶甲成虫空间分布的 Taylor 幂模型

Fig.1 Taylor model of *P. angulicollis*

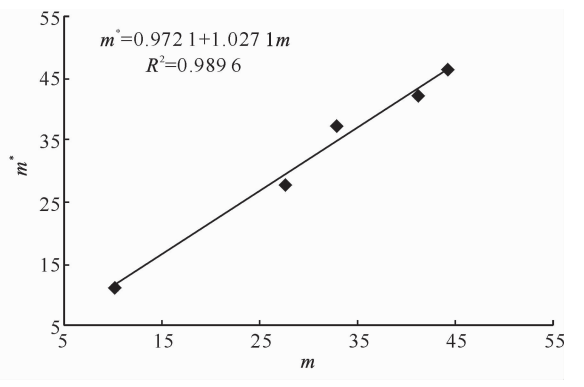


图 2 三星黄萤叶甲成虫平均密度与平均拥挤度的关系

Fig.2 Relationship between average density and average crowded degree of *P. angulicollis*

2.3 三星黄萤叶甲聚集原因分析

根据 Blackith 提出的聚集均数(λ),分析三星黄萤叶甲成虫的聚集原因。已知平均虫口密度 $m=31.27$, $K=52.16$,采用比例内插法可得 $r=37.932$,根据公式 $\lambda=\frac{m}{2K}\times r$,可知 $\lambda=22.74>2$,说明三星黄萤叶甲的聚集原因由昆虫本身的习性和环境共同引起。

2.4 三星黄萤叶甲理论抽样数的确定

选择一个合适的抽样数不仅能节约人力物力,

而且能提高调查数据的精度,进而确保监测预报的准确率^[13-14]。因此在田间进行调查取样时,为了保证抽样获得数据的可靠性,必须确定一个合适的抽样数,在本研究中则是最适理论抽样的样点数。

依据 Iwao-kuno 的理论抽样数学模型,得出三星黄萤叶甲在绞股蓝田的最适抽样模型为: $n=t^2(1.972\ 1/m+0.027\ 1)/D^2$ 。根据此模型可计算出不同虫口密度、不同允许误差及不同概率保证时的最适理论抽样数,结果见表 4。由表 4 可见,在相同虫口密度下,理论抽样数随允许误差的增大而减

少;在相同允许误差下,理论抽样数也随着种群虫口密度的增大而减少;且抽样的允许误差对理论抽样数的影响更为显著。因此在确定抽样数时,应选择一个切合实际的允许误差值。一般的系统调查允许误差值取 0.1~0.2,大面积普查允许误差值取 0.2~0.3。

表 4 三星黄萤叶甲成虫不同虫口密度(m)及不同允许误差(D)的最适理论抽样数
Table 4 Theoretical sampling number of *P. angulicollis* adult under different densities and errors

允许误差(D) Errors	虫口密度/(头·m ⁻²) Density									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
0.1	42.14	22.41	15.85	12.56	10.59	9.27	8.33	7.63	7.08	6.64
0.2	10.54	5.61	3.96	3.14	2.65	2.14	2.08	1.91	1.77	1.66
0.3	4.68	2.49	1.76	1.40	1.18	1.03	0.93	0.85	0.79	0.74

3 结论与讨论

种群的空间分布型是昆虫种群的主要特征之一,对了解昆虫的发生、扩散行为,种群管理及持续控制具有重要的理论和实际意义^[14]。本研究结果表明,三星黄萤叶甲成虫的空间分布型属于聚集分布,且具有密度依赖性,聚集强度随种群密度升高而增加;聚集原因主要由昆虫本身的习性和环境共同引起,即一方面与三星黄萤叶甲的生物学习性(如活动性弱、不善飞行、具假死性和单食性等)有关,另一方面与当地特殊的地理位置及亚热带大陆性季风气候有关,且以生物学习性的影响为主。

田间抽样方式取决于害虫的种群分布与消长规律等生物学、生态学特性^[13]。本研究对五点式、平行线式、对角线式、Z 字形式、棋盘式等 5 种抽样方法,与样地全查进行 t 检验、误差率和变异系数的比较,认为以平行线式的取样方式最为理想,五点式和棋盘式次之。

在田间调查抽样时,应根据虫口密度与允许误差决定最适理论抽样数,这样既能节约大量的人力和时间,又能使调查结果与田间实际虫情相一致,提高调查效率和准确度,为虫害的监测预报与治理决策提供科学依据。

目前,对绞股蓝田三星黄萤叶甲的研究多集中在种群消长动态和群落组成上,而对其空间分布和抽样技术尚未见报道,本研究仅进行了部分尝试,关于绞股蓝田三星黄萤叶甲虫口密度与时空分布的关系及其分布动态,以及重要因子对其空间分布型的影响等问题,还有待于进一步研究,特别是对生境资源和空间资源受限条件下种群的时空动态及聚集扩散行为,更应深入研究^[15]。

在田间调查时,理论抽样数可根据允许误差、虫口密度和表 4 中的数据来确定。例如,在允许误差为 0.1、虫口密度为 10 头/m² 的情况下,理论抽样数为 22.41 个样点(即 22.41 m²);在允许误差为 0.2、虫口密度为 20 头/m² 的情况下,理论抽样数为 3.14 个样点(即 3.14 m²)。

[参考文献]

[1] 熊继文,蒙黔英. 绞股蓝主要害虫三星黄萤叶甲的初步研究 [J]. 贵州农学报,1994,13(1):94-97.
Xiong J W,Meng Q Y. The pilot study of primary pest of *Paridea angulicollis* in *Gyanostemma pentaphyllum* [J]. Technique Acta Agriculture Guizhou,1994,13(1):94-97. (in Chinese)

[2] 张忠民,罗方田,康松鹤. 绞股蓝三星叶甲的发生规律与综合防治技术 [J]. 湖北植保,2006(2):12-13.
Zhang Z M,Luo F T,Kang S H. The occurrence regularity and integrate control of *Paridea angulicollis* [J]. Hubei Plant Protection,2006(2):12-13. (in Chinese)

[3] 李科明. 安康地区绞股蓝主要害虫发生及防治技术研究 [D]. 陕西杨凌:西北农林科技大学,2007.
Li K M. The study of occurrence regularity and control of primary pest in Ankang [D]. Yangling,Shaanxi:Northwest A&F University,2007. (in Chinese)

[4] 吕先真,赵晓慧. 白术斑枯病田间抽样调查方式的比较研究 [J]. 浙江农学报,2005(5):400-401.
Lü X Z,Zhao X H. The comparative study of sampling techniques in *Septoria atractylodis* Yu et Chen [J]. Journal of Zhejiang,2005(5):400-401. (in Chinese)

[5] 贤振华,邓国荣,李伟群. 龙眼长跗萤叶甲成虫空间分布型的研究 [J]. 广西农学报,2002(增刊):147-150.
Xian Z H,Deng G R,Li W Q. A study on the space distribution model of the imagoes of *Monolepta occifuvis gressittet kmoto* of Longyan [J]. Journal of Guangxi Agriculture,2002(Suppl.):147-150. (in Chinese)

[6] 徐汝梅. 昆虫种群生态学 [M]. 北京:科学出版社,2005:7-33.
Xu R M. The bionomy of insect population [M]. Beijing: Science Publishing Company,2005:7-33. (in Chinese)

[7] 丁岩钦. 昆虫数学生态学 [M]. 北京:科学出版社,1994:22-134.
Ding Y Q. Insect mathematical ecology [M]. Beijing: Science Publishing Company,1994:22-134. (in Chinese)

[8] 牟吉元,徐洪福,李火荷. 昆虫生态与害虫预防预报 [M]. 北京:中国农业科技出版社,1997:75-86.
Mou J Y,Xu H F,Li H G. Insect ecology and pests prevention

forecast [M]. Beijing: China Publishing Company of Agriculture, 1997: 75-86. (in Chinese)

[9] Iwao S. Application of the $m^* - m$ method to the analysis of spatial patterns by changing the quadrat size [J]. Researches on Population Ecology, 1972, 14(1): 97-128.

[10] 夏基康. 昆虫种群分布型与抽样调查 [J]. 南京农学院学报, 1982(1): 42-49.

Xia J K. Insect population spacial distribution and sampling techniques [J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 1982(1): 42-49. (in Chinese)

[11] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统 [M]. 北京: 科学出版社, 2002.

Tang Q Y, Feng M G. Practical statistical analysis and DPS data processing system [M]. Beijing: Science Publishing Company, 2002. (in Chinese)

[12] 汪万宝, 魏俊章, 叶明珠. 油菜田看麦娘空间分布及取样研究 [J]. 安徽农业大学学报, 1995, 22(4): 413-416.

Wang W B, Wei J Z, Ye M Z. Spacial distribution of *Alopecurus aequalis* sobd and sampling techniques in rape [J]. Journal of Anhui Agricultural University, 1995, 22(4): 413-416. (in Chinese)

[13] 肖悦岩. 病虫害监测与预测: 病虫害抽样调查方法 [J]. 植保技术与推广, 2002, 22(2): 44-45.

Xiao Y Y. Pests monitoring and prediction: Sampling method [J]. Plant Protection Technology and Popularization, 2002, 22(2): 44-45. (in Chinese)

[14] 武云霞. 斯氏伞锥象成虫的空间分布型及抽样技术 [J]. 新疆农业大学学报, 2008, 31(4): 41-43.

Wu Y X. Spacial distribution of *Coniatus steveni* adult and sampling techniques [J]. Journal of Xinjiang Agricultural University, 2008, 31(4): 41-43. (in Chinese)

[15] 李 丹, 赵惠燕. 蚜虫种群空间分布动态模型研究 [J]. 生态学报, 2010, 30(17): 4486-4492.

Li D, Zhao H Y. Research on model of *Aphid* population in spatial distribution dynamics [J]. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(17): 4486-4492. (in Chinese)

(上接第 98 页)

[4] 邱学林, 辛存岳, 涂鹤龄, 等. 青海省农田杂草危害和群落种群演替初步研究 [J]. 青海农林科技, 1998(4): 7-10.

Qiu X L, Xin C Y, Tu H L, et al. Study on the harm and species succession of farmland weeds in Qinghai [J]. Science and Technology of Qinghai Agriculture and Forestry, 1998(4): 7-10. (in Chinese)

[5] 曾 青, 强 胜. 波斯婆婆纳生防菌株 QZ-97a 的分离鉴定与致病性研究 [J]. 南京农业大学学报, 2000, 23(3): 21-24.

Zeng Q, Qiang S. Studies on the isolation, identification and pathogenicity of a strain QZ-97a as a biological agent for *Veronica persica* [J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2000, 23(3): 21-24. (in Chinese)

[6] 国际种子检验协会 (ISTA). 1996 国际种子检验规程 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 111-127.

International Seed Testing Association (ISTA). 1996 International rules for seed testing [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1999: 111-127. (in Chinese)

[7] 朱云枝, 强 胜. 真菌菌株 QZ-2000 对马唐 (*Digitaria sanguinalis*) 致病力的影响因素 [J]. 南京农业大学学报, 2004, 27(2): 47-50.

Zhu Y Z, Qiang S. Influence of some factors on pathogenicity of strain QZ-2000 to *Digitaria sanguinalis* [J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2004, 27(2): 47-50. (in Chinese)

[8] 方中达. 植病研究方法 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.

Fang Z D. Study of plant pathology method [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1998. (in Chinese)

[9] Guo L D, Hyde K D, Liew E C Y. Identification of endophytic fungi from *Livistona chinensis* based on morphology and rDNA sequences [J]. New Phytologist, 2000, 147: 617-630.

[10] White T J, Bruin T, Lee S, et al. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal *ma* genes for phylogenies [M]//Innis M, Gelfand D H, Sninsky J, et al. RCR protocols. San Diego: Calif Academic Press, 1999: 315-322.

[11] Krupinsky J M, Berdahl J D, Schoch C L, et al. Leaf spot on switch grass (*Panicum virgatum*), symptoms of a new disease caused by *Bipolaris oryzae* [J]. Can J Plant Pathol, 2004, 26: 371-378.

[12] Graham G L, Peng G, Bailey K L, et al. Biocontrol science and technology [J]. 2006, 16(3): 271-280.

[13] 邓 欣, 万年峰, 朱亚芳, 等. 杂草生物防治现状与评估 [J]. 杂草科学, 2006(1): 15-17.

Deng X, Wan N F, Zhu Y F, et al. Stutas and assessment of biological control of weeds [J]. Weed Science, 2006(1): 15-17. (in Chinese)

[14] Alteri M A, Liedman M Z. Weed management in agroecosystems: ecological approaches [M]. Boca Raton Florida: CRC Press, 1998: 245-246.

[15] 李 新, 谢 明, 谭万忠, 等. 杂草生防真菌的研究进展 [J]. 中国生物防治, 2009, 25(1): 83-88.

Li X, Xie M, Tan W Z, et al. Research progress on fungi as weed biological control agents [J]. Chinese Journal of Biological Control, 2009, 25(1): 83-88. (in Chinese)