

拟长毛钝绥螨与砾砂叶螨 相互作用的实验研究 ——干扰作用和搜寻效率

周爱农

(上海市农业科学院)

张孝羲

(南京农业大学植保系)

摘 要

在猎物卵不同密度下, 拟长毛钝绥螨(*Amblyseius pseudolongispinosus*)随其种群密度的增加(不超过10头/叶片), 个体之间不存在干扰作用; 捕食螨的搜寻活动和产卵分布对猎物分布的变动有一定的时滞性; 聚集行为往往是由于某些生境中猎物被消耗殆尽后引起的, 这与捕食螨在猎物卵不同密度下的扩散作用和干扰作用较弱有关。

关键词: 钝绥螨, 干扰作用, 聚集作用, 搜寻效率。

一个有效的捕食者不仅在猎物高密度下具备较强的捕食能力和繁殖能力, 还能够充分适应猎物繁盛的栖境, 并迅速跟随猎物在自然栖境中数量空间分布的变动而改变其空间分布^[1]。拟长毛钝绥螨(*Amblyseius pseudolongispinosus*)已经成功地用于蔬菜和棉花等经济作物上害螨的防治释放^[2]。该种喜栖高温高湿生境, 雌成螨一生具有多次交配习性, 且捕食能力较强^[3]。但捕食能力强并不等同于有较强的搜寻能力。因此, 本文主要着眼于这种捕食者的搜寻能力对自身密度之反应以及对猎物分布之反应, 旨在进一步评价某种群自身调节能力。

一、材料和方法

试验虫源的饲养程序, 水圈试验单元的设置方法以及一般实验设备条件保持不变^[3], 以完成第一次交配后2—8天的雌成螨作为受试个体。

捕食螨扩散过程的实验模拟: 在15cm培养皿内放一块相应大小的、厚度1cm的泡沫塑料, 吸足水分后表面覆盖一层黑布, 黑布中央放置一张4cm×4cm玻璃纸, 四边与直径2cm圆形大豆叶片的叶脉端点相连, 叶片周围以及叶片之间玻璃纸边缘均用细脱脂棉条环绕。培养皿内保持适当水层, 尽可能使得叶脉端尖与玻璃纸之间无水液隔离(见图1)。

本文于1989年3月31日收到。

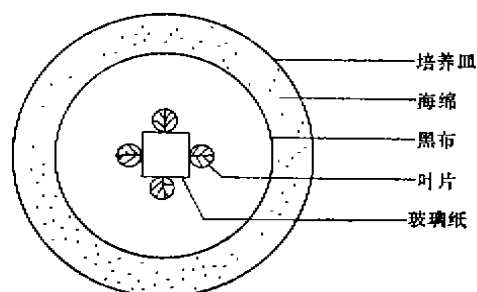


图1 扩散模拟装置俯视图

Fig.1 The vertical view of the dispersion-simulated device

二、结果和分析

1. 捕食者的捕食能力对其种群密度的反应

于每张水围叶片内设置三种猎物卵密度: 100、150 和 200, 捕食螨密度由 2 头逐渐增至 10 头, 作用 24 小时后观察各叶片上猎物的残留量, 结果如表 1 所示。

在每种猎物密度下, 随着捕食螨密度增加, 被捕食的猎物总数增加; 随着猎物密度增加, 猎物数量消耗达到极大水平(猎物残留量 < 10 粒卵/单元) 所要求的捕食螨密度也相应提高。猎物密度 100 粒时约需 6 头捕食螨即可使猎物数量降为 5.02 粒; 猎物密度为 150 时约需 10 头才使之降为 6.80 粒, 有理由认为在猎物密度 200 粒则需要更高的捕食螨密度。

表 1 26℃ 下各水围叶片上的猎物残留量(头)
Table 1 Mean number of prey remaining at each patch at 26℃

捕食螨密度 (头)	2	3	4	5	6	8	10
猎物密度(粒)							
100	66.20	50.20	41.24	20.50	5.02	14.32**	0.21
150	118.74	107.01	*	*	*	26.64	6.80
200	166.12	152.45	133.80	127.50	94.10	76.00	30.70

* 因捕食螨逃逸数据不全; ** 这是一个偏异点, 具体原因不详。
表中数据为 7—10 次重复的均值。

为了分析捕食者自身密度对个体攻击率的影响, 上述资料可用 Hassell 和 Varley (1969) 模型进行对数直线回归^[1]。

图 2 表明了捕食螨的搜寻效率与自身密度的关系。在 3 种猎物密度下, 搜寻效率与捕食者密度皆为正相关, 即随着捕食者自身密度的增加, 搜寻效率反而增加, 这说明个体之间不存在干扰作用。另外, 随着猎物密度增加, 捕食螨的搜寻效率下降。当猎物密度为 100 粒时, 随着捕食螨密度增加, 猎物消耗率加快, 存活猎物愈来愈少, 自捕食者密度超过 6 头 ($\log 0.78$) 后, 搜寻效率急剧下降, 这显然是由于食物短缺引起的; 猎物密度高达 200 粒时, 捕食者的攻击力反有减弱, 这可能是因为捕食螨在满足营养需求后搜寻时间缩短, 以避免个体之间的频繁接触。

2. 对猎物稳定分布的反应

在玻璃纸四边各放一张叶片, 猎物密度分别为 20, 30, 50 和 100 粒。于玻璃纸中央同时接入 20 头捕食螨, 在前 5 小时内每隔 15 分钟记载一次捕食螨在各小区的分布数量, 此后每隔 4 小时观察一次, 24 小时后调查各小区中被捕食的猎物数。共设 5 个重复。若有逃逸, 重新开始处理。

捕食螨在各小区的分布比例随作用时间的变化如图 3 所示。在前 5 小时内捕食螨在各叶

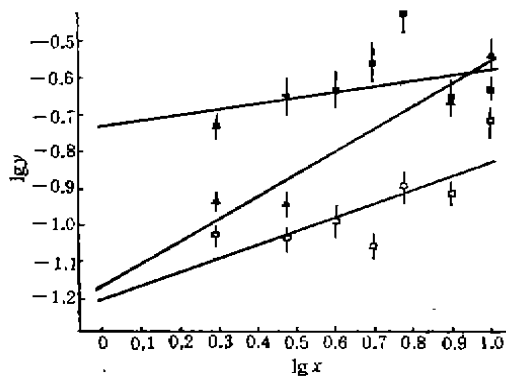


图2 雌成螨密度(x)与发现面积(y)的对数回归关系(26°C),

(●, ▲, □分别代表猎物密度为100, 150和200粒)
Fig.2 Relationships between the Log area discovery and Log predator density for mated adult female of *A. pseudolongispinosus* at various densities of prey eggs

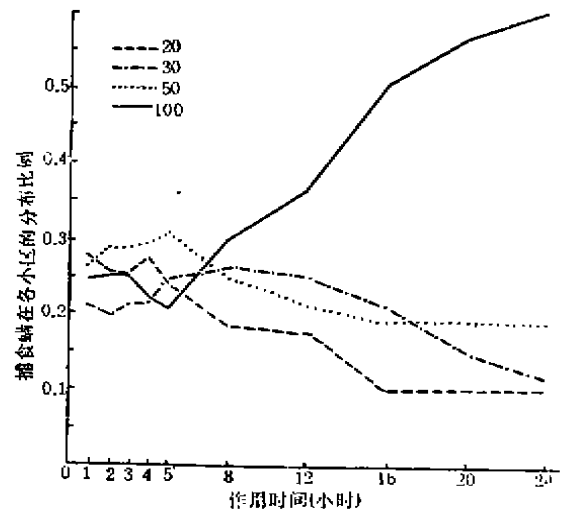


图3 捕食螨在各小区的分布比例随作用时间的变化(26°C)

Fig.3 The distribution of search effort of mated adult female of *A. pseudolongispinosus* in relation to various periods of interactions

片上的分布比较均匀,且变动不明显;随着作用时间的延长,低密度小区中的个体逐渐向高密度小区(100粒)转移,24小时后在该小区的分布数量占60%以上。若比较一下捕食螨在前5小时和24小时内于各小区的平均分布比例(如图4),则上述结果似乎更为明显。捕食螨在24小时后于各小区的分布数量随着猎物初始密度的增加而增加。24小时后在上述4小区(猎物初始密度由低到高)中所残留的猎物数分别为 0.78 ± 0.56 , 0.86 ± 0.42 , 1.25 ± 0.94 和 19.45 ± 6.38 粒,因此有理由认为捕食者在释入后前5小时内并未对猎物分布作出明显反应,直到猎物数量消耗殆尽后才开始迁出原先的生境。

3. 对猎物变动分布的反应

在玻璃纸每边设置2张叶片,按1—8依次编号,试验持续5天,其中3—6小区始终保持空白(无猎物),小区1、2、7和8中的猎物卵数在各天的变化分别为150-100-50-0-0, 150-50-0-0-0, 0-100-150-150-150和0-50-100-150-150;在玻璃纸中央接入8头捕食螨,此后连续观察5小时,每隔15分钟记载各小区中捕食螨的数量,24小时后调查被捕食的猎物数并同时改变猎物在各小区的分布状态,重复上述观察过程,直至试验结束。猎物分布变动时,捕食螨仍保持在原来的小区中,共设5个重复。

捕食螨每天在各小区的停留时间如图5所示。先看1、2小区,捕食者在这2个小区的集中取食活动分别维持了3天和2天,而猎物密度的变动分别为150-100-50和150-50;随着猎物密度进一步减少(皆降为0),捕食者在这2个小区的停留时间逐渐缩短为0。再看7、8小区,随着猎物数量增加,捕食者的停留时间逐渐增加。至于其它4个空白小区,捕食者的停留时间均较短。因此,随着猎物分布的变动,捕食螨在5天内的搜寻活动主要集中于猎物分布小区,也就是说,捕食螨能随着猎物分布的变动重新调整搜寻活动。

捕食者每天前5小时内经过各小区的比例如图6所示。分析表明,在小区1和2,随着

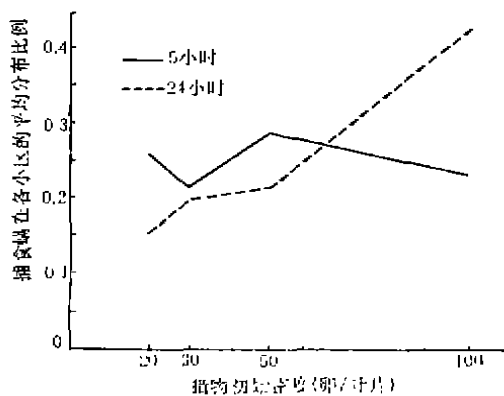


图4 捕食螨的分布与猎物初始密度的关系

Fig.4 The distribution of search effort of mated adult female of *A. pseudolongispinosus* in relation to the number of prey per patch

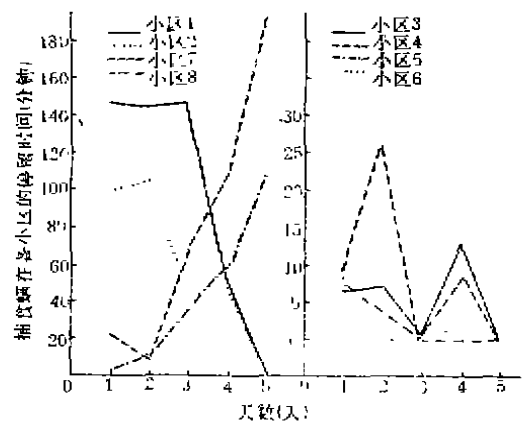


图5 捕食螨每天在各小区的搜寻时间分布

Fig.5 Distribution of search effort of mated adult female *A. pseudolongispinosus* in the eight patches on each day

猎物密度下降,捕食者的经过次数逐渐增加(1—3)天,而在7、8小区,随着猎物密度增加,捕食者的经过次数并无明显增加,直至最后一天,猎物分布趋于稳定时才显著增加。这说明捕食者在各小区的分布变动与猎物分布变动之间相差1—2天,即捕食螨的搜寻活动对猎物分布变动的反应有一定的时滞性。

捕食螨每天在小区1、2、7和8的捕食量和产卵量如图7所示。显然,各小区被捕食的

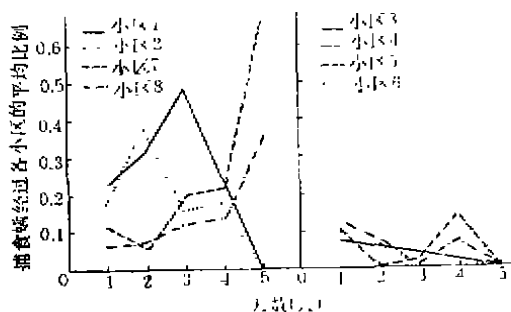


图6 捕食螨每天前5小时内经过各小区的比例

Fig.6 Mean proportion of visits by mated adult female of *A. pseudolongispinosus* to the eight patches on each day

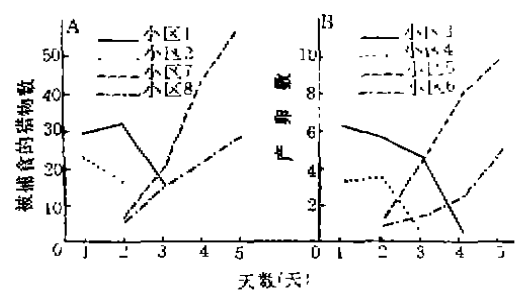


图7 捕食螨在不同小区的日捕食量和产卵量

Fig.7 Mean number of prey killed (A) and mean number of eggs laid (B) per mated adult female of *A. pseudolongispinosus* in the patches on each day

猎物数量的变化反映了捕食者对猎物分布变动在各小区搜寻时间的分配。注意第2天,小区1和7的猎物密度相同,但在小区1被捕食的猎物数要比在小区7多得多。捕食者的产卵活动显然与捕食有一定的联系,其着卵量与猎物分布密度呈正相关。值得指出的是捕食螨在空白小区的日均着卵量为1.50粒(为避免线条过多,未于图中标出)。因此,捕食螨的产卵位置随猎物分布的变动而改变,但并不是都产于有猎物分布或曾有过猎物分布的小区中。试验中还发现有2粒卵产在中央的玻璃纸上。

讨 论

在不同密度猎物卵下,拟长毛钝绥螨随着其种群密度增加,相互之间不存在捕食上的干扰作用,这可能是由于叶螨卵缺乏活动性,捕食螨饱食后通常呈静息状态,以致个体相遇率较低;或者可以设想在叶螨卵高密度下,捕食螨可能必须在更高密度(>10 头/叶片)下才会产生干扰作用。而捕食螨在猎物若螨不同密度下对自身密度的反应可能要比上述反应复杂得多,干扰作用阈值也可能比较低(留待进一步研究)。

拟长毛钝绥螨对猎物变动分布的反应有一定的时滞性,即在某些栖境猎物数量急剧下降时,仍有一些个体滞留在该生境内觅食,只有当猎物数量持续下降至最低水平时,才发生扩散行为。也就是说,该种捕食者发现一个比较有利的栖境后常常削弱了对其它栖境的搜寻活动,因而限制了扩散能力,加之不易辨识各种栖境内的猎物分布,从而造成了卵分布与猎物分布存在一定程度的脱节。事实上,捕食螨甚至有在没有猎物分布过的栖境内产卵,这种行为不但限制了捕食与猎物的相遇率,且削弱了后代生存力,因而对捕食者的数值反应将有一定的制约作用。应该强调,雌成螨具有多次交尾习性^[3],因而雄螨的扩散能力对数值反应有着重要作用。如前所述,猎物卵不具有活动性,捕食者取食后常呈静息状态,而猎物若螨可能有刺激取食作用,故猎物虫态也很可能对其扩散过程产生一定程度的影响。

拟长毛钝绥螨对猎物稳定分布的反应表明:在与猎物相互作用早期的搜寻活动通常并不集中在高密度猎物分布的栖境,而是呈随机分布;当相互作用过程持续下去时,某些生境内猎物数量急剧下降引起捕食者迁出,在猎物初始密度较高的生境内就聚集了较高密度的捕食者,但这并不说明该螨具有一定程度的聚集行为。在一定猎物分布下真正表现出聚集行为的捕食者,在相互作用早期就集中在猎物高密度分布的栖境内搜寻,搜寻个体间的频繁接触引起相互干扰,使某些个体离开这类栖境,这有助于避免对个别栖境内猎物的过度取食^[4],当相互作用持续下去时,猎物消耗至一定程度引起捕食者迁出原先非常有利的栖境,从而在各栖境中的分布逐渐趋于均匀^[5]。拟长毛钝绥螨在猎物卵各种密度下,个体间不存在干扰作用,扩散能力较弱,只有在猎物数量消耗殆尽,捕食者处于饥饿水平时才发生扩散。

理论研究表明,天敌具有以下搜寻特征可使害虫种群稳定控制在较低水平:(1)内禀搜寻效率高;(2)与生活史有关的处理时间短;(3)具有一定程度的干扰作用和一定程度的聚集作用^[6]。显然,拟长毛钝绥螨虽具备前2个特征,但缺乏第3个特征,而这恰恰是影响捕食者-猎物相互作用系统稳定性的最重要的因素。

参 考 文 献

- [1] Hassell, M. P., and G. C. Varley, 1969, New inductive population model for insect parasites and its bearing on biological control. *Nature*, 223: 1133—1137.
- [2] Xin, J. L., L. R. Liang and L. S. Ke, 1984, Biology and utilization of *Amblyseius pseudolongispinosus* (Acarina: Phytoseiidae) in China. *Acarology* ■ Vol. 2, 893—898pp., edited by D. A. Griffith and C. E. Bowman.
- [3] 周爱农, 张孝羲, 1989, 拟长毛钝绥螨的生物学特性研究, 生物防治通报 5(4):155—156.
- [4] Hassell, M. P., 1971, Mutual interference between searching insect parasites. *J. Anim. Ecol.* 40:473—486.
- [5] Eveleigh, E. S. and D. A. Chant, 1982, Experimental studies on acarine predator-prey interactions: distribution of search effort and predation rates of a predator population in a patchy environment (Acarina: Phytoseiidae). *Can. J. Zool.* 60:3001—3009.
- [6] Hassell, M. P. and R. M. May, 1973, Stability in insect host-parasite model. *J. Anim. Ecol.* 42: 693—726.

EXPERIMENTAL STUDIES ON ACARINE PREDATOR-PREY INTERACTIONS INTERFERENCE AND SEARCHING EFFICIENCY (ACARINA: PHYTOSEIIDAE)

Zhou Ai-Nong

Zhang Xiao-Xi

(Department of Plant Protection, Nanjing Agricultural University)

This paper revealed that there was no interference with the density of predacious phytoseiid mite, *Amblyseius pseudolongispinosus*, increased. Its searching effort and egg distribution usually lagged behind the changeable prey distribution. The predator aggregated only when prey got scarce in some patches, owing to its poor dispersion and internal interference.

Key words: phytoseiid mite, interference, aggregation, searching efficiency.