

文章编号:1000-8551(2012)08-1132-05

# 空间搭载贡氏圆尾鲮(*Nothobranchius guentheri*) 受精卵的孵化与生长观察

郭明忠 郑乐云 林光纪 钟建兴 杨火盛 郑养福

(福建省水产研究所,福建 厦门 361012)

**摘要:**神舟七号载人飞船搭载的贡氏圆尾鲮(*Nothobranchius guentheri*)受精卵经空间诱变后返回地面,与地面组进行孵化率、仔鱼畸形率、生长速度、个体大小、存活率的比较观察试验。结果表明:搭载组与地面组受精卵的孵化率分别为99.3%和97.2%,差异不显著;仔鱼畸形率分别为10.4%、16.8%,差异不显著;但搭载组雄性鱼的生长速度为0.094g/d,大于地面组的0.059g/d,差异显著;搭载组雄性鱼个体大于地面组雄性鱼,差异显著;搭载组鱼苗培育存活率为66.7%,高于地面组的47.9%,差异显著。试验初步观察结果表明:空间诱变的鲮鱼卵,孵化后鱼苗生长速度较快,抗逆性强,存活率较高。

**关键词:**空间搭载;贡氏圆尾鲮;受精卵;孵化率;生长速率

## HATCHING RATE AND GROWTH RATE OF *Nothobranchius guentheri* FERTILIZED EGGS AFTER SPACE FLIGHT

GUO Ming-zhong ZHENG Le-yun LIN Guang-ji ZHONG Jian-xing YANG Huo-sheng ZHENG Yang-fu

(Fisheries Research Institute of Fujian, Xiamen, Fujian 361012)

**Abstract:** Hatching, abnormal, growth and survival rate of the fertilized eggs of *Nothobranchius guentheri* white were carried by Shenzhou 7 spacecraft were studied. The results indicated that the hatching and abnormal rate were no significant difference between the spaceflight group(99.3% and 16.8%) and ground group(97.2% and 10.4%); but the growth rate of male fish from spaceflight group was significant higher (0.094g/d) than that of ground group (0.059g/d), leading to the significant bigger of the male fish from spaceflight group. The survival rate of spaceflight group (66.7%) was higher than the ground group (47.9%). It was concluded that there was a higher growth and survival rate of *Nothobranchius guentheri* fertilized eggs after space flight.

**Key words:** space flight; *Nothobranchius guentheri*; fertilized egg; hatching rate; growth rate

航天育种技术是近年来飞速发展起来的集航天技术、生物技术和农业育种技术为一体的农业育种新技术,正日益受到世界各国的关注。1987年以来,我国已成功利用返回式卫星先后搭载水稻(*Oryza sativa* L.)、小麦(*Triticum aestivum* L.)、大麦(*Hordeum vulgare* L.)、青椒(*Zanthoxylum schinifolium* Sieb. et Zucc.)等重要农作物进行航天育种<sup>[1]</sup>。研究表明,经太空飞行返回的植物干种子,地面种植后会发生明显

变异,已获得许多宝贵的突变材料,并从中选育出一批优良品系,有的品种已初具产业化规模,取得良好的经济效益<sup>[2]</sup>。

我国水生生物太空诱变育种的研究起步较晚,2005年,福建省水产研究所在我国第二十一颗返回式科学与技术试验卫星上首次进行水产品动植物的太空育种试验<sup>[3]</sup>,并对蒙古裸腹蚤(*Moina mongolica*)、卤虫(*Artemia salina* L.)等饵料生物经太空搭载返回后进

收稿日期:2011-11-28 接受日期:2012-05-22

基金项目:厦门科技局创新研究项目(项目编号3502Z20062010),中国空间技术研究院神舟七号太空育种研究项目

作者简介:郭明忠(1959-),男,福建厦门人,副研究员,主要从事水产生物物理诱变方法研究。E-mail:gmkxj@126.com

行后续的研究报道<sup>[4~7]</sup>。鲮鱼 (killifish) 属鲮形目 (*Cyprinodontiformes*) 单唇鲮亚目 (*Aplocheiloidei*) 单唇鲮科 (*Aplocheilidae*) 鱼类, 由于品种多样、体型、体色靓丽倍受水族爱好者的喜爱; 另外, 由于一些品种世代周期短、受精卵能休眠保存的特性, 鲮鱼成为很好的实验动物及模式鱼, 国外有许多关于鲮鱼的研究报道<sup>[8~10]</sup>。2008 年 9 月 25 日, 福建省水产研究所通过中国神舟七号宇宙飞船搭载多种卵生鲮鱼受精卵, 一部分受精卵在太空带水孵化, 一部分受精卵带回地面孵化培育。本研究对经太空搭载的贡氏圆尾鲮 (*Nothobranchius guentheri*) 受精卵与地面保存的受精卵进行孵化、生长的对比试验, 为水生生物太空搭载诱变育种积累试验数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料来源

试验鲮鱼为贡氏圆尾鲮 (*Nothobranchius guentheri*), 其受精卵由厦门中飞创新有限公司提供。2008 年 9 月同一批次的受精卵一部分由神舟七号飞船搭载进行太空诱变, 剩余部分作为对照保留在地面实验室采取低温干燥保存。神舟七号成功返回后, 经空间搭载的受精卵也进入地面实验室保存, 保存条件与地面对照组相同。2009 年 6 月 17 日, 分别取搭载组及地面组鲮鱼受精卵 90 枚进行孵化及鱼苗培育试验。

### 1.2 方法

1.2.1 受精卵孵化 受精卵孵化在 1000ml 的烧杯中进行, 每烧杯放受精卵 30 枚, 地面组、搭载组各设 3 个平行组。试验用水为除余氯的自来水, pH 值为 7.22~7.41, 总硬度为 3.5~4.0, 水温范围 25℃~26℃, 分

别计算试验 24h、48h 受精卵孵化率及畸形率。

1.2.2 鱼苗培育 仔鱼孵出后在烧杯内培育, 每杯放鱼苗 15 尾左右, 鱼苗体长达 10mm 后移入 10L 的水族箱内培育, 每天清除烧杯及水族箱底的残饵、死卵、死鱼及污物, 每组鱼苗日换水量保持一致。鱼苗体长达 20mm 后移入 60L 水族箱内采用循环水培育, 每组鱼分养于同一循环水系统内的不同水族箱, 水质条件与受精卵孵化相同, 水温为 25℃~28℃, 培育 105d。

1.2.3 饵料投喂 仔鱼孵化当天 ( $d_1$ ) 至第 20 天 ( $d_{20}$ ) 投喂初孵卤虫幼体, 第 21 天 ( $d_{21}$ ) 至第 35 天 ( $d_{35}$ ) 投喂卤虫幼体和蒙古裸腹蚤, 第 35 天 ( $d_{35}$ ) 后开始投喂活红虫及冻赤虫。为尽可能减小因饵料给与问题产生的试验误差, 每天根据鱼只数量多少定量投喂饵料且保持略有过量。

1.2.4 样品取样、测量、数据处理 每日记录死亡鱼苗数量, 每 10d 计算成活率。每 10~20d 测量鱼体全长和体重, 运用 SPSS14.0 统计软件进行方差分析。

## 2 试验结果

### 2.1 受精卵孵化率及仔鱼畸形率

受精卵孵化及仔鱼畸形情况如表 1 所示。水温 25℃~26℃, 受精卵入水后 30min 左右陆续有鱼苗孵出, 地面组孵化速度快、一致, 24h 平均孵化率达 95.4%, 高于搭载组的 93.7%, 但两者差异不显著。48h 后两组的平均孵化率分别为 97.2% 和 99.3%, 也无显著差异。个别仔鱼出膜时身体弯曲、畸形, 多数在孵化后 3 天死亡, 地面组与搭载组仔鱼平均畸形率分别为 10.4% 和 16.8%, 无显著差异。说明空间搭载未对鲮鱼受精卵的孵化及初孵仔鱼形态造成明显影响。

表 1 搭载组与地面对照组鲮鱼受精卵的孵化比较

Table 1 Hatching rate between the space-flight group and ground group

组别 group		24h 孵化率 24h hatching rate (%)	48h 孵化率 48h hatching rate (%)	畸形率 malformation rate (%)	平均孵化率 (%) average hatching rate (%)	平均畸形率 (%) average malformation rate (%)
地面组 ground group	1	98.7	100	8.0		
	2	91.2	94.5	12.8	97.2	10.4
	3	96.3	97.0	10.5		
搭载组 space-flight group	1	89.9	98.3	14.2		
	2	95.6	99.7	19.5	99.3	16.8
	3	95.5	100	16.7		

### 2.2 搭载组与对照组鱼苗培育成活率

表 2 显示, 至 100 日龄, 地面组和搭载组的成活率

分别为 47.9% 和 66.7%, 搭载组明显高于地面组, 差异显著。

表 2 搭载组与地面组鲮鱼培育成活率比较

Table 2 Survival rate between the space-flight group and ground group

组别 group	$d_{100}$ 成活率 survival rate of $d_{100}$	$d_{100}$ 成活率平均值 average survival rate of $d_{100}$
地面组 ground group	1	49.1
	2	46.5
	3	48.2
搭载组 space-flight group	1	67.8
	2	65.9
	3	66.3

2.3 搭载组与地面组鱼苗生长情况

图 1、图 2 显示贡氏圆尾鲮从孵化第 1 天 ( $d_1$ ) 到第 105 天 ( $d_{105}$ ) 的生长情况,各取样时间点测量数值如表 3 所示。从图 1、图 2 和表 3 可以看出,不论平均体长还是平均体重,搭载组一直大于对照组。但经统计分析比较,地面组与搭载组在日平均体长、平均体重间并无显著差异。若将  $d_{105}$  的 2 组试验鱼按雌雄分开进行比较(如表 4 所示),发现地面组、搭载组雌性鱼在体长、体重、日增长、日增重方面均无显著差异,但雄性鱼上述指标间差异显著。

表 3 搭载组与地面组鲮鱼生长速度比较

Table 3 Comparison of growth rate between the space-flight group and ground group

项目 item	日龄 day-old	$d_1$	$d_{15}$	$d_{25}$	$d_{35}$	$d_{55}$	$d_{70}$	$d_{85}$	$d_{105}$	日增长 growth per day (mm/d)	日增质量 weight increase per day (g/d)
体长 body length (mm)	地面组 ground group	4.24 ± 0.01	9.97 ± 2.22	16.95 ± 4.49	21.93 ± 3.23	48.98 ± 4.44	56.73 ± 7.61	57.78 ± 5.53	59.95 ± 5.43	0.53	/
	搭载组 space-flight group	4.34 ± 0.015	12.4 ± 3.51	19.11 ± 4.62	27.1 ± 6.44	54.12 ± 5.10	59.13 ± 5.12	64.21 ± 5.22	65.31 ± 6.01	0.58	/
体质量 body weight (g)	地面组 ground group	/	/	/	0.20 ± 0.15	2.14 ± 0.79	2.70 ± 1.20	3.44 ± 1.40	3.70 ± 1.30	/	0.050
	搭载组 space-flight group	/	/	/	0.23 ± 0.16	2.91 ± 0.81	3.41 ± 0.80	4.35 ± 1.11	5.01 ± 1.22	/	0.068

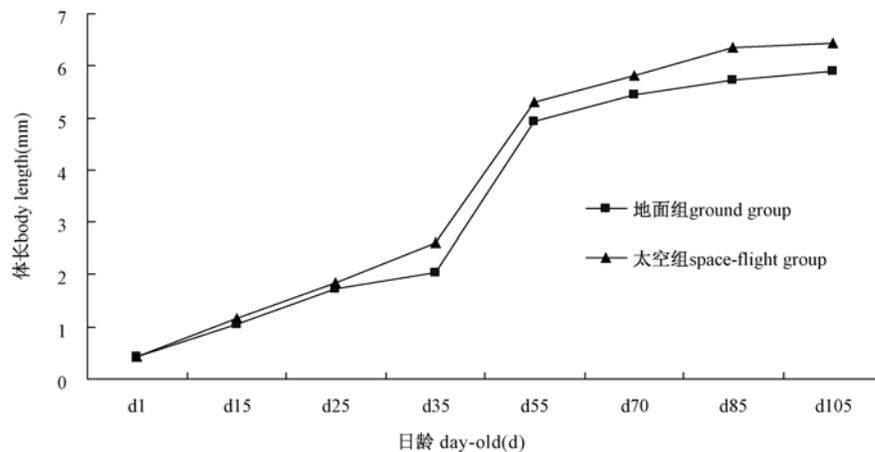


图 1 搭载组与地面组体长

Fig. 1 Body length of the space-flight group and ground group

表 4 第 105 日龄搭载组与地面组雌雄鱼体长及体重增长速度比较

Table 4 Growth rate of female and male fish between the space-flight group and ground group

组别 group	平均体长 average length(mm)		平均体质量 average weight(g)		日增长 growth per day(mm/d)		日增质量 weight increase per day(g/d)	
	雌 female	雄 male	雌 female	雄 male	雌 female	雄 male	雌 female	雄 male
地面组 ground group	56.11 ± 0.36	62.77 ± 3.50	3.20 ± 0.45	4.16 ± 1.14	0.50	0.56	0.040	0.059
搭载组 space-flight group	56.90 ± 0.69	69.13 ± 2.83	3.42 ± 0.38	5.99 ± 0.41	0.52	0.63	0.042	0.094

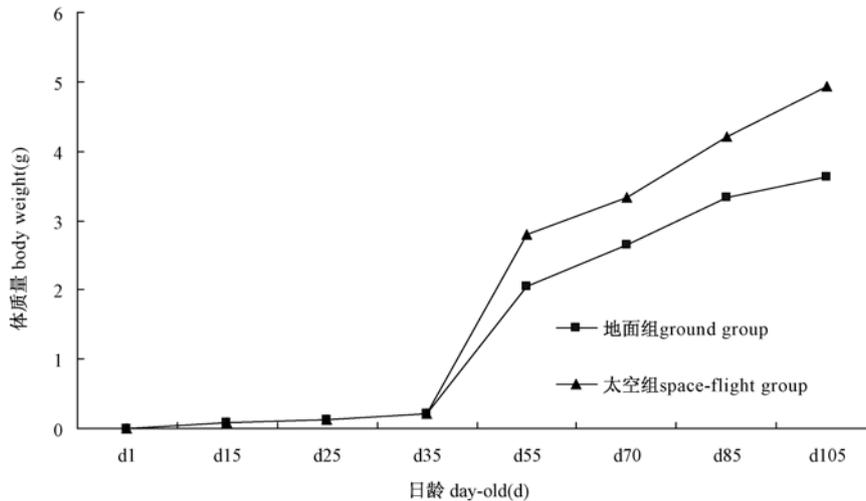


图2 搭载组与地面组体质量

Fig. 2 Body weight of the space-flight group and ground group

### 3 讨论

空间诱变育种已成为生物育种的重要手段。大量试验研究表明,空间诱变育种具有诱变几率高、变异幅度大、周期短、抗逆性强等明显优点<sup>[11~15]</sup>,但迄今,太空诱变育种研究多以陆生动植物为主,水产生物由于携带不便、保活困难等原因,难以开展太空育种试验。近几年,水产生物太空搭载及太空诱变研究取得较快进展,郭明忠等<sup>[4]</sup>首次报道了水生动物蒙古裸腹蚤空间搭载试验。叶金聪等<sup>[5]</sup>的蒙古裸腹蚤空间搭载组与地面组的生化组成分析结果表明:搭载组维生素 C 和碳水化合物含量低于地面组,其中碳水化合物低于地面组 2.5 倍多;蛋白质含量略高于地面组;脂肪酸组成未发生变化,但脂肪酸含量存在差异,搭载组所含的海水鱼类必需脂肪酸 EPA 含量高于地面组 1.2%; DHA 含量也略高于地面组。因此太空蒙古裸腹蚤是一种蛋白质、EPA、DHA 含量较高的优质饵料生物。刘波等<sup>[16]</sup>比较研究搭载组同地面组卤虫 4 对选择性扩增引物的 AFLP 指纹图谱显示:经空间诱变的群体与地面组相比,从整个基因组角度看,其遗传差异并不明显,但搭载组有 2 个个体的基因产生较为显著的变异。这些研究均表明,太空诱变对水产生物的作用是明显的。鲮鱼是稀有的受精卵可以休眠保存的鱼类,是开展水生动物空间诱变育种极好的试验材料,利用空间环境因素使鲮鱼卵染色体发生变异,培育出更具经济价值的新品系是空间搭载鲮鱼卵的重要目标。

本试验中,空间搭载诱变后鲮鱼受精卵的孵化率

及初孵仔鱼的畸形率与地面组没有明显差异,这与林向阳等<sup>[6]</sup>报道的空间搭载卤虫卵与地面组的孵化情况基本一致,表明太空强辐射、微重力和高真空等综合环境因素未对鲮鱼卵产生不良影响。

在培育水环境、饵料供给均相同的条件下,经 100 多天的对照培育、观察发现:搭载组鲮鱼雌性鱼生长速度、个体平均体长、平均体质量均略大于地面组,但差异不显著,雄性鱼的生长速度、个体平均体长、平均体质量均显著大于地面组;搭载组的成活率显著高于地面组,30 日龄后,搭载组鱼基本无死亡发生,但地面组鱼每隔一段时间仍有零星死亡,说明搭载组鲮鱼抗逆性强于地面组,抗病力较强。

### 参考文献:

- [1] 蒋兴树. 863-2 空间诱变育种进展及前景[J]. 空间科学学报, 1996, 16(增刊): 77-82
- [2] 袁辉, 赵辉. 航天育种技术的发展和成就[J]. 卫星应用, 2010, 4(4): 20-23
- [3] 郭明忠. 水产生物航天搭载技术与诱变育种前景探讨[A]. 基因资源与渔业现代化[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2009: 44-49
- [4] 郭明忠, 林光纪, 陈世杰. 活体蒙古裸腹蚤航天搭载技术的试验探讨[J]. 渔业现代化, 2007, 34(3): 8-9, 12
- [5] 叶金聪, 曾志南, 刘波, 林向阳, 郭明忠, 林光纪. 蒙古裸腹蚤 (*Moina mongolica*) 太空搭载诱变研究. I. 蒙古裸腹蚤太空搭载组与对照组生化组成比较[J]. 台湾海峡, 2008, 27(2): 204-207
- [6] 林向阳, 曾志南, 叶金聪, 刘波, 郭明忠, 林光纪. 太空搭载诱变卤虫的孵化与生长研究[J]. 台湾海峡, 2008, 27(4): 435-439
- [7] 宁岳, 曾志南, 刘波, 叶金聪, 林向阳, 林光纪, 郭明忠. 太空搭载卤虫遗传多样性及亲缘关系分析[J]. 福建水产, 2009, 26

- (3):1-6
- [ 8 ] Perry D M, Weis J S. Cytogenetic effects of methylmercury in embryos of the killifish, *Fundulusheteroclitus* [ J ]. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 1988, 17(5): 569 - 574
- [ 9 ] Pandey P D, Hagiwara A. Feeding behaviour, feed selectivity and growth studies of mangrove killifish, *Kryptolebias marmoratus*, larvae using various live and formulated feeds [ J ]. Environmental Biology of Fishes, 2008, 82(4): 365 - 375
- [10] Levels P J, Denuce J M. Intrinsic variability in the frequency of embryonic diapause of the annual fish *Nothobranchius korthausae*, regulated by light:dark cycle and temperature [ J ]. Environmental Biology of Fishes, 1988, 22(3): 211 - 223
- [11] 郑积荣. 飞船搭载葫芦种子 SPI 的变异效果初报 [ J ]. 浙江农业科学, 2005, 41(1): 7 - 10
- [12] 王 雁, 李璐滨, 韩 蕾. 空间诱变技术及其在我国花卉育种上的应用 [ J ]. 林业科学研究, 2002, 15(2): 229 - 234
- [13] 李源祥, 李国良, 邱 慧. 水稻空间诱变性状变异及遗传变异规律的研究第 1 报 [ J ]. 遗传, 1998, 20( 增刊 ): 82 - 85
- [14] 刘 敏, 李金国, 王亚林. 卫星搭载的甜椒 87 - 2 过氧化物同工酶检测和 RAPD 分子检测初报 [ J ]. 核农学报, 1999, 13(5): 291 - 294
- [15] 郭明忠, 陈燕婷, 林 燕. 水产生物航天育种的探讨 [ J ]. 福建水产, 2005, 26(3): 23 - 25
- [16] 刘 波, 曾志南, 叶金聪, 林向阳, 郭明忠, 林光纪. 太空搭载卤虫诱变效应的 AFLP 分子标记检测 [ J ]. 台湾海峡, 2008, 27(4): 417 - 421

(责任编辑 王媛媛)



《核农学报》2013 年广告火热招商中……

## 核农学报

### JOURNAL OF NUCLEAR AGRICULTURAL SCIENCES

《核农学报》由农业部主管, 依托中国农产品加工研究所和中国原子能农学会主办, 国内辐照加工、诱变育种研究领域唯一的学术期刊, 近年其在农产品加工工艺、食品科学领域的影响力不断攀升, 获得广泛认可。

《核农学报》为月刊, 大 16 开, 年发行量万余册。受众针对性强, 主要包括农业部、国防工科委、核工业集团相关领导, 全国各原子能利用研究机构、农产品加工院所、高校相关院系领导及科研人员, 各地食品安全测试、评估类重点实验平台及辐照中心等。

本刊接收核技术、生物技术、农业技术、农产品加工、食品科学、有机农业、辐照加工等领域的技术、产品、著作、仪器、检测服务及单位、个人介绍方面的广告。提前预定 2013 最低广告价格如下, 软硬广告均同:

广告位置	尺寸	期价(元)	广告形式	文件形式	系列报价
封二	全版	3500/期	铜版纸, 彩色印刷	平面设计及文字	议价
封三	全版	3500/期	铜版纸, 彩色印刷	平面设计及文字	议价
封底	全版	3500/期	铜版纸, 彩色印刷	平面设计及文字	议价
封面扉页	全版	2500/期	铜版纸, 彩色印刷	平面设计及文字	议价
封底扉页	全版	2000/期	铜版纸, 彩色印刷	平面设计及文字	议价
内页	全版	1000/期	胶版纸, 彩色印刷	平面设计及文字	9 折
内页	1/2 版	400/期	胶版纸, 黑白印刷	平面设计及文字	9 折
内页	全版	700/期	铜版纸, 黑白印刷	平面设计及文字	9 折
内页	1/2 版	800/期	铜版纸, 彩色印刷	平面设计及文字	9 折

备注: 因广告位紧缺, 预订请提前致电垂询。广告定稿最迟于预订刊期出版前 20 个工作日提供出版单位。

《核农学报》编辑部竭诚为您提供最好的服务, 恭候您的垂询: 01062811654。