

温度对鲤鱼胚胎发育的影响*

林 华 英

(山东海洋学院生物系)

一、材料和方法

实验用卵为三龄鲤鱼 (*Cyprinus Carpio*) 自然产卵受精所得。取材二次：第一次是6月3号,产卵水温是21°C,卵质较好;第二次是6月23号,产卵水温为25.5°C。卵质较差。

所得受精卵先在同温新水中轻洗干净,后放入1000毫升圆玻璃缸内,每组温度分两缸,一缸装卵200—300粒,作不同温度孵育统计用;另一缸装卵3000粒,供对照,检查及各期固定用。

不同温度孵育是在“复式冰温箱”¹⁾内进行,分恒温试验和变温试验两组。恒温试验所用温度是10°C,15°C,20°C,25°C,30°C,35°C,40°C等7种;变温试验分低温组(10°C,15°C)

和高温组(30°C,35°C)两种。方法是把常温下正常发育胚胎的各个阶段取30粒,分别放入高低温中变温作用3小时,再返回常温下进行孵育,观察其发育状况。

观察所用的胚胎,是取活体和固定标本两者对照并用。每天定时在双筒解剖镜下剥开卵膜后观察。所用固定液为台氏液(Tellysnichys Fluid)。

二、结果和讨论

(一) 各种恒温对鲤鱼胚胎发育的影响

在7个不同恒温梯度中孵育的鲤胚,经5

* 本文承李嘉詠副教授多次审阅修改,特致谢意。

1) 此冰温箱,有通风设备,分许多小格,温度任选,温差控制不超过 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。

天孵育,定期检查所得结果:

1. 不同温度与整个胚胎发育过程和各发育阶段的关系。胚胎发育的速度,在适宜的孵育条件下,依赖于水的温度,即在一定范围内,温度对胚胎发育起着主导作用,温度越高,发育越快。在实验中,我们观察,比较和综合了各种不同温度下孵育的鲤胚,表明了胚胎发育的速度和温度之间确有密切关系,它在允许的范围内,温度的升高,不论是对胚胎整个发育过程还是某个发育阶段,都起到加速的作用(表1),在完成整个胚胎发育的时间上,20℃组是101小时;25℃是53小时;30℃是47小时;35℃是45小时就孵出小鱼。对胚胎的各发育阶段,温度高同样也缩短了相应的时间,如受精卵到原肠结束,在20℃是13小时;25℃是9小时;30℃是8小时;35℃则只需7小时。

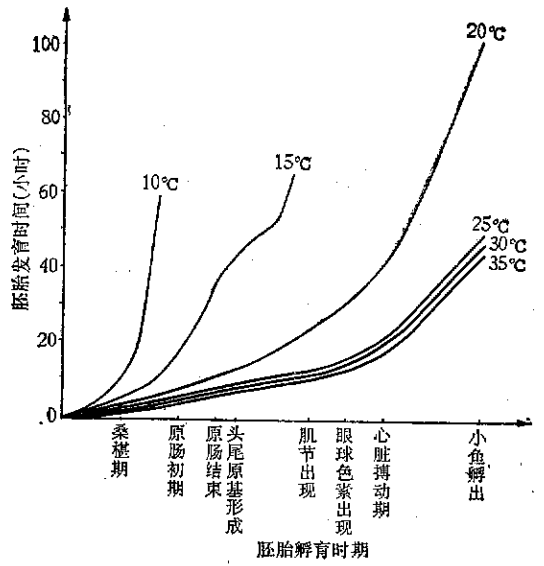


图1 不同温度下胚胎发育全过程及各阶段之间的比较

原肠期以后,胚胎从生长进入器官分化直至心脏搏动这一阶段,卵子每经1小时的孵育,各组的发育速度均有较大变化,不同温度组间的速差也越来越明显。而到后期至小鱼孵出,这时发育速度又出现相对缓和,组差距离相应稳定的这样一种偏于在生长期中加速缓慢,分化期中速度增快的发展趋势。

对于10℃中孵育的胚胎,试验中均未发育到原肠期,15℃中胚胎也只能发育到眼泡期,都停滞不前,维持2—3天后,即死亡。因此可视15℃以下温度为低温临界线;在40℃中孵育的胚胎,一般不超过2—3小时就全部死亡,故40℃即可作为鲤胚发育的高温临界线。

2. 温度系数与最适温度的关系。根据表1,

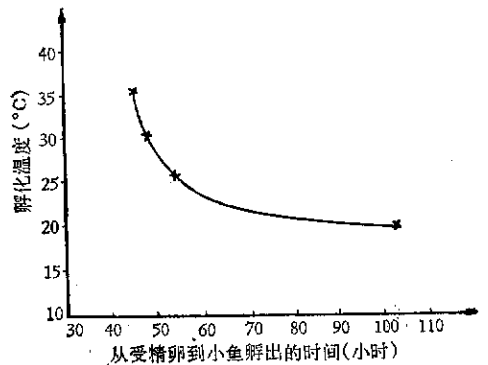


图2 温度与鱼卵孵化时间的关系

表1 不同恒温下鲤胚发育及其各阶段所需时间的比较

发育阶段	从受精卵到下列各期及各期发育所需时间						
	该期时间 累积时间 小时						
	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃
桑椹期	7	4	2	2	2	2	1
原肠初期	1	12/16	5/7	3/5	3/5	2/4	1
原肠结束	1	23/39	6/13	4/9	3/8	3/7	1
头尾原基形成	1	4/43	1/14	1/10	1/9	1/8	1
肌节出现	1	10/53	5/19	2/12	2/11	2/10	1
眼球色素出现	1	1	4/23	1/13	1/12	1/11	1
心脏搏动期	1	1	18/41	8/21	5/17	5/16	1
鱼苗孵出期	1	1	60/101	32/53	30/47	29/45	1

但是,温度和发育速度之间的关系,从实验结果看来它不是一种正比的直线关系,而是如图1所示的曲线关系,它表明在胚胎初期,卵裂和囊胚阶段时,温度刚从常温21℃升到25℃,30℃,35℃时,发育速度的加快并不特别显著,各温度组之间的差异也不很大。可是到了

作图 2, 可以看出温度与鱼卵孵化时间的关系中, 各恒温带内曲线的陡度并不一样, 15—20°C 之间的曲线要比 25—35°C 之间的曲线陡度高, 说明温度对胚胎发育的影响, 在 15—20°C 这一温度带内的变化不如 25—35°C 这一温度带显著。为表示某一温度带内温度的变化对胚胎孵出时间的影响, 通常是采用胚胎发育速度的温度系数 Q_{10} 值来表示:

$$Q_{10} = \left(\frac{z_o}{z_a} \right) \frac{10}{t_a - t_o}$$

Q_{10} 代表温度改变 10°C 时发育速度加快的倍数; z_o 表示在温度 t_o 时发育持续的时间; z_a 表示在温度 t_a 时发育持续的时间。据鲟鱼胚胎发育研究中指出: 某温度带中所得 Q_{10} 值如果在 2 附近值时, 那么这一温度带就是胚胎发育最适温度范围。从我们实验所得结果如表 2 所示, Q_{10} 值最接近 2 的是 20—30°C 这一温度区, 亦即鲤鱼胚胎发育的最适温度范围。

表 2 各种温度带的温度系数 Q_{10} 值

温度带(°C)		温度间隔(°C)	平均温度(°C)	Z_a	Z_o	Q_{10} 值
t_a	t_o	$t_a - t_o$	$\frac{t_a + t_o}{2}$	(小时)	(小时)	
25	20	5	22.5	53	101	3.61
30	25	5	27.5	47	53	1.28
35	30	5	32.5	45	47	1.10
30	20	10	25	47	101	2.14
35	25	10	30	45	53	1.18
35	20	15	27.5	45	101	1.72

另外, 从不同温度下胚胎孵化率和死亡率的比较, 见表 3 所示, 也证实了 20—30°C 是孵化率较高的鲤鱼胚胎发育最适温度区。但在上述实验中, 由于两次产卵水温不同, 第一次是 21°C; 第二次是 25.5°C。因此使两次实验不同温度下孵育的最适温度, 从第一次实验孵化率最高的 20°C 组上转移到第二次实验另一个孵化率最高的 25°C 组上, 其间在别的条件基本相同的情况下, 出现这种现象, 可以认为“在存在理论上最适温度范围内, 不同的产卵卵群还存在有与它产卵水温相应的实际最适温度, 并且

表 3 不同温度下孵化率和死亡率的比较

温度	序号	总卵数(个)	死卵(个)	孵出鱼苗(尾)	孵化率(%)	死亡率(%)
40°C	1	208	208	—	—	—
	2	164	164	—	—	—
35°C	1	195	91	104	63.4	46.6
	2	157	82	75	47.8	52.2
30°C	1	196	42	154	73.5	26.5
	2	165	67	98	59.4	40.6
25°C	1	244	32	212	82.3	13.7
	2	118	21	97	90.4	9.6
20°C	1	288	26	262	90.7	9.3
	2	149	33	116	68.6	31.4
15°C	1	212	212	—	—	—
	2	107	107	—	—	—
10°C	1	204	204	—	—	—
	2	135	135	—	—	—

随产卵水温的不同而有变动”。这种最适温度的出现, 主要是因为胚胎处在类似产卵的水温中发育, 既可以免受环境温度变化的影响, 又可以保证新陈代谢稳定的进行, 因此这样的水温也就自然形成了胚胎发育实际上的最适温度。斯特罗加诺夫曾在 1956 年指出: “鱼类存在着某一温度区域, 在此区域内代谢最稳定和最‘标准’。这一温度区与试验前所处温度相符, 称适应温度区。适温区可在一定的生理上允许的温度范围内移动”。据此结论, 可以认为我们的实验结果和他的论点是相符一致的。

3. 不同温度下胚胎发育敏感期的探讨 在两次不同温度的实验中, 30°C 和 35°C 孵育下的胚胎到了胚体在卵膜内转动时, 出现大量死亡, 占该组死亡率 70—80% 左右; 20°C 和 25°C 温度下死亡率最高的是在脑分化和眼原基出现的时候, 约为其总死亡率的 60%; 10°C 和 15°C 死亡率最高的则出现在低囊胚进入原肠阶段, 约占其总死亡率的 80—90% 左右。这些说明胚胎各个发育阶段都有它自己对不同温度特有的敏感期。敏感期出现是和鱼卵内部变化相联系

的(杰特拉弗等 1954)。在高温孵育下的胚胎,到了胚体转动时出现这样高的敏感性,主要是因为高温下胚胎剧烈活动引起耗氧量的激增,以及高温条件下水中含氧量又不能满足孵育要求所造成。为此,在实验中用瓦氏(Warburys)呼吸器测定了在 28℃ 高温孵育下鲤胚的耗氧量;结果表明鲤鱼胚胎从胚孔封闭到神经胚时,耗氧量由 0.287 微升/粒·小时,降到了 0.178 微升/粒·小时;但当发育进入脑分化及器官原基形成时,耗氧量很快就升至 0.337—0.5 微升/粒·小时。这说明这个时期鲤胚的耗氧量要比其他时期的耗氧量高出 1/3—1/2。至于低温孵育的胚胎,长期停留在低囊胚而不能进入原肠期,可认为低温情况下正常代谢进行缓慢,满足不了低囊胚进入原肠作用时这样一个剧烈分化时期的生理要求。研究和掌握不同温度胚胎发育的敏感期,可以使我们在不同季节进行人工繁殖时,更有效的改善敏感期的环境条件,为胚胎正常发育提供理论上的依据。

(二) 变温与胚胎发育的关系

发育中的胚胎,由于内部变化,不同阶段对外界环境条件具有不同敏感性、上述讨论的敏感期就是敏感性在不同时期中的反应。当胚胎处在敏感期中遇到急剧变温时,常是造成胚胎死亡的重要因素。自然界昼夜温差,对胚胎发

表 4 高低温对胚胎发育的影响

温 度 组 (°C)	各发育阶段死亡率(%)							
	准备 卵裂	卵裂 阶段	囊胚 时期	原肠 早期	原肠 末期	神经 胚早	初脑 分化	心跳 阶段
10	45.1	67.2	47.4	32.5	24.7	33.6	10.9	20
15	39.5	63	44.6	30.5	25	31.9	12	14.5
30	40.5	47.2	51.2	35.9	26.5	30.3	20.8	26.8
35	39.2	46.4	46.2	20.3	24.5	23.3	22.7	28

育十分不利,也是人工繁殖的难关,因此研究变温与胚胎发育的关系,是具有重要的实践意义。从我们实验所得结果(表 4),可以看到温度变幅过大对胚胎发育的影响主要是早期阶段,特别是卵裂时期具有更高的敏感性,因为此期不论对高温还是低温所造成的死亡率,都比其他时期要明显。对整个发育过程,高低温的影响在原肠作用前,致死的百分率较高,一般在 40% 以上;而对原肠作用后的影响比较小,一般都在 30% 以下,所以变温对胚胎的影响,早期要比晚期明显得多。通过全部变温实验的观察,我们认为任何温度变幅过大,对胚胎正常发育都不利,因此实践中应避免温差过大的影响。

三、结 论

(一) 在适宜条件下,鲤胚发育的速度是随温度升高而加快。但不是均等关系,有偏于在胚胎生长时期加速缓慢,分化时期速度增加的趋势。超过适温范围,胚胎发育停止直至死亡。

(二) 鲤鱼胚胎发育最适温度 20—30℃。其中不同产卵卵群还具有与产卵水温相应的实际最适温度。并随产卵水温的变化而更动。

(三) 鲤胚发育的临界温度,下限约为 15℃ 左右;上限约为 40℃ 左右。接近临界温度下孵育的胚胎,往往发育不正常,死亡现象显著增加。

(四) 鲤鱼胚胎发育的敏感期,依不同温度有别:高温(30—35℃)是以胚胎心跳后,胚体剧烈转动时期为敏感期;常温(20—25℃)是以脑分化及各器官原基开始出现时为敏感期;低温(10—15℃)则以胚胎进入原肠作用为最高敏感期。

(五) 温度变幅过大,不论是高温或低温对鲤鱼胚胎发育的影响,早期要比晚期明显。所有变温过大对胚胎正常发育都是不利的。