

针叶小爪螨密度效应研究 DENSITY-DEPENDENT EFFECT OF *Oligonychus* *ununguis* (JACOBI)*

周成刚 孙绪良 刘振宇 乔鲁芹
Zhou Chenggang Sun Xugen Liu Zhenyu Qiao Luqin

(山东农业大学林学院, 泰安, 271018)

(Forestry College, Shandong Agricultural University, Taian, China, 271018)

梁康连✓

Liang Kanglian

(泰山管委森保站)

(Department of Forest Protection, Management Committee of Mount Tai)

5763.46

针叶小爪螨 *Oligonychus ununguis* (Jacobi) 在北方是危害板栗、麻栎等壳斗科树木的一种重要害螨, 以活动螨在叶片正面刺吸汁液, 危害后叶片失绿, 严重时变褐色、硬化甚至焦枯, 致使树势衰弱, 严重影响了树木生长, 危害板栗时造成板栗减产。孙绪良等对针叶小爪螨的生物学、发生规律、预测预报方法、药剂防治以及生态因子的影响等进行了一系列研究^[1~6], 但对该螨的密度效应研究, 尚未见报道。

针叶小爪螨是典型的 r -对策节肢动物, 其特点是繁殖力强, 世代周期短, 主动扩散能力有限, 常常在短期内就形成较高的种群密度, 是调节种群数量的重要因子。种群内部由于争夺食物和生存空间, 存在着强烈的竞争, 从而调节着种群数量的增减, 而种群密度又起着制约作用。当种群密度达到一定范围时可以导致个体生育力的降低, 也可以通过食物的缺乏或恶化, 相互干扰的增加, 或由于种内竞争的加强等使其抗性降低, 从而增加死亡率。为了进一步探讨针叶小爪螨种群动态机制, 笔者于1995-04-05采用实验室饲养的方法, 研究了针叶小爪螨各个发育阶段的密度效应, 现将结果报告如下。

1 材料与方法

以从泰山普照寺采集的无病虫害的干净麻栎叶片作为饲养材料, 同地采集的针叶小爪螨为虫源。

1.1 卵期和幼、若螨期的密度效应

采用海绵水盘法^[1]进行饲养, 控制有效叶片面积为 $4 \times 2 \text{ cm}^2$ 的小长方形。将成螨(称为接入的成螨)接于叶盘上产卵24 h后移去, 在双筒解剖镜下检查每叶盘卵数, 使叶盘卵数分别固定在20~200粒范围内, 等差大约20粒, 每一密度重复2~3次, 然后将叶盘放入室内(温度25~27℃, 相对湿度70%左右)。卵孵化后, 逐日在双筒解剖镜下观察记载各螨态存活个体数, 直到成螨羽化完毕为止, 所羽化出的成螨为当代成螨。

1.1.1 卵密度与死亡率的关系 将未孵化的卵视为死亡的卵数, 分别用方差分析和 Morris 的回归分析法^[7]判断卵期密度效应。

1.1.2 幼、若螨期初始密度与死亡率的关系 以孵化的卵作为幼、若螨的初始密度, 将羽化的成螨作为

* 致谢: 范贞杰、乔令梅参加部分工作, 特此致谢。

收稿日期: 1995-10-16, 修改稿收到日期: 1996-09-08。

幼、若螨存活的个体数,则死亡数=幼、若螨初始密度-羽化成螨数,用和判断卵期密度效应相同的方法判断幼、若螨期的密度效应。

1.2 幼、若螨密度对成螨性比的影响

1.2.1 对当代成螨性比的影响 比较不同幼、若螨初始密度下所羽化的当代成螨性比的差异。

1.2.2 对 F_1 代成螨性比的影响 将幼、若螨初始密度分为高、低两个密度类型。高密度类型为每叶盘150头以上,低密度类型为每叶盘50头以下。从两个密度类型中分别转移当天羽化的雌成螨至新设置的叶盘中产卵24 h 后移出,控制每叶盘卵数50粒,高密度类型重复4次,低密度类型重复6次。饲养观察每叶盘中羽化成螨(为 F_1 代成螨)的雌、雄数,统计其性比。

1.3 幼、若螨和成螨密度对产卵量的影响

分别从幼、若螨高初始密度和幼、若螨低初始密度的叶盘中挑取刚羽化交配后的雌成螨接于叶盘上。雌成螨分别设置5、20头/盘两个密度水平,重复两次。逐日记录每盘中的产卵数。

1.4 密度对滞育的影响

调查不同螨口密度(22.5、58.0、98.3头/盘),从卵饲养至成螨时滞育性雌成螨产生的比率。

2 结果与分析

2.1 卵期和幼、若螨期的密度效应

2.1.1 卵密度与死亡率的关系(见表1) 对卵期不同密度下的死亡率(见表1)进行方差分析,得 $F = 0.4425 < F_{0.05} = 2.49$, 据此认为在95%的可靠性下,在20~200粒/盘的密度范围内,针叶小爪螨的卵期不存在密度效应。

根据 Morris 的回归分析法求得:

$$\lg N'_1 = 0.04094 + 1.0062 \lg N_1 \quad (r = 0.9994^*)$$

其中, N'_1 为幼螨密度(卵孵化数), N_1 为卵初始密度。

由于回归系数 $b = 1.0062 \approx 1$, 可以认为针叶小爪螨卵期不存在密度效应。

由表1也可以看出,在实验室饲养的条件下,不管是高密度还是低密度,针叶小爪螨卵的孵化率均较高,在88.86%~97.29%之间,平均可达93.62%。

2.1.2 幼、若螨初始密度与死亡率的关系 对不同幼、若螨密度下的死亡率(见表2)进行方差分析,得 $F = 3.05 > F_{0.05} = 2.59$, 故在95%可靠性下,不同幼、若螨密度下的死亡率存在显著差异,可以认为幼、若螨期存在密度效应。

表1 不同卵密度下的孵化率和死亡率

Table 1 Hatching and death rate under different density of eggs

平均密度(粒/盘)	孵化率(%)	死亡率(%)
Average density	Hatching rate	Death rate
22.5	94.00	6.00
43.7	88.86	11.14
58.0	93.17	6.83
73.3	97.29	2.71
98.3	95.84	4.16
119.7	93.52	6.48
134.0	91.11	8.89
158.0	95.16	4.84
185.0	93.77	6.23
192.0	93.55	6.45

表2 不同幼、若螨密度下的死亡率和成螨羽化率

Table 2 Death and emergence rate under different density of larvae and nymphs

平均密度(头/盘)	死亡率(%)	羽化率(%)
Average density	Death rate	Emergence rate
21.2	38.18	61.82
38.8	37.15	62.85
54.0	37.92	62.08
71.3	35.59	64.41
94.2	39.01	60.99
111.9	59.55	40.45
121.9	48.66	51.34
150.3	46.94	53.06
176.5	59.06	40.94

用 Morris 的回归分析法求得:

$$\lg N'_2 = 0.07646 + 0.8215 \lg N_2 \quad (r = 0.9711^*)$$

其中, N'_2 为幼、若螨初始密度, N_2 为羽化出的成螨密度。

由于回归系数 $b=0.8215<1$, 认为针叶小爪螨幼、若螨期存在明显的密度效应。

上回归式变形后, 得到幼、若螨期存活率(N'_2/N_2)与初始密度的关系式:

$$N'_2/N_2 = 1.1925N_2^{-0.1785}$$

即随着幼、若螨初始密度的增加死亡率增大。从表2也可以看出这个趋势, 当幼、若螨初始密度为21.2头/盘时, 死亡率为38.18%; 当幼、若螨初始密度为176.5头/盘时, 死亡率达59.06%。

2.2 幼、若螨密度对成螨性比的影响

2.2.1 对当代成螨性比的影响 对不同幼、若螨密度下的当代成螨性比(见表3)进行方差分析,

得 $F=1.66 < F_{0.05}=2.59$, 故此认为, 不同幼、若螨密度下的当代成螨性比没有显著差异。

表3 不同幼、若螨密度下的当代成螨性比
Table 3 Sexual ratio of present generation adults under different density of larvar and nymphs

平均密度(头/盘) Average density (mites/leaf)	性比(雌:雄) Sexual ratio (♀:♂)
21.2	1.90:1
38.8	2.31:1
54.0	3.24:1
71.3	2.48:1
94.2	2.91:1
111.9	2.20:1
121.9	3.03:1
150.3	3.10:1
176.5	3.98:1

分析产生这种现象的原因是: 叶螨是单一双倍体节肢动物, 其雄性由未受精的单倍体卵发育而来, 雌性是由受精的双倍体卵产生。因在试验开始接入成螨时未考虑其交配与否, 因此接入的成螨早期所产生后代的性别在试验开始时就已经决定了, 表现为试验中当代成螨的性比差异不显著。在本试验中, 开始接入的成螨有雌性也有雄性, 密度高的交配机会增加, 其后期所产生后代的雌性增多, 性比相应增大; 密度低的交配机会少, 后期所产生后代的性比降低, 这也从本试验中得到了证明。表3数据可以看出, 当幼、若螨初始密度为21.2头/盘时, 当代成螨的性比为1.90:1; 当幼、若螨初始密度为176.5头/盘时, 当代成螨的性比为3.98:1。

2.2.2 对 F_1 代成螨性比的影响 分别调查高、低密度范围内 F_1 代成螨的性比, 结果显示, 在低密度范围时, F_1 代成螨性比为1.87:1; 高密度范围的 F_1 代成螨性比为1.20:1。

对结果进行方差分析, 得 $F=16.44 > F_{0.01}=12.2$, 则在99%的可靠性下, 在高、低幼、若螨密度范围内 F_1 代成螨性比差异显著, 存在密度效应。

由2.2.1的结果可知, 当幼、若螨初始密度在高密度范围时, 当代成螨雌性比例大, 减少了交配的机会, 导致 F_1 代雄性个体的增加, 同时, 在幼、若螨高密度范围时, 叶片营养严重恶化, 可能导致雄螨寿命降低, 影响交配次数和质量。其结果是, 由于在高密度范围内 F_1 代性比降低, 增加了交配机会, 导致 F_2 代雌性个体增多, 也可能是种群自身通过调节性比适应其密度效应的一种反应, 尚待进一步研究。

2.3 幼、若螨和成螨密度对产卵量的影响

表4 不同幼、若螨密度和成螨密度下的单雌产卵量(粒)

Table 4 Ovipositing number per female(eggs) under different density of larvae and nymphs, adults

幼、若螨密度范围 Density range of larvae and nymphs		成螨密度 5(头/盘)	Density of adults 20(头/盘)
高密度	High density	25.02	20.10
低密度	Low density	30.85	27.64

对结果进行交互作用的方差分析, $F_{0.05}=7.71$, 知 $F_{成螨}=27.26 > F_{0.05}$, $F_{幼、若螨}=73.54 > F_{0.05}$, 而 $F_{成螨 \times 幼、若螨}=1.20 < F_{0.05}$, 故此认为幼、若螨密度和成螨密度均对产卵量有显著影响, 密度大则产卵量降低; 而幼、若螨密度和成螨密度的交互作用对产卵量无显著影响, 即不管是幼、若螨期, 还是成螨期, 只

要有一个时期的密度较高,就会降低其产卵量(如表4)。由表4看出,当幼、若螨密度和成螨密度均较高时,产卵量为20.10粒/盘,当幼、若螨密度和成螨密度均较低时,产卵量达30.85粒/盘。

2.4 密度对滞育的影响

试验结果表明,在22.5头/盘的密度下,滞育性雌成螨的比率为0;在58.0头/盘的密度下,滞育性雌成螨的比率为1.2%;在98.3头/盘的密度下,滞育性雌成螨的比率为8.5%。即随螨口密度的增高滞育性雌成螨的比率增加。产生这种现象的原因是,单位面积上螨口密度大时受害重,加速了寄主营养的恶化,叶螨在恶化的营养条件下,如不迁移到良好的营养环境中,便以滞育来适应现状。

3 讨论

3.1 关于密度效应的判断方法

对种群死亡率密度效应的判断方法,国内外研究者已有众多著述,如 Ricker 建立增殖曲线的方法^[8], Varley 等改进的增殖曲线^[9], Solomon 用不利效应的百分比或数量对种群密度作图的方法^[10, 11], 徐汝梅的拥挤度制约死亡率的方法^[12]以及本文中采用的 Morris 回归曲线法等。这些方法对研究种群的密度效应,揭示种群动态机制等均有其理论上和实践上的意义,笔者在此不作述评。目前的问题是,发育速率、个体大小、性比、寿命、生殖力等对种群变化也起着重要的作用,国内研究者在对叶螨上述指标的密度效应进行分析时,或者采用经验公式的方法^[13],或者从试验数据中直接得出结论^[14]。在本文中,笔者对各个指标的密度效应均采取了数理统计中方差分析的方法,并在种群死亡率密度效应的判断中得到与 Morris 方法一致的结果,该方法具有快速、通用和可操作性强的特点,缺点是不能揭示种群的变化机制。

3.2 关于幼、若螨密度对当代成螨性比的影响

吴孔明在对朱砂叶螨 *Tetranychus cinnabarinus* 密度效应的研究中^[14],涉及该问题时,得到在较高幼、若螨密度下当代成螨偏雌性比增大的结论,而在笔者的研究中,通过方差分析得出不同幼、若螨密度下当代成螨性比差异不显著的结论。可能有两个原因,一是研究的叶螨种类不同,二是在试验开始时接入的成螨有差别,前者接入的是雌成螨(交配与否不详),笔者接入的成螨中有雌有雄,这已在正文中给出了分析。疑惑的是,朱砂叶螨和针叶小爪螨的生殖方式是相同的,二者的结果都表现为幼、若螨密度在较高范围时,当代成螨的性比似乎增大的现象,尚需探讨。

参 考 文 献

- 1 孙绪良,苗良. 针叶小爪螨研究初报. 山东农业大学学报, 1990, 21(3): 41~46
- 2 孙绪良,周成刚,张小娣等. 针叶小爪螨发生规律研究. 山东林业科技, 1992, 林木保护专辑, 20~23
- 3 孙绪良,周成刚,张小娣等. 针叶小爪螨预测预报方法研究. 山东林业科技, 1993, (1): 49~50
- 4 孙绪良,周成刚,张小娣等. 针叶小爪螨药剂防治研究. 山东林业科技, 1993, (2): 43~46
- 5 孙绪良,周成刚,刘玉美等. 生态因子对针叶小爪螨的影响. 森林病虫害通讯, 1994, (1): 7~9
- 6 孙绪良,周成刚,张小娣等. 针叶小爪螨综合防治技术策略探讨. 山东林业科技, 1994, (2): 19~21
- 7 Morris R F. Predictive population equation based on key factors. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 1963, 32: 16~21
- 8 Ricker W E. Stock and recruitment. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 1954, 11: 559~623
- 9 Varley G C, Gradwell G R, Hassell M P. *Insect Population Ecology*. Univer. sity of California Press, 1974
- 10 Solomon M E. Analysis of processes involved in the natural control of insects. *Advances of Ecological Research*, 1964, 2: 1~58
- 11 Solomon M E. *Population Dynamics*. Edward Arnold Ltd., 1971(Repr.)
- 12 徐汝梅. “密度制约死亡率”抑或“拥挤度制约死亡率”. 生态学报, 1985, 5(3): 257~266
- 13 周新远,李隆术,陈万权. 桔全爪螨实验种群密度效应研究. 西南农学院学报, 1985, (3): 22~29
- 14 吴孔明. 朱砂叶螨密度效应研究. 昆虫知识, 1990, 27(4): 213~216