

[文章编号] 1005-6661(2004)06-0432-04

· 论著 ·

钉螺卵在恒温环境中发育零点和有效积温的研究

洪青标¹, 姜玉骥¹, 杨 坤¹, 奚伟萍¹, 孙乐平¹, 黄軼昕¹, 周晓农²

[摘要] 目的 研究钉螺卵在不同恒温环境中的发育零点和有效积温。方法 将钉螺卵置于不同的恒温环境中, 观察其发育历期与积温, 采用拟合模型方程法求出螺卵发育的零点温度; 按有效积温法则 $K = N(T - C)$, 计算螺卵发育的有效积温。结果 钉螺卵在 15~30℃ 环境中的平均发育历期为 (27.29±17.29) d。螺卵的发育零点为 11.79℃; 高温临界温度为 38.22℃; 平均发育积温和有效积温分别为 (557.76±198.95) 日度和 (236.02±68.20) 日度。结论 螺卵的发育速率随环境温度的升高而加快, 但温度过高对螺卵的发育有抑制作用, 27℃ 左右为钉螺卵发育的最适温度; 螺卵发育所需的有效积温随温度的升高而增加。研究结果可作为钉螺生物学的基础理论参数之一。

[关键词] 钉螺卵; 发育零点; 有效积温

[中图分类号] R383.24

[文献标识码] A

DEVELOPMENTAL ZERO AND EFFECTIVE ACCUMULATED TEMPERATURE OF *ONCOMELANIA* EGGS UNDER CONSTANT TEMPERATURE Hong Qingbiao¹, Jiang Yuyi¹, Yang Kun¹, Xi weiping¹, Sun Leping¹, Huang Yixin¹, Zhou Xiaonong² (1 Jiangsu Institute of Parasitic Diseases, Wuxi 214064, China; 2 Institute of Parasitic Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, China)

[Abstract] Objective To determine the developmental zero and effective accumulated temperature of *Oncomelania* eggs under constant temperature. Methods The eggs were cultured under different constant temperature, and their development duration and effective accumulated temperature were studied. The zero accumulated temperature (°C) was obtained by using an estimation mode, and the effective accumulated temperature was obtained by effective accumulated mode of $K = N(T - C)$. Results The average development duration was (27.29±17.29) d under 15-30℃, the development zero temperature was 11.79℃ and 38.22℃ under low and high temperature respectively, and the average development temperature and effective accumulated temperature were (557.76±198.95) DD and (236.02±68.20) DD. Conclusion The suitable development temperature of eggs is 27℃, the development speed and effective accumulated temperature of eggs increases with the temperature under given condition, but too high temperature may have negative impact on the development of eggs. The result can be considered as the basic biological parameter of the snail.

[Key words] *Oncomelania hupensis* egg; Developmental zero temperature; Effective accumulated temperature

This investigation received financial support from Chinese National Science Foundation (No. 300070684)

钉螺是流行于我国的日本血吸虫病的惟一中间宿主, 是一种狭温性的两栖性淡水螺类, 其分布区域

与温度有着密切的关系, 在我国大陆钉螺的分布局限于南方的 12 省(市、自治区), 且 1 月份平均气温均在 0℃ 以上的部分地区^[1]。发育零点和有效积温是有害生物种群的基本生物学特性, 是建立生物种群适生性模型的重要参数之一^[2-4]。螺卵的发育孵化是钉螺生长繁殖的重要阶段, 因此明确其发育零点和有效积温对建立钉螺的适生性模型具有重要意义。

[基金项目] 国家自然科学基金资助(No. 30070684)
[作者单位] 1 江苏省血吸虫病防治研究所(无锡 214064); 2 中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所

[作者简介] 洪青标(1963-), 男, 大专, 主管医师。研究方向: 血吸虫病防治研究

洪青标等^[5-7]曾对钉螺成螺的休眠温度、致死温度、世代发育积温等进行了系统研究,但未对钉螺卵的发育零点温度和有效积温进行观察。本研究在前述研究的基础上,于2003~2004年,对钉螺卵在恒温环境中的发育零点和有效积温进行了研究。现将结果报告如下。

材料与方法

1 钉螺

湖北钉螺指名亚种(*Oncomelania hupensis hupensis*), 每年3~4月于实验前采自江苏省南京市郊江滩,挑选活力好的成螺用于产卵。

2 产卵和孵化

用25 cm × 30 cm的搪瓷盘制成泥盘,供钉螺产卵。每盘环境投入钉螺500只,让其在室温(20℃左右)下自然产卵。3 d后,用水洗法筛取泥盘表面的螺卵,选择泥皮完整的螺卵,用于实验。将选出的螺卵随机分成7组,每组100只,投放于100 ml玻璃烧杯中,并加入100 ml脱氯自来水,分别置于10、15、20、25、30、35、40℃的不同恒温环境中,让其自由孵化。孵化期间保持杯中水量,并每2~3 d更换烧杯中的水;每天定时观察杯中螺卵孵化情况,发现有幼螺孵出及时吸出并计数,直至烧杯中无幼螺孵出为止。实验于每年3~7月间进行,每次观察时间最长为100 d。

3 数据处理

建立Excel数据库,并按周卫川等^[3,4]报道的方法作相应处理:根据有效积温法则 $K = N(T - C)$ 计算每只螺卵发育的有效积温,其中 K 为螺卵发育的有效积温、 N 为螺卵发育孵至孵出幼螺的历期、 T 为螺卵孵化时的环境温度、 C 为发育零点。按公式 $V = 1/N$ 将螺卵发育历期 N 转换为发育速率 V ,并将温度 T 和螺卵发育速率 V 之间的关系在Excel上拟合多项式模型方程,根据方程求出螺卵发育的零点温度 C 。将发育历期、发育积温、有效积温、螺卵孵出率与环境温度间的关系在Excel拟合适当的数学模型。

结 果

1 钉螺卵在不同恒温环境中的发育历期

实验结果显示,螺卵在15~30℃环境中的平均发育历期为(27.29 ± 17.29) d(表1)。

将表1中所列的螺卵发育历期 N 和环境温度 T 间可拟合以下二项式模型: $Y_N = 0.375X_T^2 - 20.279X_T + 286.62$ ($R^2 = 0.9755$, $P < 0.01$)(图1)。模型显示,随着温度的升高,螺卵发育的历期逐渐降

低,在27℃左右时,所需的发育历期最短,仅为12.46 d;温度高于27℃后,螺卵发育历期则呈延长之势。

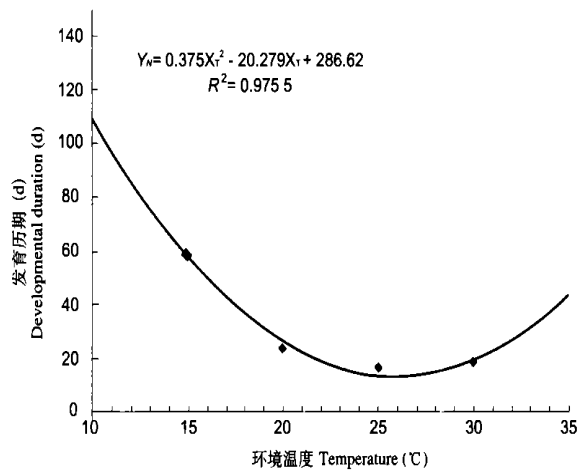


图1 不同温度下钉螺卵发育历期

Fig. 1 Developmental duration of eggs at different temperatures

2 钉螺卵的发育零点温度

按公式 $V = 1/N$,将表1中不同温度下观察到的钉螺卵发育历期 N 转换为发育速率 V 。分析发现螺卵的发育速率与温度间的关系可拟合为以下多项式模型: $Y_v = -0.00001X_T^3 + 0.0004X_T^2 + 0.0005X_T - 0.0451$ ($R^2 = 1$, $P < 0.01$)(图2)。

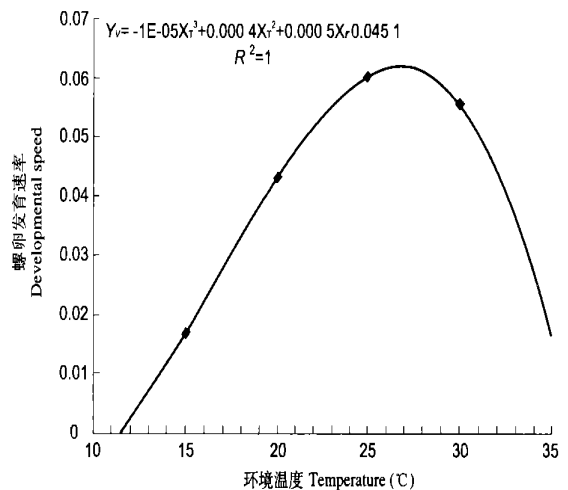


图2 不同温度下钉螺卵的发育速率

Fig. 2 Developmental speed of eggs at different temperatures

预测显示,当温度降至11.79℃时,钉螺卵的发育速率将降为0,故可把11.79℃作为钉螺卵在低温下的发育零点温度。从该模型趋势图可看出,钉螺卵的发育速率随温度的升高而加快,至27℃左右时处于最高点。但温度继续升高,则螺卵的发育速率会受

抑制而呈下降的趋势,并在 38.22℃时发育速率也降为 0。预测结果与本次实验中发现的钉螺卵在 10℃和 35℃的环境中至 100 d 时仍未能观察到有幼螺孵出的结果比较接近。

3 钉螺卵的发育积温和有效积温

按公式 $k = NT$ 和 $K = N(T - C)$ 分别计算每只钉螺卵在不同环境温度下的发育积温和有效积温(发育零点温度为 $C = 11.79℃$),并计算出不同温度

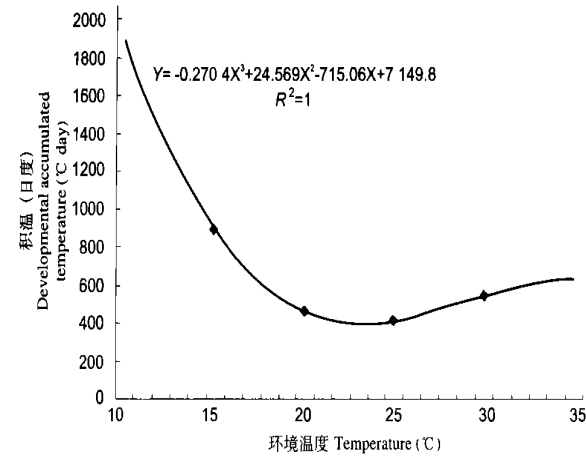


图3 不同温度下钉螺卵的孵化积温
Fig. 3 Developmental effective accumulated temperature of eggs at different temperatures

下的平均值和标准差(表 1)。

结果显示,钉螺卵在 15~30℃环境中随温度的升高钉螺卵发育成熟的所需的积温逐渐减少,但其成熟所需的有效积温却呈增加的趋势,其平均发育积温和所需的有效积温分别为(557.76±198.95)日度和(236.02±68.20)日度。钉螺卵发育积温和有效积温与环境温度间的关系可拟合为图 3、4 所示的多项式模型。

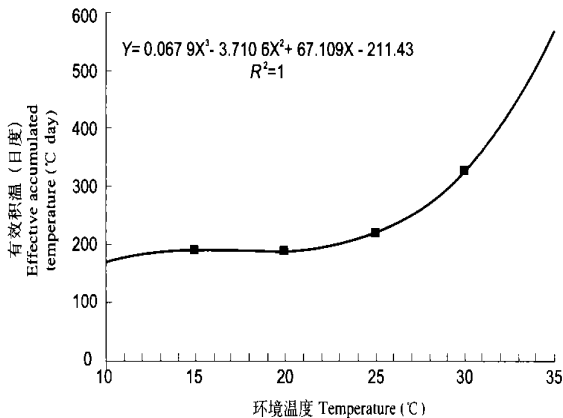


图4 不同温度下钉螺卵发育的有效积温
Fig. 4 Developmental effective accumulated temperatures of eggs at different temperatures

表 1 钉螺卵在不同恒温环境中的发育历期和积温

Table 1 Developmental duration and accumulated temperature of <i>Oncomelania</i> eggs at different temperatures				
温度 Temperature (°C)	孵出率 Hatch rate (%)	平均发育历期 Average developmental duration ($N \pm S_n$)	平均积温 Average accumulated temperature ($k \pm S_k$)	平均有效积温 Average effective accumulated temperature ($k \pm S_k$)
10	0	—	—	—
15	61	59.39±9.25	890.90±138.69	190.65±29.68
20	69	23.22±4.97	464.35±99.45	190.62±40.84
25	86	16.58±1.62	414.53±40.61	219.04±21.46
30	81	17.95±2.80	538.52±84.05	326.88±51.02
35	0	—	—	—
平均 Average	74.24±9.83	27.29±17.29	557.76±198.95	236.02±68.20

4 钉螺卵孵化率与温度的关系

从表 1 显示,钉螺卵的孵出率同温度有关,在 15~25℃间,钉螺卵的孵出率随温度的升高而增加,但在 30℃时则出现下降趋势。将两者间的关系可拟合为以下多项式模型方程: $Y = -0.064X^3 + 4.432X^2 - 97.672X + 751.3$, ($R^2 = 1, P < 0.01$)。模型显示,钉螺卵在 27℃左右时的孵出率最高。

讨 论

钉螺卵的孵化发育,需要适宜的条件,其影响因素有温度、水分、泥皮等,而温度是其最重要的影响因素之一。在水分、泥皮等其它因素具备的情况下,钉螺卵孵化时间的长短与温度有关,温度升高可以相应地缩短孵化的时间。本研究采用有效积温法则和拟合多项式模型的方法,对钉螺卵在恒温环境中

的发育零点和有效积温等进行了实验研究。

本次研究所获得的观察数据拟合的多个多项式模型均具有良好的拟合优度,从其获得的预测数据比较合理。在恒温条件下钉螺卵的发育零点温度为 11.79°C ,平均发育历期为 (27.29 ± 17.29) d,平均发育有效积温分别为 (236.02 ± 68.20) 日度。综合温度与钉螺卵的发育历期、发育速率和幼螺孵出率之间的关系模型,显示在发育零点温度以上,随着温度的升高,钉螺卵的发育速率加快、发育历期缩短、幼螺孵出率增加,温度在 27°C 时,处于最佳状态。但温度超过 27°C 后,钉螺卵的发育出现受抑制甚至停止现象。从模型预测,钉螺卵发育的高温临界温度在 38.22°C 左右,这一结果与毛守白^[1]报道的在 37°C 以上未见到幼螺孵出结论相近。

本研究首次获得了钉螺卵在恒温环境中的发育零点、高温临界温度和有效积温,这一结果为钉螺—温度适生性模型的建立提供了又一基本生物学特性参数。

一般而言,动物在恒温和变温状态下的发育速度是有所不同的,多数动物在变温环境中的发育速率要快于恒温环境^[8]。本次仅研究了恒温环境中钉螺的发育零点和有效积温,其结果与在自然变温环境中的情况是否完全一致,有待于进一步验证。另

外,本次所采用的钉螺为江苏省江滩地区的钉螺种群,由于各地钉螺的地理种群比较复杂^[9],本研究所得结果是否也符合其它地区的钉螺种群,也将有待于进一步验证。

[参考文献]

- [1] 毛守白. 血吸虫生物学与血吸虫病的防治[M]. 北京:人民卫生出版社, 1991. 299-300.
- [2] 孙儒泳. 动物生态学原理[M]. 北京:北京师范大学出版社, 1987. 26.
- [3] 周卫川, 吴宇芬, 蔡金发, 等. 褐云玛瑙螺发育零点和有效积温的研究[J]. 福建农业学报, 2001, 16(3): 25-27.
- [4] 周卫川, 吴宇芬, 杨佳琪. 福寿螺在中国的适生性研究[J]. 福建农业学报, 2003, 18(1): 25-28.
- [5] 洪青标, 周晓农, 孙乐平, 等. 全球气候变暖对中国血吸虫病传播影响的研究 I 钉螺冬眠温度与越冬致死温度的测定[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2002, 14(3): 192-195.
- [6] 洪青标, 周晓农, 孙乐平, 等. 全球气候变暖对中国血吸虫病传播影响的研究 II 钉螺越冬致死温度与夏蛰温度的研究[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2003, 15(1): 24-26.
- [7] 洪青标, 周晓农, 孙乐平, 等. 全球气候变暖对中国血吸虫病传播影响的研究 IV 自然环境中钉螺世代发育积温的研究[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2003, 15(4): 269-271.
- [8] 华东师范大学. 动物生态学[M]. 北京:高等教育出版社, 1984. 19.
- [9] 刘月英. 医学贝类学[M]. 北京:海洋出版社, 1993. 43-46.

[收稿日期] 2004-07-02 [编辑] 陶波

(上接第431页)中有66人感染血吸虫,感染率为29.60%。

3.2 中期 观察时间为6月21日~8月10日,观察对象为482人,中期开始前396人接受治疗;在中期结束30 d后有322人接受查病,查出血吸虫病人40例,感染率为12.42%。其中男性和女性感染率分别为12.66%(20/158)、12.20%(20/164)。两者差异无显著性($\chi^2=0.0159, P>0.05$)。6~14岁的儿童感染率为10.20%(10/98)。322人中基线调查时血吸虫阳性76人,阴性246人。经过感染中期,再感染率为15.79%(12/76);而阴性的246人中有28人感染血吸虫,感染率为11.38%。

4 讨论

感染季节的前、中期居民血吸虫感染率分别为32.17%、12.42%。中期感染率较前期为低,可能与以下原因有关:①自上年10月份以后,云南血吸虫病流行区一直处于旱季,感染性钉螺无释放尾蚴的机会,5月份进入雨季,田、沟里水量增多,钉螺接触水的机会加大,钉螺大量释放尾蚴,又恰巧

逢栽插期,农民集中下水栽秧,加之天气炎热,小孩经常到田沟边嬉水而导致大批人群感染血吸虫;②栽插期已释放尾蚴的感染性钉螺到感染季节的中期,螺体内的子孢蚴还处在向尾蚴发育时期,暂时出现“空歇期”,由此推测中期水体中的尾蚴数量比前期少;③云南感染性钉螺的平均寿命仅为171.6 d^[1]。随着时间的推移,上年遗留的感染性钉螺的数量将逐渐减少,当年的感染性钉螺又在形成中,中期含尾蚴的感染性钉螺的密度较前期为低;④因为前、中期的农事活动不同,中期居民接触疫水的时间较前期少。

(参加此项工作的还有彭佩王、段玉春、刘榆华、杨文灿等同志,谨以致谢!)

[参考文献]

- [1] 谢法仙, 殷关麟, 吴建忠, 等. 云南大山区阳性钉螺的寿命及逸蚴量[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 1990, 8(1): 6.

[收稿日期] 2004-06-15 [编辑] 陶波