

豚草条纹叶蚜的生态学特性*

万方浩 王 韧

(中国农业科学院生物防治研究所, 北京)

摘 要

在一定空间(7238厘米³)的养虫器内, 豚草条纹叶蚜成虫的生殖力随密度的增加而下降。单对饲养的生殖力最高, 平均产卵386.7粒; 当密度为18和25头时, 产卵仅157.6和50.4粒。幼虫期以及蛹期的死亡率, 在不同空间中均随密度的增加而增加, 随空间的增大, 各密度下的死亡率相应减少。食料质量是影响幼虫存活的重要因素之一, 用豚草上、中、下部叶片饲养幼虫, 其死亡率分别为10%、70.3%和97.6%。幼虫期累计食叶量可达90.58毫克鲜重; 随着日龄增加, 近似消化力逐渐下降, 摄入物质转换为体物质的效率和消化食物转换为体物质的效率随日龄的增加而增加。成熟成虫的取食量基本恒定, 平均每48小时食叶28.01毫克鲜重, 其近似消化力为64.2%。刚羽化出土的成虫, 达到成熟进入生殖生长所需的食叶量约为213.22毫克鲜重。

关键词: 豚草条纹叶蚜, 豚草, 生态特性。

豚草条纹叶蚜(*Zygogramma suturalis*)是豚草(*Ambrosia artemisiifolia*)的天敌, 苏联利用该虫防治豚草取得了成功^[1,2]。我所1987年从苏联、加拿大引进该虫, 1987—1989年对其生物学特性进行了研究, 结果表明: 豚草条纹叶蚜食性单一, 成虫、幼虫均取食豚草叶和花序, 是一种很有希望的生物防治作用物^[1,3,4]。该虫的许多生态学特性与马铃薯叶蚜(*Leptinotarsa decemlineata*)类似, 只是取食的植物不同^[6]。成虫有群聚取食的习性, 在田间的扩散过程很象草原火灾的蔓延, 形成稳定的、形状不变并以一定速度运动的“昆虫波”。其特点是在一条窄带内有特别大的昆虫密度, 每平方米达5,000头^[2]。这种高密度集聚的行为对豚草的控制无疑是有利的, 本文探讨了在高密度情况下, 对种群自身的影响。

豚草条纹叶蚜在新移植区, 适应当地气候、摆脱原产地天敌的控制后, 种群增长的主要制约因子是食料。了解该虫对食物的要求和利用能力, 有利于制定释放计划和对野外释放种群进行调节, 加速其控制作用。

一、材料与方 法

1. 不同密度成虫生殖力观察

用直径16厘米×高15厘米的塑料花盆, 每盆栽株高15—20厘米的豚草2株, 上罩36厘米高的透明有机塑料筒罩, 顶部蒙一层尼龙纱(空间体积为7238厘米³)。将室内繁殖的第3代成虫以2、4、6、10、14、18和25头的密度(雌雄性比1:1, 仅25头的密度处理为0.79:1)移入养虫器具内。10头成虫以下的处理各设3个重复, 14、18和25头成虫处理未设重复。每日记

* 国家自然科学基金资助项目。
本文于1990年元月1日收到。

载卵数和成虫死亡数,观察至成虫全部死亡。试验在室内恒温 $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度50—85%、光照16小时条件下进行。

2. 不同密度幼虫的存活率及发育历期观察

在室温 $21-27^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度50—85%、光照16小时条件下,用培养皿(95.4厘米^3)、透明塑料盒(615.8厘米^3)及花盆(3981厘米^3)饲养幼虫。前二种容器的饲养密度为1、3、5、10和20头,后一种为每盆5、7、10、15和20头。每处理各设5个重复,自放入一龄幼虫之日起,每日上午、下午观察记载其死亡数和历期,至成虫羽化结束。

3. 成虫、幼虫的营养生态特性实验

(1)食料质量对幼虫存活率的影响 分别剪取株高120厘米豚草的上部(顶部)、中部(离地面 $2/3$ 处)和下部($1/3$ 处)主茎叶片,在塑料盒内单体饲喂幼虫。实验分设三组处理,每组处理饲养20—42头幼虫不等。每日记载其死亡数。

(2)幼虫食量、体重及排粪量的测定 取同期孵化的一龄幼虫置于透明塑料盒(直径11厘米、高4厘米)内群体饲养,每盒10头幼虫。实验分设两个处理,各5次重复。第一处理用于测定幼虫食量、体重及排粪量;第二处理用于测定不同日龄幼虫的干重,以每二日为间隔时间,自卵孵化之日起观测至幼虫老熟(12天)。幼虫食量测定采用称重法,每次喂食前,自豚草植株顶部同一部位剪取大小基本相同的叶片分成两组,称鲜重后一组用于饲喂幼虫,另一组用做对照。饲喂二日后,将剩余叶片取出,更换新鲜食料。对照叶片及剩余叶片均放入 80°C 烘箱中烘烤2小时,在干燥器中冷却至室温后称干重,并以此推算幼虫的取食量。幼虫粪便也以干重计算。

(3)成虫食量、体重及排粪量的测定 取刚羽化出土的成虫和在室外饲喂20天后的成虫分两组饲养(雌:雄性比1:1),实验设置、方法及测定项目同幼虫。

上述饲养条件与不同密度成虫生殖力的观察条件相同。

二、结果与分析

1. 密度对成虫生殖力的影响

在空间(7238厘米^3)一致、并有足够食料的条件下,成虫总产卵量随密度增加而增加,密度超过18头时,产卵量下降,密度为25头时,总卵量仅544粒(表1)。但总卵量并未完全反映密度对每雌实际生殖力的影响。实际上每雌卵量和平均每雌日产卵量随成虫密度的增加而逐渐下降。从表1中可看出,密度为2头时,雌虫产卵量最高,达386.7粒;而密度为25头

表1 不同密度成虫的生殖力及其生殖特性

Table 1 Effects of adult density on reproductive capacity of *Zygogramma suturalis*

密度(头)	总卵量(粒)	每雌卵量(粒)	每雌日产卵(粒)	实际产卵(天)	产卵期(天)
2	386.7	386.7	11.4	34.0	53.7
4	521.5	260.8	7.3	36.0	45.0
8	764.0	254.9	6.5	39.0	55.0
10	1154.7	230.9	3.8	59.0	82.0
14	1615.0	233.6	4.0	58.0	76.0
18	1635.0	157.6	2.8	55.5	79.5
25	554.0	50.4	1.8	32.0	45.0

时,仅50.4粒。由此可见,密度升高,每头雌虫可利用的空间相对缩小,增加了对产卵场所的竞争,交尾受到干扰,导致生殖力下降。

2. 密度对幼虫存活及发育历期的影响

(1)密度与幼虫存活率的关系 幼虫期以及幼虫至蛹期的死亡率在不同空间中随密度的增加而增加,但随空间容积的增大,各密度下的死亡率相应减少。在容积为95.4、615.8、和3981厘米³的饲养容器中,幼虫各密度平均死亡率分别为24.0、17.1和11.8%。幼虫至蛹期的死亡率在前二种容器中分别为39.1和34.9%。这些结果表明:在单位空间中,存在一定量的幼虫时,可能发生密度制约。用密度制约判断方法进行分析表明:在容积为95.4和615.8厘米³的容器中,幼虫及幼虫至蛹阶段均存在密度制约,而在容积为3981厘米³容器中,不存在密度制约。由此可见,在一定的空间范围内,幼虫取食存在干扰现象,由于拥挤阻滞生长,导致死亡率增加,这种干扰机理可能是通过某种生态素(Ecomones)^[6]起作用。

(2)密度与幼虫发育历期的关系 幼虫及幼虫至蛹阶段的发育历期随密度增加而延长。20头密度下的幼虫及幼虫至蛹的历期分别为9.9和25.3天,比1头密度下的分别平均延长近1天和2天。历期的延长证实了密度高时,出现取食干扰发生密度制约、阻滞生长的现象。

3. 幼虫营养生态特性

(1)食料质量对幼虫存活的影响 用株高120厘米的豚草植株上、中、下部主茎叶片饲喂幼虫,其幼虫期的累计死亡率分别为10%、70.8%和97.6%。从不同生理日龄的死亡率来看,食料质量对3日龄前幼虫的存活影响最大,其死亡率分别为0、41.7和69.0%。

(2)幼虫食量、排泄量、体重及对食物的利用能力 由表2可知,整个幼虫期平均可食鲜叶90.58毫克(干重18.53毫克)。体重的增加以8日龄后生长最快,其体重增加趋势与食物累计量(鲜干重)的形式一致。不同日龄的幼虫,对食物的利用能力不同。随着日龄的增加,近似消化力(A.D.)逐渐下降,而摄入物质转换为体物质的效率(E.C.I.)和消化食物转换为体物质的效率(E.C.D.)随着日龄的增加而增加。10日龄后的E.C.I.和E.C.D.急剧增大,这与老熟幼虫体重的急剧增加直接相关。

表2 幼虫体重、食量及排粪量(毫克)及对食物的利用力

Table 2 Larval body weights, food consumption, feces(mg) and utilization ratio for food

日	龄	0	2	4	6	8	10	12
体重	鲜	0.24	0.79	1.83	4.53	11.33	24.48	27.22
	干	0.00	0.16	0.40	1.20	2.38	6.00	8.19
食量	鲜	—	7.36	10.20	15.40	18.32	27.11	12.19
	干	—	1.47	2.10	3.07	3.65	5.80	2.43
累计	鲜	—	7.38	17.66	32.96	61.28	78.39	90.68
	干	—	1.47	3.57	6.64	10.29	16.09	18.53
排粪量	干	—	0.04	0.08	0.18	0.58	1.06	0.70
A.D.(%)		—	97.3	96.2	94.1	84.1	81.7	71.2
E.C.D.(%)		—	7.9	12.6	29.4	36.8	88.9	92.3
E.C.I.(%)		—	7.7	12.1	27.7	30.9	72.6	65.7

4. 成虫食叶量、体重、排粪量及对食物利用能力

成虫羽化出土后,体重逐渐增加,初羽化时体重平均为21.17毫克,12天后,增加至27.05毫克,而22天后体重趋于稳定。在26±1℃恒温条件下,以4和6日龄成虫的食量最

大,随着日龄的增长,食量逐渐降低;到22日龄后,食量亦趋于稳定。成虫累计食叶量(Y ,鲜重)与其发育总积温(T)的关系呈线性相关,当总积温小于312日度时, $Y = -6.02 + 0.73T$ ($r = 0.9949$, $F = 390.7^{**}$, $P < 0.00004$);当总积温大于572日度时, $Y = 70.19 + 0.55T$ ($r = 0.9999$, $F = 289614.3^{**}$)。刚羽化的成虫对食物的消化力以2和4日龄的较高,分别为79.7%和77.5%,22日龄后食物近似消化力趋于稳定,为64.2%(表3)。

表3 室外饲喂20天后的成虫体重、食量及排粪量(毫克)

Table 3 Mature adult body weight, food consumption and feces(mg)

日	龄	22	24	26	28	30	平均
体	重	28.67	28.49	28.38	28.01	28.66	28.62
食量	鲜	31.30	28.77	26.61	26.68	26.80	28.01
	干	5.94	5.46	5.05	5.04	5.09	5.32
累计	鲜	31.30	60.07	86.68	113.26	140.06	—
	干	5.94	11.40	16.45	21.19	26.58	—
排粪量	干	2.13	2.05	1.78	1.79	1.78	1.91
A.D.%		64.2	62.3	64.8	64.6	65.0	64.2

由此可见,条纹叶蚜成虫羽化出土后有一个逐渐成熟过程。其体重、食量及近似消化力在未成熟时,均有变化,而成熟后则趋于稳定。12日龄后,所有实验成虫均开始产卵,因此12日龄的累计食叶量可看成是成虫进入生殖期所必需获得的食物量(鲜重为213.22毫克,干重为40.49毫克)。12日龄时的体重与刚羽化出土时的体重相比增加了28%,在此阶段维持其生长的需求率需以0.49毫克/天体重增量增加,才能进入生殖期。

三、讨 论

条纹叶蚜成虫有群集取食的习性,这对豚草的控制是有利的。但密度与生殖力的实验表明:株高15厘米左右的豚草上有8头以上的雌成虫时,产卵量会降低,对种群数量的增加有一定的影响。一方面,密度过高时,增加对产卵场所的竞争和发生交配干扰。苏联对产卵选择因子的研究认为,植物总量及被取食程度是影响产卵的主要因子,叶部取食程度越重,产卵越少^[7]。另一方面,幼虫在高密度下发生取食干扰;同时,由于幼虫活动性差,拥挤导致转移过程中的死亡率加大。因此,在豚草条纹叶蚜释放后,要监测田间种群的扩展情况,保持种群在一定密度。在室内大量繁殖过程中,每对成虫的活动空间应保持在905立方厘米之上,以防止产卵干扰,获得最大产卵量的最理想方法是分对饲养。

用豚草顶部叶片饲喂幼虫存活率高,解释了田间观察到的成虫、幼虫喜在植株顶部和叶腋处取食的现象,同时进一步说明了幼苗期是有效控制时期的结论^[4]。室内幼虫饲养,以处于营养生长始盛期的豚草为宜,为防止幼虫密度制约的发生及粪便对食料的污染,每株株高25厘米的豚草最多以饲养15头幼虫为宜。

豚草营养生长前期生长缓慢,叶部生物量积累量小,此时田间叶蚜种群保持多大密度,既可避免密度过高时对种群的不利影响,又可达到满意的控制效果将另文讨论。

参 考 文 献

- [1] 万方浩、王韧、邱式邦,1989,豚草条纹叶蚜的寄主专一性测定,生物防治通报 5(1):14—17。

- [2] Kovalev, O. V., and V. V. Vecnernin, 1986, Description of a new wave process in population with reference to the introduction and settlement of the leaf beetle *Zygogramma suturalis* (Col., Chrysomelidae), *Entomol. Obozr.*, 65(1): 21—28. (in Russ.).
- [3] 万方浩、王韧, 1989, 豚草条纹叶甲的生物学特性, *生物防治通报* 5(2): 71—75.
- [4] 万方浩、王韧, 1990, 条纹叶甲控制豚草的效果及其评价, *生物防治通报* 6(1): 8—12.
- [5] Kovalev, O. V., and V. N. Cherkshin, 1983, Effectiveness of the ambrosia leaf beetle, *Zashchita Rastenii* 2: 10—11 (in Russ.).
- [6] 徐汝梅, 1987, 昆虫种群生态学, 183—199, 北京师范大学出版社.
- [7] Reznik, S. Y., 1985, Factors determining selectivity during oviposition of ragweed leaf-beetle (*Zygogramma suturalis*, Col., Chrysomelidae), *Zool. zh.* 44: 234—244 (in Russ.).

LABORATORY BIONOMICAL STUDIES ON *ZYGOGRAMMA SUTURALIS* [COL.: CHRYSOMELIDAE]

Wan Fang-Hao Wang Ren

(Biological Control Laboratory, Chinese Academy of Agricultural Sciences)

Laboratory studies on some biological and ecological characteristics of *Z. suturalis* were conducted during 1987—1989. The total number of eggs laid by the experimental population of *Z. suturalis* was influenced by the rearing density in a parabolical pattern. The average fecundity of the females declined as the adult density increased in the containers of a fixed volume. A maximum of 386.7 eggs was obtained when only one pair of adults were reared in a container of 7 238 cm³ volume. When 18 and 25 adults were reared in the containers of the same size, each female laid 157.6 and 50.4 eggs, respectively. The mortalities of the larval and larva-pupal stages increased as the rearing density increased. Yet the mortalities in each density treatment decreased in larger containers. Food quality was found to be one of the important factors affecting larval survival. When the larvae were fed with the leaves from upper, middle and lower parts of ragweed plants, the average mortalities were 10%, 70.8% and 97.6%, respectively. Results of the larval consumption rate analysis showed that the accumulative consumption was 90.58 mg (fresh weight) per larva. Larvae of 10 days old had the highest consumption. The approximate digestibility (A.D.) declined and the efficiencies of conversion for ingested and digested food (E.C.I. and E.C.D.) increased as the larvae developed older. The daily food consumption by newly emerged adults was significantly greater than that by mature adults. Each adult consumed an average of 213.22 mg of fresh leaves before oviposition.

Keywords: *Zygogramma suturalis*, *Ambrosia artemisiifolia*, ecological characteristics.