

# 多索线虫生物学特性的研究\*

李福春

(湖南省岳阳农校)

聂桂云

(湖南省岳阳农科所)

**摘要** 本文调查说明寄生于稻飞虱的线虫大都是索科 Mermithidae 多索属 *Agomermis* 的线虫, 其寄生率高达 50—70%, 这种线虫对褐飞虱 *Nilaparvata lugens* 的寄生率最高可达 95% 左右, 对白背飞虱 *Sogatella furcifera* 达 70% 左右, 对灰飞虱 *Laodelphax striatella* 为 4.2% 左右, 黑尾叶蝉 *Nephotettix (Bipunctatus) cincticeps* 1.5% 左右, 在稻叶甲中也偶有寄生。

利用线虫以防治农业害虫的方法已日益引起国内外植保界的重视。1977 年以来, 作者对寄生性索线虫的生物学特性、寄生规律及在防治工作中的应用进行了较系统的调查研究。

## 方 法

(一) 取样调查 从 1977—1983 年, 每年的 8 月至次年 4 月, 我们在湖南省岳阳地区等县及农场的不同地点的稻田中, 分别取样对多索线虫的密度及寄生情况进行调查。用“盆拍法”捕取稻飞虱成虫和二龄以上的若虫(二龄若虫的寄生率用镜检), 并采用目测与解剖检虫相结合来统计其寄生率。土壤中的幼虫和成虫, 采用对角线五点取样法, 分层取土, 每点为  $33.3 \times 33.3 \times 10 \text{cm}^3$ , 共取 76 处 380 个点, 逐一选出虫体, 仔细采集“银环状”的线虫, 然后统计计算出每亩虫量。卵及初孵幼虫, 采用盐水“漂浮法”收集。其方法取稻田土少许, 将其置于大试管中, 加入饱和食盐水, 直至管口, 上盖玻片, 摇荡分散后, 静置 5—10 分钟, 使泥沙沉淀, 此时卵及幼虫即上浮液面并粘附在玻片上, 小心揭取玻片镜检, 进行计数即可。

(二) 人工笼养 从寄生率较高的稻田中捕捉已感染线虫的稻飞虱, 继而放入已插好稻苗的笼中 ( $90 \times 40 \times 40 \text{cm}^3$ ) 饲养, 以观察线虫越冬、感染、繁殖生长等情况。

(三) 体外观察 将成对的雌雄成虫置于盛有无菌水或 0.1—0.2% 食盐水的玻璃皿 ( $\phi \cdot 9 \text{cm}$ ) 中, 进行饲养, 并观察蜕皮、交尾、产卵、孵化、发育等过程。必要时进行显微摄影。

(四) 标本制作 先将线虫用巴氏液固定, 再用乳酸苯酚透明, 甘油胶冻封闭, 制成装片供镜检及保存(室外制片常用 PVA 一次制成)。

## 结果与讨论

(一) 生活史 据 1978—1981 年实地的调查和观察, 多索线虫在我地一年发生一代, 即卵→幼虫→成虫。以成虫前期幼虫越冬, 每年 4—5 月, 越冬幼虫蜕皮变为成虫, 6 月上旬开始陆续交尾、产卵, 8 月上旬至 9 月中旬孵化盛期(卵期半月), 第一期幼虫营自由生活, 经过蜕皮后, 变成感染期幼虫侵入飞虱、叶蝉等体内, 营寄生生活, 半月后, 从死亡的飞虱体内钻出, 蠕动至土中越冬。至次年 4—5 月蜕皮后变为成虫。交尾后产卵, 直至高温季节陆续死亡, 一般不能过两个冬季。

1. 卵的发育 将多索线虫的卵置清水中孵化, 在  $28-30^\circ\text{C}$ ,  $15-25^\circ\text{C}$ ,  $16-27^\circ\text{C}$  的自然温

\* 本项工作得到中国科学院水生生物研究所伍惠生, 湖南农学院陈常铭、湖南农科院雷惠质, 湖南省寄生虫防治研究所陈祥麟、广东昆虫研究所李丽英等教授指导, 在此一并致谢。

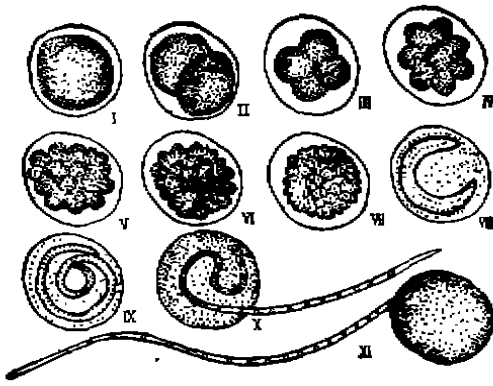


图1 多索线虫卵的发育过程

I. 受精卵; II. 2 细胞期; III. 4 细胞期 IV. 8 细胞期; V. 16 细胞期; VI. 32 细胞期 VII. 桑椹期; VIII. C 状幼虫期; IX. 丝状幼虫期; X. XI. 幼虫解出

度下,观察其发育过程。孵化率分别为 96%, 75%, 80%, 时间为 8.5, 24, 20 天,其中以 28—30℃ 的发育最快,孵化率最高。分裂球及形态发育见图 1。

2. 幼虫的发育 幼虫期可分为四期:第一期幼虫乳白色,两头尖细,体长 0.5—0.6mm,能在水中自由活动,叫自由生活期幼虫 (Free living stage), 2—5 天后进行第一次蜕皮,发育成第二期幼虫。此时头部已经肌质化,食管已经明显分化,幼虫体增长到 1—2mm,头部具口针,尾端尖细,能感染飞虱,称感染期幼虫 (infective stage)。感染期幼虫侵入飞虱体内时,尾部断脱于寄主体外。进入寄主体内后得到了丰富的养分,迅速生长,并在飞虱体内进行第二次蜕皮成为第三期幼虫。此期幼虫的生殖器进一步分化,雌虫生殖原基开始现出,雄虫的泄殖腔开始产生。由于该期营寄生生活,故称寄生期幼虫 (parasitic stage)。寄生期幼虫钻出寄主体外经 15—20 天后行第三次蜕皮成为第四期幼虫。此期幼虫形似成虫,但体色淡黄白色,体壁较薄,弹性较差,且性器官未成熟,交合刺及子宫不明显,故称成虫前期幼虫 (preadult stage) 该虫在土中越冬,于次年春行最后一次蜕皮后即成为成虫。

3. 成虫期 室内饲养及稻田调查,得知多

索线虫的成虫性器官成熟后,雌雄成虫在水中迅速蠕游,寻找配偶,6 月至 10 月均有交配产卵现象。交配时,雌雄虫缠绕在一起,雄虫用弯曲的尾部钩住雌虫后端,前后移动,待靠近阴门时,将交合刺从阴门插入阴道内,这时阴门周围会有粘性的胶质物分泌。交配持续时间 15 分至 24 小时不等。产卵时,雌虫尾部不断摆动。在显微镜下清楚地看到卵粒从雌虫子宫内慢慢输到阴道中产出,当时产下的卵粒由于阴道壁的挤压形成长橄榄形,以后才慢慢变成椭圆形或圆形,每次产一粒,也有一次产 3—4 粒的,每次产卵所用的时间是 55 秒到 6 分钟,每条多索线虫一生能产卵 1200—3000 粒。

(二) 生态因子 几年来,我们就温度、湿度、土壤等自然因素对多索线虫生存繁殖的影响进行了考察。

1. 温度 取多索线虫的成虫前期幼虫 200 条,每 20 条为一组,放入盛清水的玻璃皿中,置于 -5 至 45℃ (组间温差 5℃) 下,24 小时后观察存活情况。实验结果为 -5℃ 及 45℃ 处理组动物全部死亡,0℃ 处理组死亡率为 15%,其余各组均未死亡,可见多索线虫所处温度不宜低于 0℃ 和高于 45℃,在 0℃ 时活动甚微,似休眠态,短时尚可复活,长时则死亡。在 45℃ 下线虫活动非常剧烈,作“S”形运动,继而活动减慢僵直而死。在 25—28℃ 下多索线虫活动频繁,身体弯曲缓慢蠕动。

2. 湿度 土壤含水量 15—20% 时动物能生存;低于 15% 时死亡。浸水 5 寸深,100 天后仍生长发育良好。可见多索线虫喜潮湿而不耐干旱。

(1) 雨露 湿度的大小与雨、露、雾相连,据 1977—1982 年 8—9 月的雨露情况统计,显示了雨露雾的天数与稻飞虱感染率呈正相关。1979 年和 1982 年分别雨日为 22 天和 27 天,雨量 320mm 和 288.39mm,露日 48 天和 42 天,雾日 1 天和 35 天,多索线虫对稻飞虱的寄生率分别为 89.9% 和 91.1%,1981 年雨日 13 天,雨量 76.8mm,雾日 1 天,露日 33 天,其寄生率只有 51.3%。其他年份雨露雾日中等,而寄生率都

在 70% 左右波动。因为雨露多时，飞虱集中在禾丛下部蛰伏少动，且稻茎湿润有利于多索线虫向上蠕游感染飞虱。

(2) 海拔 海拔高低与多索线虫寄生率关系密切。因海拔的高低直接影响雨、露、雾的多少，即海拔较高的岳阳、平江、临湘、华容等县的山丘区雨、露、雾比海拔较低的湘阴、钱粮湖等湖区较多，因而多索线虫的寄生率普遍要高些(表 1)。

表 1 海拔高度与多索线虫寄生率的关系(1981.9)

地点	海拔高度(米)	线虫寄生率(%)	其中短翅型(%)
湘阴赛头乡	27	16.6—26.5	38
汨罗桃林乡	36.4	40	48
岳阳西塘农技站	37	50	84
岳阳县西塘乡	57.6	70.2	100
岳阳县中村乡	52.6	93	100
岳阳县康王乡	73.5	83	98
平江县仁义乡	110	95	100
平江县长寿乡	117—138.6	85	76
平江县南江乡	244	77.5	100
平江县柘植乡	300	22.2	75

从上表看出，在多索线虫分布区域，有随海拔增高而寄生率递增的趋势。但在 244 米以上的山区，寄生率又有所下降。

3. 土壤 多索线虫多在禾草或杂草根际附近的土中盘结越冬，每个禾草附近常有线虫 3—13 条，最多 22 条。雌雄线虫盘结成环状栖息，一般是雌雄各一条，也有一条雌虫和多条雄虫缠绕在一起越冬，每条线虫盘结成 2—3 个环，环的直径为 3—5mm。

水平分布是以地势低洼、潮湿处多；高堪而干燥处少；绿肥生长好、土壤肥沃处多；绿肥差，土壤瘠薄处少。土层中分布见表 2。

绿肥田不仅线虫的基数大，而且有绿肥覆盖，表层保水保温，故表层虫数多于深层，从上至下分布递减；油菜田不仅基数少，而且由于播种前犁翻整地，故与绿肥田恰好相反，由上而下，逐渐递增。

土壤肥力和质地对线虫数量的影响颇大，现将 1978 年 11 月岳阳县中村乡刘民村调查结果见表 3。

从表 3 看出肥力高的田与肥力低的田多索线虫数量相差甚大。

壤土多索线虫多(29—38 万条/亩)，砂质土及粘土多索线虫少(12—13 万条/亩)，且发育纤细弱小。

pH 值在 5.5—7.5 时生长发育良好。

表 2 多索线虫在土层中的垂直分布(1978.9)

稻田类型	各土层(cm)中线虫分布的百分比(%)					
	0—3.3	3.4—6.6	6.7—9.9	10.0—13.2	13.3	13.3 以上
绿肥田(32.4 万条/亩)	63	18	15	4	0	0
油菜田(0.76 万条/亩)	15	20	25	30	5	5

调查地点：岳阳县中村乡，刘民村。

表 3 土壤肥力对多索线虫的影响(1979.9)

稻田类型	土壤肥力		多索线虫数	
	有机肥(%)	N(%)	条/33.3×33.3×9cm <sup>2</sup>	万条/亩
高肥田	4	0.2	65.4	39.20
中肥田	3—4	0.1—0.15	47.9	28.74
低肥田	1—2	0.05—0.1	22.4	13.40

4. 日照 在高温干燥暴露的情况下, 阳光直射 5 分钟, 即可杀死。如虫体一段在土中, 一段暴露, 则 10 分钟至 1 小时即死亡。在湿润条件下则不易被晒伤, 在泥水中或寄生于飞虱体内的线虫则生存力很强, 不易死亡。

### (三) 寄生规律

1. 多索线虫与飞虱同步发生 从生态学的观点看, 以水稻群体为主的农业生态系和以水稻为食的稻飞虱等害虫及以害虫为食的线虫等益虫之间形成的食物链, 组成一个相互制约、互相依存系统。8—10 月食料丰富, 第四、五、六代飞虱盛发, 而以飞虱为食的多索线虫因条件适宜, 泥水中的卵相应地陆续孵化, 不断地侵入寄主飞虱, 寄生期为 10—20 天, 以后线虫从飞虱的不同部位钻出体外, 飞虱必定死亡。由于多索线虫成虫产卵期不同, 故在 8—10 月同时可看到成虫(上年的成虫)、卵及各期幼虫存在。

2. 线虫对稻飞虱的侵染 感染期幼虫在不同情况下其感染程度不同, 在雨露较多的情况下沿湿润的稻茎蠕动, 遇到飞虱则附其上, 用针状的口针刺破体壁, 从飞虱腹面或节间膜钻入飞虱体内, 营寄生生活。

3. 稻飞虱被感染后的生理变化 稻飞虱的成虫及二龄以上的若虫均可被寄生。据现场观察摄影, 若虫被寄生后, 腹部明显膨大, 尤其是五龄若虫腹部膨大到几乎看不见翅芽(见图 3)。短翅型成虫膨大的腹部几乎占整个身体的 90%, 四翅平展, 盖不住腹侧(见图 4)长翅型成虫翅不成屋脊状, 只是平张于膨大的腹部之上(见图 6)。凡被多索线虫寄生的飞虱, 表现行动呆板, 食量大大减少, 生殖腺萎缩, 不交尾, 不产卵, 丧失生殖能力, 最后死亡。各龄飞虱若虫

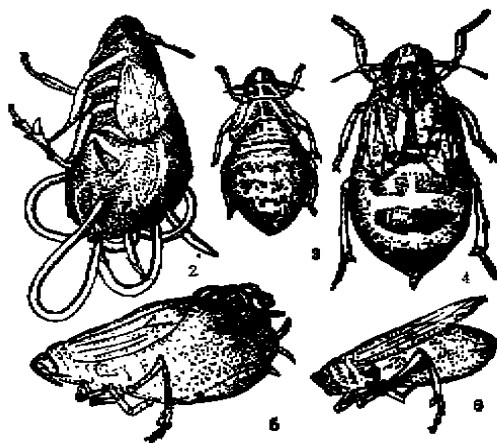


图 2、5 多索线虫从飞虱不同部分脱出; 图 3 五龄若虫; 图 4 短翅型成虫; 图 6 长翅型成虫

的寄生率随虫龄的增加而递增, 一龄若虫未发现线虫寄生, 二龄若虫寄生率 36.6%, 三龄 50%, 四龄 60%, 五龄 73.3%, 成虫的寄生率比五龄若虫高 22.1%。每只飞虱寄生线虫的数目, 据观测寄生一条的占 86%, 寄生二条的占 0.9%, 三条的 0.3%, 四条的占 0.2%。寄生 3—4 条者多是雄线虫, 寄生 1—2 条的多为雌线虫。

据文献记载线虫幼虫在寄主体内能分泌一种消化酶分解寄主组织, 供线虫吸收利用, 约半月后, 多索线虫将飞虱体内营养消耗尽后便从飞虱的不同部位钻出(见图 2、5), 飞虱则死亡。

### 参 考 文 献

- 严绍良等 1979 年稻飞虱寄生线虫——两索线虫的初步研究  
湖北农业科学 (3): 29—31
- 李福春 1981 年 寄生于稻飞虱的一种索科线虫的研究 昆虫天敌 3(1—2): 46—50
- 弥富喜三等 1936 关于蚜虫线虫知识的补充(李福春译、唐志杰校)