

KCl 对方斑东风螺浮游幼虫变态的诱导作用

杨章武, 郑雅友, 李正良, 郑养福

(福建省水产研究所, 福建 厦门 361012)

摘要: 报道了 KCl 对方斑东风螺 (*Babylonia aerolato* Link) 浮游幼虫变态的诱导作用。结果表明, 在水体 200 mL, 幼虫 20 只, KCl 连续作用 12 h 的条件下, 当 KCl 浓度不超过 8×10^{-3} mol/L 且幼虫日龄小于 12 d 时, 诱导变态率为 0~15%, 诱导效果不稳定; 当 KCl 浓度达到 11×10^{-3} mol/L 且幼虫日龄达到 15 d 时, 浮游幼虫变态率超过 95%。在水体 850 L, 幼虫 $2.0 \times 10^5 \sim 2.5 \times 10^5$ 只, KCl 连续作用 9 h 的条件下, KCl 浓度为 17×10^{-3} mol/L, 日龄 15 d 的幼虫变态率达 90%。浮游幼虫日龄越大, KCl 添加浓度越高, 作用时间越长, KCl 诱导变态作用越明显。KCl 对方斑东风螺幼虫有毒性作用, 日龄越小, 浓度越大, 作用时间越长, 毒性越大。日龄 12 d 的浮游幼虫, KCl 添加浓度 11×10^{-3} mol/L 作用 20 h 诱导变态的稚螺, 未发现其生长和存活受到 KCl 的不良影响。综合本实验的结果, KCl 诱导变态较为安全有效的条件是: 浮游幼虫日龄不小于 15 d, 添加浓度 $11 \times 10^{-3} \sim 14 \times 10^{-3}$ mol/L, 作用时间不超过 12 h。

关键词: 方斑东风螺 (*Babylonia aerolato*); 诱导变态; 氯化钾

中图分类号: S96

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2008)01-0006-04

方斑东风螺 (*Babylonia aerolato* Link) 是中国南方海产腹足纲的重要经济种类, 人工养殖具有良好的市场前景。在人工育苗环境条件下, 方斑东风螺浮游幼虫自然变态时间参差不齐, 给育苗生产带来不利影响。柯才焕^[1]报道, 增加 K^+ 浓度可诱导多种贝类浮游幼虫变态和附着; 增加 K^+ 浓度对方斑东风螺浮游幼虫变态具有诱导作用^[2]。作者对不同日龄的方斑东风螺浮游幼虫添加不同浓度的 KCl 进行诱导变态实验, 并将结果在育苗生产中得到初步的应用, 对提高方斑东风螺的育苗效果具有实用价值。

1 材料与方法

1.1 浮游幼虫培育

方斑东风螺亲体采自福建诏安外海, 平均壳高 $85.9 \text{ mm} \pm 7.0 \text{ mm}$, 平均体质量 $99.3 \text{ g} \pm 18.8 \text{ g}$ 。浮游幼虫在 $5 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$ 的水泥池培育, 培育水温 $27.5 \sim 29.0$, 盐度 30.5, 投喂牟氏角毛藻 (*Chaetoceros muelleri*)。

1.2 KCl 诱导浮游幼虫变态

500 mL 的玻璃烧杯放水 200 mL, 日龄 8~15 d 的浮游幼虫每杯 20 只, KCl 添加浓度分别为 $0, 5 \times 10^{-3}, 8 \times 10^{-3}, 11 \times 10^{-3}, 14 \times 10^{-3}, 17 \times 10^{-3}, 20 \times 10^{-3}$ mol/L (日龄 11 d 和 13 d 的幼虫未设 20×10^{-3} mol/L 组), 0 mol/L 为对照组, 每个实验浓度组设 2 个平行。设定 KCl 作用时间, 实验结束时立即换水, 在清水中 30 min 后, 显微镜下测量、观察并统计变态和死亡数。

1.3 KCl 在育苗生产中的应用

在 $1.4 \text{ m}^2 \times 0.6 \text{ m}$ 水泥池中, 放养日龄 15 d 左右的浮游幼虫 20~25 万只, KCl 添加浓度为 17×10^{-3} mol/L 和 14×10^{-3} mol/L, 作用时间分别为 9 h 和 12 h, 处理后统计尚存的浮游幼虫数并立即换水。

1.4 不同条件下变态的稚螺的生长

容积 1.5 L 的塑料盆, 底铺细沙 1 cm, 放水 1 L, 水面用筛绢网覆盖 (减少稚螺爬壁离水导致死亡), 每盆分别放养不同条件下变态的稚螺 100 只, 同时养 15 d。水温 $29.0 \sim 30.5$, 盐度 30.5, 日换水 100%, 投喂缢蛏 (*Sinonovacula constricta*) 肉, 共 3 组, 各自的变态条件是: a 组, 浮游幼虫日龄 12 d, KCl 浓度 11×10^{-3} mol/L 作用 20 h; b 组, 日龄 14 d, 未添加 KCl 自然变态; c 组, 浮游幼虫日龄 14 d, KCl 11×10^{-3} mol/L 作用 4 h。

1.5 浮游幼虫变态的指标

载玻片上幼虫足反复伸缩且能够带动身体移动, 在足极度伸展时不见面盘, 作为浮游幼虫变态的指标。

1.6 数据的统计和计算方法

各实验浓度组的变态率、变态稚螺壳长等, 均为 2 个平行组的平均值, 死亡幼虫当作未变态幼虫统计。水泥池浮游幼虫数量和变态稚螺数量分别用 500 mL 烧杯水样体和称体质量抽样计数。

收稿日期: 2005-02-08; 修回日期: 2005-05-30

作者简介: 杨章武 (1962-), 男, 广东潮州人, 副研究员, 从事海水动物繁殖、养殖研究, 电话: 0592-20634335

2 结果

2.1 浮游幼虫对 KCl 的变态反应及 KCl 的毒性作用

图 1 是方斑东风螺不同日龄浮游幼虫添加不同浓度的 KCl 作用 12 h 的变态率,相应各组变态稚螺的平均壳高见表 1。

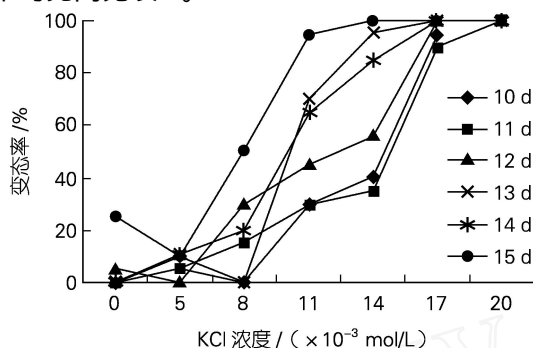


图 1 不同条件下方斑东风螺浮游幼虫变态率

Fig. 1 The rate of metamorphosis of the planktonic larvae of *B. aerolato* under different conditions

表 1 方斑东风螺不同条件下变态的稚螺壳高

Tab. 1 The shell length of *B. aerolato* juveniles metamorphosed under different conditions

KCl 浓度 (x 10 ⁻³ mol/L)	平均壳高 (μm)					
	10 d	11 d	12 d	13 d	14 d	15 d
8	-	-	1 375 ±151	-	1 222 ±88	1 352 ±76
11	1 298 ±146	1 275 ±150	1 308 ±74	1 201 ±122	1 250 ±135	1 348 ±43
14	1 294 ±98	1 123 ±143	1 234 ±89	1 236 ±64	1 266 ±77	1 317 ±93
17	1 195 ±66	1 187 ±89	1 291 ±80	1 191 ±171	1 205 ±62	1 214 ±53
20	-	1 122 ±84	1 246 ±89	-	1 225 ±168	1 211 ±51

KCl 毒性作用:本实验浮游幼虫不同日龄和 KCl 不同浓度组合共 40 组,发生死亡的有 4 组,其余各组全部存活。表 2 是这 4 组的死亡情况。另外,在 KCl 作用时间为 20 h 的实验中,日龄 8 d 和 11 d 的浮游幼虫,KCl 添加浓度超过 20 x 10⁻³ mol/L 时幼虫全部死亡。KCl 浓度为 10 x 10⁻³ mol/L 时,存活率都是 100%,其诱导变态率为 55.0 ~ 80.5%。

表 2 4 个实验组的幼虫死亡率

Tab. 2 The death rate of the larve of *B. aerolato* in 4 groups

日龄 (d)	KCl 浓度 (x 10 ⁻³ mol/L)	死亡率 (%)
11	14	5.5
14	14	10.5
14	17	20.0
15	20	25.0

图 1 表明, KCl 添加浓度越高,浮游幼虫日龄越大(壳高越大), KCl 的诱导作用越明显(变态率越高)。日龄小于 12 d 的各组,当 KCl 添加浓度不超过 8 x 10⁻³ mol/L 时,诱导变态率为 0 ~ 15.0%,诱导效果不稳定。当 KCl 添加浓度达到 11 x 10⁻³ mol/L 时,此时日龄 13 ~ 15 d 的浮游幼虫变态率为 65.0% ~ 100.0%, KCl 添加浓度达到 17 x 10⁻³ mol/L 时,日龄大于 12 d 的浮游幼虫变态率达到 100.0%。而浮游幼虫日龄达到 15 d 时, KCl 添加浓度为 11 x 10⁻³ mol/L 就可达到 95.0% 以上的变态率。表 1 是不同日龄浮游幼虫在不同 KCl 浓度条件下处理 12 h,变态稚螺的平均壳高。从表 1 看出,对相同日龄的浮游幼虫(实验时同时取样),添加 KCl 浓度越高,诱导变态的稚螺平均壳高越小,这一趋势在浓度为 17 x 10⁻³ mol/L 和 20 x 10⁻³ mol/L 各组尤为明显。

水泥池的诱导变态结果:共进行 2 次实验,结果见表 3。第 1 次获得的变态率约 90%,未发现死亡,从其摄食卤虫无节幼体以致稚螺壳顶呈鲜红色可以判断其活力良好。第 2 次获得的变态率约为 80%,变态稚螺活力较差,约 20% 足伸出壳外未能缩回。

表 3 浮游幼虫在水泥池诱导变态的结果

Tab. 3 The result of induced metamorphosis of planktonic larvae of *B. aerolato* in cemented pools

KCl 浓度 (x 10 ⁻³ mol/L)	处理时间 (h)	幼虫日龄 (d)	幼虫数 (只)	变态率 (%)
17	9	13 ~ 17	2.5 x 10 ⁵	90
14	12	11 ~ 14	2.0 x 10 ⁵	80

2.2 KCl 对稚螺生长的影响

不同条件下变态的稚螺的生长状况见表 4。由表 4 可以看出,不同条件下变态的稚螺,其增长率与初始壳高有关,没有迹象显示 KCl 诱导变态的稚螺,其生长和存活受到 KCl 的不良影响。实验过程中发现,稚螺爬壁离水死亡是各组死亡率较高的直接原因。

表 4 不同条件下变态的稚螺的生长状况

Tab. 4 The growth of the *B. aerolato* juveniles metamorphosed under different conditions

组别	平均壳高(mm)		增长率 (%)	日增长量 (μm)	存活率 (%)
	初始	结束			
a	1.23 ±0.12	2.96 ±0.61	140.6	115	40.0
b	1.73 ±0.25	3.37 ±0.55	94.8	109	41.0
c	1.50 ±0.24	3.02 ±0.51	101.3	101	32.5

3 讨论

增加 K^+ 浓度对某些无脊椎动物如贝类^[1]、海胆^[3]等的浮游幼虫的变态和附着具有诱导和加速的作用,在某些无脊椎动物的人工育苗生产中,通过添加 KCl 提高 K^+ 浓度,诱导和加速浮游幼虫的变态和附着,是经济有效的方法,掌握安全而有效的 KCl 添加浓度,可以在育苗生产中发挥重要的作用。在某些特定条件下,如作为浮游幼虫饵料的单细胞藻类严重不足时,人工诱导变态作为在不得已情况下的应急措施,使东风螺浮游幼虫提前变态并改变食性,在育苗生产中具有重要的意义。

KCl 对方斑东风螺浮游幼虫具有一定的毒性,添加浓度越高,作用时间越长,浮游幼虫日龄越小(壳高越小),KCl 的毒性作用越明显。但是,在 KCl 为 15×10^{-3} mol/L,作用时间 20 h 的相同条件下,出现与上述不同的情况,日龄 11 d(壳高 1 072 μm)的浮游幼虫存活率为零,而日龄 8 d(壳高 861 μm)的浮游幼虫存活率是 100%,变态率达 95%。表 2 数据表明大日龄组(14 ~ 15 d)死亡率更高。说明 KCl 毒性不仅与其浓度、作用时间和浮游幼虫的大小有关,还存在其他因素(如浮游幼虫当时的生理状态等)的作用。柯才焕^[2]报道, KCl 浓度为 15×10^{-3} , 18×10^{-3} mol/L,作用时间为 48 h,方斑东风

螺浮游幼虫(壳高 943 μm)出现明显的毒性致死和影响稚螺活力的现象,认为 KCl 的毒性和诱导作用与浮游幼虫当时的生理状态有关,这与本实验的结果相同或相近。这一结果表明, KCl 诱导变态的方法在实际应用时存在一定的危险,浮游幼虫日龄越小(壳高越小),存在这一危险的可能性越大。

日龄大于 14 d 的浮游幼虫, KCl 添加浓度达到 $11 \times 10^{-3} \sim 14 \times 10^{-3}$ mol/L,诱导结果有效且安全,虽然 KCl (15×10^{-3} mol/L)对日龄 8 d 的浮游幼虫作用 21 h 就有明显的诱导作用,且在日龄 12 d(壳高 1 201 μm)诱导变态的稚螺的对比试验中,也没有迹象表明其生长和存活受到 KCl 的不良影响。但是,第 2 次水泥池诱导变态的稚螺 5 d 死亡率超过 50%,死亡率明显偏高,可能与浮游幼虫日龄不足有关。作者推测,如果浮游幼虫日龄不足,幼虫可能在某些生理机能尚未具备变态条件的情况下被迫变态,可能造成变态稚螺的先天不足,这种推测有待进一步的研究和证实。

育苗实验表明,在饵料适合、充足,环境条件良好的情况下,方斑东风螺浮游幼虫日龄 12 d 开始出现变态,日龄 17 d 变态可达 80% ~ 90%。浮游幼虫获得自然变态的能力多数应在日龄 15 d 以后。从生产的角度考虑,此时进行人工诱导变态,可以缩短同批幼虫变态的时间,降低因变态参差不齐对稚螺培育产生的不良影响。根据上述实验结果,综合 KCl 的毒性作用、诱导变态的有效浓度以及浮游幼虫的自然发育进程等因素,作者认为, KCl 诱导方斑东风螺浮游幼虫变态较为安全有效的条件应是:日龄不小于 15 d, KCl 添加浓度为 $11 \times 10^{-3} \sim 14 \times 10^{-3}$ mol/L,作用时间不超过 12 h。在作用时间不超过 10 h 的情况下, KCl 添加浓度为 17×10^{-3} mol/L 也是安全有效的。

参考文献:

- [1] 柯才焕. 海产贝类幼体附着和变态的化学诱导研究进展[J]. 海洋通报, 1993, 12(3): 108-116.
- [2] 柯才焕, 李少菁, 李复雪, 等. 两种东风螺幼虫附着和变态的化学诱导研究[J]. 海洋学报, 1996, 18(7): 91-95.
- [3] 杨章武, 郑雅友, 李正良, 等. 紫海胆浮游幼虫人工诱导变态试验[J]. 海洋科学, 2000, 24(9): 15-16.

The effect of KCl on induced metamorphosis of planktonic larvae of *Babylonia aerolato*

YANG Zhang-wu , ZHENG Ya-you , LI Zheng-liang , ZHENG Yang-fu

(Fujian Fisheries Research Institute , Xiamen 361012 , China)

Received :Feb. , 8 , 2005

Key word :*Babylonia aerolato*; induced metamorphosis; KCl

Abstract : This paper reported the effect of KCl on induced metamorphosis of planktonic larvae of *Babylonia aerolato*. Under the conditions that the water volume is 200 mL , larva number is 20 and KCl endures 12 hours , the rate of induced metamorphosis is 0 ~ 15 % and the effect is unstable when the additive concentration of KCl was lower than 8×10^{-3} mol/L and the age in day of planktonic larvae was younger than 12 days , and the rate of induced metamorphosis was more than 95 % when the additive concentration of KCl reached 11×10^{-3} mol/L and the age in day of planktonic larvae reached 15 day-old. Under the conditions that the water volume is 850 L , larva number is $2.0 \times 10^5 \sim 2.5 \times 10^5$ and KCl endures 9 hours , the rate of induced metamorphosis is 90 % when the additive concentration of KCl is 17×10^{-3} mol/L and the age in day of planktonic larvae is 15 days old. The effect of induced metamorphosis will be more obvious if the age in day of planktonic larvae is older , the additive concentration of KCl is higher and the time that the planktonic larvae last in the additive concentration of KCl is longer. KCl may cause a toxic effect on the larvae of *B. aerolato*. If the larvae are younger , the concentrations of KCl are higher and the time that the larvae exposed to it is longer , the toxic action will be more serious. The juveniles , which are successfully metamorphosed under the induced conditions , were 12 days old and were exposed to the water with a concentration of 11×10^{-3} mol/L of KCl for 20 hours , can survive and grow normally in the subsequent cultivations. The summary result of this experiment indicated that the safe and effective conditions for induced metamorphosis are that the age is not younger than 15 days , the additive concentration of KCl was in between $11 \times 10^{-3} \sim 15 \times 10^{-3}$ mol/L and the affected time was no longer than 12 hours.

(本文编辑:张培新)