

^{60}Co - γ 辐射处理对成体长牡蛎致死时间效应的初步研究

彭小明^{1, 2, 3}, 刘 晓¹, 张国范¹, 尤仲杰³

(1. 中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039; 3. 宁波大学, 浙江 宁波 315211)

摘要: 对 ^{60}Co - γ 射线诱发的长牡蛎(*Crassostrea gigas*) 死亡效应随时间变化规律进行了研究, 发现在 10 月份海区培育的条件下辐射诱发的长牡蛎死亡主要发生在处理后的 24~36 d 之间, 在辐射后 60 d 内存活率达到稳定。同时, 修复培育的环境因素对辐射致死效应可能产生一定的影响。

关键词: ^{60}Co - γ ; 辐射; 长牡蛎(*Crassostrea gigas*); 死亡率

中图分类号: Q 345, Q 691, S917 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096(2005)10-0008-04

电离辐射的生物学效应包括高剂量条件下的致死、致突、致畸效应和低剂量条件下的刺激效应^[1]。高剂量辐射的致突效应已广泛应用于农作物、微生物、昆虫等的诱变育种, 并且我国是世界上应用辐射诱变品种最多的国家; 低剂量条件下的刺激效应则在促进生物体的生长发育等方面得到了广泛的应用^[2]。但在海洋贝类这方面的报告很少, 仅见于美洲牡蛎(*Crassostrea virginica*)^[3]。

作者^[4]曾应用 ^{60}Co - γ 射线辐照处理成体长牡蛎和栉孔扇贝, 初步研究了伽马射线外照射对长牡蛎和栉孔扇贝存活、生长、生殖等方面的影响, 结果显示 ^{60}Co - γ 射线在海水贝类的诱变育种中具有很好的应用前景并且低剂量的辐射对 2 种贝类都显示了一定的刺激效应。对于辐射的致死效应而言, 在辐射处理后的 90~180 d 之间, 长牡蛎的存活率与辐射剂量之间存在稳定的剂量效应关系并可通过二次方程获得较好的描述。但辐射所致长牡蛎死亡效应发生的时间进程还不清楚。为尽可能避免环境因素对实验结果的影响并尽早获得实验结果, 在辐射效应完成后的最短时间内获得研究数据具有重要的意义。为此作者对辐射诱发长牡蛎(*Crassostrea gigas*) 死亡效应的时间规律进行了研究。

1 材料与方法

1.1 材料

实验所用 1 龄长牡蛎系 2001 年夏季从日照岚山头海区采集的天然苗, 于浮筏笼养至 2002 年 9 月底。选取体型规整、个体均匀、体长 5 cm 左右的个体, 在中国科学院海洋研究所培育楼暂养 12 d 后进

行辐射处理。

1.2 辐射处理

^{60}Co - γ 辐射处理于 2002 年 10 月 6 日在莱阳农学院原子能利用实验站进行, 辐射源强度 1.2×10^4 Ci, 剂量率 1.5 Gy/min, 源强度经中国计量科学研究院电离辐射处用丙氨酸剂量计进行标定。辐射处理方法参见文献[4], 采用外照射方法, 每剂量 30 个个体, 设 3 次重复, 在 4℃ 干露条件下进行辐照处理。

1.3 死亡率统计和数据处理

辐射处理前, 将牡蛎随机分组, 分别测量每个个体的体长、体宽、活体质量等参数。辐射处理后, 在中国科学院海洋研究所培育楼内用自然海水暂养, 培育水温 20℃ 左右, 每日投喂金藻和小球藻 3 次、全量换水 1 次并统计死亡率。12 d 后挂养到青岛海区的浮筏上。辐射处理后每 12 d 对各组的死亡率进行 1 次统计, 至存活率达到稳定为止。对辐射处理组在不同培育时段的存活率差异进行了显著性检验。

辐射后 t d 的存活率(S_t) 以统计时的存活个体数与实验起始时供试个体总数之比值的百分率来表

收稿日期: 2004-04-12; 修回日期: 2004-05-30

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30371117); 中国科学院知识创新工程前沿课题: 中国科学院重大方向性项目(zkcx2-211)

作者简介: 彭小明(1978-), 男, 江西吉安人, 硕士研究生, 主要从事贝类学研究; 刘晓, 通讯作者, E-mail: liuxiao@ms.qdio.ac.cn

示; 辐射后 t d 的死亡率 (M_t) 则是至 t d 止的累计死亡个体总数占实验起始时供试个体总数的百分率; 辐射后 t d 的瞬时死亡率 (Instantaneous mortality, M_{1t}) 以每 12 d 之内的死亡个体数占供试个体总数的百分率表示。上述指标分别按下式计算:

$$S_t = N_t / N_0 \times 100\% \tag{1}$$

$$M_t = (N_0 - N_t) / N_0 \times 100\% \tag{2}$$

$$M_{1t} = [(N_{(t-12)} - N_t) / N_0] \times 100\% \tag{3}$$

其中, t 是辐射后的培育天数 (d); N_0 是各剂量组的供试个体总数; N_t 是到 t d 止的存活个体数; $N_{(t-12)}$ 是辐射后 $(t-12)$ d 的存活个体数。

2 结果

2.1 实验用长牡蛎的基本生物学参数

表 1 是供试长牡蛎在辐射处理前的生物学性状指标, 经统计分析, 在壳长、壳宽、壳高、活体情况下的体质量等指标方面, 各组间均无显著性差异 ($P > 0.05$), 表明供试材料具有较好的均一性, 可满足辐射对长牡蛎生长、存活等生物学效应的研究。

表 1 供试长牡蛎的生物学性状

Tab. 1 The biological characteristics of the tested oysters

剂量(Gy)	壳长(mm)	壳宽(mm)	壳高(mm)	活体质量(g)
0	22.05±1.31	5.56±0.57	3.17±0.47	2.26±0.32
20	21.92±1.24	5.79±0.64	3.28±0.37	2.30±0.33
40	22.05±1.48	5.53±0.46	3.19±0.24	2.20±0.26
60	22.40±1.48	5.38±0.94	3.22±0.33	2.24±0.19
80	22.20±1.48	5.50±0.46	3.34±0.35	2.25±0.24
120	21.86±1.52	5.57±0.42	3.38±0.35	2.29±0.30
150	21.86±1.69	5.47±0.44	3.27±0.40	2.28±0.32
180	22.23±1.57	5.46±0.45	3.44±0.52	2.31±0.24
210	21.90±1.68	5.52±0.68	3.35±0.55	2.24±0.25
250	21.98±1.31	5.64±0.63	3.23±0.37	2.21±0.29

2.2 长牡蛎在辐射后不同时间的存活率

表 2 是各剂量组在辐射处理后不同培育时间统计的存活率。由表 2 的数据可见, 从辐射后 24 d 开始, 各组的存活率均有所下降, 表明辐射后 12~ 24 d 之间各组均发生一定的死亡; 到 36 d 时辐射组存活

率迅速下降并且下降速率与辐射剂量之间呈现一定的正相关趋势, 250Gy 组的下降速率最快, 存活率下降到 40.00%; 在辐射后 36 d 与 48 d、48 与 60 d、及 60 与 150 d 之间多数组的存活率没有发生非常显著的变化, 表明辐射导致的死亡高峰发生在辐射处理后 24~ 36 d 之间, 辐射后 60 d, 辐射导致的死亡率基本不再增加。

表 2 各剂量组在辐射后不同培育时间的存活率

Tab. 2 Survival of the tested oysters at different cultivation times after irradiated at different dosages

剂量(Gy)	存活率 (%)					
	培育时间(d)					
	12	24	36	48	60	150
0	100	96.67	96.67	96.67	96.67	96.67
20	100	93.33	90.00	86.67	86.67	86.67
40	100	96.55	75.86	75.86	75.86	75.86
60	100	90.00	60.00	56.67	53.33	50.00
80	100	76.67	60.00	56.67	53.33	46.67
120	100	86.21	65.52	62.07	58.62	51.72
150	100	96.67	46.67	40.00	40.00	36.67
180	100	90.00	60.00	53.33	46.67	46.67
210	100	92.31	65.38	61.54	61.54	46.15
250	100	86.67	40.00	30.00	30.00	26.67

2.3 辐射后长牡蛎死亡的时间进程

图 1 表示了辐射处理后长牡蛎在不同培育时间的瞬时死亡率(即在辐射后某一时段内的死亡率), 可见辐射诱发的长牡蛎死亡随培育时间延长呈单峰曲线, 死亡发生的时间非常集中, 协方差分析表明, 射线处理后的 24~ 36 d 期间各组的死亡率特别显著地高于其他时间段的死亡率 ($P < 0.001$) (表 3), 辐照后 24 至 36 d 是牡蛎辐射致死的主要时间区间, 占实验期间总死亡量的 56.16%。

以某一统计时刻的 9 个辐射剂量下的死亡率平均值(以相同时间下 9 个剂量的死亡率计算平均值)对培育时间作图, 结果见图 2。可见辐射组的死亡率呈 S 形曲线。辐射组死亡率在辐射后 24~ 36 d 之间出现迅速增长并且显著高于同期非辐射对照。

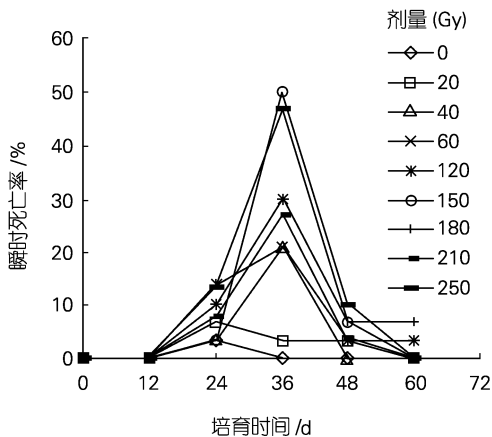


图 1 辐射后不同培育阶段内的长牡蛎瞬时死亡率

Fig. 1 Instantaneous mortality of *Crassostrea gigas* at different cultivation stages

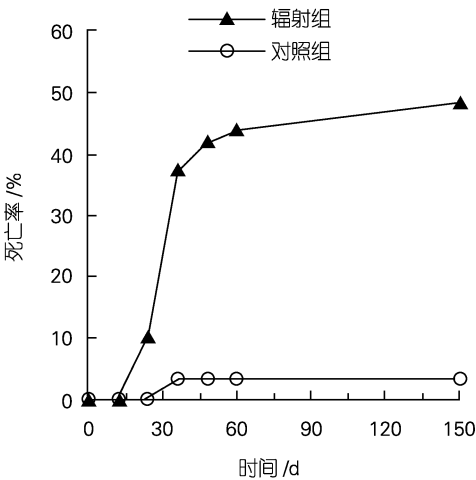


图 2 不同辐射剂量的平均死亡率随培育时间的变化

Fig. 2 Relationship of mortality and cultivation time after radiation treatment

表 3 不同辐射剂量和辐照后的培养时间对牡蛎死亡率影响的方差分析

Tab. 3 Variance analysis for the mortality of the tested oysters to cultivating time after radiation of different dosages

类 别	方差来源	平方和	自由度	均方	F	P 值	F _{0.001}
辐射剂量	组间	6 331. 618 8	8	791. 452	10. 036	P < 0. 001	4. 207
培育时间	组间	18 060. 040	5	3 612. 008	45. 802	P < 0. 001	5. 128

辐射剂量对牡蛎的成活率有极显著的影响 ($P < 0.001$)。而其辐照后的死亡率因培育时间变化极显著 ($P < 0.001$) (表 3)。

3 讨论

考虑到不同遗传背景和不同发育阶段的实验材料对辐射的敏感性可能存在差异^[5], 在 2 次实验中均选用相同海区、相同来源的长牡蛎; 为确保所用材料年龄一致, 每次实验使用同一时间人工采集的天然苗并尽量选择个体间体型差异较小的个体进行辐射处理, 对实验个体的统计分析表明, 各剂量间差异不显著, 可满足本研究的需要。

作者主要对⁶⁰Co- γ 射线引发生成成熟期长牡蛎死亡的时间进程进行了分析。初步结果表明, 在 10 月份海区培育的条件下, 辐射诱发的死亡在 24~36 d 之间达到高峰期, 该结果与作者^[4]在 2002 年上半年的实验结果基本相符。在 2002 年 5 月进行辐射处理的长牡蛎是在室内暂养 1 个月后再挂养到海区的, 室内人工条件下培育时未见到死亡情况发生, 在海区培

育的情况下, 辐射后 90 d 内死亡率达到稳定, 但辐射处理后 30~90 d 之间未进行死亡率数据的调查, 本次实验的数据将辐射诱发的死亡高峰期初步确定在 24~36 d 之间, 并且基本明确辐射后 60 d 时长牡蛎的死亡效应达到稳定。

同时从 2 次辐射处理条件下死亡发生的规律看, 培育环境对辐射诱发死亡率指标也有较大的影响, 在第一次辐射处理时, 在室内养殖期间未见发生死亡情况^[4], 而第二次辐射处理时为获得培育条件对死亡效应的影响, 作者在室内增加了 1 组重复组, 结果在辐射后 2 个月内未见发生死亡情况。该结果表明, 辐射诱发长牡蛎死亡受环境因素影响较大, 考虑到海区环境条件的周年变化, 本文的研究结果仅为秋季高水温条件下的辐射诱变处理提供参考。

参考文献:

[1] 陈子元. 核农学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997. 475-562.
[2] 夏寿萱. 放射生物学[M]. 北京: 军事医学科学出版社,

1998. 10– 11.
- [3] Ardjosoediro I, Lee N, Supan J E, *et al.* Gamma irradiation effect on early life stages of the eastern oyster[J]. *Journal of Shellfish Research*, 2000, **19**(1): 659.
- [4] 刘 晓, 彭小明, 张国范, 等. ^{60}Co γ 射线对成体长牡蛎生长的影响及致死效应[J]. 水产学报, 2005, **29**(3): 424– 428.
- [5] 张卿西. 哺乳动物的辐射效应[A]. 朱壬葆, 刘永, 罗祖玉. 辐射生物学[C]. 北京: 科学出版社, 1987. 413 – 492.

A primary report of lethal effect of ^{60}Co γ ray irradiation on adult *Crassostrea gigas*

PENG Xiao-ming^{1,2,3}, LIU Xiao¹, ZHANG Guo-fan¹, YOU Zhong-jie³

(1. Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. The Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China; 3. Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Received: Apr. , 12, 2004

Key words: ^{60}Co γ , irradiation; *Crassostrea gigas*; mortality

Abstract: Lethal effect of ^{60}Co γ ray irradiation on adult Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, was reported in this paper. While the irradiated animals were cultivated in the sea in autumn, the mortality mainly happened from 24th to 36th days after gamma ray treatment. At this period, up to 56. 16% of mortality was observed. Meanw hile, the ionizing radiation induced mortality of adult oyster was affected by cultivation condition.

(本文编辑:张培新)