

# 影响刺参幼参成活和生长的 几个因素的研究\*

孙慧玲

(黄海水产研究所)

**提 要** 在刺参人工育苗过程中,从稚参到幼参阶段极易受外界综合因子影响,成活率很低。本文采用数理统计的方法,选择四种因子对此阶段死亡率进行试验。从方差和直观分析看到稚参的附着密度和饵料品种对其成活率和生长的影响大于水温和换水方式。稚参附着密度以  $0.2$  头/ $\text{cm}^2$  为最佳,  $0.5$  头/ $\text{cm}^2$  次之;饵料以鼠尾藻磨碎液为最佳,其次是鼠尾藻液和叉鞭金藻的混合液。

**主题词** 刺参幼参, 生长, 成活率

近年来各科研试验单位刺参人工育苗水平相继提高,稚参单位出苗量达10万头/平方米者已不罕见,最高有达40万头/平方米以上的(指0.1—0.2毫米稚参)。但在生长过程中,不断受外界因子的干扰,稚参到1厘米左右幼参的成活率大为降低,形成了刺参人工育苗的第二危险期。此种现象已广泛引起从事刺参人工育苗工作者的关注。1982年杨静、王景泉<sup>(1)</sup>分别对稚参最适培育水温和稚参最适附着密度等方面做过试验;1984—1985年隋锡林等也曾探讨过稚参附着密度等,1984年黄海水产研究所<sup>(2)</sup>在刺参人工育苗鉴定材料中对稚参附着密度也曾有过阐述。但以上工作多属单因子试验,并多采用直观比较的方法,很难说明幼参复杂的致死原因。

本试验企图通过数理统计的方法,选择几个综合因子对稚参到幼参阶段致死和生长的影响进行初步探讨。

## 材 料 与 方 法

考虑到稚参在1毫米左右时常有死亡高峰,本试验选择稚参的最小体长为0.221毫米,最大体长0.306毫米,结束时最小1.56毫米,最大5.03毫米。试验于1984年9月9日开始到同年10月9日结束。试验容器为7000毫升方玻璃缸,附着面积以缸的四壁和缸底计算。水温用控温仪控制,调整至本试验最低温度组,其他温度组用控温仪水浴加热,使之升温至各所需温度组。试验过程中温度变化在 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 左右;换水量每天1/2,流量为一个量程。布置试验时因个体太小故体长测定在显微镜下进行,结束时用方格坐标纸测得,均为伸展时的体长长度。

用正交试验法设计并安排试验,根据表1所列因子和水平选用了 $L_{16}(4^6)$ 的正交表,并用方差分析

\* 本文承黄海水产研究所张煜副研究员指导,并由长岛增殖站刘新荣同志协助试验,特致谢意。

(1) 王景泉, 1982. 刺参稚参培育密度的初步探讨。黄海所刺参人工育苗鉴定材料 附件 17。

杨静, 1982. 温度对刺参稚参生长发育及成活试验初报。黄海所刺参人工育苗鉴定材料 附件 5。

(2) 刺参人工育苗总结, 1984. 黄海水产研究所刺参人工育苗鉴定材料 主件 2。

表1 试验因子及水平  
Table 1 Factors and levels of experiment

因子 factor 水平 level	密度(A)(头/cm <sup>2</sup> ) density	饵料(B) food	水温(C)(度) water temperature	换水方式(D) mode of water exchange
1	0.2	鼠尾藻磨碎液	18	流水
2	0.5	叉鞭金藻	21	换水
3	1.0	鼠尾藻磨碎液 + 叉鞭金藻	25	(流水)*
4	1.5	(鼠尾藻磨碎液)*	27	(换水)*

\* 拟水平(imitative level)

和直观的方法分析研究其试验结果。幼参在整个试验过程中的成活率和体长的增长为试验指标。

## 试验结果

### 1. 幼参成活率指标试验结果

幼参成活率的正交试验及结果如表2。对表2的资料进行 $F$ 检验结果如表3。

从表2直观分析,成活率以第4组最好,各因子水平为 $A_1B_4C_4D_4$ ,其次为第1组,其条件为 $A_1B_1C_1D_1$ 。进一步从 $R$ 值看, $A$ 、 $B$ 值明显大于 $C$ 、 $D$ 值,即四种因子对稚参到幼参成活率影响的主次顺序为 $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow C$ 依次减弱,说明在试验范围内,四个因子中密度和饵料对成活率影响大于温度和换水方式,第1、4两组较好的组合中,附着密度和饵料品种各均处于同一水平上。以 $h$ 值看,各因子的最好水平在 $A_1B_4C_4D_4$ ,这与成活率的直观分析也是基本相一致的。

由表3 $F$ 检验分析,不同饵料因子 $B$ ,和不同密度因子 $A$ ,对幼参成活率的影响差异显著,其置信度达95%;而在同一置信度下, $C$ 、 $D$ 因子无显著差异。这与直观分析也相吻合,即在试验范围内,饵料和密度的不同对成活率有明显的影响。

对以上分析得出的主要密度因子 $A$ ,进行了多重比较如表4。从表4中可以看到最优水平的 $A_1$ 与 $A_3$ 、 $A_4$ 有显著性差异,与 $A_2$ 的显著性差异不显著,故密度以0.2和0.5头/平方厘米明显好于1.0和1.5头/平方厘米。

### 2. 幼参增长指标的试验结果

幼参体长增长的正交试验结果及直观分析如表5。对表5资料进行 $F$ 检验如表6。

由表5正交试验的增长直观分析,最好的组合为第1组 $A_1B_1C_1D_1$ ,其次为第3组 $A_1B_3C_3D_3$ 。从 $R$ 值看, $A$ 和 $B$ 因子值明显大于 $C$ 和 $D$ 因子值,并由 $R$ 值得四种因子对幼参增长影响的主次顺序为 $B \rightarrow A \rightarrow D \rightarrow C$ 依次减弱,说明在试验范围内,四种因子中饵料品种和附着培育密度对幼参增长影响较大。从 $h$ 值看,各因子最好水平为 $A_1B_4C_4D_1$ ,其主要因子水平与以上从增长的直观分析基本是一致的( $B_1 = B_4$ 拟水平)。

由表6的 $F$ 检验分析,在各因子中,饵料因子 $B$ 和密度因子 $A$ 对幼参增长影响差异显

表 2 幼参成活率的正交试验

Table 2 Orthogonal experiment of survival rate in juvenile sea cucumber.

编 号 number	密度 (A) density	饵料 (B) food	水温 (C) temperature	方式 (D) mode	成活率 % survial rate
1	1	1	1	1	25.59
2	1	2	2	2	17.41
3	1	3	3	3*	12.89
4	1	4*	4	4*	43.13
5	2	1	2	3*	13.26
6	2	2	1	4*	15.33
7	2	3	4	1	13.83
8	2	4*	3	2	23.51
9	3	1	3	4*	13.55
10	3	2	4	3*	7.99
11	3	3	1	2	6.60
12	3	4*	2	1	12.64
13	4	1	4	2	10.94
14	4	2	3	1	4.68
15	4	3	2	4*	13.36
17	4	4*	1	3*	19.17
K <sub>1</sub>	99.02	63.34	66.69	56.74	Σ = 253.28
K <sub>2</sub>	65.93	44.81	56.67	53.46	
K <sub>3</sub>	40.18	46.63	54.63	52.71	
K <sub>4</sub>	48.15	98.45	75.29	85.37	
b <sub>1</sub>	24.76	15.84	16.67	14.19	
b <sub>2</sub>	16.48	11.20	14.17	14.62	
b <sub>3</sub>	10.05	11.67	13.66	13.18	
b <sub>4</sub>	12.04	24.61	18.82	21.34	
R	14.71	13.41	5.16	8.16	

\* B<sub>1</sub> = B<sub>4</sub> D<sub>1</sub> = D<sub>2</sub> D<sub>2</sub> = D<sub>4</sub> 均为拟水平B<sub>1</sub> = B<sub>4</sub> D<sub>1</sub> = D<sub>2</sub> D<sub>2</sub> = D<sub>4</sub> are all imitative level.

表3 幼参成活率的F检验

Table 3 F test of survival rate in juvenile sea cucumber.

变异来源 source of variation	SS	DF	MS	F	$F_{0.05}$
A	511.72	3	170.57	10.51*	9.28
B	468.41	3	154.47	9.52*	9.28
C	68.59	3	22.86	1.41	9.28
D	166.42	3	55.47	3.42	9.28
误差 error	48.67	3	16.22		
总变异 total variation	1258.82	15			

表4 A因子各水平对幼参成活率影响的显著性检验

Table 4 Notability test of factor A of different level effected survival rate of juvenile sea cucumber.

因子水平 level of factor	平均成活率 average survival rate	显著性水平 level of notability	差异显著性 variant notability
$A_1$	24.76	0.05	a
$A_2$	16.43	0.05	ab
$A_3$	12.04	0.05	b
$A_4$	10.05	0.05	b

著,其置信度达95%;在同一置信度下,C和D因子无显著性差异。这一结果与直观分析相吻合,均表现为饵料和密度的不同对增长有着明显的影响。

## 讨论和结语

1. 密度 由试验表明,密度是试验因素范围内的主要影响因子,特别在幼参成活率方面,密度A因子和饵料B因子均为主要因子。从以上分析和 $F/F$ 值( $\alpha=0.05$ 时)来看,A因子 $1.13>B$ 因子 $1.03$ ,为其首要影响因子,对其成活率将产生较大的影响。在试验密度范围内,以0.2头/平方厘米为最佳,这与隋锡林,王景泉的单因子试验结果是一致的。密度过大会导致大量死亡,而且生长也是缓慢的。正交试验和F检验分析均表现了密度影响的重要性。多重比较(表4)说明最优水平 $A_1$ 与 $A_3$ 和 $A_4$ 有显著差异,因此在实际生产中须使其保持在最佳密度,才能使成活率保持较高水平。在生产中不但要重视成活率,还要从成本考虑,从本试验也可知稚参密度以0.2—0.5头/平方厘米为好,(表4中 $A_1$ 和 $A_2$ 在 $\alpha=0.05$ 时差异不明显)。在育苗生产中以控制大耳幼体数量的方法来控制稚参密度,若稚参附着的密度过大应及时予以稀疏。

2. 饵料 从以上试验分析中,亦可看到饵料对稚幼参影响的重要性,尤其对稚幼

表 5 幼参体长增长的正交试验  
Table 5 Orthogonal test of growth in juvenile sea cucumber.

编 号 number	密度 (A) density	饵料 (B) food	水温 (C) temperature	方法 (D) mode	增 长 $\Delta$ (mm)growth
1	1	1	1	1	4.73
2	1	2	2	2	1.57
3	1	3	3	3*	4.08
4	1	4*	4	4*	3.27
5	2	1	2	3*	3.11
6	2	2	1	4*	1.93
7	2	3	4	1	3.64
8	2	4*	3	2	3.81
9	3	1	3	4*	2.55
10	3	2	4	3*	1.34
11	3	3	1	2	2.76
12	3	4*	2	1	3.63
13	4	1	4	2	1.00
14	4	2	3	1	1.46
15	4	3	2	4*	2.13
16	4	4*	1	3*	2.61
$k_1$	13.60	11.69	12.02	13.46	$\Sigma = 42.86$
$k_2$	12.48	6.29	10.44	9.14	
$k_3$	10.58	12.56	12.15	11.09	
$k_4$	7.20	13.32	9.25	10.17	
$h_1$	3.40	2.92	3.01	3.37	
$h_2$	3.12	1.57	2.61	2.29	
$h_3$	2.65	3.14	3.08	2.77	
$h_4$	1.80	3.33	2.31	2.54	
$R$	1.60	1.76	0.77	1.03	

\*  $B_1 = B_4$ ,  $D_1 = D_3$ ,  $D_2 = D_4$  均为拟水平  
 $B_1 = B_4$ ,  $D_1 = D_3$ ,  $D_2 = D_4$  are all imitative level.

表6 幼参增长的F检验  
Table 6 F test of growth in juvenile sea cucumber.

变异来源 source of variation	SS	DF	MS	F	$F_{0.05}$
A	5.89	3	1.96	16.15*	9.28
B	7.61	3	2.53	20.88*	9.28
C	1.43	3	0.47	3.93	9.28
D	2.55	3	0.85	6.99	9.28
误差 error	0.36	3	0.12	*差异显著 Obvious diversity	
总变异 total variation	17.86	15			

参生长影响为首要因子(从  $F/F$  值看,  $\alpha=0.05$  时, B 因子  $2.25 > A$  因子  $1.74$ )。从试验可知,此期间以投喂鼠尾藻磨碎液为最佳,或者鼠尾藻磨碎液与单胞藻的混合液亦可,但不宜只投单胞藻。试验表明前二者与后者有显著差异。这主要原因可能是随着刺参生活习性的改变,对其饵料的要求也随之变化,在稚幼参阶段为匍匐性生活,对单胞藻的摄食机会少,且换水时单胞藻易大量流失,而鼠尾藻磨碎液会沉附于壁上,换水不易大量流失,便于稚参摄食。因此从稚参刚刚附着之时,就应重视饵料的更换,及时地投喂鼠尾藻液。如果此期不及时更换饵料,仍以大量投单胞藻为主,对其成活和生长将产生较大影响。在大面积水体生产中,也曾见过刚附着稚参由于忽视了投喂鼠尾藻磨碎液而导致稚参大量死亡和存活稚参生长缓慢的事例。

**3. 水温和培育方式** 这两个因子在试验范围内,为次要因素。几年实践得知,在稚参到幼参的培育中,自然的培育水温一般在  $23^{\circ}\text{C}$  左右,高温期上层水温可达  $25^{\circ}\text{C}$  以上,与试验温度范围基本相符,故在生产中,自然水温度变化范围对幼参的成活率和生长无显著的影响。杨静曾做过  $21^{\circ}\text{C}$ — $30^{\circ}\text{C}$  对稚参影响的试验,认为  $24^{\circ}\text{C}$ — $27^{\circ}\text{C}$  为宜,  $30^{\circ}\text{C}$  将使稚参死亡。故育苗期若出现高温期,应加强换水,以降低因气温而升高的水温及增加溶氧。在试验中培育方式的流水和换水结果差异不大,在生产中只要保持水体中有足够的溶氧,无论换水,流水均可。在大池实际生产中常常采用流水培育,这是一种好方法,既能增加溶氧,又能慢慢调节水温的变化。同时,还应注意由于培育水池的结构和流水时进出水的“短路”而造成的换水“死角”,有时使得水中溶解氧低于  $3\text{ ml/l}$ ,这种缺氧现象对稚参幼参是十分有害的。因此,在流水不易充分交换的情况下,可以采取换水和流水相结合的方法。

在稚参到幼参的培育过程中,从本试验因子中看到:以密度和饵料对其成活率和增长产生的影响为最大,为使育苗取得好的成绩,就应使这两个因素保持最佳水平。本试验认为:密度在  $0.2$ — $0.5$  头/平方厘米为佳,饵料以鼠尾藻磨碎液为佳,其次为鼠尾藻液和单胞藻的混合饵料。水温和培育方式在本试验范围内影响不显著,在自然条件下产卵培

育的稚幼参时期,自然的培育水温变化范围对幼参无明显影响。在培育方式方面,认为只要保持培育水中有充足的溶解氧和高温期间培育池中上层水温不致过高的情况下,换水和流水方式均可。

### 参 考 文 献

隋炳林等, 1986。刺参稚幼参高密度培养技术的研究。海洋与湖沼, 17(6):513—520。

## THE EFFECT OF SOME EXTERNAL FACTORS ON SURVIVAL AND GROWTH OF JUVENILE SEA CUCUMBER

Sun Huilin

(Yellow Sea Fisheries Research Institute)

**ABSTRACT** In the course of studying the artificial hatchery rearing of sea cucumber *Apostichopus japonicus*, it was found that the survival rate of juveniles sea cucumber was low. The period of development from seedling to juvenile was another critical phase in its life cycle. During this phase, the juvenile were most susceptible to the adverse influence of their environment.

The method of mathematical statistics was applied to test the effect of several factors influencing the survival rate during the juvenile stage. Four factors were selected, viz., settling density of seedling, types of feeds, temperature of the culture medium, and the mode of water exchange. The results from the variance analysis and direct observation indicated that settling density and types of feeds were more important than other two factors in influencing the survival and growth rates of juvenile sea cucumber. A settling density of about 0.2 individuals/cm<sup>2</sup> was optimal, of 0.5 individuals/cm<sup>2</sup> less favorable. A filtrate of ground *Sargassum* proved to be the best food for juvenile, and the next best was a mixture of ground *Sargassum* and *Dicratinia*.

**KEYWORDS** juvenile sea cucumber, growth, survival