

399-406

5882(9)

第15卷 第4期
1995年12月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 15, No. 4
Dec., 1995

不同类型棉田生态系统中棉蚜种群 能量动态及其生态学效率分析*

戈峰 丁岩钦
(中国科学院动物研究所, 北京, 100080)

5435.621.1²

A

摘要 本文以能量为统一单位,以生理学时间为尺度,建立了计算世代重叠的棉蚜种群能流参数模型,分析和比较了不同播种时间、间套作、免耕和化学防治处理的棉田生态系统中棉蚜种群的生产力、摄入量及生态学效率。结果表明:(1)棉蚜种群能量生产的98%来自于伏蚜时期,而苗蚜与秋蚜不足2%;(2)播种期推后,苗蚜种群生产力、摄入量减少,而伏蚜、秋蚜的生产力、摄入量增加;套间作,使苗蚜、秋蚜种群生产力、摄入量减少,伏蚜种群的生产力、摄入量增加;(3)化学防治对棉蚜种群生产力、摄入量有一定的作用,其作用强度依农药品种及施药次数而异;(4)各类型棉田棉蚜种群的同化效率与净生态学效率变化幅度较小,而摄入利用效率变化幅度较大。由此进一步探讨了不同类型棉田棉蚜的管理对策。

关键词: 棉蚜, 能量动态, 生态学效率。

棉田生态学;

能流是所有生态系统内在的共有的功能特征之一。昆虫作为生态系统中的一个重要组成成分,它的生态能学研究受到极大关注。国外已对114种以上昆虫的个体能量收支或种群能量动态进行过研究^[1]。国内这方面起步较晚,迄今仅见棉铃虫^[2]、褐飞虱^[3]和狭翅雏蝗^[4]的能量收支或能量动态的报告。

昆虫生态能学的研究主要沿着两条主线进行:一是结合生态系统结构与功能的研究,测定昆虫种群的能量动态,以分析昆虫在生态系统中的作用与地位^[5,6,17];二是从生理生态学角度,分析昆虫的生态学效率,以探讨昆虫的生态适应与生态对策^[7,8]、最优取食理论^[9]和捕食作用功能^[10]等。近年来,戈峰等^[9,10]对该理论与方法在害虫管理中的应用进行探讨。

棉蚜是华北棉区的主要害虫之一。有关它的种群数量变化^[11]、为害损失与防治指标^[12,13]已有报道。随着害虫生态调控的开展,尚需要从生态能学的角度,分析其种群能量动态和生态学效率,了解其为害特点及对棉株生长的影响。

本文以能量为单位,以生理学时间为尺度,分析和比较华北棉区8种不同类型棉田棉蚜种群能量动态及其生态学效率,探讨化学防治对棉蚜种群能量动态的作用,为有效地开展棉蚜的生态调控提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地的选择与处理

在河北省饶阳县五公镇选择以下8种类型棉田作为试验地:春季播种的单作棉田(简称为

* 国家自然科学基金资助项目。

收稿日期 1993 02 08, 修改稿收到日期:1994 07 12。

春播棉田)、春季播种与小麦套种的棉田(春套棉田)及其四周边缘的棉株(春套棉边)、春季播种与绿豆间作棉田(豆间棉田)、春季播种的单作免耕棉田(免耕棉田)、春夏之交播种的棉田(迟播棉田)、夏季播种与小麦套种的棉田(夏套棉田)、麦后播种的棉田(夏播棉田)。每种类型棉田重复2次,面积均不少于666m²。

在春播棉田设未防治区、常规防治区和重防治区3个处理。未防治区内全年不施药;常规防治区内2、3代喷施“万灵”农药1—2次;重防治区是在常规防治的基础上,每隔10d再喷一次久效磷。其它类型棉田均仅设未防治区与常规防治区2个处理。

1.2 调查方法

自6月上旬开始,每5d一次,5点取样,每点1m²(相当于6株棉花),系统调查上述8种类型棉田17个处理34个重复的棉田棉蚜种群密度。苗蚜(6月30日前)及秋蚜(8月30日后)全株调查,伏蚜期间则据上、中、下共10叶调查结果,由当时棉株叶片数推算棉株总蚜量。详细记载各龄若蚜和成蚜的数量。同时,测定当日各类型棉田棉株的生物量及棉叶的生物量。

1.3 分析方法

棉蚜室内个体呼吸量与排泄量分别参考Randolph等^[14]和张文斌等^[15]的文献。其它个体能量收支参数均由作者测定。种群能量动态参数(生产力与摄入量)和生态学效率计算方法如下:

①种群生产量(P)

$$P = P_m + P_e$$

$$P_m = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^5 M_{k,i} \times E_i$$

$$P_e = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^4 S_{k,i} \times e_i$$

式中, P_m 、 P_e 、 P 分别代表种群的死亡损失量,蜕损失量和生产量; k 代表各个不同的调查时期, i 代表1—4龄若虫和成虫; $M_{k,i}$ 和 $S_{k,i}$ 分别为特定时间(即调查间隔期) k 内的各龄死亡数和若虫发育完成数; E_i 和 e_i 分别为虫体和蜕的能值。

②种群呼吸耗能量(R):

$$R = \sum_{k=1}^n \alpha \beta a \left(\frac{W_k + W_{k+1}}{2} \right)^b \cdot f(T_k) \cdot DD_k$$

式中 α 、 β 分别为氧卡系数和田间活动修正系数^[2], W_k 、 W_{k+1} 分别为第 k 和 $k+1$ 次调查时的生物量, a 、 b 为呼吸量与其体重成幂函数关系 $R = aW^b$ 式中的常数, DD_k 为第 k 次调查期间的棉蚜生理时间(日·度)值, $f(T_k)$ 为第 k 次调查时的温度校正值。由于棉蚜的温度系数 $Q_{10} = 2$,因此有:

$$f(T_k) = 2^{\frac{T_k - 20.5}{10}}$$

T_k 为田间的温度。

③种群排泄量(FU)

$$FU = FU_1 + FU_2$$

$$FU_1 = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^4 \left(S_{k,i} + \frac{M_{k,i}}{2} \right) \cdot FU_i \cdot DD_{k,i} \cdot e$$

$$FU_2 = \sum_{k=1}^n (S_{k,s} + N_{k,s}) \cdot FU_s \cdot DD_{k,s} \cdot e$$

式中, FU_1 和 FU_2 分别代表棉蚜若虫和成虫的排泄量; FU_i 和 $FU_{i,s}$ 分别代表 1—4 龄若蚜和成蚜每单位日度的排泄量; $DD_{k,s}$ 和 $DD_{k,i}$ 代表 1—4 龄若蚜和成蚜在 k 调查期内的生理学时间; $N_{k,s}$ 和 $S_{k,s}$ 分别为成虫数和发育进入成虫的数量。 e 为蜜露的热值, 其余见前。

④同化量和摄入量

同化量: $A = P + R$ 摄入量: $I = A + FU$

⑤生态学效率

同化效率 = $\frac{A}{I}$ 净生态学效率 = $\frac{P}{A}$ 摄入利用效率 = $\frac{I}{C}$

其中 C 为棉株的生产力。

2 结果与分析

2.1 棉蚜种群生产力与摄入量特点

根据棉蚜种群密度、年龄结构、特定时间死亡率、虫体含能量及上述作者所述的公式, 计算出了表 1 中各类型棉田棉蚜种群生产力与摄入量值。由该表可知

表 1 各类型棉田棉蚜种群生产力与摄入量 (kJ/m^2)

Table 1 The production and ingestion of cotton aphid population in eight different cotton agroecosystems

参数 Para- meters	处理 Treatment	春播棉田 (A)	迟播棉田 (B)	夏播棉田 (C)	春套棉田 (D)	春套棉边 (E)	夏套棉田 (F)	豆间棉田 (G)	免耕棉田 (H)
生产力 Produ- ction	苗蚜 Seedling aphids	4.06	6.57	0.12	0.85	1.64	0.12	3.88	2.33
	伏蚜 Summer aphids	456.54	554.94	763.98	810.44	894.96	569.11	511.80	594.02
	秋蚜 Autumn aphids	9.71	3.14	12.04	4.10	3.32	11.62	6.16	5.05
	全年 Total	470.31	564.65	776.14	815.39	899.92	580.85	521.84	601.40
摄入量 Inges- tion	苗蚜 Seedling aphids	13.32	21.28	0.43	2.16	4.86	0.68	11.49	7.81
	伏蚜 Summer aphids	1340.72	1642.36	2307.46	2375.57	2608.23	1709.43	1520.65	1763.31
	秋蚜 Autumn aphids	26.18	8.18	31.24	10.72	7.65	27.86	17.87	12.87
	全年 Total	1380.22	1671.82	2339.13	2388.45	2620.74	1737.97	1550.01	1783.99

Note: (A) spring-planting cotton agroecosystem; (B) late-planting cotton agroecosystem; (C) summer-planting cotton agroecosystem; (D) cotton agroecosystem of cotton-wheat intercrop in spring; (E) cotton brim of cotton-wheat intercrop in spring; (F) cotton agroecosystem of cotton-wheat intercrop in summer; (G) cotton agroecosystem of cotton-bean intercrop; (H) no-till cotton agroecosystem.

2.1.1 季节性变化 各类型棉田棉蚜种群生产力与摄入量均以伏蚜最高, 分别占总值的 98.56% 和 99.30%; 其次为秋蚜, 分别为 1.03% 和 0.93%; 苗蚜最低分别仅占总值的 0.41% 和 0.04%, 表明棉蚜种群的能量生产及其对棉株的为害主要在伏蚜时期。

2.1.2 类型田差异 各类型棉田棉蚜种群的能量生产及摄入为害差异很大。苗蚜期间, 播种期早的棉田, 棉蚜种群的生产力与摄入量, 为害严重, 但适当地推迟了播种期的迟播棉田, 其生产力与摄入量更大, 为害更严重。伏蚜期间, 以春套棉田及其边缘棉株的棉蚜种群生产力与摄入量最大, 为害最严重, 这可能与该类棉田之间棉蚜转移为害有关, 其它棉田则播种期推后,

棉蚜的生产力与摄入量增大,为害加重;套间作使棉田棉蚜生产力与摄入量增加,为害比单作棉田更严重。秋蚜期间,以迟播棉田的生产力与摄入量最低,其它棉田则表现在播种期的推后,棉蚜的生产力及摄入量增大,套间作可以降低棉蚜种群的生产力与摄入量。由于伏蚜在总生产力与摄入量中占有绝对的主导作用,因而棉蚜的年生产力与摄入量的变化同伏蚜的变化一致。

2.2 化学防治对棉蚜种群生产力与摄入量的作用

从表 2 中春播棉田未防区、防区与重防区棉蚜种群生产力与摄入量计算结果来看,3 个处理的苗蚜种群生产力与摄入量相近;伏蚜以防区最高,未防区次之,重防区最低;秋蚜以未防区最高,防区与重防区相近。全年值的变化与伏蚜变化一致。常规的化学防治使棉蚜种群生产力与摄入量年产值分别比未防区增加 18% 和 13.2%,而重施化学农药的重防区分别比未防区减少 20.25% 和 18.44%。

表 2 春播棉田不同防治处理的棉蚜种群生产力、摄入量及差异性水平测定值

Table 2 The production, ingestion and *t*-test values of cotton aphids population in three different chemical treatments

处理 Treatments	生产力(P)与摄入量(I) Production and Ingestion								t 测验值 <i>t</i> -test	
	苗蚜 Seedling aphids		伏蚜 Summer aphids		秋蚜 Autumn aphids		全年 Total		处理 Treatment	生产力(P) 摄入量(I) Production Ingestion
	P	I	P	I	P	I	P	I		
未防区(A)	4.06	13.32	456.54	1340.72	9.71	26.18	470.33	1380.22	(A)与(B)	<i>P</i> =0.4132 <i>P</i> =0.2366
常规防区(B)	4.06	13.35	521.97	1537.73	6.29	15.82	532.33	1566.88	(A)与(C)	<i>P</i> =0.1256 <i>P</i> =0.0523
重防区(C)	4.06	13.33	364.56	1095.17	6.49	17.25	375.11	1125.72	(B)与(C)	<i>P</i> =0.1774 <i>P</i> =0.0706

Notes: (A) is no-control treatment; (B) is control treatment; (C) is high-control treatment.

进一步通过各调查时期种群生产力与摄入量的成对数据 *t* 测验,发现防区与其它各处理之间的差异性水平值较大,而重防区与其它各处理之间的差异性水平值较小,其中重防区与未防治区内的摄入量的差异性水平值为 0.0523,接近于显著水平值 $\alpha=0.05$ 。说明化学防治对棉蚜种群的生产力与摄入量有一定的作用,且作用强度依农药品种和施药次数而异。重施化学农药可使棉蚜种群的摄入量下降到一个较低的水平。

2.3 棉蚜种群的生态学效率分析

生态学效率反映了生物对能量的利用与分配情况。各类型棉田棉蚜种群的同化效率、净生态学效率与摄入利用效率如表 3 所示。

2.3.1 同化效率 各类型棉田棉蚜种群的同化效率为 50.48%—62.91%,年值为 55.32%—56.34%,变化幅度均较小。总体平均值为 55.53%,即棉蚜种群摄入棉株汁液后,仅利用其中的 55.53%,而其中的 45.47% 被排泄掉。

2.3.2 净生态学效率 苗蚜的净生态学效率为 23.30%—67.27%,变化幅度较大。这主要与棉花播种期有关,春季播种的各类棉田均高于其它时期播种的棉田。伏蚜与秋蚜的净生态学效率分别为 58.78%—61.79% 和 63.09%—73.91%,变化幅度相对较小。其年平均值为 60.84%,即棉蚜种群将其同化量的 60.84% 转化成自身的生产量。

表 3 不同类型棉田棉蚜种群同化效率、净生态效率与摄入利用效率值

Table 3 The assimilation efficiency, net ecological efficiency and ingestion-utilization efficiency of cotton aphid population in eight different cotton agroecosystems

项目 Item	春播	迟播	夏播	春套	春套	夏套	豆间	免耕	总体 平均 Means	
	棉田 (A)	棉田 (B)	棉田 (C)	棉田 (D)	棉边 (E)	棉田 (F)	棉田 (G)	棉田 (H)		
同化效率(%) Assimilation efficiency	苗蚜 Seedling aphids	50.48	55.28	58.12	58.50	53.28	62.91	54.80	50.52	85.38
	伏蚜 Summer aphids	55.95	55.30	56.32	55.46	54.41	59.45	55.75	55.65	55.53
	秋蚜 Autumn aphids	56.67	59.10	57.61	59.01	59.04	66.99	54.66	57.93	59.45
	全年 Total	55.86	55.32	56.34	55.48	54.42	55.88	55.73	55.65	55.53
净生态效率 (%) Net ecological efficiency	苗蚜 Seedling aphids	61.32	55.81	47.46	67.27	63.45	27.30	61.60	61.11	54.13
	伏蚜 Summer aphids	60.90	61.09	58.19	61.50	63.06	59.45	60.37	60.52	60.80
	秋蚜 Autumn aphids	65.44	64.93	66.91	64.75	73.61	66.99	63.09	67.77	65.26
	全年 Total	61.00	61.05	58.89	61.53	63.10	59.56	60.41	60.57	60.84
摄入利用效率 (%) Ingestion uti- lization effi- ciency	苗蚜 Seedling aphids	1.75	2.44	1.06	0.76	0.35	1.05	2.34	1.35	1.40
	伏蚜 Summer aphids	19.28	14.56	28.89	23.84	21.38	24.44	26.22	18.18	22.10
	秋蚜 Autumn aphids	0.15	0.08	1.08	0.09	0.07	0.13	0.15	1.05	0.35
	全年 Total	19.50	14.60	28.93	23.87	21.38	24.47	26.31	18.81	23.86

Note: (A), (B), (C), (D), (E), (F), (G), (H) are as Table 1.

2.3.3 摄入利用效率 各类型棉田苗蚜的摄入利用效率总体平均值为 1.40%，伏蚜为 22.10%，秋蚜为 0.35%，年平均值为 23.85%，即棉株生产量的 1/5 以上的能量被棉蚜种群取食移走。说明棉蚜对棉株取食为害的生态压力很大。

结果还表明，各类型棉田的摄入效率不同，迟播棉田苗蚜的摄入利用效率最大，而伏蚜、秋蚜的年平均值均较小；其它各类型棉田则随播种期的推后，棉蚜的摄入利用效率增加，套间作也使棉蚜的摄入利用效率增加。

2.4 各类型棉田棉蚜种群能量动态框图(图 1, 下页)

根据上述研究，给出了如下华北棉区 8 种主要类型棉田的棉蚜种群能量动态的框图。

3 讨论

3.1 棉蚜种群能量动态的特点

生态学定律认为，能流量是衡量不同种群在生态系统中作用与地位的一个重要指标。华北棉区棉蚜种群的能流量(即同化量)为 771.09%—1426.21kJ/m²·a，比舞毒蛾幼虫的能流量值 616.82kJ/m²·a^[15]、牛群能流量值 306.6kJ/m²·a^[16]均高。可见，棉田棉蚜的能流量非常大，它在棉田生态系统中起着非常重要的作用。

从各类型棉田棉蚜种群同化效率与净生态学效率来看，其变化幅度较小，说明棉株的含能量不是影响棉蚜种群能量动态的主要因子。从摄入利用效率来看，植食性昆虫种群的摄入利用效率平均值为 3.5%^[11]，而棉蚜种群的摄入利用效率高达 23.85%。这是由于棉蚜通过吮吸棉叶及嫩茎汁液获取能量，而被害叶仍可进行光合作用的结果。棉蚜种群对棉株产量的影响，除与其摄入量有关外，还取决于棉株被害的时期及其补偿能力，有关这方面研究尚待深入。

3.2 化学防治对棉蚜种群能量动态的影响

常规的化学防治使棉蚜种群的生产力与摄入量增加，这可能是与化学农药杀伤了天敌及棉蚜抗性增强^[7]，导致棉蚜再猖獗有关。若在此基础上，再重施化学农药，则可将棉蚜种群摄入量大幅度下降，但这需要付出一定的社会、经济、生态代价。因此，合理地使用化学农药，科学

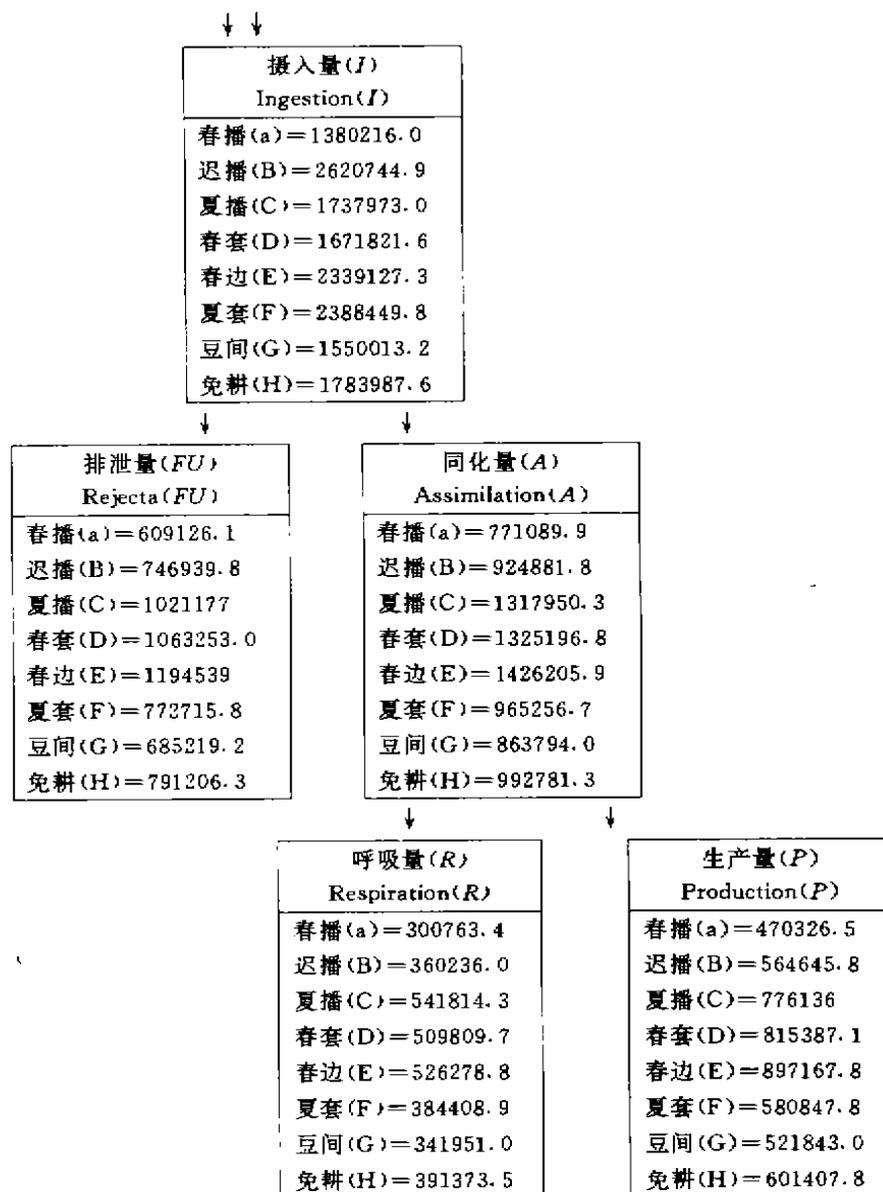


图1 华北棉区各类型棉田棉蚜种群能量流动框图($J/m^2 \cdot a$)

Fig. 1 The energy flow chart for cotton aphid population in eight different cotton agroecosystems

地分析化学防治的作用,显得尤为重要。

3.3 各类型棉田棉蚜管理对策的探讨

苗蚜期间,春播棉田、迟播棉田的棉蚜种群生产力与摄入量均较高,但其摄入利用效率很低,棉株有较强的补偿能力,应根据当时的蚜量而治。伏蚜期间,各类型棉田的生产力与摄入量均很高,对棉株生长发育的影响很大,且以播种期推后和套作的棉田最大,应特别加强对这些类型棉田棉蚜的控制,并注意提高防治效果。秋蚜期间,棉蚜种群的生产力与摄入量均很低,不需

要对棉蚜进行防治。

参 考 文 献

- 1 Wiegert R G, Petersen C E. Energy transfer in insects. *Ann. Rev. Entomol.* 1983, **28**: 455—486
- 2 吴坤君等. 棉铃虫能量收支. *昆虫学报*, **29**(2): 149—157
- 3 戈 峰, 陈常铭. 水稻-褐飞虱-八斑球腹蛛生态系统能流. *生态学报*, **10**(2): 167—172
- 4 邱星辉, 李鸿昌. 草原生态系统狭翅雏蝗种群的能量动态. *生态学报*, **13**(1): 1—8
- 5 Reichenbach N G, Staups G R. Bioenergetics of the western spruce budworm with comments on endotherm and ectotherm population energetics. *Can. J. Zool.* **63**: 1330—1338
- 6 Wieser W. A new look at energy conversion in ectothermic and endothermic animals. *Oecologia*, **66**: 506—510
- 7 戈 峰, 陈常铭. 褐飞虱和八斑球腹蛛的呼吸代谢及其能量消耗. *昆虫学报*, **33**(1): 35—42
- 8 Wiegert R G (ed.) *Ecological Energetics*. Mutchinson and Ross, Pennsylvania. 1976, 1—148
- 9 Schoener T W. Theory of feeding strategies. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **2**: 369—404
- 10 戈 峰, 丁岩钦, 马世骏. 棉田害虫生态调控的原理与方法. 全国首届新学说新观点学术讨论会论文集. 北京: 科学技术出版社, 1993, 214—217
- 11 李典虞, 谢宝瑜. 棉蚜种群的动态模型. 棉花病虫害综合防治研究及进展. 北京: 中国农业科学技术出版社, 1990, 300—304
- 12 谢宝瑜等. 华北棉区伏蚜防治指标的研究. 棉花病虫害综合防治及研究进展. 北京: 中国农业科技出版社, 1990, 104—108
- 13 戴小枫等. 夏型棉蚜对棉花为害损失与防治指标研究初报. *中国农业科学*, 1990, **23**(4): 50—56
- 14 Randolph P A *et al.* Age-specific energetics of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Ecology*, **56**: 359—369
- 15 张克斌等. 用¹⁴C 标记棉花研究棉蚜取食、排泄、吸收与棉花品种抗蚜性关系. *原子能农业应用*, 1985, **3**: 36—40
- 16 Varley G C. *The effects of grazing by animals on ecosystems*, ed by K. Petrusewicz. Warsaw and Cracow 1967, 773—778
- 17 吴孔明等. 杀虫剂诱使棉蚜再猖獗的研究. *生态学报*, **12**(4): 341—347

ENERGY DYNAMICS AND ECOLOGICAL EFFICIENCY OF COTTON APHID (*APHIS GOSSYPHII*) POPULATION IN DIFFERENT COTTON AGROECOSYSTEMS

Ge Feng Ding Yanqin

(Institute of Zoology, Academia Sinica, Beijing, China, 100080)

Based on the population density, age-structure, specific-time mortality and physiological time of cotton aphid (*Aphis gossypii*), a model for estimating energy dynamic parameters of overlap insect population was established, and the energy dynamics and ecological efficiency of cotton aphid population were evaluated and analysed in eight agroecosystems. The results showed that: 1) the whole "summer aphid" production accounted for 98% of the annual cotton aphid production, and "seedling aphid" and "autumn aphid" production for 2%; 2) with the delay of planting time, the production and ingestion of "seedling aphid" population decreased, "summer aphid" and "autumn aphid" increased; with the implementation of intercropping, the production and ingestion of "seedling aphid" and "autumn aphid" population decreased, while "summer aphid" increased; 3) chemical control affected production and ingestion of cotton aphid population to some extent, and the effective intensity depended on pest-

cides and control numbers; 4) the assimilation efficiency and net ecological efficiency of cotton aphid population fluctuated slightly, but ingestion-utilization efficiency varied greatly in different cotton agroecosystems. Furthermore, the management strategies for cotton aphid in different cotton agroecosystems were also discussed in this paper.

Key words: *Aphis gossypii*, energy dynamics, ecological efficiency.

介绍几种先进的生态学仪器(二)

植物冠层结构分析仪

植物冠层结构的分析,在生态学研究占有重要位置。

在理论上提出冠层结构描述的一系列参数——如叶面积指数、叶片平均倾角和方位等是很容易的,但直接测得这些参数则是非常费工,并且很难得到精确数字。

植物冠层结构对光线在冠层中的穿透有着极重要的影响。根据光线在叶层中穿透和对叶片接触的概率可以推算冠层结构参数。根据这一关系而创造的各种方法,已延用几十年了。据该理论推算,需要两个变量,即光线在冠层中的穿透频率(或空白频率)和光线在冠层中的接触频率(或截获频率)。

最原始的测定空白频率的方法是棒刺法,还有一种非常理想的方法是在地面上使用鱼镜头照相机拍摄全天穹植物冠层黑白照片,以照片上的冠层图像为基础,经订正后统计空隙频率和光截获频率。但该方法仍嫌操作复杂、计算分析也十分繁琐。

测量地面上直射光斑的仪器于 1983 年在中国研制成功。1988 年在国外已有非常完善、采用微机技术的光斑仪生产,美国 CID 公司、Decagon 公司和英国 ΔT 公司生产的 CI-150 等型号的光斑仪,延用至今,使用曾非常普遍。

在光斑仪问世以后,人们进一步研制了以鱼镜头和测光探头相结合的冠层分析仪。该仪器避免了在一天中必须多次观测的麻烦(CI-150 冠层仪需选择不同的太阳光入射角,进行多次观测),但是该方法在操作与精度方面仍不够理想。

目前,在技术上最为完善的冠层分析仪是以鱼镜头进行电子摄像和计算机图像分析为基础,这就是美国 CID 公司生产的 CI-105 型植物冠层分析仪。计算机软件实现了理想的全天空图像快速分析技术,而且简单的光学系统可以在野外快速获得大量图像,现场进行分析出空白频率并计算出植物冠层结构的各项参数。该仪器可以获得冠层的直射光透过率、散射光透过率、冠层消光系数以及叶面积指数、叶平均倾角乃至叶面积密度函数、冠层高度等。由于它对图像进行黑白分析,无需考虑光强变化、晴阴天条件,而且在计算机上可以任意分割取舍部分图像,精密度可以达到 1° 角的分辨率,所以,对密植作物、条播作物乃至单株树冠的有关参数均可获得,十分灵活、方便。CI-100 是目前世界上最先进的植物冠层分析仪,并已在世界各国普遍使用。

北京农业大学 张理 供稿