

文章编号: 1001- 411X (2001) 01- 0046- 03

梯度变温对湿地松粉蚧实验种群的影响

汤 才, 黄德超, 童晓立, 黄 智

(华南农业大学昆虫生态研究室, 广东 广州 510642)

摘要: 研究了 9 个梯度变温对湿地松粉蚧 *Oracella acuta* (Lobdell) 越冬代成虫和第一代卵的影响, 结果表明: 湿地松粉蚧雌成虫存活率随温度升高逐渐下降, 高温对成虫产卵有一定抑制作用, 持续较高温处理成虫, 其产卵量显著降低; 湿地松粉蚧成虫生长发育的最适温度为 27~21℃, 卵的孵化和发育的最适变温组合是 29~23℃; 在 29~23℃以上的温度波动对卵的发育速率有增速作用, 而在 29~23℃以下的温度波动对卵的发育速率则有减速作用。

关键词: 湿地松粉蚧; 变温; 存活率; 产卵量; 发育速率
中图分类号: S763.302 **文献标识码:** A

湿地松粉蚧 *Oracella acuta* (Lobdell) 自 1988 年传入广东省台山市以来, 扩散迅速, 危害严重^[1]。近年来对该粉蚧的研究已不断深入, 特别是对湿地松粉蚧自然种群在林间的周期性变动有了较多的研究^[2,3], 提出了夏季高温是影响该粉蚧种群凋落的主要原因, 本文在人工气候室探讨了梯度变温对湿地松粉蚧实验种群的影响, 为湿地松粉蚧的风险预测及综合治理提供参考依据。

1 材料与方法

供试虫源为 1998 年 4 月 14 日采于广州华南农业大学长岗山湿地松林, 每支松梢 *l* 约 30 cm, 各梢上虫口数量不等, 试验时将松梢插入盛水的广口瓶中进行保湿培养, 虫态为雌成虫初期。

实验在华南农业大学中心实验室的人工气候室进行, 控温设备为日本产 FR-SP 型多单元气候箱。实验共设 9 个温度处理, 分别为 19~13℃、21~15℃、23~17℃、25~19℃、27~21℃、29~23℃、32~26℃、35~29℃、37~31℃。

~29℃、37~31℃。相对湿度为 85%, 光照为 *L:D*=14:10 下进行, 白天进行高温处理 14 h, 夜间进行低温处理 10 h。将松梢置于各个温度处理中进行培养, 每处理培养约 40 个松梢。用填有滤纸的培养皿挑取 200~400 粒卵于各处理中保湿培养, 隔天抽取松梢 1 次, 显微镜观察, 记录成虫的产卵及死亡情况, 每天(或隔天)观察培养皿中的卵, 记录卵的孵化情况。每次观察完后剪除松梢基部, 以防松脂堵塞导管影响试验结果。

2 结果与分析

2.1 变温对成虫的影响

2.1.1 对成虫存活率的影响 从表 1 可以看出: 在这 9 个变温处理中, 27~21℃是最适变温组合, 在 15 d 仍有 0.223 7 的累积存活率, 温度与成虫存活率之间呈现一种趋势, 随着温度的升高, 处理时间的延长, 成虫存活率呈逐渐降低之势, 和梯度恒温比较, 梯度变温处理下成虫存活率下降速度比较缓慢, 存

表 1 梯度变温下湿地松粉蚧的成虫存活率

Tab. 1 The survival rate of adults on different alternate temperature

温度 temperature/℃	累积存活率 accumulated survival rate								
	当天	第 1 d	第 3 d	第 5 d	第 7 d	第 9 d	第 11 d	第 13 d	第 15 d
19~13	1.000 0	1.000 0	0.903 2	0.844 9	0.844 9	0.844 9	0.844 9	0.844 9	0.844 9
21~15	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.966 7	0.863 1	0.834 4	0.780 5	0.364 3
23~17	1.000 0	0.933 3	0.875 0	0.816 6	0.717 6	0.669 8	0.576 7	0.522 6	0.104 5
25~19	1.000 0	0.875 0	0.875 0	0.787 5	0.590 6	0.446 7	0.372 2	0.007 4	0.000 0
27~21	1.000 0	1.000 0	0.923 1	0.857 2	0.679 8	0.616 1	0.316 8	0.279 6	0.223 7
29~23	1.000 0	0.911 1	0.880 8	0.800 7	0.720 6	0.264 3	0.112 0	0.067 0	0.000 0
32~26	1.000 0	0.966 7	0.842 8	0.084 3	0.025 3	0.002 7	0.000 5	0.000 0	0.000 0
35~29	1.000 0	0.966 7	0.796 0	0.593 2	0.295 8	0.009 8	0.006 6	0.000 0	0.000 0
37~31	1.000 0	1.000 0	0.678 4	0.180 9	0.024 1	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0

收稿日期: 1999- 11- 26 作者简介: 汤 才(1962-), 男, 副教授, 博士。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(3900117); 广东省自然科学基金资助项目(960432)
?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

活时间也更长. 另外, 高温处理中成虫寿命大大缩短, 而较高温长时间处理下存活率几乎为 0 (在 32 ~ 26℃的高温下处理 7 d, 累积存活率为 0.025 3 几乎为 0), 因此, 可以推断夏季高温是湿地松粉蚧自然种群急剧下降的主要原因之一.

2.1.2 变温对成虫产卵的影响 对温度、时间两因子进行 Duncan's 新复极差测验的多重比较结果(表 2)显示: 温度对成虫产卵量的影响总体来说, 在 1% 的

显著水平上差异不明显, 在 5% 的显著水平上随温度的升高其产卵量呈下降趋势. 而时间对其影响则较复杂, 初期产卵量低, 而在第 3 d 后逐渐上升到最高峰(低温处理到达高峰时间要长些), 之后慢慢下降. 综合两因子来看在高温处理时间长, 成虫产卵量低, 如在处理第 15 d 温度组合为 32 ~ 26℃成虫产卵量仅为 10 粒左右, 可见持续一定高温处理对成虫有较强的产卵抑制作用.

表 2 不同变温对湿地松粉蚧雌成虫产卵量的影响¹⁾
Tab. 2 Effects of alternate temperature on eggs per female

温度 temperature/℃	每雌产卵量 eggs per female								均值(标准误)
	第 1 d	第 3 d	第 5 d	第 7 d	第 9 d	第 11 d	第 13 d	第 15 d	mean (standard error) ¹⁾
19 ~ 13	50.33	108.90	110.39	110.67	178.41	140.87	62.84	56.90	102.41 (4.901) aA
21 ~ 15	35.00	166.90	90.24	87.43	92.96	106.77	134.52	70.50	98.04 (4.40) abA
23 ~ 17	53.83	110.09	121.0	120.55	128.40	138.08	108.75	66.93	105.84 (3.30) aA
25 ~ 19	66.66	88.30	97.97	62.25	78.39	114.90	93.87	23.35	78.21 (3.10) abcA
27 ~ 21	40.00	76.44	61.71	57.66	81.66	75.60	95.15	48.33	67.07 (2.03) bcA
29 ~ 23	72.27	113.70	102.00	54.50	110.97	99.62	95.57	23.35	84.00 (3.50) abcA
32 ~ 26	67.67	171.46	38.50	88.13	108.29	31.53	30.07	11.03	68.34 (5.86) bcA
35 ~ 29	69.70	155.06	107.97	84.47	44.97	37.43	34.94	9.00	67.94 (5.20) bcA
37 ~ 31	87.90	154.71	83.00	68.73	46.20	26.17	28.26	11.04	63.25 (5.12) cA
均值(标准误) ¹⁾ mean (standard error)	60.37 cdBC (1.87)	127.28 aA (3.91)	90.31 bcAB (2.88)	81.60 bcB (2.56)	96.69 bAB (4.59)	85.66 bcB (4.98)	76.00 bcB (4.25)	35.60 dC (2.77)	

1) 表中的大、小写字母不同表示对温度和时间两因子进行 Duncan's 测验, 分别达 1%、5% 显著水平

2.2 变温对卵的影响

2.2.1 变温对卵孵化率的影响 变温对湿地松粉蚧卵的孵化率影响情况见表 3. 为更直观的显示不同变温下卵孵化的情况, 将表中的数据制成图 1. 结果表明: 变温 29 ~ 23℃为湿地松粉蚧卵孵化的最适温度, 在从较低温 19 ~ 13℃向高温变动的过程中, 湿地松粉蚧越冬代卵随温度变化趋势为: 初期随温度上升, 卵的孵化率逐渐升高, 到 29 ~ 23℃孵化率升至顶峰(98.77%), 然后卵的孵化率随温度上升而急速下降, 到 37 ~ 31℃的高温处理时, 卵的孵化率已降至 56.16%. 这表明高温能抑制卵的孵化, 因此认为这也是湿地松粉蚧夏季种群急速下降的原因之一.

2.2.2 变温对湿地松粉蚧卵发育速率的影响 按照变温对昆虫发育速率的分析方法⁴⁾, 对不同变温下湿地松粉蚧卵的发育速率进行求算:

(1) 结合 1997 年所做的恒温对湿地松粉蚧的试验数据, 用各个模型拟合得出恒温下湿地松粉蚧的种群平均发育速率 v 与温度 t 的拟合方程:

Logistic 方程: $v = 0.181 / (1 + e^{(0.671 - 0.054t)})$;

克劳夫线性日度方程: $v = -0.00365 + 0.00493t$;

表 3 不同变温下的湿地松粉蚧卵的孵化率的比较

Tab. 3 The hatch rates on different alternative temperature

温度 temperature/℃	平均孵化率(标准误) hatch rate (standard error) ¹⁾ / %
19 ~ 13	71.90 (0.234 2) bcdABC
21 ~ 15	78.14 (0.166 9) abcABC
23 ~ 17	72.50 (1.428 8) bcdABC
25 ~ 19	91.02 (0.542 7) abAB
27 ~ 21	92.15 (0.917 1) abAB
29 ~ 23	98.77 (0.134 9) aA
32 ~ 26	79.54 (0.185 2) abcABC
35 ~ 29	66.20 (2.074 5) cdBC
37 ~ 31	56.16 (0.509 2) dC

1) 平均孵化率为 2 次培养(19980415 和 19980428) 的均值; 数据后小、大写字母不同表示经 Duncan's 新复极差多重比较, 差异达 5%、1% 的显著水平

三项式拟合方程: $v = -0.000124t^3 + 0.009181t^2 - 0.21822t + 1.7704$;

分别利用这 3 个拟合方程求得不同变温下的 2 个恒温的发育速率 v_1 和 v_2 .

(2) 依据积分累计原则, 可得该变温下的理论发

育速率 $v^* = (v_1 t_1 + v_2 t_2) / (t_1 + t_2)$ ，其中 v_1 、 v_2 为该变温下的 2 个恒温的发育速率， t_1 、 t_2 则为对应恒温处理的时间。

不同变温下湿地松粉蚧卵的发育速率观测值和各个模型模拟所得的拟合值见图 1。

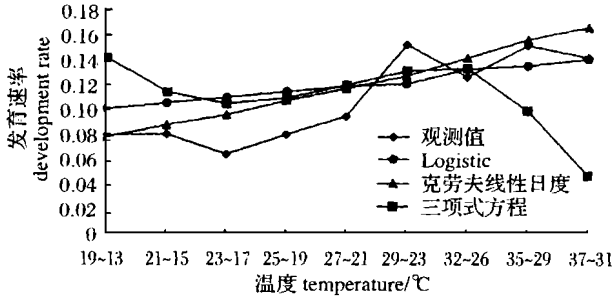


图 1 不同变温下卵的发育速率

Fig. 1 Development rate of the eggs on alternate temperature

从图 1 可以看出，用 Logistic 曲线和用克劳夫线性日度拟合的效果都是比较接近的，用三项式方程拟合在模型两端效果则较差，3 个模型相比较，Logistic 曲线拟合效果最好。另外，用 Logistic 模型拟合值进行分析可以看出：在 29 ~ 23 °C 以上较高温度波动对卵的发育速率有增速作用，而在 29 ~ 23 °C 以下的较低温度波动则有减速作用。

3 结论与讨论

3.1 从湿地松粉蚧成虫的生长、发育上看，27 ~ 21 °C 是其最适变温组合（在 15 d 累积存活率为 0.223 7），湿地松粉蚧雌成虫存活率随温度的升高逐渐下降，和梯度恒温的试验结果相比较，由于梯度变温更接近自然条件，雌成虫存活率下降的速度减缓，存活时间

也更长。如在 37 ~ 31 °C 的高温短时间（7 d 内）处理下仍有一定的存活率，而在 37 °C 恒温条件下，5 d 内雌成虫已全部死亡。

3.2 温度对湿地松粉蚧雌成虫产卵量的影响不很明显，只有较高温度对成虫产卵量有抑制作用，但效果不明显，而持续高温则会大大降低成虫产卵量。这也是湿地松粉蚧夏季种群急速下降的原因之一。

3.3 29 ~ 23 °C 的变温对于湿地松粉蚧卵的孵化和发育都是最适变温组合，和梯度恒温试验得出的结论是一致的；在用 Logistic、克劳夫线性日度和三项式方程模型对湿地松粉蚧卵的发育速率进行拟合发现 Logistic 模型拟合效果最好，对其进一步分析可以得出：在 29 ~ 23 °C 以上的温度波动对卵的发育速率有增速作用，而在 29 ~ 23 °C 以下的温度波动则有减速作用。

致谢：华南农业大学植物保护系 95 级陈建洪、孙黎明同学参加试验工作，华南农业大学人工气候室为本试验提供条件，在此表示感谢！

参考文献：

[1] 潘务耀, 唐子颖, 徐家雄. 新侵入我国的湿地松粉蚧研究[J]. 林业科学研究, 1995 (8): 62-72.
[2] 汤才, 田明义. 湿地松粉蚧夏季数量凋落的原因分析[J]. 生态科学, 1995 (2): 38-41.
[3] 汤才, 田明义, 黄寿山, 等. 湿地松粉蚧在新侵入区的种群数量消长初步研究[J]. 森林病虫害通讯, 1995, 3: 12-14.
[4] 刘树生. 变温对昆虫发育速率的分析方法研究[J]. 昆虫知识, 1991, 28(5): 295-298.

Effect of Alternate Temperatures on the Experimental Population of *Oracella acuta*

TANG Cai, HUANG De-chao, TONG Xiao-li, HUANG Zhi

(Laboratory of Insect Ecology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: The development, survival and reproduction of the overwintering females of *Oracella acuta* and their eggs were observed under various alternate temperatures in this paper. The results indicated (1) the higher the alternate temperature was, the lower the survival rate was. And the number of eggs laid by per female had the same trend but in a less extents, (2) The female cannot survived in a long periods of high temperature (under 35 ~ 29 °C), (3) The alternate temperature (27 ~ 21 °C) was considered as the best temperature based on the development rate and the survival rate of the adults; (4) The alternate temperature (29 ~ 23 °C) was considered as the best temperature based on the development rate and the survival rate of the eggs; (5) The alternation in a low temperature range (below the alternate temperature 29 ~ 23 °C) could slow down the development rate of eggs. However the alternation in a high temperature (above the alternate temperature 29 ~ 23 °C) range could accelerate the development rate of eggs.

Key words: *Oracella acuta* (Lobdell); alternate temperature; survival; egg reproduction; development rate

【责任编辑 周志红】