

用标准龄周期数测定棉蚜的有效积温

汪世泽 赵惠燕

(植物保护系)

摘 要

在稳定增长的棉蚜群体中, 1, 2, 3 龄蚜量呈几何级数。各龄蚜量比为 $1, e^{\lambda}, e^{2\lambda}$ 。λ 之整系数代表脱皮次数或标准龄周期数。在不同温度下培养的蚜群, 经历相等时间可得到不等量的有效积温并完成不等量的龄周期数。此龄周期数可视为发育速度。代入有效积温式可求得发育起点温度和一个龄周期的有效积温 (k)。将此理论应用于 4 龄可得 4 龄发育速度 $\bar{\beta}$ 。由出生至成蚜出现的总有效积温是 $k_T = (3 + \bar{\beta}) k$ 。

关键词: 棉蚜; 有效积温; 标准龄周期

据 Hughes 研究, 当蚜虫具有稳定增长时 (含负增长), 群体中 1, 2, 3 龄若蚜之数量呈几何级数关系。通过我们 1978~1980 年在试验棉田取得的大量调查数据 (未发表资料) 看出, 棉蚜群体中确有这种关系。

棉蚜世代重叠、生活周期短, 其种群年龄结构与高等动物类似, 与离散世代的昆虫迥然不同。当前研究昆虫有效积温的方法都是以记录单个虫体发育起止时间为依据的。这对于发育周期较长的种类而言是适用的, 但对于蚜虫来说则比较困难。为此提出一个适合于蚜虫类的测定有效积温的新方法。

1 材料与方法

棉苗用营养液砂培法培育。在二片真叶期将砂培棉苗分放在两种不同温度的玻璃温箱内。恒温箱温度用热气流通风法控制。控温仪与时钟鼓相连, 可以实现昼夜温差交变, 记录的温度曲线可用正弦谐振曲线表达。各温箱之平均温度用正弦波总面积平均求得。温箱为自然采光, 辅以日光灯以延长光照时间。每天光照 14 小时。

两温箱中的供试棉蚜来自同一群体。挑选 4 龄无翅个体分放在两箱棉苗上, 每箱 5~10 头。待 4 龄蚜变为成蚜后, 即开始产蚜, 群体逐渐增大。大约经 15~20 天, 即可形成一个中等密度的群体。

本项研究方法的成败关键是种群的大小及其增长稳定性。若群体太小, 龄期分布不稳, 若种群太大, 则拥挤密集, 有翅蚜比例过大, 种群结构也不稳定。本试验仅作两次计数检查, 两次间隔时间可以选择 8~48 小时之间的任意间隔期。计数内容是各龄蚜量。

2 计算方法及理论依据

2.1 标准龄周期

群体内的 1, 2, 3 龄若蚜数量 (N_i) 呈几何级数, 可用公比值 e^{λ} 表示其间关系。

本文于 1987 年 1 月 23 日收到。

各种群的 e^{λ} 用(1)式估计

$$e^{\lambda} = \frac{N_1 + N_2}{N_2 + N_3} \quad (1)$$

式中 N_1, N_2, N_3 为 1, 2, 3 龄蚜量。

若将级数求和公式加以变换, 可求得该种群 1, 2, 3 龄蚜的理论估值 $\hat{N}_1, \hat{N}_2, \hat{N}_3$ 。

$$\hat{N}_3 = \frac{(N_1 + N_2 + N_3)(e^{\lambda} - 1)}{e^{3\lambda} - 1} \quad (2)$$

$$\hat{N}_2 = \hat{N}_3 e^{\lambda}$$

$$\hat{N}_1 = \hat{N}_3 e^{2\lambda}$$

然后用 χ^2 法检验符合程度 (自由度 = 1)。符合者可继续试验, 不合者应重新开始。对于 1, 2, 3 龄蚜经历的龄期时间称为一个标准龄周期。

2.2 不同积温条件下完成的标准龄周期数

由(2)式知, 各 $\hat{N}_i$ 值之间的关系由 e^{λ} 决定。 $e^{0\lambda}, e^{1\lambda}, e^{2\lambda}$ 代表三个龄虫之数量比, 0, 1, 2 则是各龄虫已脱皮的次数, 均为整数。若将脱皮数化为任意值 α , 于是 $e^{2\lambda}$ 可以表示蚜虫经历“ α ”次脱皮的群体数量比。因为 1, 2, 3 龄蚜虫中的任意一龄的数量均随积温的增加而变化, 于是处于“0”时的三龄蚜量 ($\hat{N}_{3(0)}$) 与处于“ α ”时的三龄蚜量 ($\hat{N}_{3(\alpha)}$) 的之比便是 $e^{\alpha\lambda}$ 。

$$\frac{\hat{N}_{3(\alpha)}}{\hat{N}_{3(0)}} = e^{\alpha\lambda}$$

$$\alpha = (\ln \hat{N}_{3(\alpha)} - \ln \hat{N}_{3(0)}) / \lambda \quad (3)$$

由(3)式计算的 α 值是蚜群经历一定积温后, 完成的标准龄周期数。由此推定, 经历的积温愈多, α 值愈大。故 α 值便是发育速度。

2.3 关于同一种群内 λ 值的变化

据1980年多次试验, 在同一蚜群中, 随种群密度之增大, λ 值有逐渐下降之趋势 (表1)。从表1数据看出, λ 与 D 之间存在线性关系。

$$\lambda = -0.0452D + 0.3226 \quad (r = -0.9038)$$

根据这种关系认为, 作这类试验时, 两次计数的间隔时间 ($t_1 - t_2$) 应尽量缩短, 以便减

表1 在26°恒温下, 棉蚜种群 λ 值之变化

检查日期 D	各 龄 蚜 量			e^{λ}	λ
	1 龄	2 龄	3 龄		
0	88	68	56	1.2581	0.2296
2	106	90	73	1.2025	0.1844
4	117	94	78	1.2267	0.2044
6	135	123	89	1.2170	0.1964
8	191	178	159	1.0950	0.0907
10	201	279	354	0.7583	-0.2767
12	273	377	475	0.7629	-0.2706
14	363	530	673	0.7340	-0.3092

少 λ 的差异。但若间隔太短,会使各龄蚜的增量变得很小,同样会增大误差。从表2数据看出,在两种温度下,间隔48小时的 λ 值的变化幅度不大。根据与 λ 的线性关系可以用 λ 代替 λ_{h_0} 和 λ_{h_1} 。

3 试验结果

将试验数据与计算值列入表2。

表2 两种温度下的理论蚜量变化

培养温度 T℃	计数时间 小时	各 龄 量 蚜					λ	$\bar{\lambda}$	$\hat{N}_s$
		1	2	3	4	5			
24.60	0	309	240	187	129	78	0.2513	0.2538	186.86
	48	402	310	241	117	93	0.2563		240.54
20.58	0	237	187	148	107	69	0.2356	0.2361	147.90
	48	284	224	177	130	83	0.2365		176.92

表2数据经 χ^2 检验符合要求。将 λ 及 $\hat{N}_s$ 值代入(3)式

$$24.6^\circ: \alpha = (\ln 240.54 - \ln 186.86) \div 0.2538 = 0.994983$$

$$20.58^\circ: \alpha = (\ln 176.92 - \ln 147.9) \div 0.2361 = 0.759207$$

根据有效积温公式,设 k 是一个标准龄周期的有效积温, C 是发育起点温度

$$(t_1 - h_0) T = \alpha K + (h_1 - h_0) C \quad (4)$$

$$48 \times 24.6 = 0.994983K + 48C$$

$$48 \times 20.58 = 0.759207K + 48C$$

$$\therefore K = 818.4 \text{ (时度)}$$

$$C = 7.63 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

棉蚜4龄期较长,4龄蚜与前三龄之蚜量不具同一公比,可用“ β ”个龄周期表达之。

$$\hat{N}_4 = \hat{N}_3 e^{-\beta \lambda}$$

$$\beta = (\ln \hat{N}_3 - \ln \hat{N}_4) / \lambda \quad (5)$$

因为 $\hat{N}_4$ 未知,用实测值 N_4 代替。因 β 值与 α 值成比例,与温度无关,故可用各次试验之平均值估计。

$$24.6^\circ: \beta_0 = (\ln \frac{186.86}{129}) \div 0.2513 = 1.4745$$

$$\beta_{4.8} = (\ln \frac{240.54}{117}) \div 0.2563 = 2.812$$

$$20.58^\circ: \beta_0 = (\ln \frac{147.9}{107}) \div 0.2356 = 1.374$$

$$\beta_{4.8} = (\ln \frac{176.92}{130}) \div 0.2365 = 1.3030$$

$$\beta = \Sigma \beta_i \div 4 = 1.74$$

由此推定，棉蚜从出生（0次脱皮），经过4次脱皮进入成虫阶段，共需经历 $1 + 1 + 1 + 1.74 = 4.74$ 个标准龄周期。每个标准龄周期需要818.4时度的有效积温。全发育期共需 $818.4 \times 4.74 = 3879.2$ 时度有效积温。因为在此中未包含成蚜出现到生殖盛期的温度积累，所以这还不是平均世代的有效积温。因发育起点温度不具累加性质，可以近似地表达发育的生理零度。

4 结论

4.1 棉蚜1，2，3龄的脱皮数与各龄期消耗的生理时间值有确定的直线关系。这是本文立论的主要依据。

4.2 在不同培养温度和相同培养时间的条件下，棉蚜群体的增长率不同。由此反映了1，2，3龄蚜完成的龄周期数不同。据此可求得发育速度。

4.3 本方法可以大大缩短试验时间，简化试验手续。若在龄期识别及计数方法作得快而准确，并在两次计数间隔期的选择上寻求最佳方案，还可提高试验精度。

4.4 蚜虫自然种群龄期结构与此类似者均可采用本方法。

参 考 文 献

- 1 范埃姆登. 蚜虫研究技术. 科学出版社, 1982: 325~346
- 2 Hughes R D. A method for estimating the effects of mortality on aphid population. *J Anim Ecol* 1962; 31: 389~396

DETERMINING THE EFFECTIVE THERMAL SUMMATION OF THE APHID GOSSYPH BY USING THE NUMBERS OF STANDARD INSTAR PERIOD.

Wang Shize, Zhao Huiyan

(Department of plant protection)

Abstract

The numbers of the 1st, 2nd and 3rd instars of *Aphid gossypii* from a population with a stable increase rate are shown as geometric series. It is deduced that they need the same physiological time. The common ratio of geometric series (e) shows the proportions of numbers as $1, e, e^2$ of the 3rd, 2nd and 1st instars respectively. The integer coefficients of λ (i.e. 0, 1, 2) exactly are the numbers of moults, or the numbers of standard instar periods. The population of aphid growing under different temperatures and undergoing the same time will have different effective thermal summations, and thus will show different numbers of instar periods. Inducing the numbers of instar period (i. e. the development velocity) into the linear equations of thermal summation, the effective thermal summation of one standard instar period k and threshold temperature of development can be obtained. Using the same theory on 4th instar, the developmental velocity of 4th instar can be calculated as β . the total effective thermal summation of the *Aphid gossypii* from birth to adult may be estimated as $KT = (3 + \beta) K$.

key Words: *Aphid gossypii*, effective thermal summation, standard instar period