

菜蛾的发育起点温度和有效积温研究

徐世才¹, 白重炎¹, 贺达汉², 齐 龙¹, 任登周³

(1. 延安大学生命科学学院, 陕西延安 716000; 2. 宁夏大学农学院, 宁夏银川 750021;
3. 清涧县农业科学研究所, 陕西清涧 718300)

摘 要: 采用 18、21、24、27、30℃ 5 个温度对菜蛾(*Plutella xylostella* L.) 各虫态(龄)发育起点温度和有效积温进行了测定。结果表明, 卵、幼虫、蛹在 18~30℃ 范围内均能正常生长发育, 尤以 24~27℃ 条件下最适宜于菜蛾的生长发育, 发育速率与温度呈直线关系。卵、一龄幼虫、二龄幼虫、三龄幼虫、四龄幼虫和蛹的发育起点温度分别为 11.07、9.49、9.96、10.20、9.96、8.96℃, 有效积温分别为 47.10、36.90、34.03、33.62、34.03、72.83 日·度。在宁夏菜蛾一年可发生 6~7 代, 在沙芥生长期发生 3~4 代。

关键词: 菜蛾; 发育起点温度; 有效积温

中图分类号: S436.341.2⁺4 文献标识码: A 文章编号: 1004-1389(2006)02-0088-03

Studies on Threshold Temperature and Effective Accumulate
Temperature of *Plutella xylostella*

XU Shi-cai¹, BAI Chong-yan¹, HE Da-han², QI Long¹ and REN Deng-zhou³

(1. School of Life Science, Yan'an University, Yan'an 716000, China; 2. School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan 750021, China; 3. Qingjian Institute of Agricultural Sciences, Qingjian Shaanxi 718300, China)

Abstract: The threshold temperature and effective accumulate temperature of *Plutella xylostella* were tested at the following five constant temperatures(18、21、24、27、30℃). The results showed that egg, larva and pupa can normally develop between 18~30℃. The optimal temperatures of the growth and development were between 24~27℃. All the relationships between developing rate and temperature followed linear forms. The threshold temperature of 1st larva, 2nd larva, 3rd larva, 4th larva, pupa were 11.07、9.49、9.96、10.20、9.96 and 8.96℃ respectively. The effective accumulate temperature were 47.10、36.90、34.03、33.62、34.03 and 72.83 day-degrees, respectively. It took place 6~7 generations in one year of Ningxia, and it took place 3~4 generations in growth period of *P. cornutum*.

Key words: *Plutella xylostella* L; Threshold temperature; Effective accumulate temperature

沙芥[*Pugionium cornutum*(L.) Gaertn] 是十字花科沙芥属, 2 年生草本植物, 为我国的特有种, 是近年来我国新开发的一种野生蔬菜和药材植物^[1~3]。目前已在宁夏、陕西等地大规模人工驯化。菜蛾(*Plutella xylostella* L.) 是十字花科蔬菜上的一种重要害虫, 分布在热带和热带的南亚、东南亚及中国南部地区, 近年来已成为蔬菜生产上的毁灭性害虫^[4]。特别对新型的沙芥种植业危害更为严重, 有时损失甚至达到 90% 以上。因

此, 本文对菜蛾发育起点温度和有效积温进行了系统研究, 旨在为准确预测、预报及有效防治该虫提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 供试蔬菜品种 沙芥 *Pugionium cornutum*(L.)Gaertn. (陶乐县柯瑞生物总公司)。

1.1.2 供试虫源 从自然田采集的四龄菜蛾幼

* 收稿日期: 2005-10-10 修回日期: 2005-11-10
基金项目: 国际泥沙研究培训中心(2005-01-05)资助项目。
作者简介: 徐世才(1973—), 男, 讲师, 硕士研究生, 从事昆虫生态与综合防治研究。

虫, 在实验室内用沙芥叶饲养至化蛹, 蛹则置养虫笼(45 cm×45 cm×60 cm)的培养皿中, 成虫羽化后用 10% 的蜂蜜溶液饲养, 用灯芯浸入装有 10% 蜂蜜溶液的棕色瓶(40 mL)中制作成菜蛾持续补充 10% 的蜂蜜溶液的装置。将新鲜的沙芥叶用线吊入养虫笼内让成虫产卵, 以获得龄期相同的卵、各龄幼虫和蛹。

1.2 试验设计

试验设 18℃、21℃、24℃、27℃和 30℃(误差为±0.5℃)5 种温度, 均以光照培养箱控制(LRH-250-G, 广东省医疗器械厂), 14 L : 10 D, 相对湿度 78%~80%。试验中每个处理 40 只, 幼虫期以新鲜沙芥叶饲养, 重复 3 次。每天分别于 7: 00, 14: 00, 22: 00 观察菜蛾的发育进度, 统计各虫态(龄)的发育历期, 老熟幼虫吐丝结茧后的预蛹期计算时归在蛹期内。全代发育历期, 均采用卵历期+幼虫历期+蛹历期。因为大部分当日羽化的菜蛾便可交尾产卵, 产卵前期仅几小时, 可以略去不予考虑。根据这些资料计算菜蛾的发育起点温度和有效积温。在幼虫阶段每天更换新鲜沙芥叶片。

1.3 计算方法

根据发育速度与温度关系的数学模型^[5, 6], 每个处理舍去最大值和最小值的重复, 得出不同

温度下的历期, 求得各虫态的发育起点温度(C)和有效积温(K)及标准误(S_C 和 S_K)。

计算公式:

$$T=C+KV \quad V=1/N \quad (N \text{ 为发育历期})$$
$$C=\frac{\sum V^2 \sum T - \sum V \sum VT \sum}{n \sum V^2 - (\sum V)^2}$$
$$K=\frac{n \sum \sum V \sum T}{n \sum V^2 - (\sum V)^2} \quad (n \text{ 为处理数})$$
$$S_C=\sqrt{\frac{\sum (T-T')^2}{n-2} \left[\frac{1}{n} + \frac{V^2}{\sum (V-V^2)} \right]}$$
$$S_K=\sqrt{\frac{\sum (T-T')^2}{(n-2) \sum (V-V)^2}} \quad (T \text{ 为观察值, } T' \text{ 为计算的理论值, } V \text{ 为平均发育速度})$$

2 结果与分析

2.1 菜蛾不同温度下的发育历期

从 18~30℃菜蛾都能正常完成世代。在 18℃完成一个世代平均需要 27.6 d, 随着温度的升高完成一个世代平均需要的天数逐渐缩短, 到 30℃完成一个世代平均需要 12.6 d。在相同的温度条件下, 幼虫各龄的发育历期最短, 卵的次之, 蛹的最长。菜蛾室内人工饲养以 24~27℃范围内发育历期最短, 发育速度最快。

表 1 菜蛾在不同温度下的发育历期 /d

Table 1 Development periods of different stages of *Plutella xylostella* under different constant temperatures

虫态及虫龄 Stages and stadia	18℃		21℃		24℃		27℃		30℃	
	历期 Duration	速率 Rate	历期 Duration	速率 Rate	历期 Duration	速率 Rate	历期 Duration	速率 Rate	历期 Duration	速率 Rate
卵 Eggs	6.2	0.16	4.9	0.20	3.4	0.29	3.2	0.31	2.4	0.42
1 龄幼虫 1st instar	3.6	0.28	3.2	0.31	2.6	0.39	2.4	0.42	1.7	0.59
2 龄幼虫 2nd instar	3.5	0.29	3	0.33	2.5	0.41	2.3	0.43	1.6	0.63
3 龄幼虫 3rd instar	3.5	0.29	3.1	0.32	2.5	0.40	2.3	0.43	1.6	0.63
4 龄幼虫 4th instar	3.5	0.29	3	0.33	2.5	0.40	2.3	0.4	3	1.6
蛹 Pupae	7.3	0.14	5.9	0.17	5.1	0.20	4.4	0.23	3.3	0.30
Σ	27.6		23.1		19.2		16.9		12.2	

表 2 菜蛾发育起点温度和有效积温常数测定结果

Table 2 Threshold temperature and effective temperature of *Plutella xylostella* at constant temperature

虫态及虫龄 Stages and stadia	发育起点温度/℃ Threshold temperature	S_C	有效积温/(日·度) Effective accumulate temperature (Day·degree)	S_K	发育速率与温度 回归关系式 Regression equation
卵 Eggs	11.07	±3.48	47.10	±12.40	$Y=0.0619X+0.0887 (R^2=0.9720)$
1 龄幼虫 1st instar	9.49	±3.40	36.90	±19.50	$Y=0.0475 X+0.2257 (R^2=0.9917)$
2 龄幼虫 2nd instar	9.96	±3.47	34.03	±20.71	$Y=0.0782X+0.1787 (R^2=0.8847)$
3 龄幼虫 3rd instar	10.20	0±3.47	33.62	±20.64	$Y=0.0791X+0.1733 (R^2=0.8861)$
4 龄幼虫 4th instar	9.96	±3.47	34.03	±20.71	$Y=0.0781X+0.1787 (R^2=0.8847)$
蛹 Pupae	8.96	±3.73	72.83	±8.70	$Y=0.0619X+0.0887 (R^2=0.9464)$
全世代 Whole generation	9.85	±2.36	259.41	±0.30	$Y=0.0619X+0.0887 (R^2=0.9283)$
全年发生代数 Generations in one year				6.72	
沙芥生长期发生代数 Generations in growth period of <i>P. cornutum</i>				3.71	

2.2 菜蛾的发育起点温度和有效积温

菜蛾蛹的发育起点温度最低为 8.96℃, 卵的发育起点温度最高为 11.07℃。根据银川气象台的室外气象资料, 2004 年平均气温高于菜蛾世代发育起点温度 9.85℃ 的日期是 4 月中旬至 10 月上旬(表 2)。以此资料, 求出菜蛾全年有效积温为 1 741 日·度, 沙芥生长期有效积温为 962 日·度。推算出, 在宁夏全年菜蛾可发生 6~7 代, 在沙芥生长期发生 3~4 代, 与实际发生代数基本一致。

3 结论与讨论

由于不同地区所处的地理环境不同, 除温度以外的其它因素如湿度、光照、营养等也不同程度地影响着各虫态的发育进度。有关菜蛾的发育起点温度报道很不一致, Hardy^[7] 认为菜蛾的发育起点温度为 10℃ 左右, 徐肇坤等^[8] 认为卵、幼虫、蛹和世代的发育起点温度分别为 10.5℃、10.8℃、11.1℃ 和 11.8℃。本试验是在宁夏用沙芥饲叶饲养条件下菜蛾的卵、1 幼虫、2 幼虫、3 幼虫、4 幼虫、蛹和世代发育起点温度分别为 11.07℃、9.49℃、9.96℃、10.20℃、9.96℃、8.96℃ 和 9.85℃, 这可能与当地的地理环境和沙芥菜营养的差异有关, 有待于进一步探讨。

菜蛾在沙芥饲养条件下, 宁夏全年可发生 6~7 代, 这与实际观察发生代数基本吻合, 也与赵力群等^[9] 报道的一致, 但与邬晓惠等^[10] 报道的 9 代有较大差别, 原因是邬晓惠等在实验室全年共养了 9 代, 认为宁夏年发生 9 代(室内和自然界是有

区别的)。依本文所推出的菜蛾各虫态(龄)发育速率 V 与温度 T 的线性回归方程, 即通过温度(18~30℃)可求出菜蛾在温度下的发育速率。该虫适宜在夏初发生, 且繁殖速度快, 危害大。在生产中可结合本文测得的菜蛾各虫态(龄)的发育起点温度和有效积温, 准确预报下一虫态或虫龄的发生时期, 从而可以有效地治理该虫, 促进当地沙芥产业规范化生产。

参考文献:

[1] 赵一之. 蒙古植物的特有属及基本特征[J]. 内蒙古大学学报, 1997, 28(4): 548~550.

[2] 刘 心. 中国沙漠植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1987. 18~25.

[3] 中国科学院内蒙古宁夏综合考察队. 内蒙古植被[M]. 北京: 科学出版社, 1985.

[4] Harcourt D G. The biology and ecology of the diamondback moth, *Plutella macripennis* Curtis in eastern Ontario. Ph D thesis. Cornell Univ, Ithaca NY, 1954. 107.

[5] 丁岩钦. 昆虫种群数学生态学原理与应用[M]. 北京: 科学出版社, 1980. 214~223.

[6] 丁岩钦. 昆虫数学生态学[M]. 北京: 科学出版社, 1994. 318~326.

[7] 胡 奇, 刘玉冬. 小菜蛾研究的概况与进展[J]. 天津农学院学报, 2003, 10(1): 33~41

[8] 徐华坤, 张雄飞. 小菜蛾发育起点及有效积温常数的研究[J]. 昆虫知识, 1986, 23(2): 62~66

[9] 赵力群, 田 畴, 贺答汉. 银川地区菜蛾生活史及防治初报[J]. 宁夏农林科技, 1989, 24(5): 27~28.

[10] 邬晓惠, 樊永东, 王道勇. 乌海地区菜蛾生物学特性及防治研究初报[J]. 内蒙古农业科技, 1997(3): 20~21.