

## 几种不同浓度的离子及单糖对中华鲟精子活力的影响

刘鉴毅<sup>1,2,3</sup> 甘芳<sup>1,2,3</sup> 危起伟<sup>1,2,3</sup> 杜浩<sup>1,2,3</sup> 朱永久<sup>1,2,3</sup>(1. 中国水产科学研究院长江水产研究所, 荆州 434000; 2. 农业部淡水鱼类种质资源与生物技术重点开放实验室, 荆州 434000;  
3. 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 无锡 214081)

**摘要:** 本文研究在不同浓度  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$  及葡萄糖、果糖溶液中, 中华鲟 (*Acipenser sinensis* Gray) 精子活动情况。结果表明:  $\text{Na}^+$  浓度为 2‰ 时, 中华鲟精子寿命时间 (Life time, LT) 最长, 为 347s, 而  $\text{Na}^+$  浓度为 1‰ 时, 中华鲟精子剧烈运动时间 (Acute movement time, AT) 最长, 为 98.67s, 精子激活率在  $\text{Na}^+$  浓度小于等于 2‰ 时, 为 100%, 随着  $\text{Na}^+$  浓度的增加中华鲟精子激活率明显下降; 与  $\text{Na}^+$  溶液不同, 在  $\text{K}^+$  浓度为 0.005‰ 时中华鲟精子活力最佳, 其 AT 和 LT 最长, 分别为 80s 和 174s。而精子激活率随  $\text{K}^+$  浓度增加而增强, 在浓度为 0.005‰ 时激活率最强为 60%, 然后快速下降; 在  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$  三种溶液中, 随着三种溶液浓度的增加, 中华鲟精子剧烈运动时间和寿命逐渐缩短, 精子激活率逐步下降; 与  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$  三种溶液完全不同的是, 随着葡萄糖和果糖两种单糖浓度的增加, 中华鲟精子 AT 及精子 LT 逐渐延长。结果说明适量浓度的  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  可以延长中华鲟精子 AT 及其 LT, 激活精子活力; 而  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$  三种溶液即使在较低浓度下都表现出对中华鲟精子 AT、精子 LT 及其激活率明显的抑制作用; 而葡萄糖和果糖则能有效地延长中华鲟精子 AT 和 LT。

**关键词:** 中华鲟; 剧烈运动时间; 精子寿命; 激活率; 精子活力; 单糖**中图分类号:** Q132 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2007)06-0849-06

中华鲟 (*Acipenser sinensis* Gray) 为中国特有的一级保护动物, 是一种典型的江海洄游性鱼类, 主要分布于长江、东海、黄海等水域<sup>[1]</sup>。在自然条件下, 长江上游江段产卵孵化的中华鲟幼鲟, 随水流而进入海洋肥育, 待性成熟后返回产卵场繁殖<sup>[1,2]</sup>。葛洲坝水利工程的修建阻隔了中华鲟产卵洄游的通道, 对其种群资源造成影响, 国家决定采取人工放流的方法对中华鲟种群进行增殖和保护。1983年首次获得葛洲坝下中华鲟人工繁殖成功<sup>[3]</sup>。

在中华鲟人工繁殖过程中雄鱼不足的问题时常发生, 因此对其精子生物学的研究非常必要, 并且可以为进一步进行精子超低温保存提供参考依据。人工授精是鱼类繁殖过程的一项重要技术, 获取具有受精能力的精子是人工授精的重要步骤。精子活力不仅是评价精液质量的重要指标, 也是精子保存、人工授精等其他相关研究的基础, 许多研究表明, 精子活力的抑制与激活和盐度、温度、pH 值、渗透压、离子、激素及季节变化等因素有关, 这是鱼类精子生理

特性与环境相适应的结果<sup>[4]</sup>。研究不同化学物质对中华鲟精子活力的影响, 对提高精子受精率, 增强人工增殖能力, 恢复物种种群具有重大意义。本实验是针对中华鲟精子在不同化学物质的不同浓度下对其精子活力进行试验和分析, 旨在为今后科学研究者提供借鉴和参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

**1.1.1 卵子、精子的获得** 中华鲟亲本是 2004—2005 年 10—11 月份从宜昌葛洲坝下通过渔民捕捞获取的, 雌性亲本则由中华鲟专用运输车运到荆州中华鲟增殖放流基地进行人工催产获得的卵子, 雄性亲本则在宜昌鲟鱼研究所进行人工催产获得精液。低温保存运输至荆州中华鲟增殖放流基地, 放入 2℃ 冰箱充氧保存, 每 4h 换气一次。

**1.1.2 试验溶液的配制** 精子激活剂的配置: 药品均购于市场上的分析纯, 用去离子水稀释。分 3 批

收稿日期: 2006-02-13; 修订日期: 2007-01-09

基金项目: 国家公益研究专项 (编号: 2000DIB50177); 国家基础性工作重点专项项目 (编号: 2002DEA1004); 国务院三峡办重点项目 (编号: SX97-25/HB); 国家自然科学基金重大项目 (批准号: 30490231) 资助

作者简介: 刘鉴毅 (1965—), 男, 江西吉安人; 硕士, 副研究员; 从事珍稀水生动物保护生物学和繁殖生理研究

通讯作者: 危起伟, E-mail: weiqw@yfi.ac.cn

进行试验,每个药品浓度设3个平行组。在0.5‰—5‰ NaCl 配制9个梯度;在0.0025‰—0.0156‰ KCl 配置5个梯度;在1‰—4‰之间 CaCl<sub>2</sub> 配置4个梯度;在1‰—7‰之间 MgCl<sub>2</sub> 配制7个梯度;CuCl<sub>2</sub> 在0.005‰—0.05‰之间配置4个梯度;在0.05%—0.80%之间葡萄糖配制7个梯度;果糖设置了0.1%、0.3%、0.6%3个浓度。

**1.2 试验方法** 用尖头针粘精液涂在载玻片上,用胶头吸管吸0.5 mL不同药品溶液将精液涂均匀,立即在100倍的显微镜下观察精子的运动情况,每个实验重复做3次。参照文献[5,6]的方法及文献[7]关于精子活力的分级标准,稍加修改。用剧烈运动时间(简称为:AT)、总运动时间(精子寿命,简称为:LT)和激活率等指标来评价精子活力。剧烈运动时间是指从精液与激活液混合开始,到约70%运动精子转入缓慢运动为止的时间;总运动时间是指精液从精液与激活剂混合开始,到视野中约90%的精子停止活动为止的时间;激活率以显微镜下同一视野中的活动精子百分比表示;分别观察并记录每种运动形式的时间。

**1.3 统计分析** 实验数据用SPSS11.0统计软件进行统计分析。

## 2 结果和分析

### 2.1 NaCl 溶液对中华鲟精子活力的影响

中华鲟精子随着NaCl溶液浓度不断升高,精子寿命开始不断上升,当NaCl浓度为2‰时,精子寿命最长,为347s。而后随着NaCl浓度的增加,精子寿命急速下降,精子激活率在NaCl浓度为2‰之前一直保持为100%。后随着NaCl浓度的继续升高,激活率快速下降。在浓度为0.5%以后精子100%死亡,其精子激活率为0。精子AT和LT变化规律相似,但精子剧烈运动变化较缓,在NaCl浓度为小于1‰时精子AT呈上升趋势;NaCl浓度为1‰时时间最长,为98.67s;NaCl浓度大于1‰以后精子AT逐渐下降,3‰以后精子几乎没有明显地剧烈运动现象。说明在适量的NaCl存在的条件下,能够促进精子活力,当其含量超过一定程度会对精子的活动有抑制作用(图1)。对数据进行统计分析表明,NaCl浓度为2‰时中华鲟精子LT与其他浓度之间差异极显著( $p < 0.01$ )。AT的变化规律与LT相似,但AT变化规律不明显,各浓度下的AT之间差异不显著( $p > 0.05$ )。NaCl浓度为2‰时与小于2‰的NaCl浓度之间差异不显著( $p > 0.05$ )与大于2‰的NaCl

浓度之间差异显著( $p < 0.05$ )。

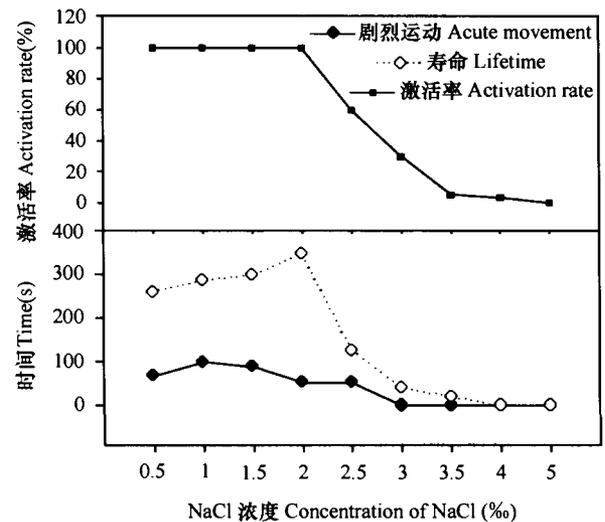


图1 不同浓度的NaCl溶液对中华鲟精子寿命、剧烈运动及激活率的影响

Fig.1 The effect of NaCl solution under different concentration on sperm longevity, acute movement and activation rate of *Acipenser sinensis*

### 2.2 KCl 溶液对中华鲟精子活力的影响

与NaCl溶液不同,KCl溶液对中华鲟精子活力的影响变化规律较为复杂。从图2中明显看出,精子剧烈运动变化规律与精子寿命的变化相近,随着KCl溶液浓度的增加,精子LT和AT变化首先呈逐渐上升的状态,在其浓度为0.005‰时,精子LT最长,为174s;AT也最长,为80s;当KCl溶液浓度超过0.005‰后中华鲟精子AT和LT急速下降,在KCl溶

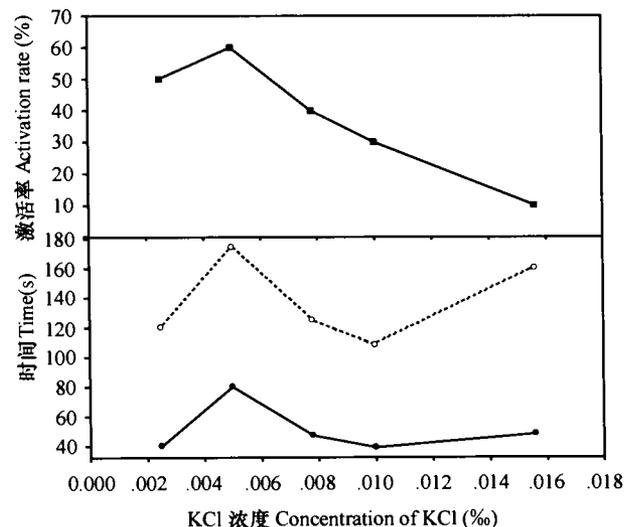


图2 不同浓度的KCl溶液对中华鲟精子精子寿命、剧烈运动及激活率的影响(图例同图1)

Fig.2 The effect of KCl solution under different concentration on sperm longevity, acute movement and activation rate of *Acipenser sinensis*

液浓度为 0.01‰ 时,精子 LT 和 AT 最短,分别为 108s 和 39s;随着 KCl 溶液浓度的逐步增加,精子剧烈运动趋势与精子寿命又呈缓慢上升的趋势。而 KCl 溶液对中华鲟精子激活率的影响较为简单,开始随着 KCl 溶液浓度的增加,精子激活率明显上升,当浓度为 0.005‰ 时,对精子的激活作用最强,激活率为 60%;随着 KCl 溶液浓度的进一步增加,激活率逐渐下降。由此可见在溶液中加入适量的 KCl 有利于延长鱼类精子 AT 和 LT,提高精子激活率。KCl 溶液浓度为 0.005‰ 时的中华鲟精子 AT 与其他浓度之间差异极显著 ( $p < 0.01$ )。KCl 溶液浓度为 0.005‰ 时的 LT 与 KCl 浓度为 0.0156‰ 之间差异不显著 ( $p > 0.05$ ),与其他浓度之间差异极显著 ( $p < 0.01$ )。

### 2.3 CaCl<sub>2</sub>溶液对中华鲟精子活力的影响

在精液滴入 CaCl<sub>2</sub>溶液,中华鲟精子 AT 和 LT 的变化规律相似。随着 CaCl<sub>2</sub>浓度的逐渐增加,中华鲟精子 AT 和 LT 都呈明显下降趋势;当其浓度大于 4‰ 以后,精子大多数只是在微微颤动,极少数缓慢游动。而精子激活率与 AT 和 LT 变化规律稍有不同,随着 CaCl<sub>2</sub>浓度的增加,精子激活率几乎呈逐步下降趋势,但在 CaCl<sub>2</sub>浓度为 2‰ 时出现突变,精子激活率突然上升,90%的精子被激活。从中我们可以得出,较低浓度的 CaCl<sub>2</sub>溶液对中华鲟精子剧烈运动及寿命、激活率都会产生较强的抑制作用,影响精子活力(图 3)。

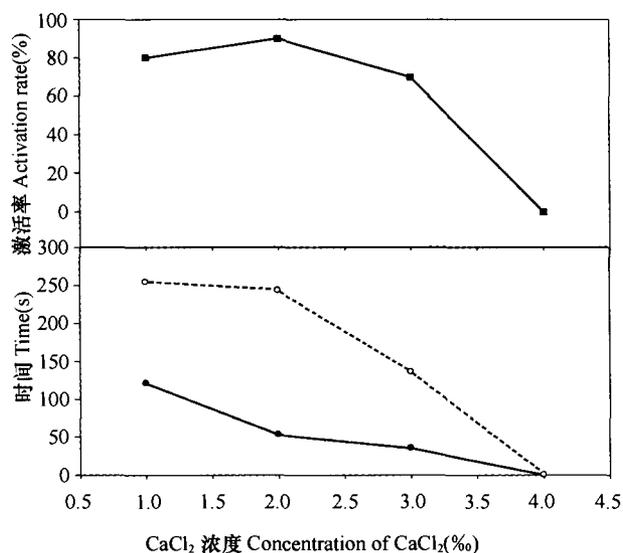


图 3 不同浓度的 CaCl<sub>2</sub>溶液对中华鲟精子精子寿命、剧烈运动及激活率的影响(图例同图 1)

Fig. 3 The effect of CaCl<sub>2</sub> solution under different concentration on sperm longevity, acute movement and activation rate of *Acipenser sinensis*

### 2.4 MgCl<sub>2</sub>溶液对中华鲟精子活力的影响

MgCl<sub>2</sub>溶液浓度从 1‰ 变化到 7‰ 时,中华鲟精子 AT 变化规律与精子激活率的变化规律相似。随着 MgCl<sub>2</sub>浓度逐渐增加,其精子剧烈运动逐步变缓慢,精子激活率也逐渐下降;当 MgCl<sub>2</sub>溶液浓度增加到 7‰ 以后,其精子活动较缓慢,无涡动现象。随着 MgCl<sub>2</sub>浓度的逐步增加,中华鲟精子 LT 表现出下降趋势,但在变化过程中,在 MgCl<sub>2</sub>溶液浓度为 3‰ 和 6‰ 时,出现了两个突变点,在这两个浓度下精子寿命比其他浓度下的精子寿命更长。结果显示:随着 MgCl<sub>2</sub>浓度的增加,中华鲟精子活力及其 MgCl<sub>2</sub>溶液对精子激活作用较差,明显产生了对精子的抑制作用(图 4)。

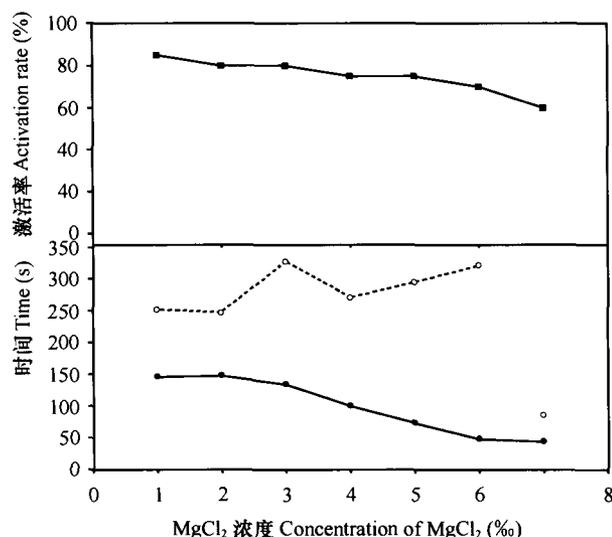


图 4 不同浓度的 MgCl<sub>2</sub>溶液对中华鲟精子精子寿命、剧烈运动及激活率的影响(图例同图 1)

Fig. 4 The effect of MgCl<sub>2</sub> solution under different concentration on sperm longevity, acute movement and activation rate of *Acipenser sinensis*

### 2.5 CuCl<sub>2</sub>溶液对中华鲟精子活力的影响

精液中滴入 CuCl<sub>2</sub>溶液后,随着 CuCl<sub>2</sub>溶液浓度的增加,中华鲟精子 AT 和 LT 缩短,当 CuCl<sub>2</sub>溶液浓度小于 0.05‰,精子寿命为 0。从中可以得出:重金属离子对中华鲟精子活力及激活率都具有很强的抑制作用,即使在很低的浓度下,精子也能够很快死亡(图 5)。

### 2.6 葡萄糖、果糖对中华鲟精子活力的影响

葡萄糖与果糖对中华鲟精子剧烈运动时间和寿命的影响相似,随着葡萄糖、果糖溶液浓度的逐渐增加,中华鲟精子 AT、LT 延长,而精子 AT 随着葡萄糖、果糖溶液浓度的增加,延长趋势较缓。这种现象可能是由于葡萄糖和果糖在精子运动过程能够为精

子提供能量,以弥补在活动过程中消耗的能量,使其死亡时间延长(图6,图7)。

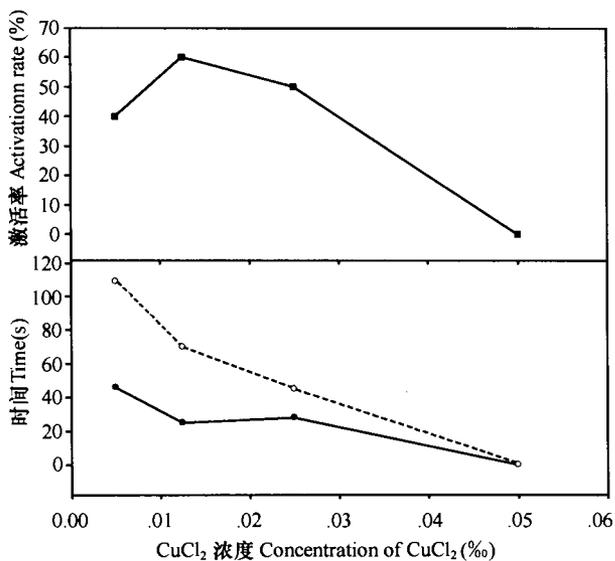


图5 不同浓度的  $\text{CuCl}_2$  溶液对中华鲟精子寿命、剧烈运动及激活率的影响(图例同图1)

Fig.5 The effect of  $\text{CuCl}_2$  solution under different concentration on sperm longevity, acute movement and activation rate of *Acipenser sinensis*

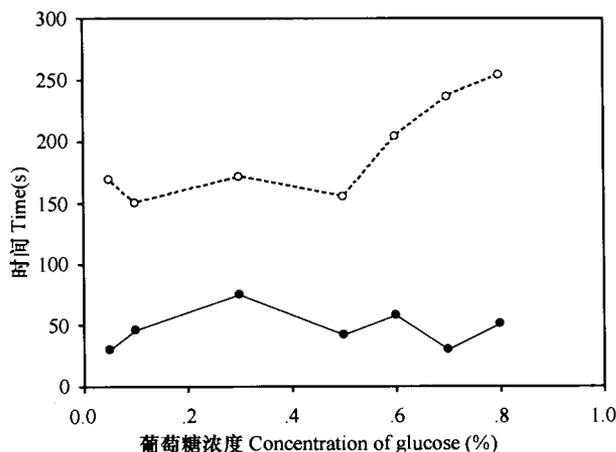


图6 不同浓度的葡萄糖溶液对中华鲟精子精子寿命及剧烈运动的影响(图例同图1)

Fig.6 The effect of glucose solution under different concentration on sperm longevity, acute movement and activation rate of *Acipenser sinensis*

### 3 讨论

#### 3.1 NaCl、KCl 溶液对精子活力的影响

鱼类精子在精巢中是不活动的,但是却存在着极强的潜在活动能力<sup>[8]</sup>,由于精巢中存在着诸多对鱼类精子产生抑制作用的因素,减缓精子运动强度,使得鱼类精子的成熟和储存得到很好的保障,这也正是很多雄性鱼在整个繁殖期内可以一直产出活力

良好精子的主要原因,多种鱼类精浆中含有浓度较高的  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ ,他们是造成鱼类精巢内环境高渗透压的主要离子<sup>[9]</sup>,潘德博等研究广东鲂,发现在  $\text{Na}^+$  浓度为 3‰ 时精子快速运动时间最长<sup>[10]</sup>,江世贵等研究发现,在盐度为 5‰—10‰ 时,精子活力最强<sup>[11]</sup>,严安生等研究发现盐度为 5‰ 的  $\text{NaCl}$  浓液中快速运动及寿命最长<sup>[8]</sup>,谷巍等研究发现在  $\text{NaCl}$  浓度为 6‰ 时快速运动时间和寿命最长<sup>[12]</sup>,而在本试验中, $\text{NaCl}$  浓度为 2‰ 时精子 LT 最长,精子 AT 也最长,并且精子激活率也达到了 100%,在  $\text{NaCl}$  溶液浓度为 1‰ 时精子快速运动时间最长,其变化规律与上述研究相仿。

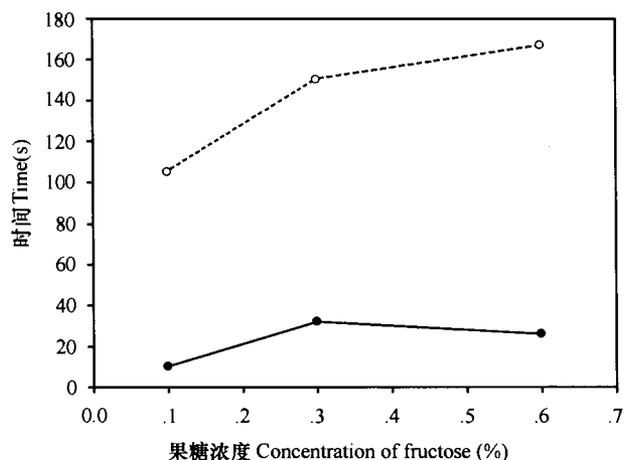


图7 不同浓度的果糖溶液对中华鲟精子精子寿命及剧烈运动的影响(图例同图1)

Fig.7 The effect of fructose solution under different concentration on sperm longevity, acute movement and activation rate of *Acipenser sinensis*

在试验中,我们发现, $\text{KCl}$  溶液浓度大于 0.04‰ 时中华鲟精子立即死亡,而在其浓度为 0.005‰ 时精子活力最强,寿命最长,说明低浓度的  $\text{KCl}$  做精子稀释液能够激活精子活力,其结果与谷巍<sup>[12]</sup>等做的高白鲑实验结果相似,即:高浓度的  $\text{K}^+$  对中华鲟精子有明显的抑制作用, $\text{K}^+$  对精子寿命延长的效应只在  $\text{K}^+$  含量低于精浆的浓液中才能表现出来。

根据本试验结果以及参考的其他相关资料,作者认为  $\text{NaCl}$ 、 $\text{KCl}$  对鱼类精子活力及激活率的影响都表现在渗透压方面,精浆通过  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  等离子形成高于外界水体的高渗环境,当精液排入水体中后, $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  等被稀释使得精子激活,由于外界水体渗透压极低于精子本身内部原生质,使得这个过程大量消耗精子自身能量。因此在人工繁殖过程中应配置与亲本渗透压相似的  $\text{NaCl}$ 、 $\text{KCl}$  稀

释液,尽量减少精子能量的损耗,延长精子活力时间,这是人工繁殖的关键技术,是提高亲本受精率,增加渔业产量的关键所在。这与谷巍等<sup>[12]</sup>研究的高白鲑结果相似。

### 3.2 CaCl<sub>2</sub>、MgCl<sub>2</sub>及 CuCl<sub>2</sub>对中华鲟精子活力的影响

Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>离子也是精浆中的重要组成成分,但其对精子的作用与Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>离子不同,随着Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>浓度的升高,精子活力明显下降,在CaCl<sub>2</sub>、MgCl<sub>2</sub>、CuCl<sub>2</sub>溶液浓度在较低情况下,对精子都产生较强的抑制作用,精子激活率也较低。CaCl<sub>2</sub>浓度为4‰以后就只有极少数精子在游动,多数只是微微颤动,而MgCl<sub>2</sub>溶液在浓度为6‰以后,精子就不出现涡动,精子寿命时间很短。表明高浓度的CaCl<sub>2</sub>、MgCl<sub>2</sub>溶液对中华鲟精子具有一定的损伤,可能是由于高于精浆中的Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>离子浓度引起精子内部发生变化而导致活力下降,这一结果与金属离子对中华倒刺鲃精子的影响研究<sup>[13]</sup>结果一致,Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>是衡量水质硬度评定的指标,因此在实际鱼类人工授精过程中,检验水质中Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>含量也不可少的。

CuCl<sub>2</sub>溶液中含有的Cu<sup>2+</sup>为常见的重金属离子,较常用于鱼药中,用于杀菌,消毒等,它能够引起蛋白质变性,其对精子破坏性更强,即使CuCl<sub>2</sub>溶液浓度为0.005‰时,精子剧烈运动时间也非常短,为46s,精子寿命也仅仅维持109s。在溶液浓度为0.0125‰时就出现了凝聚现象,并且凝结成团,谷巍<sup>[12]</sup>做高白鲑精子活力测定试验中也曾出现了精子“凝聚”现象的报道,具体机理还不清楚,这是否是由于重金属离子导致中华鲟精子蛋白质变性缩水而导致精子凝集还不得而知,这两种凝聚现象的诱发机理是否存在相同之处,还有待研究。

### 3.3 单糖对中华鲟精子活力及寿命的影响

果糖、葡萄糖是精浆中主要的碳水化合物的的重要组成部分,Phronen和Hyvarinen就曾在白鲑、硬头鳟等鱼类的精浆测定中发现,其葡萄糖浓度是果糖的5倍<sup>[14]</sup>;Gardiner<sup>[15]</sup>发现红鳟的精子可以利用外源性葡萄糖维持较长时间的活动<sup>[15]</sup>;苏德学等人也发现适宜的葡萄糖可以明显地延长白班狗鱼<sup>[16]</sup>和丁鲳<sup>[17]</sup>鱼精子活动时间,延长其寿命;李胜忠等人也发现加入适量的葡萄糖能够明显延长凹目白鲑精子运动时间<sup>[18]</sup>。从本试验看,使用单糖物质以后,其精子剧烈运动时间(AT)和寿命(LT)明显延长,说明单糖在维持精子活力中的作用非常显著,这与上述

研究观点一致。表明了体外受精鱼类的精子具有利用外源性葡萄糖的能力,来补偿自身运动所需的能量。

### 参考文献:

- [1] The Changjiang Aquatic Resources Survey Group, Sichuan Province. The biology of the sturgeons in Changjiang and their artificial propagation [M]. Chengdu: Sichuan and Technical Publishing House. 1988, 1—112 [四川省长江水产资源调查组. 长江鲟鱼类生物学及人工繁殖研究. 成都: 四川科学技术出版社. 1988, 1—112]
- [2] Wei Q W, Ke F E. On protection of yearling Chinese sturgeon in the mouth of Yangtze River [A]. Proceedings of The First Conference on National Parks and Protected Areas of East Asia and 41th Working Meeting of CNPPA/IUCN [C]. Beijing: China Environmental Science Press. 1994, 786—793 [危起伟, 柯福恩. 论长江口中华鲟幼鱼的保护. 绿满东亚(第一界东亚地区国家公园与自然保护区会议暨 CNPPA/IUCN 第 41 届工作会议文集). 北京: 中国环境科学出版社. 1994, 786—793]
- [3] Fu C J, Liu X T, Lu D C, et al. The artificial propagation of Chinese sturgeon lowers the Gezhouba Dam [J]. *Freshwater Fisheries*, 1985, (1): 1—5 [傅朝君, 刘宪亭, 鲁大椿, 等. 葛洲坝下中华鲟人工繁殖. 淡水渔业, 1985, (1): 1—5]
- [4] Shu H, Huang Y, Zhang H F, et al. The effect of salinity and temperatures on sperm motility of *Lutjanus erythropterus* [J]. *Journal of Guangzhou University*, 2005, 4(1): 29—32 [舒琥, 黄燕, 张海发, 等. 盐度及温度对红鳍笛鲷精子活力的影响. 广州大学学报, 2005, 4(1): 29—32]
- [5] Yu D H, Chen J C, Su T F, et al. A primary study on experimental biology of spermatozoa of *Pinetada fucata* (Gould) [J]. *Tropic Oceanology*, 1998, 17(3): 83—87 [喻达辉, 陈竟春, 苏天凤, 等. 合浦珠母贝精子的试验生物学初步研究. 热带海洋, 1998, 17(3): 83—87]
- [6] Jiang S G, Li J E, Qu Y J, et al. Relationship between conditions for activating spermatozoa of four Sparidae fishes and the fishes' ecological habits [J]. *Acta Ecological Sinica*, 2000, 20(3): 468—473 [江世贵, 李加儿, 区又君, 等. 四种鲷科鱼类的精子激活条件与其生态习性的关系. 生态学报, 2000, 20(3): 468—473]
- [7] Lu D C, Fu C J, Liu X T, et al. The biological characteristics of the sperm of the major freshwater culturing fishes in China [J]. *Freshwater Fisheries*, 1989, 19(2): 34—37 [鲁大椿, 傅朝君, 刘宪亭, 等. 我国主要淡水养殖鱼类精液生物学特性. 淡水渔业, 1989, 19(2): 34—37]
- [8] Yan A S, Wang Q H, Li S M. Effect of Osmotic pressure and Potassium concentration on sperm motility of common Carp (*Cyprinus carpio*) and Blunt snout (*Megalobrama amblycephala*) [J]. *Freshwater Fisheries*, 1993, 23(3): 19—21 [严安生, 王其和, 李诗模. 渗透压和钾对鲤、团头鲂精子活力的影响. 淡水渔业, 1993, 23(3): 19—21]
- [9] Lu D C, Liu X T, Fang J P, et al. Element composition in seminal plasma of principally cultured freshwater fish in China [J]. *Freshwater Fisheries*, 1992, 22(2): 10—12 [鲁大椿, 刘宪亭, 方建萍, 等.]

- 我国主要淡水鱼类精浆的元素组成. 淡水渔业, 1992, 22(2): 10—12]
- [10] Pan D B, Xu S Y, Ye X, *et al.* Study on the main biological characteristics of sperm of megalobrama hoffmanni [J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 1999, 6(4): 111—112 [潘德博, 许淑英, 叶星, 等. 广东鲂精子主要生物学特性的研究. 中国水产科学, 1999, 6(4): 111—112]
- [11] Jiang S G, Su T F, Yu D H, *et al.* The biological characteristics of *Bostrichthys sinensis* spermatozoa and its cryopreservation [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2000, 24(2): 120—122 [江世贵, 苏天凤, 喻达辉, 等. 中华乌塘鳢精子的生物学特性及超低温保存. 水产学报, 2000, 24(2): 120—122]
- [12] Gu W, Li S Z, Cai L G, *et al.* Effects of  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  on the sperm activities of *Coregonus peled* [J]. *Reservoir Fisheries*, 2005, 25(2): 8—10 [谷巍, 李胜忠, 蔡林钢, 等.  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  对高白鲑精子活力影响的初步研究. 水利渔业, 2005, 25(2): 8—10]
- [13] Zhang C L, Li Y W, Zou Q Z, *et al.* Effects of metal ions and low temperature preservation on spermatozoal motility of *Spinibarbus sinensis* [J]. *Journal of Southwest Agricultural University*, 1999, 21(3): 274—278 [张春霖, 李英文, 邹奇志, 等. 金属离子及低温对中华倒刺鲃精子活力的影响. 西南农业大学学报, 1999, 21(3): 274—278]
- [14] Phronon J, Hyvarinen H. Composition of the milt of some Teleost fish [J]. *J Fish Biol*, 1983, 22: 351—361
- [15] Gardiner D M. Utilisation of extracellular glucose by spermatozoa of two viviparous fishes [J]. *Comp Biochem Physiol*, 1978, 59A: 165—168
- [16] Su D X, Yan A S, Tian Y S, *et al.* Effects of  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  and Glucose on sperm mobility in Northern Pike, *Esox lucius* [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 2004, 39(1): 16—20 [苏德学, 严安生, 田永胜, 等. 钠、钾、钙和葡萄糖对白斑狗鱼精子活力的影响. 动物学杂志, 2004, 39(1): 16—20]
- [17] Su D X, Yan A S, Tian Y S, *et al.* Effects of Positive ions, Glucoses and Infiltration pressure on the activity of sperms of *Tinca tinca* [J]. *Reservoir Fisheries*, 2004, 24(1): 7—8 [苏德学, 严安生, 田永胜, 等. 阳离子、葡萄糖及渗透压对丁鲃精子活力的影响. 水利渔业, 2004, 24(1): 7—8]
- [18] Li S Z, Guo Y, Cai L G, *et al.* Effects of  $\text{Na}^+$ , Glucose and Fructose on sperm mobility in *Coregonus autumnalis* [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 2005, 40(4): 82—85 [李胜忠, 郭焱, 蔡林钢, 等.  $\text{Na}^+$ 、葡萄糖、果糖对凹目白鲑精子活力的影响. 动物学杂志, 2005, 40(4): 82—85]

## EFFECTS OF DIFFERENT CONCENTRATION OF IRONS AND MONOSACCHARIDES ON SPERM MOTILITY OF CHINESE STURGEON (*ACIPENSER SINENSIS*)

LIU Jian-Yi<sup>1,2,3</sup>, GAN Fang<sup>1,2,3</sup>, WEI Qi-Wei<sup>1,2,3</sup>, DU Hao<sup>1,2,3</sup> and ZHU Yong-Jiu<sup>1,2,3</sup>

(1. Yangtze River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Science, Jingzhou 43400; 2. Key Lab of Freshwater Fish Germplasm Resources and Biotechnology by Ministry of Agriculture, Jingzhou 43400; 3. Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fisheries Science, Wuxi 214081, China)

**Abstract:** The movement of Chinese sturgeon spermatozoon in various concentration of  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  and glucose, fructose solution was studied in this paper. The results showed that the longest lifetime was 347s when the concentration of  $\text{Na}^+$  was 2‰, while the longest acute movement time was 98.67s when the concentration of  $\text{Na}^+$  was 1‰. The activation rate of sperm was 100% when the concentration was no more than 2‰. Compared with  $\text{Na}^+$  solution, when the concentration of  $\text{K}^+$  was 0.005‰, the motility of sperm was the highest, while the acute movement time and lifetime were the longest, which were 80s and 174s. The activation rate increased with the increase of the concentration of  $\text{K}^+$ . When the concentration was 0.005‰, the motility was the highest, which was 60%. And then it decreased sharply. In the three solution of  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  and  $\text{Cu}^{2+}$ , along with the increase of the concentration of  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  and  $\text{Cu}^{2+}$ , both the acute movement time and lifetime decreased, and the activation rate of sperm also decreased gradually. The situation in the solution of glucose and fructose was absolutely different from the above 3 solution. Along with the increase of the concentration of glucose and fructose, the acute movement time and lifetime increased gradually. The results indicated that the appropriate concentration of  $\text{Na}^+$  and  $\text{K}^+$  could increase the acute movement time and lifetime, and activated the sperm, while  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  and  $\text{Cu}^{2+}$  under low concentration had obvious inhibiting effect on the acute movement time, lifetime and activation rate; while glucose and fructose can effectively increased the acute movement time and lifetime of sperm.

**Key words:** Chinese sturgeon; Acute movement time; Spermic life time; Activation rate; Sperm motility; Monosaccharides