

研究简报

中子辐照技术在鲍育苗中的应用

A STUDY ON NEUTRON IRRADIATION TECHNOLOGY APPLIED TO ABALONE BREEDING

刘玉彬 徐秀玮 柳盛典 赵继德

(烟台师范学院物理系, 264025)

Liu Yubin, Xu Xiuwei, Liu Shengdian and Zhao Jide

(The Physics Department of Yantai Teachers College, 264025)

关键词 中子辐照, 鲍, 受精卵, 孵化率, 成活率

KEYWORDS neutron irradiation, abalone, fertilized eggs, hatching rate, survival rate

从八十年代中期开始, 鲍的工厂化人工育苗发展很快, 但稚鲍的成活率很低(仅在20%—30%左右), 严重地影响着养鲍业的发展。中子辐照技术在柞蚕孵化[王琳等, 1985], 对虾育苗[刘玉彬等, 1991]和淡水鱼养殖[吕迅, 1982]中的应用, 都取得了很好的效果。它们的共同特点是成活率高。因此, 我们从1988年开始进行中子辐照技术在鲍育苗中的应用研究, 以期达到提高孵化率、稚鲍的成活率和促进生长的目的。

1 实验器材和方法

1.1 实验器材

便携式密封管中子发生器, 接通电源后便产生单能(14MeV)快中子, 中子的产额在 $10^6 \text{n} \cdot \text{S}^{-1}$, 且易防护。辐照旋转台, 在单相电动机带动下, 绕自身轴线转动, 置于其上样品也随同一起转动, 使样品各个方位接受的中子剂量尽量相同。中子监测仪是用于测量中子源辐射到样品上的剂量率的, 由计时器测定出中子照射的时间, 便可算出样品接受的中子剂量。

1.2 实验方法

1.2.1 样品的制备

把发育成熟的亲鲍和雄鲍分别放在玻璃钢水槽中, 待它们排卵和射精后, 按适当的比例混合授精, 经过8分钟左右(第一极体出现之前), 把受精鲍卵加以浓缩, 取其1000ml, 每100ml分作一组, 并进行计数(人工查数), 其中9组为辐照组, 1组为对照组。在大批量辐照时, 样品的计数是从浓缩的受精卵中, 随机取样查数, 三次求平均, 然后乘上总浓缩受精卵液体积得出。对于面盘幼体的样品制备方法基本上和受精卵的样品制备一样。

1.2.2 辐照方法

把装有样品的容器置于辐照转台上,使转台旋转。根据预先设计的照射剂量,把中子源调整到所需的剂量率,开机的同时启动计时器记录时间,待达到预定的辐照时间(一般为5分—6分左右),即停机。辐照的样品和对照的样品放在同样的条件下进行培育和管理。

2 实验结果和数据分析

2.1 实验结果的比较

在表1、表2中分别给出三次不同剂量照射下各辐照组和对照组的孵化率与成活率的对照。

表1 受精鲍卵的孵化率对照

Table 1 The comparison of a hatching rate of fertilized eggs of abalone

剂 量 ($10^5 n \cdot cm^{-2}$)	三次辐照受精鲍卵的孵化率(%)			平均孵化率 (%)	$\ln \frac{P}{X}$
	第一次	第二次	第三次		
10.0	49.14	39.40	34.98	41.18	1.42
9.5	58.12	49.33	61.61	56.35	1.78
9.0	66.40	43.29	44.83	51.51	1.75
8.5	68.12	60.15	58.92	62.40	1.99
8.0	82.72	68.28	78.13	76.38	2.26
7.5	72.97	76.79		74.88	2.31
6.0	66.67	65.36	61.37	64.47	2.37
5.0	66.17	52.07	48.47	55.57	2.41
4.0	48.91	45.00	37.34	43.75	2.39
0(对照)	45.97	44.44	42.15	44.19	

表2 稚鲍成活率对照

Table 2 The comparison of a survival rate of young abalone

剂 量 ($10^5 n \cdot cm^{-2}$)	辐照受精鲍卵育成稚鲍成活率(%)			平均成活率 (%)	$\ln \frac{Q}{X}$
	第一次	第二次	第三次		
10.0	44.44	29.34	30.36	34.71	1.24
9.5	54.55	32.33		43.44	1.52
9.0	44.44	41.75		43.10	1.54
8.5	38.67	41.02	31.10	36.89	1.47
8.0	61.73	50.12	44.69	52.18	1.88
7.5	67.63	46.84		55.16	2.00
6.0	56.57	42.68		49.63	2.11
5.0	34.88	35.08		34.98	1.95
4.0	33.34	29.45	32.00	31.39	2.06
0(对照)	25.00	38.03	30.95	31.33	

表1、2中最右边分别给出平均孵化率P和平均成活率Q与相应照射剂量之比的自然对数。

由表1中可以看出,剂量为 $7.5 \times 10^5 n \cdot cm^{-2}$ 一组的平均孵化率最高,比对照组的平均孵化率高出33.5%,相对提高77.0%。所有剂量组的平均孵化率55.9%,比对照组的平均孵化率高出12.7%,相对提高25.5%。

由表2可以看出,剂量为 $7.5 \times 10^5 n \cdot cm^{-2}$ 一组的平均成活率最高,比对照组的平均成活率高15.4%,相

对提高 48.7%。所有剂量组的平均成活率 37.7%，比对照组的平均成活率高出 6.1%，相对提高 19.1%。

对表 1 和表 2 中各剂量组和对照组的数据进行 t 检验表明，辐照各组的孵化率，成活率相对于对照组的提高是显著的，其可靠性几率大于 99.9%。

2.2 孵化率、成活率与照射剂量的关系

为了找出孵化率，成活率与剂量的函数关系，我们采用数学回归方法。假设孵化率为 P ，成活率为 Q ，样品接受的剂量为 x ，则它们与剂量之比的对数分别表示为

$$y_1 = \ln \frac{P}{X} \quad (1)$$

$$y_2 = \ln \frac{Q}{X} \quad (2)$$

y_1 和 y_2 的值分别列在表 1 和表 2 的最末一列中。

对于剂量 x 和对数值 y_1, y_2 分别进行相关性分析，得到相关系数 $r_1 = -0.811$ 和 $r_2 = -0.899$ ，对相关系数作 Fisher 的 t 检验表明，相关性的置信几率均大于 99.0%，由此得出两个线性回归方程

$$\hat{y}_1 = 3.18 - 0.15x \quad (3)$$

$$\hat{y}_2 = 2.72 - 0.15x \quad (4)$$

这里的 \hat{y}_1 和 \hat{y}_2 分别是在给定的 x 值处， y_1 和 y_2 的平均估计量。在 $x = \bar{x}$ 处，算出标准离差是 $S_{y_1} = 0.023$ 和 $S_{y_2} = 0.025$ 这表明 y_1, y_2 的实际值与平均估计值 $\hat{y}_1 \cdot \hat{y}_2$ 是很接近的。回归直线如图 1 所示。

最后由 (1)–(4) 诸式可以得出孵化率和成活率的平均估计值与剂量的关系分别为

$$\hat{P} = 24.05xe^{-0.15x} \quad (5)$$

$$\hat{Q} = 15.18xe^{-0.15x} \quad (6)$$

它们随照射剂量的变化曲线如图 2 所示，从 (5) 式和 (6) 式可得出获得最大孵化率 \hat{P}_{\max} 和最大成活率的最佳剂量为 $x_c = 6.67 \times 10^5 \text{ n} \cdot \text{cm}$ 。把此值代入 (5) 式和 (6) 式可算出 $\hat{P}_{\max} = 58.98\%$ 和 $\hat{Q}_{\max} = 37.23\%$ 。

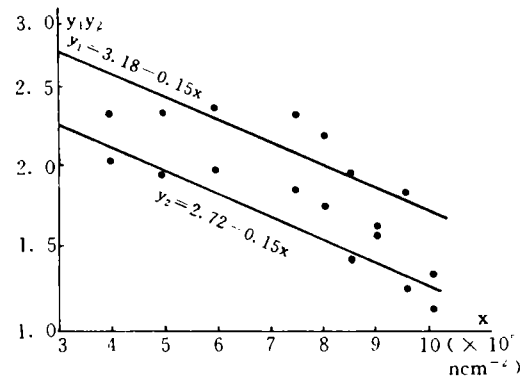


图 1 直线数学回归图线

Fig. 1 The mathematical regression of the straight line

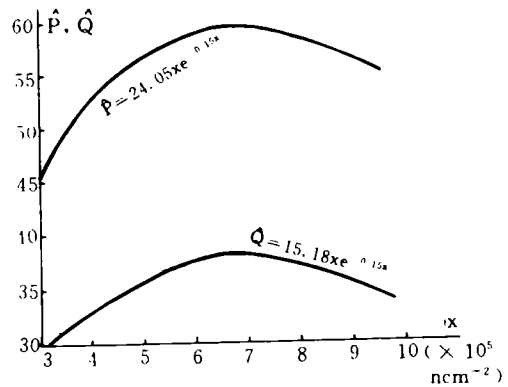


图 2 孵化率、成活率与剂量之间的关系

Fig. 2 The relation between the hatching percent, survival percent and the irradiation dose

2.3 辐照时机

为了寻找最佳辐照时机，我们曾对受精鲍卵、各阶段的胚胎幼体、剥离前后的稚鲍、亲鲍和底栖硅藻等样品进行过中子照射，相比之下，辐照鲍卵和面盘幼体的效果较好，对受精鲍卵和面盘幼体照射后，测得的成活率分别列在表 3 中，成对数据的 t 检验表明，这两个辐照时机的差异显著，其置信几率大于 95.0%，即中子辐照受精鲍卵明显的优于中子辐照面盘幼体。

表 3 稚鲍成活率与辐照时机的关系

Table 3 The relation between the survival rate of young abalone and the irradiation occasion

组别	辐照时机		D _i
	受精鲍卵	面盘幼体	
1	30.10	27.40	2.70
2	32.49	30.01	2.48
3	41.80	27.60	14.20
4	34.50	30.20	4.30
5	45.60	40.23	5.39
6	47.07	40.70	6.37
7	42.83	40.40	2.43
8	35.20	32.50	2.70
9	30.20	35.10	-4.90

2.4 生长速度比较

表 4 中列出了受精鲍卵经中子照射后同对照组在相同的条件下培育 359 天,测出的苗种规格及生长速度,其中 1—8 组为辐照组,9 组为对照组。

从表 4 可见,辐照组中最大个体比对照组大 3.83mm,相对增大 22.4%,所有辐照组的平均规格为 19.48 mm,比对照组大 2.4mm,相对增大 14.05%。对相关数据 t 检验表明,上述结论的可靠性大于 90%。

表 4 鲍苗生长率对照

Table 4 The comparison of growth rate of the spats

组别	1	2	3	4	5	6	7	8	对照
苗种规格 mm	20.69	17.02	21.76	19.48	20.91	18.94	19.98	17.04	17.06
生长率 $\mu\text{m}/\text{日}$	57.63	47.41	60.61	54.26	58.25	52.76	55.66	47.47	47.52

3 结论与讨论

(1)实验结果和统计处理表明,受精鲍卵经中子照射后,当鲍卵接受的剂量为最佳剂量时,孵化率可提高 25.3%—55.9%,成活率可提高 19.4%—48.7%,生长速度提高 14.05%—22.4%;当接受剂量小于 $4 \times 10^6 \text{n} \cdot \text{cm}^{-2}$ 和大于 $10^6 \text{n} \cdot \text{cm}^{-2}$ 时,孵化率和成活率都低于对照组(见表 1 和表 2)。

(2)从实验结果发现,受精鲍卵经适量的中子照射后孵出的幼体较对照组的活跃,很少有下沉和死亡现象。这说明辐照后幼体的生命力或抗病能力增加了。

(3)从实验结果的分析发现,在孵化率和成活率的表示式中都含有因子 $x \cdot e^{-0.15x}$,这是否意味着孵化率和成活率的提高是鲍卵内同一潜在生物机能被中子激活而产生的,是值得进一步探索的。

参 考 文 献

- [1] 王 彬等, 1985. 中子辐照柞蚕群体增产的研究. 东北师大学报(理科), (1): 11—13.
- [2] 吕 迅等, 1982. 低剂量核辐射刺激淡水鱼试验简报, 原子能在农业上的应用, (2): 29—30.
- [3] 刘玉彬等, 1991. 中子辐照技术在对虾养殖中应用, 全国辐照加工会议论文集, 26—269. 四川大学出版社(成都).