

# 温度对小菜蛾(*Plutella xylostella* L.) 发育和繁殖影响的研究

马春森 陈瑞鹿

(吉林省农科院植保所)

## 摘 要

小菜蛾为长春、公主岭一带春甘蓝夏甘蓝的主要害虫。本研究测定了其各虫态的发育历期,存活率,成虫产卵量及寿命。得出发育起点温度,有效积温和内禀增长率等参数,并测定了小菜蛾的过冷却点和高温下的存活率。结果:全世代发育历期 21℃,26.5天;24℃,20.4天;27℃,16.2天;30℃,14.8天;33℃,13.2天。发育起点温度 9.54℃,有效积温 298.7 日度。温度升高,幼虫存活率下降;卵和蛹的存活率高于幼虫。产卵最适温度 24℃~27℃,平均产卵量 400 粒/雌,最多 596 粒/雌。产卵开始后的 3~5 天内为产卵高峰。内禀增长率较高,30℃时高达 0.2711,属 r 型生态对策。过冷却点:四龄幼虫-13.5℃,蛹-20.1℃,预蛹-11.3℃。35℃以上高温对幼虫化蛹极为不利;40℃高温对成虫羽化极为不利,35℃以上高温下饲养低龄幼虫可产生小形蛾。

关键词 小菜蛾 温度 发育 过冷却点

小菜蛾是十字花科蔬菜的重要害虫。近年来在公主岭、长春地区成为春甘蓝、夏甘蓝的主要害虫。在甘蓝卷心前,幼虫多集中于中心生长点附近取食,使甘蓝不能正常卷心或生育期延迟。卷心后,幼虫取食叶片,影响光合作用。在甘蓝生育后期,幼虫取食菜心幼嫩部分,并排出大量虫粪,影响甘蓝的经济价值。

由于小菜蛾在当地的生物学尚不清楚,生产上未能很好地控制其发生和危害。温度是影响小菜蛾种群发育的重要生态因子。70 年代以来,日本和我国台湾对此做过一些研究(Chen 等 1978, Liu 等 1985, Umeya 等 1973, Wu 1968, Yamada 等 1983)。我国报道了杭州、扬州、长沙等地菜蛾受温度影响的效应(陆自强等 1938, 柯礼道等 1979, 徐肇坤等 1986)。在北方未见报道。作者研究了不同温度下菜蛾的生长发育历期、产卵量、存活率、成虫寿命,并由此得出了有效积温和发育起点温度,内禀增长率等生物学、生态学参数。测定了高温对存活的影响和菜蛾的过冷却点。

## 材料与 方法

### (一)温度对发育和繁殖的影响

1. 供试材料:1988 年 6 月在公主岭甘蓝田采集的幼虫,在 27℃,RH:60±10%,光照 16L:8D 的玻璃房内饲养以新鲜甘蓝叶片至化蛹,以 8 小时内羽化的成虫作试验材料。

试验设计和温度控制:试验设 21℃,24℃,27℃,30℃,33℃等 5 种温度,均以恒温箱控制,21℃将恒温箱置地下室控制。温度变化±0.5℃,光照 16L:8D。1988 年 6 月 12 日开始试验,试验个体数见表 1。

表 1 试验设计和温度控制表

| 试验温度 (℃) | 41  | 24  | 27  | 30  | 33  |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 供试成虫 (对) | 40  | 25  | 25  | 25  | 25  |
| 供试卵 (粒)  | 213 | 251 | 334 | 330 | 282 |
| 供试幼虫 (头) | 190 | 180 | 200 | 241 | 180 |
| 供试蛹 (头)  | 131 | 102 | 112 | 123 | 110 |

饲养方法和过程:成虫:将一对雌雄蛾置于一端封网的 4×13cm 的玻璃管内,管内置一插入水浸棉花的保鲜叶片,供成虫产卵。并置一 2.5%葡萄糖浸过的棉球供成虫取食补充营养。分别置不同温度下饲养。每日定时

检查成虫死亡数及产于各种表面上的卵数,然后把成虫移入新的饲养管内。卵:分别将成虫产在管壁上的卵粒计数,置同一温度处理,每日检查剩余卵数,计算逐日孵化数。幼虫:将各温度下孵出的初孵幼虫用软毛笔轻移于上述饲养管内的保鲜叶片上,每管10头,饲养至做茧成蛹。每日检查各龄期幼虫数并更换食料。蛹:单独置指形管内,每日检查羽化数及其性别。

### (二)过冷却点的测定

试验材料为1988年9月24日田间采集的菜蛾幼虫和蛹。测定方法:将供试虫体置入装有少许棉花的1.4×5.5cm的指形管内。使半导体点温计的感温触头与虫体接触良好,把感温触头连同指形管置入-25℃的冰箱内。每隔20秒记录一次虫体温度。虫体温度降至0℃以下的某一温度时,又迅速回升,记录回升前的温度作为过冷却点,回升又开始下降的温度作为结冰点。共测定蛹35头,老熟幼虫34头,蛹4头。

### (三)高温对菜蛾存活率的影响试验

供试材料为8月上旬田间采集,室内27℃,RH:65±10%,光照16L:8D条件下饲以新鲜甘蓝叶片所得老龄幼虫和蛹。试验方法:将幼虫置于有新鲜叶片的玻璃管内,将蛹直接置入玻璃管内,每管10头。分别置玻璃管于33℃,35℃,37℃,40℃,光照16L:8D下,处理24小时后取出,置于上述27℃的实验室条件下,逐日观察蛹和幼虫的发育。

## 结果与分析

### (一)发育历期

表2给出了5种恒温下菜蛾各虫态及全世代的历期。菜蛾卵期2~6天,幼虫期5~16天,蛹期2~7天,产卵前期1~7天,全世代13~26天。

表2 不同温度下菜蛾的发育历期(天数) (公主岭,1988年)

| 温度(℃) |           | 21         | 24         | 27        | 30        | 33        |
|-------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 卵期    | max       | 6          | 5          | 4         | 4         | 5         |
|       | min       | 4          | 3          | 2         | 2         | 2         |
|       | $\bar{x}$ | 4.93±0.08  | 3.75±0.08  | 2.27±0.06 | 2.00±0.02 | 2.09±0.09 |
| 幼虫期   | max       | 16         | 13         | 11        | 11        | 9         |
|       | min       | 12         | 8          | 7         | 6         | 5         |
|       | $\bar{x}$ | 13.66±0.14 | 10.41±0.24 | 8.99±0.19 | 8.42±0.22 | 6.81±0.23 |
| 蛹期    | max       | 7          | 7          | 5         | 5         | 5         |
|       | min       | 5          | 2          | 2         | 2         | 2         |
|       | $\bar{x}$ | 5.86±0.11  | 4.75±0.25  | 3.52±0.10 | 3.02±0.12 | 3.32±0.10 |
| 产卵前期  | max       | 7          | 2          | 2         | 2         | 2         |
|       | min       | 1          | 1          | 1         | 1         | 1         |
|       | $\bar{x}$ | 2.09±0.20  | 1.47±0.26  | 1.40±0.28 | 1.35±0.27 | 1.00±0.00 |
| 全世代   | $\bar{x}$ | 25.54      | 20.58      | 16.18     | 14.77     | 13.22     |

注:平均数值信度95%。t检验:卵期30,33℃差异不显著,成虫产卵前期24,27,30℃间差异不显著。

### (二)发育起点温度和有效积温

利用5种恒温下所得发育历期数据(表2),采用李典谟(1986)的有效积温计算方法求得菜蛾各发育阶段的发育起点温度和有效积温(表3)。菜蛾的发育起点温度依次为:卵、

14.55℃, 幼虫 8.29℃, 蛹 9.85℃, 成虫产卵前期 9.14℃, 全世代 9.54℃。有效积温为: 卵 33 日度, 幼虫 171.3 日度, 蛹 66.2 日度, 成虫产卵前期 24.7 日度, 全世代 298.7 日度。

### (三) 存活率

表 4 为不同温度下菜蛾各虫态的存活率。t 检验结果表明, 卵的孵化率在 24℃, 27℃, 30℃ 下显著高于 21℃, 33℃, 其中以 24℃ 下孵化率最高, 为 96.8%。幼虫的化蛹率在 24℃ 和 27℃ 时显著高于 30℃ 和 33℃, 21℃ 时最高, 达 64.95%。蛹的羽化率均在 90% 以上, 各温度间差异不显著。各温度下卵的孵化率和蛹的羽化率显然高于幼虫化蛹率。菜蛾的死亡主要发生于幼虫期。

### (四) 成虫寿命和产卵期

不同温度下菜蛾成虫寿命与产卵期如表 5。无论雌雄成虫, 未交配, 未给补充营养的寿命显著短于正常交配, 产卵, 取食 2.5% 葡萄糖液的成虫。成虫的产卵前期和产卵后期均很短。雌虫产卵期 24℃, 27℃ 下为 9~10 天; 21℃, 30℃, 33℃ 下为 7 天。雌虫平均寿命在 21℃, 24℃, 27℃ 下为 12~13 天, 30℃, 33℃ 时为 8~9 天。雄虫平均寿命在 21℃~33℃, 从 16.85 天减至 8.88 天。

### (五) 产卵量

不同温度下菜蛾的产卵量如表 6。24℃~27℃ 下产卵量显著高于 21℃, 30℃ 和 33℃。最多每雌产卵量为 596 粒。日产卵量最大值为 24℃ 下产卵开始后第二日产卵 268 粒。成虫产卵开始的 3~5 天内为产卵高峰, 大部分卵产于此期。用雌虫开始产卵至死亡的逐日平均产卵量数据绘成图 1。表明各个温度下雌虫在产卵开始的第二天日产卵量最高, 以后随着蛾龄增加, 日产卵量迅速下降。

表 3 菜蛾发育速率与温度的关系

及发育起点温度和有效积温 (公主岭, 1988 年)

| 虫 期  | 发育速率 V 与温度 T(℃) 的回归式                          | 发育起点 (℃) | 有效积温 (日度) |
|------|---|----------|-----------|
| 卵 期  | $V = -0.328431 + 0.026153T$<br>$r = 0.924884$ | 14.55    | 32.99     |
| 幼虫期  | $V = -0.043758 + 0.005666T$<br>$r = 0.984520$ | 8.29     | 171.29    |
| 蛹 期  | $V = -0.084023 + 0.012724T$<br>$r = 0.905578$ | 9.85     | 66.16     |
| 产卵前期 | $V = -0.278222 + 0.037156T$<br>$r = 0.944634$ | 9.14     | 24.65     |
| 全世代  | $V = -0.026728 + 0.003152T$<br>$r = 0.990254$ | 9.54     | 298.74    |

注: 发育速度为发育历期的倒数, 所有的相关系数极显著。

表 4 不同温度下菜蛾非成虫期的存活率

(公主岭, 1988 年)

| 温 度   | 供试卵数 | 孵化率    | 供试幼虫数 | 化蛹率    | 供试蛹数 | 羽化率    |
|-------|------|--------|-------|--------|------|--------|
| 21(℃) | 213  | 0.7840 | 190   | 0.6495 | 131  | 0.9389 |
| 24(℃) | 251  | 0.9681 | 180   | 0.4722 | 102  | 0.8922 |
| 27(℃) | 334  | 0.9311 | 200   | 0.4300 | 112  | 0.9196 |
| 30(℃) | 330  | 0.9182 | 241   | 0.3527 | 123  | 0.9350 |
| 33(℃) | 282  | 0.8085 | 180   | 0.3222 | 110  | 0.9455 |

表 5 不同温度下菜蛾成虫寿命与产卵期(天)

(公主岭, 1988 年)

| 温度 (℃) |           | 21     | 24    | 27    | 30    | 33   |
|--------|-----------|--------|-------|-------|-------|------|
| I      | ♀ 寿命      | max 14 | 11    | 5     | 6     | 5    |
|        | $\bar{x}$ | 11.74  | 6.69  | 5.24  | 4.12  | 3.36 |
| I      | ♂ 寿命      | max 12 | 12    | 5     | 6     | 5    |
|        | $\bar{x}$ | 10.10  | 5.91  | 4.91  | 3.64  | 3.52 |
| I      | 产卵期       | max 11 | 15    | 14    | 10    | 9    |
|        | $\bar{x}$ | 7.29   | 9.82  | 9.71  | 7.12  | 7.00 |
| I      | ♀ 寿命      | max 25 | 18    | 16    | 13    | 10   |
|        | $\bar{x}$ | 12.47  | 12.22 | 12.29 | 8.95  | 8.68 |
| I      | ♂ 寿命      | max 17 | 25    | 20    | 14    | 12   |
|        | $\bar{x}$ | 16.85  | 14.20 | 12.84 | 10.47 | 8.88 |

注: 1. 未交配, 未给补充营养, 单养的成虫。

2. 配对, 交配, 产卵, 2.5% 葡萄糖液的成虫。

表 6 不同温度下菜蛾的产卵量

| 温度(℃)           | 21         | 24         | 27         | 30         | 33       |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|----------|
| $\bar{X}$ (粒/♀) | 208.4±29.0 | 463.4±32.8 | 417.9±73.8 | 315.9±36.6 | 276.5±32 |
| max(粒/♀)        | 334        | 580        | 596        | 395        | 378      |

注: 平均卵量置信度 95%, 21℃ 的平均卵量  $\bar{X}$  与其它各温度差异显著,

24℃, 27℃ 与 30℃, 33℃ 差异显著, 其余不显著。

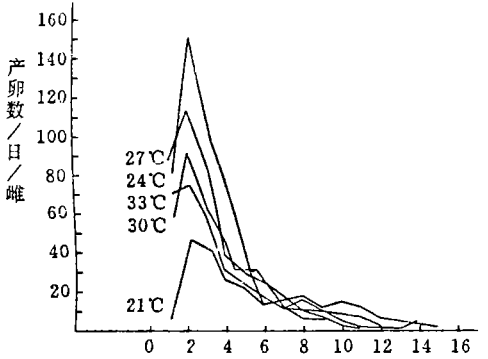


图1 不同温度下菜蛾的逐日产卵量变化曲线

(六)内禀增长率

用表4的存活率求得从卵至成虫的总存活率  $S = \text{孵化率} \times \text{化蛹率} \times \text{羽化率}$ 。从平均每雌产卵量  $N_0$  开始至成虫期的存活数  $N_1$  为:  $N_1 = N_0 \times S$ , 性比 1:1 时, 雌虫数  $N_f = N_1/2$ , 而  $N_f$  正是种群的世代净增殖率  $R_0$ ,  $R_0 = N_f$ 。根据内禀增长率  $r = L_0 R_0 / T$  ( $T$  为世代平均历期(表1)), 求得菜蛾试验种群的  $r$  值(表7)。 $\lambda$  为周限增长率,  $\lambda = e^r$ 。种群加倍时间 =  $\ln 2 / r$ 。

表7 不同温度下菜蛾的种群参数 (公主岭, 1988年)

| 温度 (°C)                 | 21     | 24     | 27      | 30      | 33      |
|-------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 每雌平均卵量 $N_0$            | 208.4  | 463.4  | 417.9   | 315.9   | 276.5   |
| $N_0$ 发育成的雌成虫数          | 49.8   | 94.5   | 76.9    | 47.9    | 34.1    |
| 种群净增殖率 $R_0$            | 49.8   | 94.5   | 76.9    | 47.9    | 34.1    |
| 世代平均历期(天)               | 26.54  | 20.38  | 16.18   | 14.27   | 13.22   |
| 内禀增长率 $r$               | 0.1472 | 0.2232 | 0.2684  | 0.2711  | 0.2670  |
| 周限增长率 $\lambda$ (倍/天)   | 1.1586 | 1.2501 | 1.3079  | 1.3114  | 1.3060  |
| 月增长倍数 ( $\lambda$ /♀/月) | 82.80  | 809.74 | 3142.22 | 3404.52 | 3008.12 |
| 种群加倍时间(天)               | 4.71   | 3.11   | 2.58    | 2.56    | 2.60    |

结果为 30°C 下  $r$  值最高, 为 0.2711, 21°C 时最低,  $r = 0.1472$ 。小菜蛾种群的  $r$  值很高, 一月内在 30°C 下繁殖, 理论上可以增殖 3404 倍, 可见菜蛾在适宜的条件下, 种群在短时间内可以爆发。属于  $r$  型生态对策种类。

(七)过冷却点

测定结果如表 8。小菜蛾老熟的过冷却点为 -13.5°C, 蛹 -20.1°C, 预蛹 -11.3°C。对不同虫期的过冷却点比较, 蛹的过冷却点显著低于 4 龄老熟幼虫和预

蛹。从过冷却点看, 蛹的耐寒性较强, 与实验室低温下蛹的存活率较高的现象一致。

表8 菜蛾的过冷却点和结冰点 (公主岭, 1988年)

| 虫期   | 测定虫数 | 过冷却点 (°C) |       |                   | 结冰点 (°C) |       |                   |
|------|------|-----------|-------|-------------------|----------|-------|-------------------|
|      |      | max       | min   | $\bar{X} \pm S_x$ | max      | min   | $\bar{X} \pm S_x$ |
| 老熟幼虫 | 33   | -8.0      | -18.7 | -13.5 ± 0.64      | -4.5     | -16.0 | -8.9 ± 0.56       |
| 蛹    | 35   | -11.5     | -23.6 | -20.1 ± 0.45      | -7.5     | -20.2 | -15.95 ± 0.46     |
| 预蛹   | 6    | -10.5     | -12.5 | -11.33 ± 0.43     | -5.5     | -8.0  | -6.5 ± 0.54       |

(八)高温对存活率的影响

不同高温下处理菜蛾 4 龄幼虫的存活率如表 9。结果表明 35°C 以上高温处理老熟幼虫后的化蛹率极显著低于 33°C, 其对幼虫化蛹有极为不利的作用。40°C 时, 化蛹率只有 10%。表 9 中的羽化率差异均不显著。不同高温处理幼虫末期, 对蛹羽化没有显著作用。

表9 不同高温下处理菜蛾4龄幼虫  
24小时后的存活率 (公主岭,1988年)

| 温度  | 供试虫数 | 化蛹数 | 化蛹率    | ♀羽化数 | ♂羽化数 | 羽化总数 | 羽化率    |
|-----|------|-----|--------|------|------|------|--------|
| 33℃ | 60   | 44  | 0.7333 | 21   | 14   | 35   | 0.7955 |
| 35℃ | 60   | 20  | 0.3333 | 8    | 8    | 16   | 0.8000 |
| 37℃ | 60   | 13  | 0.2167 | 5    | 6    | 11   | 0.8462 |
| 40℃ | 60   | 6   | 0.1000 | 3    | 2    | 5    | 0.8333 |

表10为不同高温对蛹的羽化率的影响  
结果:40℃下的羽化率极显著低于其它各温

表10 不同高温下处理菜蛾蛹24小时后的存活率  
(公主岭,1988年)

| 温度  | 供试蛹数 | ♀羽化数 | ♂羽化数 | 羽化总数 | 羽化率    |
|-----|------|------|------|------|--------|
| 33℃ | 80   | 31   | 30   | 63   | 0.7875 |
| 35℃ | 80   | 21   | 34   | 65   | 0.8125 |
| 37℃ | 80   | 30   | 26   | 56   | 0.7000 |
| 40℃ | 80   | 9    | 2    | 11   | 0.1375 |

度。40℃的高温对羽化有极不利的影响。此外,对3龄以下的幼虫在高于35℃的温度下饲养,产生小形蛹和蛾,不能正常交配产卵。

## 讨 论

### (一)发育起点温度和有效积温

本研究得出的发育起点温度与陆自强等(1988)和 Stepanova(1962)测算的结果较为接近。但与徐肇坤等(1986)在长沙自然变温下测算的10.8℃差异较大,而 Umeya 等(1973)在日本认为发育起点和有效积温在不同纬度差异较大。因此,在利用发育起点和有效积温推测年发生世代数和发生期时,应以当地结果为主。用本研究结果推算菜蛾1989年在公主岭发生4~6代,发生期亦与调查结果一致。

### (二)产卵量的季节变动

作者观察到,8月中旬的虫源在27℃下饲养,产卵量为 $136.2 \pm 17.3$ 粒/雌,而6月上旬的虫源在同样条件下的产卵量为 $417.9 \pm 73.8$ 粒/雌。春末夏初个体大,产卵多;盛夏个体小,产卵少。Yamada 等(1972)在日本得出菜蛾的前翅长度和产卵量在夏季比春秋小得多。与本研究室内外观察的现象一致。因而本文由春季虫源得出的产卵量及由此求得的内禀增长率等种群参数只适于春末夏初种群。要准确估测各季节菜蛾的种群动态,有必要分别进行试验。

### (三)过冷却点温度

Stepanova (1962)在列宁格勒用快速致冷温电法测定过冷却点,幼虫-9.6℃,蛹-8.8℃。陆自强等(1988)用热分析法测定老熟幼虫和蛹的过冷却点分别为-15.25℃和-17℃。日本北海道农试(1985)的测定结果为4龄幼虫-17℃~-21℃,蛹-17℃~-23℃。后二者测定结果与本文较接近。过冷却点只表示菜蛾在某一生理状态下,以较快速度降至低温时的耐寒性。作者在室内低温下测定菜蛾死亡率,发现随着低温处理时间的延长,死亡率增高。虽然菜蛾未经低温处理时的过冷却点较低,但可以推测其耐寒力可能随着暴露于低温下时间的加长而减弱。有必要测定低温处理不同时间后的过冷却点,以明确菜蛾冬季耐寒性的变化规律。

## 参 考 文 献

- (1)陆自强,陈丽芳:温度对小菜蛾发育与增殖影响的研究,《昆虫知识》,1988,25(3):147~149。
- (2)李典谟,王莽莽:快速估计发育起点与有效积温的研究,《昆虫知识》,1986,23(4):184~187。
- (3)何礼道,方菊莲:小菜蛾生物学的研究:生活史,世代数及温度关系,《昆虫学报》,1979,22(3):300~319。
- (4)徐肇坤,张雄飞:小菜蛾发育起点及有效积温常数的研究,《昆虫知识》,1986,23(2):62~64。

- [5]北海道农试,病昆・虫害I研1985コナガの寒冷地にすける生理的特性の解明,昭和60年単年度試験成績。
- [6]Chen, C. N. & su, W. Y. 1978 Influence of temperature on the development and feeding amount of diamondback moth larvae on cauliflower. Plant Prot. Bull. (Taiwan)20,224~231.
- [7]Liu, H. et al. 1985 The population Parameters of the diamondback moth *Plutella xylostella* on common kale. Plant Prot. Bull. (Taiwan)27,145~153.
- [8]Stepanova, L. A. 1962 An experiment in the ecological analysis of the conditions for the development of pests of cruciferous vegetable crops in nature. Rev. Ent. URSS. 41,721~736.
- [9]Umeya, K. & Yamada, H. 1973. Threshold temperature and thermal constants for development of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. with reference to their local differences. Jap. J. Appl. Ent. Zool. 17,19~24.
- [10]Wu, K. C. 1968 Bionomic study of *plutella maculipennis* Curtis. J. Taiwan Agric. Res. 17,51~63.
- [11]Yamada, H. & Kawasaki, K. 1983 The effect of temperature and humidity on the development, fecundity and multiplication of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. Jap. J. Appl. Ent. Zool. 27, 17~21.
- [12]ramada, H. & Umeya, K. 1972. Seasonal changes in wing length and fecundity of the diamondback moth, *Plutella xylostella*. Jap. J. Appl. Ent. Zool. 16,180~186.

## EFFECT OF TEMPERATURE ON THE DEVELOPMENT AND FECUNDITY OF *PLUTELLA XYLOSTELLA*

Ma Chunsen Chen Ruilu

(Institute of plant protection, Jilin Academy of Agricultural Sciences)

### ABSTRACT

Diamondback moth, *Plutella xylostella* L. have caused much serious damage on spring and summer cabbage field in Changchun, Gongzhuling and other regions in northeast of China in recent years. The experiments on effect of temperature on the development, fecundity and longevity of adult were carried out in 1988 and 1989. The durations of one generation are 26.5, 20.4, 16.2, 14.8 and 13.2 days at 21, 24, 27, 30 and 33°C, respectively. Threshold temperature of development is 9.54°C and thermal constants is 298.7 day-degree. Survival rate of the larvae decreases with temperature increasing, and is less than that of eggs and pupae. The suitable temperature for adult depositing is at 24—27°C and the fecundity is 400 eggs/female, the maximum is 596 eggs/female. Most of the eggs is laid in 3—5 days after beginning of deposit.

Based on above results, the intrinsic rate of increase ( $r$ ) and other parameters of populations at different temperatures were calculated. The intrinsic rate of increase was 0.1472, 0.2232, 0.2684, 0.2711 and 0.2670 at 21, 24, 27, 30 and 33°C, respectively. The results show that diamondback moth is one of  $r$ -organisms on ecological strategy.

The super cooling points of 4th instar, pupa and prepupa are -13.5, -20.1 and -11.3°C, respectively. The survival rates of larvae and pupae at high temperature were tested and the results indicated that the temperature over 37°C had harmful effect on pupae, and over 40°C on emergence of adult. The small moth, which did not have reproductive ability, was produced by rearing the young instar at high temperature conditions.