

虫口密度和温度对乌菰莓鹿蛾生长发育的影响*

赵 明 王 萍 周福才** 顾爱祥 任 佳 胡其靖

(扬州大学园艺与植物保护学院 扬州 225009)

摘 要 为探索乌菰莓鹿蛾的人工饲养条件,就幼虫饲养密度(每瓶 1 头、3 头、5 头、7 头、9 头)和温度(25 ℃、28 ℃、31 ℃)对乌菰莓鹿蛾的发育历期、存活率和取食等进行了研究。结果显示,与群体饲养相比,单头饲养的乌菰莓鹿蛾幼虫的发育历期长,成活率低,取食量较大。在 25~31 ℃的环境温度下,乌菰莓鹿蛾幼虫的发育历期随温度升高而缩短,28~31 ℃较有利于幼虫生长发育,28 ℃的存活率最高(79.47%),31 ℃时幼虫取食量最大(2.45 g·头⁻¹)。在人工饲养条件下,初龄幼虫以 3~5 头群体饲养为宜,3 龄以后以单头饲养为宜,饲养温度以 28~31 ℃为宜。

关键词 乌菰莓鹿蛾 乌菰莓 虫口密度 温度 生长发育 取食量 存活率

中图分类号: S436.41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-3990(2011)03-0688-04

Effects of population density and temperature on the growth and development of *Amata* sp.

ZHAO Ming, WANG Ping, ZHOU Fu-Cai, GU Ai-Xiang, REN Jia, HU Qi-Jing

(School of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract Artificial breeding conditions were used to investigate the effects of population density (1, 3, 5, 7 and 9 heads in one culture bottle) and temperature (25 °C, 28 °C, and 31 °C) on the development duration, survival percentage and feeding amount of *Amata* sp larvae. Compared with group breeding, single-head breeding prolonged the development time, lowered survival percentage and increased feeding amount. The development duration shortened with increased temperature at breeding temperature of 25~31 °C. A temperature range of 28~31 °C was beneficial to the growth and development of *Amata* sp. The highest survival percentage (79.47%) was obtained at a temperature of 28 °C, and the highest feeding amount per head (2.45 g) was obtained at 31 °C. The optimum artificial breeding conditions about population density were 3~5 heads per culture bottle at the first instar larval stage, and 1 head per culture bottle after the third larval instar stage. The breeding temperature range was 28~31 °C.

Key words *Amata* sp., *Cayratia japonica* (Thunb.) Gagn., Population density, Temperature, Growth and development, Feeding amount, Survival percentage

(Received Sep. 16, 2010; accepted Dec. 14, 2010)

乌菰莓 *Cayratia japonica* (Thunb.) Gagn. 别名母猪藤, 属葡萄科植物, 是一种多年生草质藤本杂草。由于乌菰莓繁殖力高, 攀援性强, 是华东、华中、西南、华南等省市广泛分布于山坡或旷野草丛及农田中的恶性杂草, 对绿篱植物、观赏灌木、草坪等具有较大的危害性, 对塑料大棚等栽培设施也有一定的破坏性^[1]。乌菰莓鹿蛾 *Amata* sp. 属鳞翅目, 鹿蛾

科(Ctenuchidae), 为单食性昆虫, 2004 年 6 月在扬州大学实验农场首次被发现^[2]。该虫主要取食乌菰莓的花、果实及嫩叶, 对乌菰莓的发生与蔓延有一定的遏制作用。由于该虫发现时间较短, 目前的相关研究较少。为探讨乌菰莓鹿蛾的人工饲养条件, 为进一步利用乌菰莓鹿蛾控制乌菰莓蔓延提供基础, 于 2008~2009 年, 就虫口密度和温度对乌菰莓鹿蛾

* 江苏高校优势学科建设工程项目和江苏省自然科学基金项目(BK2008207)资助

** 通讯作者: 周福才(1964~), 男, 博士, 副研究员, 研究方向为昆虫生态及农业害虫综合治理。E-mail: fczhou@yzu.edu.cn

赵明(1975~), 男, 硕士, 实验师, 主要从事农业害虫综合治理研究。E-mail: zhaoming@yzu.edu.cn

收稿日期: 2010-09-16 接受日期: 2010-12-14

生长发育的影响进行了研究。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

乌桕蓇鹿蛾成虫采自扬州大学园艺与植物保护学院试验田, 在实验室养虫笼内饲养繁殖, 养虫笼内放入浸有 15%葡萄糖水的棉球供成虫补充营养。成虫产卵后, 将卵块移入广口瓶中饲养, 瓶内加湿棉球保湿。卵孵化后, 幼虫用乌桕蓇花蕾饲养, 花蕾每天更换 1 次。

1.2 试验方法

1.2.1 虫口密度试验

取初孵幼虫若干, 在广口瓶中用乌桕蓇花蕾饲养。幼虫虫口密度分别为每瓶 1 头、3 头、5 头、7 头、9 头, 幼虫死亡后及时补充相同虫龄的幼虫, 观察鹿蛾幼虫的发育进度、死亡情况, 计算发育历期、存活率。每天观察记录 1 次, 试验设 10 次重复。

1.2.2 温度试验

取初孵幼虫若干, 在广口瓶中用乌桕蓇花蕾饲养, 并且将相同数量的广口瓶分别放在 25℃、28℃、31℃恒温箱中。幼虫的虫口密度为 3 头·瓶⁻¹, 幼虫死亡后及时补充相同虫龄的幼虫。观察不同温度下乌桕蓇鹿蛾的发育进度和死亡情况, 计算发育历期和存活率。试验设 10 次重复。

1.2.3 幼虫取食量的测定

取初孵幼虫若干, 在广口瓶中放入新鲜乌桕蓇花蕾, 称重, 取食 24 h 后再称重。另取 3 个广口瓶

放入花蕾不接虫为对照, 测定乌桕蓇鹿蛾幼虫的取食量。试验设 10 次重复。

1.3 数据处理

试验数据用 DPS 软件处理。

2 结果与分析

2.1 虫口密度对乌桕蓇鹿蛾幼虫的影响

2.1.1 虫口密度对幼虫发育历期的影响

在不同虫口密度条件下, 乌桕蓇鹿蛾幼虫的发育历期有明显差异(表 1), 其中, 1 头·瓶⁻¹ 饲养密度的乌桕蓇鹿蛾发育历期比 3 头·瓶⁻¹、5 头·瓶⁻¹、7 头·瓶⁻¹、9 头·瓶⁻¹ 饲养密度的分别长 6.9%、5.5%、8.5%和 10.1%, 而 3 头·瓶⁻¹、5 头·瓶⁻¹、7 头·瓶⁻¹、9 头·瓶⁻¹ 之间差异不显著。进一步分析可以看出, 随着虫龄的增大, 发育历期呈现出缩短的趋势, 其中 1 头·瓶⁻¹ 密度饲养的 4 龄幼虫发育历期与 1 龄幼虫相比缩短近 50%。

2.1.2 虫口密度对幼虫存活率的影响

虫口密度对人工饲养条件下的乌桕蓇鹿蛾存活率的影响见表 2。单头饲养的幼虫存活率明显较其他饲养密度低, 而 3 头·瓶⁻¹、5 头·瓶⁻¹、7 头·瓶⁻¹、9 头·瓶⁻¹ 饲养密度条件下, 处理之间没有显著差异。进一步分析得出, 饲养密度主要对 1 龄幼虫存活率影响显著, 9 头·瓶⁻¹ 饲养密度下幼虫的存活率显著高于其他处理; 1 龄幼虫期, 1 头·瓶⁻¹ 饲养密度下幼虫存活率比其他 4 种饲养密度平均低 25.0%左右; 2 龄

表 1 不同虫口密度条件下乌桕蓇鹿蛾的发育历期
Table 1 Developmental duration of *Amata* sp. larval under different population densities d

虫口密度 Population density (head number per bottle)	幼虫龄期 Larval instar stage					合计 Total
	1 龄期	2 龄期	3 龄期	4 龄期	5 龄期	
	1 st instar stage	2 nd instar stage	3 rd instar stage	4 th instar stage	5 th instar stage	
1	3.70±0.21a	3.00±0.15ab	2.10±0.10a	1.90±0.10a	1.90±0.10a	12.60±0.16a
3	3.41±0.11b	2.93±0.09ab	2.07±0.05a	1.90±0.08a	1.48±0.09b	11.79±0.13b
5	3.30±0.07b	3.14±0.055a	2.15±0.05a	1.94±0.05a	1.51±0.06b	11.94±0.13b
7	3.30±0.06b	2.88±0.07ab	2.19±0.05a	1.88±0.04a	1.35±0.05b	11.61±0.12b
9	3.03±0.02c	2.87±0.04b	2.13±0.04a	1.90±0.02a	1.45±0.05b	11.44±0.09b

同列不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$), 下同。Different small letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

表 2 不同虫口密度条件下乌桕蓇鹿蛾的存活率
Table 2 Survival percentage of *Amata* sp. larval under different population densities %

虫口密度 Population density (head number per bottle)	幼虫龄期 Larval instar stage					平均 Average
	1 龄期	2 龄期	3 龄期	4 龄期	5 龄期	
	1 st instar stage	2 nd instar stage	3 rd instar stage	4 th instar stage	5 th instar stage	
1	66.67±16.67b	93.33±3.33a	96.67±3.33a	100.00±0a	100.00±0a	91.33±4.47b
3	94.44±4.01ab	95.56±4.44a	100.00±0.00a	100.00±0a	100.00±0a	98.00±1.21a
5	93.33±4.81ab	99.33±0.67a	100.00±0.00a	100.00±0a	100.00±0a	98.53±1.08a
7	90.00±5.41ab	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0a	100.00±0a	98.00±1.41a
9	99.63±0.37a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0a	100.00±0a	99.93±0.07a

以上幼虫,各饲养密度条件下,幼虫的存活率之间没有显著差异。结果表明,乌桕蓇鹿蛾 1 龄幼虫具有一定的群居特性,适当的饲养密度有助于提高低龄幼虫的存活率。

2.1.3 虫口密度对幼虫取食量的影响

不同饲养密度条件下乌桕蓇鹿蛾幼虫的取食量之间存在明显差异(表 3)。低密度饲养条件下,幼虫的取食量相对较大,如 1 头·瓶⁻¹ 饲养密度的幼虫取食量比 9 头·瓶⁻¹ 大 50.63%。1 龄幼虫不同饲养密度之间没有明显的差异,饲养密度对取食量的影响主要发生在 2 龄以后,这可能与 1 龄幼虫本身取食量相对较小有关。乌桕蓇鹿蛾幼虫的取食量随着虫龄的增大而增大,低龄幼虫的取食量较小,但进入 3 龄以后,幼虫的取食量激增,进入暴食期。3 龄至 5 龄幼虫的取食总量分别占幼虫期总取食量的 90.0%左右。

2.2 温度对乌桕蓇鹿蛾的影响

2.2.1 温度对幼虫发育历期的影响

乌桕蓇鹿蛾属喜温型昆虫,较高的温度有利于幼虫发育。研究发现,在 25~31 ℃ 的环境温度下,乌桕蓇鹿蛾幼虫的发育历期随着温度的升高而缩

短。其中,25 ℃ 温度环境下乌桕蓇鹿蛾幼虫的发育历期比 31 ℃ 的长 24.84%。但 28 ℃ 和 31 ℃ 之间差异不显著。结果显示,28~31 ℃ 的饲养温度利于幼虫的生长发育(表 4)。

2.2.2 温度对幼虫存活率的影响

在 25~31 ℃ 的环境温度下,温度对幼虫的存活率存在明显的影响。从表 5 可以看出,28 ℃ 的存活率最高(79.47%),31 ℃ (67.40%)最低,28 ℃ 比 31 ℃ 的幼虫存活率高 17.91%。存活率的差异主要出现在 2 龄以后,温度对 1 龄期幼虫存活率的影响不明显。结果表明,幼虫饲养温度在 28 ℃ 的条件下有利于提高幼虫存活率。

2.2.3 温度对幼虫取食量的影响

较高的温度有利于乌桕蓇鹿蛾幼虫的取食。从表 6 可以看出,在 31 ℃ 的温度条件下,乌桕蓇鹿蛾幼虫取食量为 2.45 g·头⁻¹,是 25 ℃ 的 2.8 倍,但 25 ℃ 和 28 ℃ 之间取食量没有显著差异。另外,不同温度对低龄幼虫的影响较小,对暴食阶段的 4 龄和 5 龄幼虫影响较大,如 5 龄幼虫在 31 ℃ 条件下的取食量是 25 ℃ 的 4.16 倍。

表 3 不同虫口密度条件下乌桕蓇鹿蛾 24 h 的取食量
Table 3 Feeding amount per 24 hours of *Amata* sp. larval under different population densities g·head⁻¹

虫口密度 Population density (head number per bottle)	幼虫龄期 Larval instar stage					合计 Total
	1 龄期 1 st instar stage	2 龄期 2 ^{ed} instar stage	3 龄期 3 rd instar stage	4 龄期 4 th instar stage	5 龄期 5 th instar stage	
1	0.01±0a	0.06±0a	0.09±0.00a	0.14±0.00a	0.211±0.00a	1.19±0.02a
3	0.02±0a	0.03±0b	0.06±0.01bc	0.14±0.02a	0.231±0.02a	1.05±0.06b
5	0.01±0a	0.03±0b	0.06±0.00b	0.12±0.01a	0.190±0.01b	1.01±0.02b
7	0.01±0a	0.02±0b	0.05±0.00c	0.09±0.01b	0.192±0.02b	0.77±0.03c
9	0.01±0a	0.02±0b	0.05±0.00c	0.08±0.01b	0.190±0.01b	0.79±0.02c

表 4 不同温度条件下乌桕蓇鹿蛾的发育历期
Table 4 Developmental duration of *Amata* sp. larval under different temperatures d

温度 Temperature (℃)	幼虫龄期 Larval instar stage					合计 Total
	1 龄期 1 st instar stage	2 龄期 2 ^{ed} instar stage	3 龄期 3 rd instar stage	4 龄期 4 th instar stage	5 龄期 5 th instar stage	
25	4.00±0.00a	3.36±0.37a	2.16±0.39ab	2.76±0.46a	3.10±0.37a	15.38±1.42a
28	3.00±0.00b	2.26±0.19b	2.92±0.08a	2.18±0.23b	2.90±0.13a	13.20±2.18b
31	2.92±0.08b	2.04±0.16b	2.64±0.18a	2.12±0.12b	2.60±0.24a	12.32±2.07b

表 5 不同温度条件下乌桕蓇鹿蛾的存活率
Table 5 Survival percentage of *Amata* sp. larval under different temperatures %

温度 Temperature (℃)	幼虫龄期 Larval instar stage					平均 Average
	1 龄期 1 st instar stage	2 龄期 2 ^{ed} instar stage	3 龄期 3 rd instar stage	4 龄期 4 th instar stage	5 龄期 5 th instar stage	
25	98.35±1.65a	86.63±6.47ab	100.00±0.00a	100.00±0.00a	94.67±22.42a	76.69±8.36a
28	97.78±2.22a	96.67±3.33a	95.56±4.44ab	93.33±4.08ab	94.44±3.04a	79.47±6.17a
31	91.11±4.16a	96.67±3.33a	93.33±4.44ab	90.00±6.236b	91.11±5.15ab	67.40±7.05b

表 6 不同温度条件下乌菟莓鹿蛾 24 h 的取食量
Table 6 Feeding amount per 24 hours of *Amata* sp. larval under different temperatures g·head⁻¹

温度 Temperature (℃)	幼虫龄期 Larval instar stage					合计 Total
	1 龄期 1 st instar stage	2 龄期 2 nd instar stage	3 龄期 3 rd instar stage	4 龄期 4 th instar stage	5 龄期 5 th instar stage	
25	0.06±0.00a	0.09±0.01b	0.12±0.01a	0.22±0.02c	0.38±0.03b	0.87±0.05b
28	0.06±0.00a	0.08±0.01b	0.17±0.02a	0.37±0.04b	0.46±0.06b	1.14±0.08b
31	0.07±0.01a	0.14±0.01a	0.16±0.03a	0.49±0.05a	1.58±0.16a	2.45±0.02a

3 讨论与结论

利用寄主范围较为专一的植食性昆虫将影响人类经济活动的杂草种群控制在经济阈值以下,是杂草生物防治的重要手段^[3]。该方法具有成本低、无污染、操作简便、省时省工的特点。利用天敌昆虫防治杂草已有 100 多年历史,且有较多成功案例^[4-7],如 1863 年印度利用胭脂虫(*Dactylopius ceylonicus*)防治霸王树仙人掌(*Opuntia vulgaris*); 1920~1933 年澳大利亚成功地利用穿孔螟(*Cactoblastis cactorum*)和 *Dactylopius* 控制了仙人掌(*Opuntia stricta*),使 2 400 万 hm² 土地恢复了农业利用。此后,穿孔螟被传到毛里求斯、新喀里多尼亚、印度尼西亚、留尼汪、南非和印度西部,成为杂草生物防治史上的最经典事例^[8]。据统计,我国已有的外来杂草至少达 21 科 100 多种,但我国杂草生物防治起步晚。传统杂草生物防治的目标杂草有 4 种,紫茎泽兰、空心莲子草、豚草和水葫芦,其中,利用莲草直胸跳甲(*Agasicles hygrophila*)对空心莲子草的生物防治比较成功^[7],利用水葫芦象甲(*Neocherinabruchi*)控制水葫芦(*Eichhornia crassips*)蔓延,也取得了较好效果^[9]。

乌菟莓抗药性强,一般的化学除草剂控制效果较差^[1]。乌菟莓鹿蛾是以乌菟莓为食的单食性昆虫,主要取食乌菟莓的花、果实及嫩叶,对乌菟莓的发生与蔓延有一定遏制作用^[2]。研究发现,单头饲养的低龄幼虫的存活率和发育历期明显长于其他虫口密度下的幼虫,说明乌菟莓鹿蛾低龄幼虫具有一定的群居性。然而进入 3 龄以后,幼虫的取食量激增,此时如果虫口密度较高,幼虫则出现明显的取食竞争现象,说明幼虫进入 3 龄以后,低龄阶段所具有的群居特性消失,转而具有了取食竞争的特性。乌菟莓鹿蛾幼虫在低龄阶段表现出的不同饲养密度条件下发育历期的差异,可能是由于低龄幼虫的群居性所引起。因此,在人工饲养乌菟莓鹿蛾时应根据幼

虫虫龄的变化,及时调整饲养种群密度,一般初龄幼虫以 3~5 头群体饲养为宜,而 3 龄以后如果条件允许则以单饲养为宜。在高龄阶段,还应当投足食料,以确保较大的种群增殖速率。

乌菟莓鹿蛾在江苏扬州地区一年可发生不完全 4 代^[2]。野外调查发现,乌菟莓鹿蛾成虫的发生高峰在 7 月中旬至 8 月上旬(这一阶段扬州地区平均气温 27.0 ℃左右),这与乌菟莓鹿蛾幼虫在 28 ℃左右发育历期较短,存活率较高的结论相吻合。野外调查发现,在 7~8 月间,乌菟莓鹿蛾成虫在晴天的中午潜伏在树荫下不活动,而阴天可以全天候活动。这一现象提示,高温对乌菟莓鹿蛾有一定的不利影响,本研究也发现,31℃时幼虫存活率较低。但绝对高温对乌菟莓鹿蛾的影响还有待进一步研究。

致谢 中国科学院动物研究所方承莱研究员对乌菟莓鹿蛾标本进行鉴定,谨表谢意!

参考文献

[1] 陈守良. 江苏植物志[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1982

[2] 王勇, 周福才, 陆自强. 乌菟莓鹿蛾的生物学特性[J]. 昆虫知识, 2007, 44(5): 564-567

[3] 李宏科. 杂草生物防治概况[J]. 世界农业, 1996(4): 30-31

[4] Wilson F. The biological control of weeds[J]. Annual Review of Entomology, 1964, 9: 225-244

[5] Juline M H, White G. Biological control of weeds: Theory and practical application[J]. ACIAR Monograph, 1997, 49: 190

[6] Harley K L S, Forno I W. Biological control of weeds: A handbook for practitioners and students[M]. Melbourne Australia: Mount Waverley, 1992: 74

[7] 马瑞燕, 王韧, 丁建清. 利用传统生物防治控制外来杂草的入侵[J]. 生态学报, 2003, 23(12): 2677-2688

[8] Julien M H, White G. Biological control of weeds: Theory and practical application[M]. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1997

[9] 李宏科, 李萌. 我省两种外来恶性杂草的生物防治进展[J]. 湖南农业科学, 1996(6): 32-36