3 种重金属离子和 2 种杀虫剂对梭鲈胚胎发育的影响

陈罗明，凌去非

（苏州大学生命科学与技术学院，江苏 苏州 215123）

摘要： 在常温静水条件下，研究了铜（Cu）、锌（Zn）、镉（Cd）3 种重金属离子和甲醛、晶体敌百虫 2 种杀虫剂对梭鲈（*Stizostedion lucioperca*）胚胎发育的影响。结果表明，3 种重金属离子对梭鲈胚胎的毒性大小依次为：Cd^{2+} > Cu^{2+} > Zn^{2+}；当甲醛浓度为 1 000 mg/L 时，对梭鲈胚胎的毒性影响较强，而高浓度的晶体敌百虫对梭鲈胚胎有明显的毒性作用。在梭鲈繁殖用水中使用杀虫剂时，甲醛和晶体敌百虫的安全浓度分别为 200 mg/L 和 0.4 mg/L。

关键词： 梭鲈；胚胎发育；重金属；杀虫剂

中图分类号： S941.91　　**文献标志码：** A　　**文章编号：** 1674－3075(2008)01－0109－03

梭鲈（*Stizostedion luciopera* L.）属鲈形目（Perciformes）、鲈科（Percidae）、梭鲈属（*Stizostedion*），是重要经济的鱼类（任慕莲等，2002）。梭鲈原产于欧洲中部，分布于欧洲的咸海、黑海、里海以及波罗的海水系的河流、湖泊，即等盐线在 0.7% ～0.9% 范围的海区（田永胜等，2000）。由于其适温广、生长快、饵料系数低、耐盐碱、少病害、肉味鲜美，梭鲈已成为欧洲许多国家争相养殖的对象。对梭鲈、河鲈和大口黑鲈非特异免疫能力比较，显示梭鲈有较强的抗逆能力（周志峰，2006a）。梭鲈无肌间刺，氨基酸总含量高于 20%，其食用口感可与鳜鱼相媲美（曹桂新等，2000），是一种适合池塘、网箱养殖的新品种。

近年来，国外有关梭鲈的研究主要集中在生物学研究、资源调查、种群数量变动和区系分布等方面；而国内学者对梭鲈增养殖的研究报道较多，但是关于重金属离子和杀虫剂对梭鲈胚胎发育影响的研究还未见报道。2003 年以来，我们完成了梭鲈引进、鱼种培育、成鱼养殖、人工繁殖和批量育苗；就梭鲈耗氧率、抗逆性等进行了相关研究（周志峰等，2006a；周志峰等，2006b）。本文报导了铜（Cu）、锌（Zn）、镉（Cd）3 种重金属离子和甲醛、晶体敌百虫 2 种杀虫剂对梭鲈胚胎发育的影响，旨在为其繁殖水质的选定上提供 3 种重金属离子限制浓度的参考依据，并为生产上对繁育设施进行杀虫使用的 2 种杀虫剂提供参考性的安全浓度。

收稿日期： 2007－06－12

基金项目： 江苏省水产三项工程（PJ2004－42）项目资助。

通讯作者： 凌去非，副教授。E－mail：lingqf@suda.edu.cn

作者简介： 陈罗明，男，1981 年生，江苏溧阳人，在读研究生，研究方向为水产养殖学。

1 材料与方法

1.1 材料

分析纯 $CuSO_4$、$ZnSO_4$ 和 $CdCl_2$ 分别用双蒸水配制成 160 mg/L、1 600 mg/L 和 160 mg/L 的母液，甲醛和晶体敌百虫根据试验浓度现配现用。试验时，使用充分曝气的自来水按比例将母液稀释至所需浓度。梭鲈来源于课题组在兴化繁彬水产养殖有限公司自行培育的亲鱼，其受精卵选用同一批亲鱼所产，且受精率高于 80%。

1.2 试验方法

根据预试验，确定 5 个试验浓度和 1 个对照组。每组随机取 15 ～29 粒受精卵置于直径为 20 cm、高 2 cm 的培养皿中，记录发育至原肠中期的受精卵的数量，并分别注入各种浓度梯度的溶液 100 mL，每个浓度设 2 个平行组。水温在 15 ～18℃，试验期间每 24 h 换水 1 次。各参数计算公式参照戴桂馥（2005）等人的方法。

孵化率 = 孵出仔鱼数/受精卵粒数 ×100%

畸形率 = 孵出畸形仔鱼数/孵出仔鱼数 ×100%

死亡率 = 孵出死亡仔鱼数/孵出仔鱼数 ×100%

2 结果

2.1 3 种重金属离子对梭鲈胚胎发育的影响

对照组中的梭鲈胚胎发育正常。各试验组中，不同重金属离子对梭鲈胚胎的毒性作用有一定的差异（表 1）。其中，Cd^{2+} 对胚胎的毒性影响最为明显，表现为较高浓度下畸形率较高；Cu^{2+} 对胚胎的毒性影响次之；Zn^{2+} 的毒性影响较小。3 种重金属离子的毒性大小次序为：Cd^{2+} > Cu^{2+} > Zn^{2+}。

试验期间，经过体视显微镜镜检发现，不同

Cu^{2+}浓度组中的胚胎发育速度基本相同,但随着Cu^{2+}浓度的增高,胚胎的孵化率呈下降趋势,而畸形率和死亡率呈上升趋势。在1.60mg/L浓度下,孵化率为49.04% ±5.08%,畸形率和死亡率分别为40.00%和30.00%。死亡的胚胎和鱼苗呈灰白不透明,畸形苗身体弯曲,游动不活泼。

表1 3种重金属离子对梭鲈胚胎的毒性试验

Tab.1 Results of the toxicity of 3 heavy metals to embryon of *Lucioperca lucioperca*

重金属	浓度/mg·L^{-1}	孵化率/%	畸形率/%	死亡率/%
Cu^{2+}	0.10	66.55±5.72	20.00±18.85	11.67±7.07
	0.20	35.09±2.48	50.00±30.31	28.57±0.00
	0.40	56.19±5.39	21.59±4.82	17.43±1.07
	0.80	78.95±29.78	49.76±18.94	22.97±19.62
	1.60	49.04±5.08	40.00±0.00	30.00±0.00
Cd^{2+}	0.10	70.45±41.79	20.63±2.25	12.70±2.25
	0.20	78.24±2.50	21.64±12.92	15.38±21.76
	0.40	77.86±11.11	46.43±5.06	33.73±7.30
	0.80	79.45±13.36	27.38±8.41	8.34±11.79
	1.60	95.00±7.07	48.69±6.01	8.50±3.69
Zn^{2+}	1.00	55.09±9.63	28.85±29.92	14.56±9.72
	2.00	72.33±5.86	35.90±3.63	25.39±7.62
	4.00	55.14±3.90	36.36±0.00	27.27±0.00
	8.00	73.97±29.74	5.27±7.45	5.26±7.44
	16.00	83.48±9.91	35.02±4.86	22.07±1.44
对照组	0.00	88.50±4.95	7.29±1.99	7.29±1.99

在Cd^{2+}浓度1.60 mg/L下,孵化率平均为95.00% ±7.07%,但畸形率为48.69% ±6.01%,表明高浓度的Cd^{2+}离子对梭鲈的胚胎有较高的致畸性。

随着Zn^{2+}浓度的变化,在1.00~4.00 mg/L范围内,随着药物浓度的增加,梭鲈胚胎的畸形率和死亡率呈上升趋势;当Zn^{2+}浓度为16.00 mg/L时,胚胎的畸形率和死亡率分别为35.02% ±4.86%和22.07% ±1.44%。

2.2 2种杀虫剂对梭鲈胚胎发育的影响

在低浓度组中,甲醛对于梭鲈胚胎发育的毒性作用较小,各试验组的孵化率、畸形率和死亡率变化不大,甲醛浓度为500.00 mg/L时,孵化率为69.42% ±16.31%,畸形率为31.28% ±5.67%。当甲醛浓度为1 000.00 mg/L时,孵化率仅为18.70% ±1.86%,且全为畸形苗。说明低浓度的甲醛对梭鲈胚胎发育的毒性作用较小,而高浓度的甲醛则有较强的毒性作用(见表2)。

试验发现,0.10~0.40 mg/L晶体敌百虫对梭鲈胚胎的孵化率影响并不明显,但随着浓度的提高,当浓度超过0.80 mg/L时,胚胎的孵化率降低,畸形率也随之提高。

表2 2种杀虫剂对梭鲈胚胎的毒性试验

Tab.2 Results of the toxicity of 2 chemical metals to embryon of *Lucioperca lucioperca*

药物	浓度/mg·L^{-1}	孵化率/%	畸形率/%	死亡率/%
甲醛	50.00	89.45±0.78	23.61±1.97	20.84±5.89
	100.00	78.95±22.33	19.45±27.50	31.95±9.82
	200.00	86.00±19.80	23.89±5.50	18.61±5.11
	500.00	69.42±16.31	31.28±5.67	20.86±3.78
	1 000.00	18.70±1.86	100.00±0.00	83.34±23.57
晶体敌百虫	0.10	78.24±2.50	40.39±13.60	32.69±24.48
	0.20	77.22±22.78	28.90±10.56	19.81±2.30
	0.40	86.88±9.72	19.17±8.25	19.17±8.25
	0.80	62.16±9.33	43.64±23.14	24.09±8.36
	1.60	79.77±18.52	70.77±13.05	44.23±8.16
对照组	0.00	88.50±4.95	7.29±1.99	7.29±1.99

3 讨论

3.1 重金属离子和杀虫剂对梭鲈胚胎发育的影响

3种重金属离子和2种杀虫剂对梭鲈胚胎的毒性作用与毒物的种类、浓度和接触时间的长短有关;总的趋势是随着药物浓度的升高、浸毒时间的延长,梭鲈胚胎的孵化率降低,并产生一定数量的畸形个体,特别是在高浓度溶液中孵化率明显比其它组份下降。

3种重金属离子对梭鲈胚胎的毒性大小次序为:$Cd^{2+} > Cu^{2+} > Zn^{2+}$。其中,高浓度下$Cd^{2+}$有较强的致畸性;$Cu^{2+}$也表现出较大的毒性,一方面是与它的强渗透力有关,同时还与试验液中的SO_4^{2-}有关,因为通常Cu^{2+}的毒性会随摄入少量的SO_4^{2-}而增高(弗斯特纳等,1988)。随着Zn^{2+}浓度的增高,孵化率呈下降趋势,且畸形率和死亡率呈上升趋势。

晶体敌百虫溶于水后产生胆碱脂酶抑制剂,抑制胆碱脂酶活性,从而导致动物神经中毒死亡。这与我们试验中发现的随着晶体敌百虫浓度的提高,胚胎的畸形率也随之提高的结果相符。通过试验,我们还发现低浓度(200.00 mg/L)下的甲醛对梭鲈胚胎的毒性较小,但在较高浓度(1 000.00 mg/L)下甲醛的毒性较大,表现为胚胎孵化率低且全为畸形苗。

因此,在进行梭鲈增养殖过程中,必须要综合考虑水体是否受重金属或杀虫剂污染、选用的场所是否适合梭鲈的繁育,应尽量避免在不适宜地区盲目开展繁殖而带来的损失。

3.2　梭鲈胚胎对 3 种重金属离子的敏感性

随着工农业的发展,许多水域受到重金属污染。水体中的重金属离子不仅会对胚胎发育造成影响,造成不必要的损失,而且可以通过食物链对人类的身体健康产生不良影响。通过试验,我们发现在 Cu^{2+} 浓度为 0.40 mg/L、Cd^{2+} 浓度在 0.2 mg/L、Zn^{2+} 浓度在 2 mg/L 时,胚胎孵化率低且畸形率较高,表明梭鲈胚胎对这 3 种重金属离子的敏感性顺序为:$Cd^{2+} > Cu^{2+} > Zn^{2+}$。

3.3　2 种杀虫剂的安全使用浓度

在进行梭鲈人工繁殖过程中,为了预防寄生虫和大型枝角类对梭鲈胚胎的影响,需要对水体和孵化设施进行杀虫消毒。对于梭鲈人繁过程中常用的 2 种杀虫剂,我们建议甲醛对梭鲈胚胎的安全浓度为 200 mg/L,这高于甲醛的常用剂量 30 ~ 40 mg/L(黄志斌等,2001)晶体敌百虫对梭鲈胚胎的安全浓度为 0.4 mg/L,这也在正常使用的安全范围 0.2 ~ 0.5 mg/L 之内(弗斯特纳等,1988)。因此,在梭鲈繁育过程中可以使用甲醛和晶体敌百虫。

参考文献:

曹桂新,姜正炎,李胜忠,等. 2000. 梭鲈含肉率及营养成分分析[J]. 水利渔业,20(6):3 - 4.

戴桂馥,吴健,等. 2005. 紫外线照射对金鱼孵化率的影响[J]. 中国水产科学,12(5):657 - 660.

弗斯特纳,主编. 1988. 水环境的金属污染[M]. 北京:海洋出版社.

黄志斌,主编. 2001. 水产药物应用表解[M]. 南京:江苏科学技术出版社.

任慕莲,郭焱,张秀善,等. 2002. 中国额尔齐斯河鱼类资源及渔业[M]. 乌鲁木齐:新疆卫生科技出版社.

田永胜,李胜忠,姜正炎. 2000. 梭鲈人工繁殖及仔幼鱼培育研究[J]. 中国水产,(12):28 - 29.

周志峰. 2006a. 梭鲈抗逆性与养殖风险评估[D]. 苏州:苏州大学硕士论文.

周志峰,凌去非,等. 2006b. 梭鲈夏花鱼种耗氧率和窒息点的研究[J]. 水利渔业,26(4):10 - 11.

(责任编辑　万月华)

Effects of Three Heavy Metals and Two Disinfectors on Embryonic Development of Pikeperch (*Lucioperca lucioperca* L.)

CHEN Luo-ming, LING Qu-fei

(School of Life Science and Technical , Suzhou University, Suzhou　215123, China)

Abstract: The toxi effects of cupric sulfate ($CuSO_4$), zinc sulfate ($ZnSO_4$), potassium chloride ($CdCl_2$) formaldehyde (CH_3OH) and trichlorphon ($C_4H_8O_4Cl_3P$) on embryonic development of pikeperch (*Lucioperca lucioperca*) was studied in tanks with static water. The results showed that 1 000 mg/L formaldehyde had a significant toxic effect on embryonic development of pikeperch. The toxic unpact of the above heavy metal to pikeperch embryo was in the order of $Cd^{2+} > Cu^{2+} > Zn^{2+}$. The safe concentration of formaldehyde and trichlorphon to embryonic development of pikeperch were 200 mg/L and 0.4 mg/L.

Key words: *Lucioperca lucioperca*; embryo development; heavy metal; insecticide