

叶色草蛉幼虫的饥饿耐受性研究

苏建伟, 盛承发

(中国科学院动物研究所 北京 100080)

摘要: 拟提出一个新的昆虫种群特征——饥饿时值(T_{50}), 它表示昆虫在饥饿情形下死亡率达 50% 时的存活时间。在完全不提供猎物的条件下对叶色草蛉幼虫的饥饿耐受性测定, 结果表明其阶段死亡率(M)与存活时间(T)之间可以用正态分布曲线很好地进行拟合。而幼虫的 T_{50} 取曲线中参数 μ 的值。

$$M = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot e^{-\frac{(T-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

同时 T_{50} 与幼虫发育时间(t)之间有线性关系: $T_{50} = 34.8215 + 0.1980t$, 即随着幼虫的发育, 饥饿耐受能力逐渐增强。
关键词: 叶色草蛉; 存活时间; 死亡率; 饥饿耐受性

The study of *Chrysopa phyllochroma* larvae: Starvation endurance ability

SU Jian-Wei, SHENG Cheng-Fa (Institute of Zoology, Academia Sinica, Beijing 100080, China)

Abstract: The study was aimed at a new insect population character——Starvation endurance ability. In the situation of lack of prey, the insect population mortality gradually increased. While it reached 50%, the survival time is the starvation endurance threshold (T_{50}). There is a close relationship between the stage mortality (M) and the survival time (T) of *Chrysopa phyllochroma* larvae and it could be imitated with a normal distribution equation. The value of T_{50} of insect population increases with their growth stages. The starvation endurance threshold of *C. phyllochroma* larvae also relies on their age.

Key words: *Chrysopa phyllochroma*; survival time; population mortality; starvation endurance

文章编号: 1000-0933(2000)02-0353-03 中图分类号: Q958 文献标识码: A

化学防治是目前害虫控制的主要措施。捕食性天敌由于喷雾、喷粉、波施、熏烟接触或吞食被农药中毒的害虫而致死, 种群数量显著下降^[1,2]。少数抗药性较强的幸存者由于缺乏猎物而处于饥饿或半饥饿状态而严重影响其生存时间, 同时其捕食活动和食性也受到影响^[3,4]。棉田中食物缺乏的时期, 捕食性天敌类群中蜘蛛有很强的耐饥力, 如在 16.9℃ 时, 不提供饲料, 草间小黑蛛的存活时间达 65.6(22~106)d^[5]。对于草蛉类群, Sundby^[6]的实验结果为: 大草蛉(*Chrysopa septempunctata*)和普通草蛉(*C. carnea*)的初孵幼虫的存活时间分别为 3.0d 和 3.8d。本文就叶色草蛉幼虫在室内条件下的饥饿耐受能力进行测定, 结果报道如下。

1 材料和方法

1.1 实验虫源

叶色草蛉成虫于 1991 年 5 月采自山东省滨州市南郊苗圃的苹果园中, 在实验室集中饲养, 以其所产卵为实验虫源。棉蚜(*Aphis gossypii* Glover)则从实验田(未施药)中采收。

1.2 实验方法

卵孵化后, 以充足的食物单管饲养于 LRH-250-GS 人工气候箱中, 实验温度 $26 \pm 1^\circ\text{C}$, 相对湿度 70% $\pm 1\%$, 每天光照 13h。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目

收稿日期: 1999-09-20 日期: 1998-09-20

作者简介: 苏建伟(1965~), 男, 副研究员。

在 15cm 的大培养皿中进行。实验设 6 个处理组和 6 个对照组(其发育时间分别为 12,24,48,72,96,120h),每组 20 头幼虫,处理组不再提供食物而处于完全饥饿状态,对照组提供充足的食物。然后每 3h 观察 1 次,并记录处理组幼虫的死亡率(M_t)和对照组幼虫的死亡率(M_u)。实验重复 2 次。

2 结果与分析

2.1 叶色草蛉幼虫的阶段死亡率(M)

因 $M=M_t-M_u$,得各处理组幼虫的阶段死亡率。以存活时间为横坐标,阶段死亡率为纵坐标,作图 1。叶色草蛉幼虫阶段死亡率变化为钟形曲线,具有正态分布的特点^[7]。用其方程拟合,拟合结果列表 1。

表 1 叶色草蛉幼虫死亡率曲线对正态分布的拟合

Table 1 The imitation of mortality curves of <i>C. phyllochroma</i> larvae to normal distribution equation			
处理组(h)	μ	σ	相关系数及显著性水平
Treatment group			Correlation coefficient
12	33.53	5.8061	0.8425 * *
24	41.48	10.7105	0.9210 * * *
48	45.88	14.2335	0.8519 * *
72	47.71	13.2646	0.8722 * *
96	52.20	13.7950	0.8909 * *
120	60.00	15.7392	0.8869 * *

$df=9-2=7, \alpha_{0.05}=0.6664, \alpha_{0.01}=0.7977, \alpha_{0.001}=0.8982$

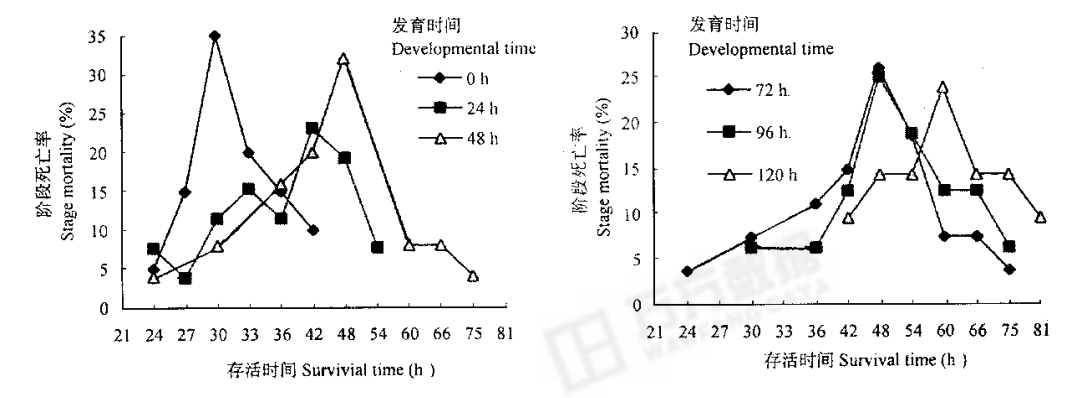


图 1 叶色草蛉幼虫阶段死亡率(M)与存活时间(T)的关系
Fig. 1 Relation between mortality and survival time of larvae of *C. phyllochroma*

显然,用正态分布曲线能很好地拟合阶段死亡率与存活时间之间的关系。

2.2 叶色草蛉幼虫的耐饥时间(T_{50})

2.2.1 对食物缺乏条件下的昆虫,可以认为耐饥时间(T_{50})是在一组发育程度相当的实验昆虫中,由于摄食率小于摄食率阈值,有 50% 的个体死亡,50% 的个体存活的时间长度,记为 T_{50} ,其实际含义是饥饿半致死时间。

根据正态分布性质, μ 值正是曲线顶点所在横坐标,曲线是关于 $X=\mu$ 对称的,所以 μ 的值即是 T_{50} 的值。方程可以表示为:

$$M = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot e^{-\frac{(T - T_{50})^2}{2\sigma^2}}$$
 (1)

同时,幼虫耐饥时间(T_{50})和发育时间(t)之间存在相关关系,以 T_{50} 对 t 进行直线回归,拟合结果为:

万方数据 $T_{50} = 34.8215 + 0.1980t$ (2)

相关系数 $R=0.9825$,达到 0.001 的极显著水平。可以认为幼虫随着发育时间的延长,其耐饥时间 T_{50} 也增

大。客观地,幼虫发育时间越长,其生理机能也趋于完善,身体调节能力也增强,对外界的适应能力也加强,更能抵抗外界恶劣环境的影响。在猎物缺乏的情况下,草蛉幼虫可以改变其行为方式(减少活动时间、降低活动强度等),如在进行猎物搜索时,如果猎物密度低,天敌可以改变其搜索方式,由区域集中型搜索转化为线性广域型搜索^[8]。

2.2.2 σ 和幼虫的发育时间(t)之间也有相关关系,拟合结果为:

$$\sigma = 8.1189 + 0.0690t \tag{3}$$

相关系数 $R=0.8698$, 达到 0.05 的显著水平。即随着个体发育时间的延长,幼虫死亡时间的变异幅度增大,这是由于幼虫个体差异性增大的结果。天敌种群的个体之间存在遗传基因的差异,随着其个体发育过程的进行,外界环境诸因素对虫体产生影响,内部生理调节机能发生作用,使其机能的个体差异性加大。当然 $\sigma-t$ 之间的关系也是对 $T_{50}-t$ 之间关系的一种补充说明。

3 讨论

3.1 Sundby^[6]测定了 3 种初孵幼虫,其中有大草蛉和普通草蛉,实验结果为:*Chrysopa septempunctata* 存活 3.0(2~4)d(只供水),*Chrysopa carnea* 存活 3.8(2~9)d(只供水)。

这与本文的结果有一定差异,显然是由于两者的实验条件有许多不同而引起的:①Sundby 的实验温度为 $21\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, 远远低于 $26\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$;②不同于大草蛉和普通草蛉,叶色草蛉是一种适于较低温的种类^[9];③Sundby 的实验中有水供应,且活动空间较大。

3.2 影响 T_{50} 值变化的因子主要是饥饿程度,这决定于摄食率。对于一定发育程度的种群,其单位时间内的最大摄食率是相对确定的,食物的摄入量与最大摄食量的比率即为食物常数(K)。不同 K 值时有不同 T_{50} 值。

一群发育程度相当的昆虫由于存在个体差异(主要是来自遗传方面),其耐受饥饿的能力是不同的,即各有其生态寿命。所以 T_{50} 是一个种群水平的特征常数。

对于不同种类的昆虫,同一种类的不同生物型(或地理类群),同一种群的不同个体,同一个体的不同发育期,同一发育期的不同生态摄食率,其 T_{50} 值都是不同的。当然,其它因子诸如温度、湿度、光照、活动空间等环境因子都可导致 T_{50} 值的改变。

3.3 由于食物的数量经常处于低密度水平,或者食物种群数量剧烈的波动,或者捕食者对食物的搜索时间太长,其生命过程受到影响^[10],如捕食者的捕食活动有随其饥饿水平降低而减弱的趋势,同时随食物密度的升高,不同密度造成的饥饿程度差异变小,这同样影响幼虫的 T_{50} 值。

参考文献

[1] 中国科学院动物研究所. 中国主要害虫综合防治. 北京: 科学出版社, 1979. 68~102.

[2] 吴孔明, 等. 棉田综合治理对天敌昆虫群落的影响. 昆虫天敌, 1989, **11**(4): 151~155.

[3] 陈 新, 等. 大草蛉对烟蚜种群密度的功能反应及控制能力的评价. 河南农业大学学报, 1990, **24**(4): 444~455.

[4] Sengonca C, S Gerlach & G Melzer. Effect of different prey on *Chrysopa carnea* (Steph.). Z. Pflanz. Pathol., 1978, **94**(2): 197~205.

[5] 西南农学院植保系生物防治科研组. 草间小黑蛛生物学和生态学特性初步研究. 昆虫天敌, 1980, **2**(3): 5~14.

[6] Sundy R A. A comparative studies of efficiency of three predatory insects *Coccinella septempunctata* L., *Chrysopa carnea* Steph., and *Syrphus ribesii* L. at two different temperatures. Entomophaga, 1966, **11**(4): 395~404.

[7] Beddington J R & M P Hassell. The components of arthropod predation. II The predator rate of increase. J. Anim. Ecol., 1976, **45**: 165~185.

[8] Dixon A F G. An experimental study of the searching behavior of the predatory coccinellid beetle, *Adalia decempunctata* (L.). J. Anim. Ecol., 1959, **28**: 259~281.

[9] 赵敬钊. 棉田天敌及其应用. 上海: 上海科学技术出版社, 1987. 131~160.

[10] Amma G. Food consumption and variations in larval biology of *Enoclerus sphegus* (Coleoptera: Cleridae). Can. Ent., 1970, **102**: 1374~1379.