

中国卤虫卵孵化温度特性的研究

郝林华

贾沁贤

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071) (中国科学院动物研究所, 北京 100080)

摘要 依据有效积温法则, 对中国 12 个主要地理品系卤虫卵的孵化速度、发育起点温度及其发育同步性作了分析。结果表明, 各品系的孵化速度因温度不同而差异极显著; 相同温度下各品系间孵化速度也有显著差异; 在沿海品系中, 其发育起点温度由北往南基本呈递增趋势。以各品系孵化发育历期的变差系数作为发育同步性的衡量指标, 依据发育同步性程度及发育起点温度、有效积温进行聚类分析, 提出了适合我国卤虫卵加工及使用的最佳品系组合。

关键词 卤虫卵, 孵化速度, 发育起点温度, 发育同步性, 有效积温, 地理品系, 品系组合

以往国内对卤虫卵的品系和孵化特性已有较多报道^[1-4], 对卤虫卵的质量评价和检验也有讨论^[5,6]。但有关各品系的发育起点温度和孵化同步性研究尚无报道。

随着卤虫卵资源的广泛开发, 产地来源增多, 必然会出现品系混杂的问题。其结果将导致孵化同步性减少, 使用难度加大, 商品价值降低。因此, 有必要对各品系孵化特性相差程度进行比较。

本文依据 Reaumur 的“有效积温法则”—变温生物完成某一发育阶段所需要的总热量是一常数^[7], 利用 1993~1994 年不同温度下发育速度实验的结果, 对中国主要卤虫资源的 12 个地理品系作了孵化发育起点温度和发育速度的同步性分析。

1 材料和方法

1.1 材料

实验用各品系卤虫卵及来源见表 1。

1.2 方法

1.2.1 孵化 用蒸馏水将卵在 4℃ 下浸泡 3~4 h 后放冰箱中备用。海水(盐度 30)经煮沸、冷却过滤及曝气后使用。实验温度 16~32℃, 温度梯度 2℃。照明光源为 3 支 12 W 日光灯, 照明距离 40~50 cm。在 30 ml 的螺口试管中装入 1 000~2 000 粒

表 1 卤虫卵及来源

Table 1 *Artimia* eggs and their sources

产地 origin	品系编码 strain code	特点 trait	采样时间 sampling time
宁夏盐池 Yianchi, Ningxia	A	B, I	1991
山西盐池 Yianchi, Shanxi	B	B, I	1992~1993
新疆艾比湖 Aibi Lake, Xinjiang	C	P, I	1992
青海尕斯库勒 Gahai Lake, Qinghai	D	P, I	1992
辽宁营口 Yingkou, Liaoning	E	P, C	1992
河北沧州 Cangzhou, Hebei	F	P, C	1992
天津塘沽 Tanggu, Tianjing	G	P, C	1992
山东羊口 Yangkou, Shangdong	H	P, C	1992
山东埕口 Chengkou, Shangdong	I	P, C	1992
江苏灌东 Guandong, Jiangsu	J	P, C	1993
福建莆田 Putian, Fujian	K	P, C	1992
海南东方 Dongfang, Hainan	L	P, C	1990~1992

注: B—两性生殖 bisexual strain; P—孤雌生殖 parthenogenetic strain; C—沿海盐田 coastal saltpan; I—内陆盐湖 inland lake.

卵, 加海水 20 ml, 放置在设定的温度和旋转速度下孵化。每隔 2 h 观察 1 次并记录相应的时间和孵出数, 将孵出个体拣出。在 24 h 内不再孵出幼虫时停止实验。

1.2.2 计算 对应每个品系的第 i 个温度, 求出其平均发育历期 (N_i) 和发育速度的变差系数 ($CV_i\%$), 再依系数公式求出发育起点温度和有效积温常数 (K), 并对发育速度 (V , 发育历期的倒数) 和温度 (T) 进行相关性检验 (r , 自由度 = $n - 2$)。

收稿日期: 1997-06-23

计算方程: $K = N(T - C)$, $T = C + KV$

系数求解公式: $N_i = \sum N_{i,j} / M_i$

$$K = \{ [n \sum V_i T_i - \sum V_i \sum T_i] / [n \sum V_i^2 - (\sum V_i)^2] \}$$

$$C = \{ [\sum V_i^2 \sum T_i - \sum V_i \sum V_i T_i] / [n \sum V_i^2 - (\sum V_i)^2] \}$$

$$r = \{ [\sum V_i T_i - \sum T_i \sum V_i / n] / \text{SQR} \{ [\sum T_i^2 - (\sum T_i)^2 / n] [\sum V_i^2 - (\sum V_i)^2 / n] \} \}$$

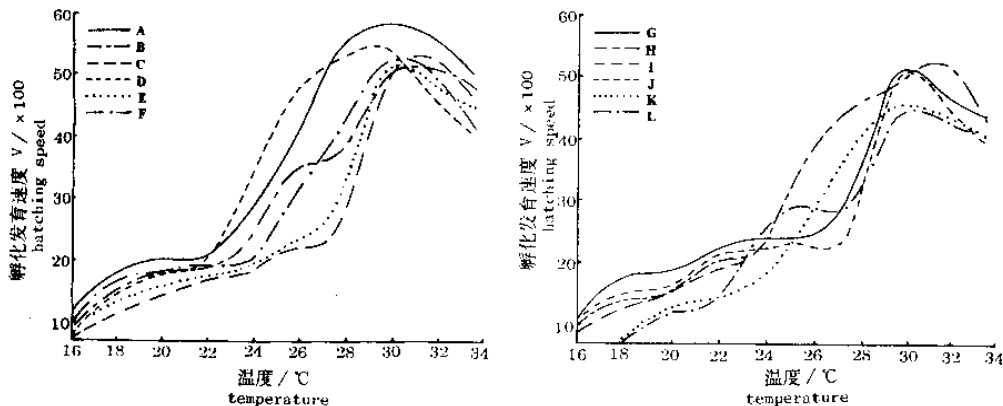
$$CV_i \% = \text{SQR} \{ \sum (N_{i,j} - N_i)^2 / n \} / N_i \times 100$$

其中: SQR 为平方根符号; $N_{i,j}$ 为第 i 个温度第 j 个个体的发育历期; M 为第 i 个温度组的总孵出个体数, n 为实验的组数; 聚类分析采用欧氏距离的类平均法, 并进行了可靠性统计检验^[8]。

2 结果

2.1 孵化发育起点温度与有效积温

从平均发育速度 ($V \times 100$) (图 1) 可见, 在 30℃ 以下, 发育速度随温度的升高而加快, 18~28℃ 之间上升幅度大, 并在 28~30℃ 时达到高峰; 32℃ 以上, 发育速度随温度的升高反而减慢。对平均发育速度的方差分析表明, 卤虫的孵化速度因温度不同而存在极显著差异 ($P < 0.01$), 这说明卤虫的发育亦遵从总积温法则。温度和发育速度间的相关性计算结果都达到极显著标准, 表明所采用的回归模型和求解系数公式是可靠的。



H 和 I 两个品系所代表的两条曲线在坐标 (23, 20) 以外重合, by H and I coincide outside the point (23, 20).

图 1 不同温度下卤虫卵的孵化速度

Fig. 1 Hatching speed of *Artemia* eggs at different temperature

方差分析同时表明, 在相同温度条件下各品系间孵化速度也有显著差异 ($P < 0.01$), 这种差异可归结为发育起点温度的不同和有效积温的不同。从发育起点温度看, 12 个地理品系可分为 3 个区段。第 1 个区段 (< 7.0) 包括 4 个品系: E、G、I 和 C; 第 2 个区段 ($7.0 \sim 9.0$) 5 个品系: D、B、F、H 和 J; 第 3 个区段 (> 9.0) 3 个品系: A、K 和 L。与各品系的地理分布结合起来, 沿海品系大致反映出发育起点温度由北向南基本递增的规律 (图 2)。

以有效积温和发育起点温度分别作坐标做图 (图 3), 根据各品系间的相互距离, 可以看出这 12 个品系除 A 外可以分为 3 个集合: (D, B, F, H, G, J), (C, I, E) 和 (K, L)。

2.2 孵化发育同步性

用孵化发育历期的变差系数 ($CV\%$) 作为发育

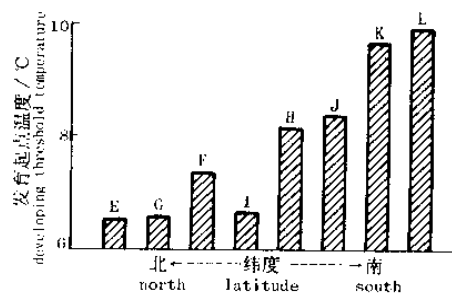


图 2 沿海品系发育起点温度与其地理分布的关系

Fig. 2 Developing threshold temperatures of different coastal strains with different habitats

用聚类分析方法处理。

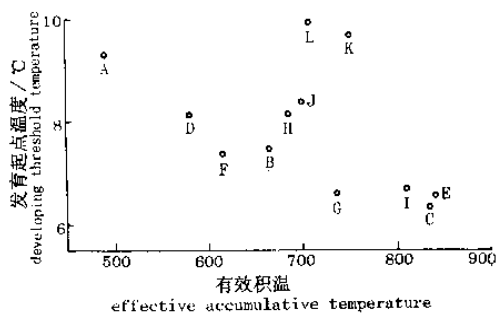


图 3 各地理品系的发育起点温度与有效积温

Fig. 3 Developing threshold temperature (TD) and effective accumulative temperature (TA) of different geographical strains

34.68 27.44 10.14

同步性衡量指标(CV 越小,发育同步性越好),计算 16、22、28、32℃ 4 个温度下发育历期的变差系数(表 2)。结果表明,各品系的变差系数在 28℃ 以前随温度的升高逐渐减少;除 K 和 L 在 32℃ 时最佳外,其它品系在 28℃ 时发育同步性最好。

全部实验品系中,以 D 在 28℃ 时孵化发育同步性最好,K 在 16℃ 时同步性最差。从 4 个温度的变差系数平均值看,则以 C 孵化发育同步性最好,L 最差。结合各自的地理分布看,沿海品系越往南其变差系数平均值越大,与发育起点温度结果类似。由此可见,要依据各品系孵化发育历期的 CV,恰当地将各品系分为孵化发育同步性相近的几个类群,须

表 2 卤虫卵发育历期的变差系数

Table 2 Coefficients of variation (CV) of *Artemia* eggs at their developing periods

品系 strain	温度/℃ temperature				平均 average
	16	22	28	32	
C	22.40	9.76	5.19	8.23	11.42
E	27.65	15.94	5.96	6.50	14.01
F	30.44	12.29	8.89	14.19	16.70
G	33.77	12.21	8.27	12.99	16.81
D	33.04	16.28	3.11	16.32	17.19
A	31.15	15.96	11.40	13.80	18.08
B	29.27	13.85	12.95	17.16	18.31
I	41.93	12.83	7.21	14.96	19.23
J	35.80	27.65	11.01	17.91	23.09
H	38.73	26.12	13.77	17.27	23.97
K	50.49	30.02	18.99	9.22	27.18
L	48.24				30.13

2.3 孵化特性的聚类分析

依据 CV 以及发育起点温度和有效积温值计算出各品系间的欧氏距离矩阵(表 3)。从表 3 可见,除 L 外的各品系间的欧氏距离多在 1.80 以下。采用类平均法及最短距离法对表 3 分别进行聚类得图 4。以表 3 平均值 1.323 作类群判断标准,从类平均法的聚类结果图 4a 看,12 个品系可分为 3 组(I, G, C, A, F, B, D), (J, H, E)和(L, K);若提高判断标准取 1.00,则仅能将第 1 组中的 D 独立出来。从最短距离法的聚类结果图 4b 来看,D 品系亦被单列为一个群。结合各品系地理分布特点分析,可以看出最短距离法的聚类结果较前者差。

表 3 不同品系间孵化特性的欧氏距离矩阵

Table 3 Euler interval matrix of the hatching traits among different strains

	A	B	D	C	E	G	F	I	H	J	K
B	0.968										
D	1.239	1.403									
C	0.190	0.943	1.052								
E	1.033	1.973	1.605	1.060							
G	0.440	0.531	1.220	0.433	1.460						
F	0.633	0.337	1.274	0.618	1.649	0.194					
I	0.542	0.453	1.141	0.492	1.540	0.135	3.406				
H	0.997	1.874	1.278	0.956	0.371	1.382	4.075	1.433			
J	1.947	2.838	2.196	1.952	0.939	2.352	2.532	2.419	1.049		
K	1.482	2.359	2.380	1.603	0.861	1.880	4.908	1.996	1.228	1.204	
L	2.302	3.093	3.178	2.432	1.682	2.663	5.488	2.780	2.033	1.623	0.878

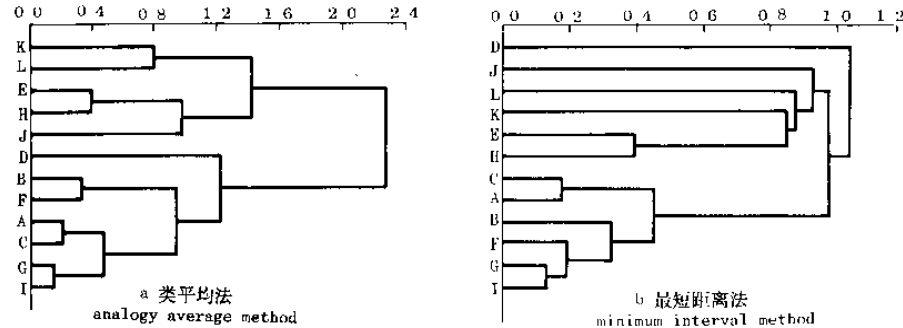


图 4 不同品系间孵化特性的聚类分析

Fig. 4 Cluster analysis of the hatching traits of different geographical strains

结合图 3 和图 4, 并加权考虑发育起点温度, 得出一个在加工和生产中孵化发育同步性较一致、混杂程度较低、可行性较高的品系组合: (A), (D), (K, L), (C, B), (I, G, F), (E, H, J)。

3 讨论

(1) 本文仅从不同温度下卤虫卵的孵化速度和孵化发育同步性 2 个质量指标考虑了品系划分问题, 而未考虑孵化率。从生产角度看, 孵化率是不可忽略的, 但孵化率并不是品系的固有属性, 还取决于工艺过程和加工技术水平。因此, 把孵化起点温度、有效积温和孵化发育同步性作为品系质量的一个重要衡量指标, 在理论和实践上是成立的。

(2) 发育起点温度和有效积温法则在陆生变温动物中是一个重要的相对恒定的生态指标, 在水生动物中的情形尚不明。就卤虫而言, 因为是生活在高盐度水体中, 盐度也是一个决定性的影响因素。同一实验中盐度和盐类组成不同时, 其结果不具有

品系间的差异可比性。通常在生产中采用海水或人工海水, 盐度比较稳定, 所以本研究也未考虑盐度对孵化速度的影响。

参 考 文 献

- 1 杨 娜, 等. 中国卤虫卵孵化特性的研究. 水产学报, 1989, 13(4): 285~297
- 2 张闰生, 等. 温度、盐度、光照和 pH 对天津卤虫卵孵化率的综合影响. 南开大学学报, 1992(3): 96~102
- 3 张 强, 等. 巴里坤湖卤虫卵质量的初步评价. 八一农学院学报, 1994, 17(2): 52~56
- 4 贾沁贤, 等. 温度对中国卤虫 (*Artemia sinica*) 种群的影响. 生态学报, 1995, 15(3): 312~318
- 5 陈本洲, 等. 卤虫卵质量评价的讨论. 水产科学, 1991, 10(3): 36~38
- 6 薛维政, 等. 卤虫卵的质量检验方法. 水产科学, 1992, 11(11): 17~19
- 7 吴千红, 等. 昆虫生态学实验. 上海: 复旦大学出版社, 1983. 3~10
- 8 么枕生. 用于数值分类的聚类分析. 海洋湖沼通报, 1994(2): 1~12

Study on the hatching temperature traits of Chinese *Artemia* eggs

Hao Linhua

(Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

Jia Qinxian

(Institute of Zoology, Chinese Academy of Science, Beijing 100080)

Abstract According to the rule of the effective accumulative temperature, the hatching speed, developing threshold temperature and developing synchrony of *Artemia* eggs from 12 major geographical strains in China have been studied. The results show that the hatching speed of each strain is notable different at different tem-

peratures and even at the same temperatures. Their differences are also remarkable among the strains, and the developing threshold temperatures show increasing trend from north to south among coastal strains. According to the cluster analysis of the developing synchrotron degree (coefficient of variation of the developing periods as its measure index), developing threshold temperature and effective accumulative temperature, the optimum strain combination of Chinese *Artemia* eggs was determined for production process and use.

Key words *Artemia* egg, hatching speed, developing threshold temperature, developing synchrotron, effective accumulative temperature, geographical strain, strain groups

欢迎订阅《中国水产科学》

《中国水产科学》是中国水产科学研究院主办的国家级学术期刊,已经被联合国《水科学与渔业文摘》(ASFA)、《中国学术期刊(光盘版)》、CinaInfo(中国信息)网络资源系统《电子期刊》及“中国期刊网”收录并上网。本刊主要刊载水产资源、海淡水捕捞、水产养殖与增殖、水产品保鲜与加工综合利用、渔业水域环境保护、渔船、渔业机械与仪器及渔业基础科学和应用基础研究及开发应用研究的学术论文、研究简报、综述和学术动态等文稿。它的主要服务对象是水产科学研究、教学、科技管理人员以及大专院校师生。是反映水产科研成果的窗口和培养人才的园地。它面向水产业,为水产业的持续发展和水产经济建设服务。

《中国水产科学》是季刊,大16开,每期128页,季末出版,国内外公开发行。国内定价14元/期,全年56元/期(含邮费)。本刊邮发代号:18-250,国内统一刊号:CN11-3021/S,国际标准刊号:ISSN1005-8737,国外代号4639Q。全国各地邮局办理订阅手续(可破季订阅)。漏订或补订当年和过期期刊,请直接向编辑部订阅,地址:北京市永定路青塔村150号,邮政编码:100039,联系电话:(010)68673921。

关于收取论文发表费和专家审稿费的通知

《中国水产科学》创刊以来,主办单位克服重重困难,在人财物各方面给以大力扶持,使本刊得以顺利发行并不断提高,为促进学术交流、繁荣水产科技事业发挥了一定的作用,受到了广大读者、作者和审稿专家的厚爱。

为保证期刊的持续发展,进一步提高期刊质量,并缓解办刊的经费压力,不少同仁提出了共同筹资办刊的积极建议。根据新闻出版署和国家科委《关于加强科技出版工作的若干意见》中指出的“各地区各部门要在科研经费中安排一定经费,用于录用的文章中支持重点科技著作、科普读物和重点科技译著等的出版”的精神,参照同类刊物的实施办法,经请示有关领导,编辑部决定从1999年第6卷第3期开始对刊登出版的文章收取发表费(录用的文章中,1998年底以前投来的仍然免收);对从1999年7月1日以后寄来的稿件收取专家审稿费。请各位作者体谅和支持。

收费标准:版面费80元/版;审稿费60元/篇。

版面费请已录用论文的作者按编辑部的收费通知要求交费;审稿费请作者在投稿的同时将款汇至《中国水产科学》编辑部。

汇款地址:100039 北京永定路青塔村150号《中国水产科学》编辑部

《中国水产科学》编辑部
1999年6月30日