

DOI:10.11937/bfyy.201624027

不同生境中沙冬青豆荚螟的危害率及空间分布型

李雪婷, 杨益春, 张大治, 穆天兴, 余凤梅, 周 月

(宁夏大学 生命科学学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要:豆荚螟(*Etiella zinckenella*)是沙冬青(*Ammopiptanthus mongolicus*)种子的主要害虫。在宁夏灵武白芨滩自然保护区内选择了沙冬青自然生长(羊场湾样地、枣泉样地)和人工栽植(甜水河样地、马鞍山样地)2类生境的4个试验样地,调查了沙冬青豆荚螟幼虫的危害情况,研究了其空间分布型。结果表明:豆荚螟幼虫数量($2.015 \text{ 只} \cdot \text{荚}^{-1}$)、对豆荚的为害率(82.83%)在马鞍山样地最高,其次是甜水河样地($1.423 \text{ 只} \cdot \text{荚}^{-1}$, 64.83%)和羊场湾样地($1.218 \text{ 只} \cdot \text{荚}^{-1}$, 59.83%),枣泉样地最低($0.558 \text{ 只} \cdot \text{荚}^{-1}$, 32.00%),豆荚螟幼虫的数量和为害率在人工栽植生境显著高于自然散生生境,与沙冬青的种群密度呈正相关。基于频次分布指标、聚集度指标及回归分析显示,不论在人工栽植生境还是自然生长生境中沙冬青豆荚螟幼虫的空间分布型均呈聚集分布。沙冬青豆荚螟幼虫 Iwao 线性回归方程为 $M^* = 1.04066 + 0.56902M$ ($R=0.9251$),表明沙冬青种子害虫豆荚螟个体间相互吸引,种群分布的基本成分为个体群。

关键词:沙冬青;豆荚螟;种实害虫;危害率;空间分布型

中图分类号:S 436.43 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)24-0108-04

一定空间尺度上物种组成与分布格局是昆虫空间特征研究主要内容之一^[1],也是昆虫种群的重要特征之一,了解昆虫种群空间分布型,对正确制订调查方法和估计昆虫数量动态等有着重要意义^[2]。近10多年来,我国对昆虫种群空间分布格局的研究主要集中在为害农林作物的主要害虫及天敌上^[3]。沙冬青(*Ammopiptanthus mongolicus*)是砾质及沙砾质荒漠化草原的建群种,也是

古老的荒漠孑遗物种^[4],是国家首批重点保护的珍稀濒危植物。在我国主要分布于内蒙古狼山西段、鄂尔多斯西部、宁夏中北部和甘肃陇中的北部等荒漠半荒漠地区^[5],具有防风固沙、园林绿化、药用等多种实用价值,其种子富含油脂,在食品、化工、医疗保健等方面具有很大的挖掘潜力^[6-7]。在西部荒漠沙化区,豆荚螟(*Etiella zinckenella*)是危害柠条、苦豆子、砂生槐等沙生植物种子的主要害虫之一^[2,8-9],对沙生植物资源保护和产业化利用造成一定的影响^[2,8-10]。近些年来,课题组对宁夏中东部荒漠沙生植物种子害虫调查时发现,豆荚螟也是沙冬青的重要种子害虫。沙冬青以种子繁育为主,其种子库成为天然沙冬青种群更新和恢复的物质基础,决定着沙冬青种群的动态发展^[11],但有关豆荚螟对沙冬青种子的危害情况等及空间分布情况尚鲜见报道。该研究通

第一作者简介:李雪婷(1992-),女,硕士研究生,研究方向为动物生态与动物资源。E-mail:lixuetingnxu@163.com.

责任作者:张大治(1970-),男,博士,教授,现主要从事动物生态及动物资源等研究工作。E-mail:zdz313@nxu.edu.cn.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31560611);宁夏回族自治区大学生创新创业训练计划资助项目(20150142)。

收稿日期:2016-09-23

those of 'Jiujiangjiaoding', other morphological indexes (stem width and stem length) and stomatal density were higher than 'Jiujiangjiaoding', and no significant difference was found. Chlorophyll content of inbred line '112-2' was significantly higher than 'Jiujiangjiaoding'. While, there were significant difference in the morphological indexes (except for stem width), chlorophyll content, stomatal density and disease index of two kinds of pumpkin materials at 4 true leaf-fully expanded period. At the 2-4 true leaf-fully expanded periods, pumpkin materials (inbred line '112-2' and 'Jiujiangjiaoding') respectively existed a negative correlation with disease index and stomatal density, a significantly positive correlation with chlorophyll content; disease index showed a negative correlation with chlorophyll content or stomatal density. Therefore, the powdery mildew resistance of the inbred line '112-2' was stronger than that of 'Jiujiangjiaoding', which might be positively correlated with the chlorophyll content and stomatal density.

Keywords: *Cucurbita moschata* Duch.; morphological indexes; powdery mildew; chlorophyll content; stomatal density

过对自然生长和人工栽植生境中豆荚螟幼虫对沙冬青为害率进行调查,探讨其空间分布型,以期为该害虫的防治、科学合理的种植沙冬青提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

调查样地位于宁夏灵武中东部的荒漠半荒漠地区,该区域也是我国典型的荒漠类型国家级自然保护区宁夏灵武白芨滩国家级自然保护区所在地。选择沙冬青自然生长和人工栽植 2 类生境共 4 个试验样地,其中沙冬青自然生长生境的样地 2 个,1)羊场湾(YCW):地理坐标北纬 $37^{\circ}58'16'' \sim 37^{\circ}58'24''$,东经 $106^{\circ}33'38'' \sim 106^{\circ}33'50''$,海拔 1 359~1 360 m。该样地沙冬青的平均垂直高度(84.13 ± 2.31)cm,平均冠幅(67.33 ± 0.47)cm,平均地径(2.65 ± 0.19)cm。样地内有柠条、黑沙蒿、沙生针茅、毛叶紫菀木、赖草、苦豆子、角蒿、赖草等。2)枣泉(ZQ):地理坐标北纬 $37^{\circ}55'20'' \sim 37^{\circ}55'10''$,东经 $106^{\circ}31'57'' \sim 106^{\circ}31'55''$,海拔 1 372~1 362 m。该样地沙冬青的平均垂直高度(84.23 ± 5.25)cm,平均冠幅(67.40 ± 0.13)cm,平均地径(2.53 ± 0.09)cm,典型植被有:柠条、黑沙蒿、狗尾草、猪毛蒿等。人工栽植生境的样地有 2 个,3)甜水河(TSH):地理坐标北纬 $38^{\circ}05'38'' \sim 38^{\circ}05'30''$,东经 $106^{\circ}28'43'' \sim 106^{\circ}28'35''$,海拔 1 247~1 254 m,该样地的沙冬青是人工栽植的,呈带状分布。沙冬青平均垂直高度(136.40 ± 3.87)cm,平均冠幅(69.67 ± 0.26)cm,平均地径(2.96 ± 0.12)cm。样地周边是榆树、槐树等乔木及禾本科植物。4)马鞍山(MAS):地理坐标北纬 $38^{\circ}18'51'' \sim 38^{\circ}18'48''$,东经 $106^{\circ}23'59'' \sim 106^{\circ}24'03''$,海拔 1 156~1 161 m,该样地沙冬青呈带状分布,密集生长,沙冬青的平均垂直高度(91.60 ± 10.34)cm,平均冠幅(76.30 ± 0.17)cm,平均地径(3.08 ± 0.36)cm。样地周边是榆树、槐树、松树等乔木林及人工栽植牧草。

1.2 试验方法

于 2014 年 5—6 月沙冬青豆荚成熟前期(豆荚螟幼虫期),每隔 10 d 在各样地中按照棋盘式采样法,株间距离 3~5 m,共选取 30 株沙冬青。对样株沙冬青随机摘取不同方位的豆荚 20 枚,装入塑封袋中,标记好时间和地点,带回室内观察。同时用钢卷尺测量并记录样株的地径、垂直高度和冠幅以及分枝数等。样地内植被组成采用样方法($2\text{ m} \times 2\text{ m}$),记录样方内植物物种数、个体数、盖度、高度等。用直尺测量记录豆荚的长宽,在体视显微镜下剥离豆荚,观察记录荚内种实害虫数、豆粒数、受害豆粒数,观察记录蛀孔数,收集并饲养荚内种实害虫及其天敌。

1.3 项目测定

由于在野外采集豆荚装入塑封袋后,荚内部分豆荚螟会咬穿豆荚,逃离到外部,因此在统计豆荚螟的数量

时将豆荚的蛀孔数也计算在内。豆荚螟对豆荚为害率(%)=被害豆荚数/总豆荚数 $\times 100$ 。豆荚螟空间分布型是根据豆荚螟的数量,将调查田块数据整理成频次分布表,计算各参数指标。根据聚集指标法检验种群的空间分布型、聚集强度等^[12-13]。

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 2007、DPS(v14.5)软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 沙冬青种子害虫的为害率

2.1.1 不同生境下沙冬青豆荚螟的数量 在人工栽植和自然散生生长 2 类生境的 4 个样地中,单因素方差分析显示豆荚螟的幼虫数量存在显著差异($F_{(3,36)} = 16.133, P=0$)(图 1)。人工栽植生境的豆荚螟数量普遍高于自然散生生长生境,其中 MAS 样地的豆荚螟幼虫数最高,平均有 2.015 0 只 \cdot 荚 $^{-1}$,其次是 TSH 样地(单荚平均有 1.423 3 只),自然散生生长生境中的 ZQ 样地豆荚螟数量相对最少,YCW、ZQ 2 个样地的平均每荚的豆荚螟分别为 1.218 3 只和 0.558 5 只。

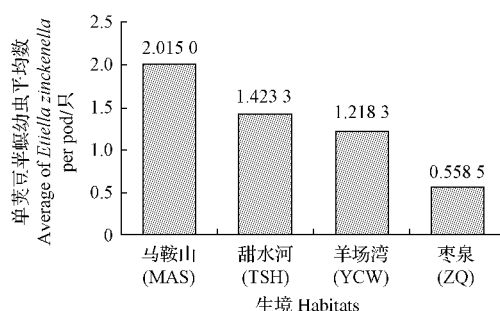


图 1 不同生境中豆荚螟数量

Fig. 1 Individuals of *E. zinckenella* in different habitats

2.1.2 不同生境下沙冬青豆荚的受害率 在人工栽植和自然散生生长 2 类生境的 4 个样地中豆荚螟幼虫对沙冬青豆荚的为害率结果显示(图 2),人工栽植生境的豆荚受害率(平均 73.83%)普遍高于自然散生生长生境的豆荚(平均 45.92%)。其中马鞍山样地的豆荚受害率最高,达到 82.83%,其次甜水河样地(64.83%),自然散生

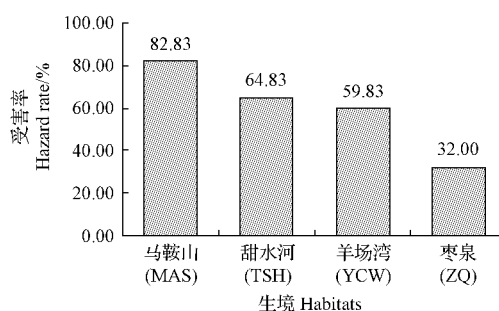


图 2 不同生境中沙冬青豆荚的受害率

Fig. 2 Hazard rate of pods in different habitats

生长生境中的枣泉样地豆荚受害率相对最低(32.00%)。

2.2 沙冬青种子害虫的空间分布型

2.2.1 基于频次分布法的空间分布型 将经过调查所取得沙冬青豆荚螟幼虫的数据以每块样地为1组,整理成频次分布表,并计算出每块样地豆荚螟的平均数(m)、方差(S^2)。由表1可知,在4个样地中,枣泉样地未受到豆荚螟危害的豆荚数所占比例最高,马鞍山样地沙冬青豆荚受到的危害程度最为严重。4个样地 S^2/m 的值均大于1,基于频次分布检验的4个样地中沙冬青豆荚螟幼虫的空间分布型均呈聚集分布。

2.2.2 基于种群聚集强度指标的空间分布型 采用6种不同的聚集度指标判断4个样地豆荚螟的空间分布型,由表2可知,在马鞍山、甜水河、羊场湾、枣泉4块样地中, $M^*/M > 1$,且 $C > 1, I > 0, K > 0, C_a > 0$,均符合聚集分布的检验标准,表明沙冬青豆荚螟幼虫无论是在人工栽植生境还是在自然散生生境,其空间分布型均为聚集分布。

表1 沙冬青豆荚螟田间调查实测频次

Table 1 Measured frequency of field investigation of seed pests of *A. mongolicus*

豆荚螟幼虫数 Number of larva of <i>E. zinckenella</i>	样地 Plots			
	马鞍山 (MAS)	甜水河 (TSH)	羊场湾 (YCW)	枣泉 (ZQ)
0	103	211	241	407
1	129	156	139	95
2	169	110	123	67
3	107	58	56	26
4	56	39	31	2
5	22	15	6	2
6	11	6	4	0
7	3	3	0	0
8	0	2	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	1
平均数(m) Average	2.015 0	1.423 3	1.218 3	0.558 3
方差(S^2) Variance	2.205 1	2.324 7	1.726 9	0.988 2
S^2/m	1.094 3	1.633 3	1.417 5	1.770 0
空间分布型 Distribution pattern	聚集分布	聚集分布	聚集分布	聚集分布

表2 沙冬青豆荚螟幼虫空间分布型及相关指标参数

Table 2 *Etiella zinckenella* spatial distribution type and related parameters of *A. mongolicus*

样地 Plots	拥挤度 M^* Index of mean crowding	I 指标 I index	M^*/M 指标 Index of Mean crowding/ Mean density	C_a 指标 C_a index	扩散系数 C Diffusion coefficient	K 指标 K index	λ
马鞍山(MAS)	2.109 3	0.094 3	1.046 8	0.046 8	1.094 3	21.358 4	2.630 2
甜水河(TSH)	2.056 6	0.633 3	1.445 0	0.445 0	1.633 3	2.247 4	3.005 1
羊场湾(YCW)	1.635 8	0.417 5	1.342 7	0.342 7	1.417 5	2.918 3	2.628 0
枣泉(ZQ)	1.328 3	0.770 0	2.379 2	1.379 2	1.770 0	0.725 0	2.307 2

2.2.3 空间分布格局的回归检验 根据 Iwao 的回归方程计算得到沙冬青豆荚螟的线性回归方程为 $M^* = 1.040 66 + 0.569 02M$ ($R=0.925 1$),由于回归方程中的 $\alpha=1.040 66 > 0$,说明沙冬青种子害虫豆荚螟个体间相互吸引,而方程中的 $\beta=0.569 02 < 1$,说明沙冬青种子害虫豆荚螟的种群分布的基本成分为个体群。利用 Taylor 的幂法则检验,得出沙冬青豆荚螟的对数回归方程为 $\lg(v)=0.185 80+0.684 71 \times \lg(M)$ ($R=0.948 8$),方程中 $\lg a=0.185 80 > 0$,且 $b=0.684 71 < 1$,即在枣泉、甜水河、马鞍山、羊场湾4块样地中沙冬青豆荚螟幼虫的空间分布型呈聚集分布。

2.2.4 聚集原因分析 由负二项分布所表示的昆虫种群在空间的聚集原因,它既能由于昆虫的聚集习性活动来形成,又可由环境的差异形成。应用 Blackith 的种群聚集数(λ),检验沙冬青豆荚螟的聚集原因。在4个景观样地斑块中,甜水河、马鞍山、羊场湾和枣泉4个样地的 λ 值均大于2(表2),说明这4个样地中豆荚螟空间分布型为聚集分布的原因是由于昆虫行为习性所造成的。通过以上分析可以看出,豆荚螟的聚集成因出于行为习性有关系外,同时与虫口密度关系密切,其随虫口密度的增大聚集原因与自身行为习性关系越明显。

3 讨论

3.1 豆荚的受害率与沙冬青密度的关系

从该试验豆荚螟幼虫对沙冬青豆荚的危害情况看,人工栽植生境下的沙冬青豆荚螟种群数量明显高于自然散生生境,为害率明显高,这与沙冬青种群密度存在着一定的相关性。在人工栽植生境中,沙冬青的盖度达到95%~98%,沙冬青株间基本没有其它植被;而在沙冬青自然散生生境中,其盖度仅占生境植被的9%~15%。沙冬青的密度大,有利于豆荚螟在沙冬青株间的扩散,反之,则对其扩散受到一定的限制。

危害柠条、苦豆子、砂生槐等种子害虫的豆荚螟在空间分布上有的呈聚集分布^[2,9],有的呈均匀分布^[8]。该试验中,沙冬青豆荚螟幼虫空间分布型在2类生境中均呈聚集分布。自然生长的生境下的2个样地羊场湾、枣泉中均呈聚集分布,这与沙冬青自然生长下的特征相符合,这2个样地的沙冬青散生呈点斑状分布,株距间隔较大,因此这种资源分布的不均匀使得豆荚螟幼虫呈现聚集分布。在2个人工种植生境下的样地豆荚螟幼虫呈聚集分布,该样地的沙冬青呈条带状分布,但是有公路、林带等将其隔离,这对豆荚螟的扩散造成一定的影响,因此也表现为聚集分布。

3.2 生境异质性与沙冬青豆荚的受害率

普遍认为物种空间分布格局受生境的影响,其形成格局的原因和过程,已经成为生态学者广泛关注的问题^[14]。很多研究表明,景观内斑块的大小、形状和多样性影响着物种的生存与发展,影响着物种丰富度的分布格局^[15-16]。该试验研究结果表明,生境异质性在一定程度上与沙生植物害虫的危害率具有相关性。可以从2个方面来分析,一方面在4个试验样地中,2个沙冬青自然散生样地植物的多样性明显高于2个人工栽植样地,生境异质性高,害虫发生量相对较小,沙冬青豆荚受害率相对较小。而在人工栽植样地的沙冬青密度大,其它植物种数相对较少,生境异质性低,害虫发生量大,沙冬青豆荚危害率越大。另一方面,与沙冬青豆荚螟的生活习性有一定的关系,在研究中发现,危害沙冬青的豆荚螟与危害柠条的豆荚螟属于同一物种,沙冬青花期及结荚时间与柠条的花期及结荚时间很相近,在自然散生样地中,除了沙冬青外还散布着柠条,由于有柠条的存在,从而减轻了豆荚螟对沙冬青种子的危害。而人工栽植生境则不同,周边其它豆科植物稀少,多为乔木或草本植物,豆荚螟的其它寄主植物稀少,因此对沙冬青的危害率相对较高。另外,4个样地的干扰情况也不同,人工栽植生境外界的干扰程度明显较自然散生样地的高,适度的干扰促进了豆荚螟扩散与繁殖,这是否符合生态学中的中度干扰说还有待于进一步验证。

参考文献

[1] 李哲,季荣,谢宝瑜,等.论昆虫空间生态学研究[J].昆虫知识,2004,

41(1):1-6.

[2] 张大治,陈小蔚.柠条豆荚螟及其天敌空间分布格局的地统计学分析[J].江苏农业科学,2012,40(10):108-110.

[3] 张聪,葛星,赵磊,等.双斑长跗萤叶甲越冬卵在玉米田的空间分布型[J].生态学报,2013,33(11):3452-3459.

[4] 郭清华,胡从从,贺学礼,等.蒙古沙冬青伴生植物AM真菌的空间分布[J].生态学报,2016,36(18):5809-5819.

[5] 王雄.濒危植物沙冬青害虫及其防治研究[D].呼和浩特:内蒙古师范大学,2003.

[6] 郭生祥,刘志银,郝昕.沙冬青的研究进展[J].甘肃林业科技,2005,30(4):5-8.

[7] 刘美芹,卢存福,尹伟伦.珍稀濒危植物沙冬青生物学特性及抗逆性研究进展[J].应用与环境生物学报,2004,10(3):384-388.

[8] 郭晶静,张大治,杨婷婷,等.荒漠风沙区苦豆子种子害虫的空间分布型[J].江苏农业科学,2012,40(10):111-113.

[9] 王文娟,方江平,刘一岑,等.西藏砂生槐林地豆荚螟幼虫空间分布格局[J].河南农业科学,2010(9):83-87.

[10] 王文娟,唐小琴,孟长军,等.砂生槐种子害虫危害损失率及防治指标研究[J].北方园艺,2012(2):143-145.

[11] 张进虎,王翔宇,张亮霞,等.天然沙冬青土壤种子库特征研究[J].中国农学通报 2013,29(22):78-82.

[12] 丁岩钦.昆虫种群数学生态学原理与应用[M].北京:科学出版社,1980:92-118.

[13] 徐汝梅,成新跃.昆虫种群生态学[M].北京:科学出版社,2005:21-36.

[14] 陈玉福,董明.生态系统的空间异质性[J].生态学报,2003,23(2):346-352.

[15] 侯笑云,宋博,赵爽,等.黄河下游封丘县不同尺度农业景观异质性的对鞘翅目昆虫多样性的影响[J].生态与农村环境学报,2015,31(1):77-81.

[16] 王晶,吕昭智,殷飞.干旱区景观异质性地表甲虫多样性的影响[J].环境昆虫学报,2016,38(1):67-76.

Damage Rate and Spatial Distribution Type of *Etiella zinckenella* on *Ammopiptanthus mongolicus* in Different Habitats

LI Xueting, YANG Yichun, ZHANG Dazhi, MU Tianxing, YU Fengmei, ZHOU Yue
(College of Life Science, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: *Etiella zinckenella* is one of main pests of *Ammopiptanthus mongolicus*. Taking the desert landscape in Ningxia Lingwu Baijitan Nature Reserves as the background, four plots of *A. mongolicus* lands with the habitat types of natural growing (Yangchangwan plot, YCW; Zaoquan plot, ZQ) and artificial planting (Tiangshuihe plot, TSH; Ma'anshan plot, MAS) were selected as study sites to investigate the damage rate and its spatial distribution type of *E. zinckenella*. The results showed that larva individual and damage rate of *E. zinckenella* in MAS was the highest (2.015 individuals per pod, 82.83%), followed by the TSH (1.423 3 individuals per pod, 64.83%) and YCW (1.218 3 individuals per pod, 59.83%). ZQ was the lowest (0.558 5 individuals per pod, 32.00%). Artificial planting habitats were significantly higher than natural growing habitats. The individual number and damage rate of *E. zinckenella* was positively correlated with the density of *A. mongolicus*. Based on multiple stepwise regression analysis, damage rate were positively correlated with the length, breadth and number of seed of per pod. Based on frequency distribution indices, aggregation analysis indices and regression analysis showed that spatial distribution pattern of *E. zinckenella* larvae were belong to aggregating distribution regardless of in artificial planting habitats or natural growing. The Iwao model of larvae of *E. zinckenella* was $M^* = 1.040\ 66 + 0.569\ 02M$ ($R = 0.925\ 1$), indicated that basic composition of the *E. zinckenella* distribution was individual population. And the different individual had mutual affinity with each other.

Keywords: *Ammopiptanthus mongolicus*; *Etiella zinckenella*; seed pests; damage rate; spatial distribution pattern