

室内高密度培养中国对虾 仔虾技术的研究

刘传楨 戴德延

(辽宁省海洋水产研究所)

徐永东* 刘建华**

(大连水产学院实习生)

提 要

本文通过多因子正交试验、单因子补充试验和生产性试验,观察了盐度、饵料等因子对中国对虾(*Penaeus orientalis*)仔虾的生长及其成活率的影响,对室内高密度培养仔虾的几项关键性技术作了探讨。试验结果表明:(1)仔虾的适宜盐度下限为16%左右,最适盐度下限为22%左右,25%培养效果最佳。(2)第1至第4天仔虾可投喂卤虫(*Artemia salina*)幼体。第1天仔虾投饵量为125只/尾,此后日增90只/尾。第5至第20天仔虾可改投颤蚓(*Tubifex* sp.)、磨碎的蛤仔(*Venerupis philippinarum*)肉或成体卤虫。投饵量可按 $W(\text{克}/\text{百尾}) = 0.2432e^{0.2004t}$ 式计算。式中 t 为仔虾日龄。(3)培养水中保持0.5—1.0万细胞/毫升密度的扁藻(*Platymonas* spp.)有明显降低水中氨氮含量的作用。(4)培养水中保持0.5—1.0ppm土霉素,不仅可预防疾病,且有促进仔虾生长的作用。(5)13口池共23立方米水体,共育成平均体长为0.95厘米的仔虾141万尾,每立方米水体出苗量达6.1万尾,总成活率达83.3%。

对虾人工育苗的传统做法是在幼体进入仔虾期后不久即行出池,可是这样做因初期仔虾的生命力较弱,用于增殖放流和池塘养成的效果都不佳。采用室内仔虾高密度培养,使之在较为优越的人工控制条件下,度过生命力较弱的仔虾前期,提高仔虾的质量,对提高对虾增、养殖的成活率有重要意义。

在仔虾室内人工培养方面,国内尚未见报导。日本把日本对虾(*Penaeus japonicus*)从第1天的仔虾(培养密度2—4.5万尾/立方米)培养成第20至25天仔虾的成活率为40%^[1]。

为了探索室内高密度仔虾培养的技术,我们进行了多因子正交试验、单因子补充试验和生产性试验。根据试验结果,考察了各项因子对仔虾成活率和生长的影响,并用方差分析和多重比较法,提出了仔虾培养中这些因子的最适水平。

* 现在辽宁省金县水产局工作。

** 现在辽宁省大连市水产局工作。

材料与方 法

1. 材料:

本所 1982 年人工育成的仔虾。为了叙述上的方便,在下面对不同日龄的仔虾用符号 $P_1 \cdots P_{20}$ 表示,右下角的数字为仔虾日龄, PP 为出池虾苗。

2. 方法:

(1) 多因子正交试验 按 $I_0(4 \times 2^4)$ 正交表设计试验。有 5 个参试因子,其中 1 个因子有 4 个水平,另 4 个因子各有 2 个水平。参试因子及其水平设计如表 1 所示。

表 1 各试验因子及其水平

水 平 \ 因 子	饵 料(F)	仔 虾 密 度(D) (尾/升)	扁 藻(P_a) (万细胞/毫升)	盐 度(S) (‰)	土 霉 素(T) (ppm)
1	I	100	0.5	31.5左右 P_1 起 逐日降 1.5	1—1.5
2	II	50	0		0
3	III				
4	IV				

参试因子饵料(F)设 4 个水平,它们分别是:

F_I : P_{1-4} , 卤虫幼体 70 只/尾,日增 10 只/尾; P_{5-10} , 颤蚓 0.25 克/百尾,日增 0.25 克/百尾; P_{11} 起,日增 0.5 克/百尾。

F_{II} : P_{1-4} , 卤虫幼体 90 只/尾,日增 10 只/尾; P_{5-10} , 颤蚓 0.5 克/百尾,日增 0.3 克/百尾;自 P_{11} 起,日增 0.75 克/百尾。

F_{III} : P_{1-4} , 卤虫幼体 120 只/尾,日增 10 只/尾; P_{5-10} , 颤蚓 0.5 克/百尾,日增 0.5 克/百尾;自 P_{11} 起,日增 1.0 克/百尾。

F_{IV} : P_{1-4} , 颤蚓 0.05 克/百尾,日增 0.05 克/百尾; P_{5-10} , 蛤仔肉 0.25 克/百尾,日增 0.25 克/百尾;自 P_{11} 起,日增 0.5 克/百尾。

参试因子仔虾放养密度(D)设 2 个水平,其中 D_1 为 100 尾/升; D_2 为 50 尾/升。

参试因子扁藻(P_a)设 2 个水平,其中 P_{a1} 保持 0.5 万细胞/ml, P_{a2} 为无扁藻。

参试因子盐度(S)设 2 个水平,其中 S_1 为保持在 31‰ 左右, S_2 是从 P_2 起每天降低 1.5‰。

参试因子土霉素(T)设 2 个水平,其中 T_1 保持 1—1.5ppm 的浓度, T_2 不含土霉素。

按 $I_0(4 \times 2^4)$ 正交表规定,正交试验设 8 个组,其参试因子的水平配置如表 2。

为减少试验误差,上述 8 组每组作 2 个平行试验。试验用缸为 $\phi 30 \times h 30$ 厘米圆柱形玻璃缸。每缸培养水体为 10 升。共 16 缸,同在一个 $2.3 \times 1 \times 1$ 米水泥池中水浴,用 DV 型电加温线和 WMZK-01 型控温仪统一控制水浴温度。由 2V-0.6/7 和 2V-0.3/7 型空气压缩机将空气经滤油装置、管道、80° 砂石气头压入各缸进行充气。水温、光照、换水量、充气量等非参试因子,保持同一水平。水温: $25^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$; 充气量: 每分钟充气量

表 2 各试验组各参试因子的水平配置

试验组	因子	饵料(F)	仔虾密度(D) (尾/升)	扁藻(P _a) (万细胞/毫升)	盐度(S) (‰)	土霉素(T) (ppm)
1		I	100	0.5	81.5左右	1—1.5
2		I	50	0	P ₂ 起逐日降1.5	0
3		II	100	0.5	P ₂ 起逐日降1.5	0
4		II	50	0	81.5左右	1—1.5
5		III	100	0	81.5左右	0
6		III	50	0.5	P ₂ 起逐日降1.5	1—1.5
7		IV	100	0	P ₂ 起逐日降1.5	1—1.5
8		IV	50	0.5	81.5左右	0

达到水体体积的 1—2%；换水量，每日换入 1/2 新水，昼间光照度，1000—15000Lux。

(2) 盐度单因子补充试验 因正交试验中盐度对仔虾成活率和生长都有显著影响，所以有必要进行盐度补充试验以提高试验精度。又因正交试验中已经证明降低盐度有效果，所以本试验以 28‰为试验上限设 8 个水平试验组(表 3)，每组 2 个平行。仔虾密度为：P₁₋₄，50 尾/升；P₅₋₈，起 30 尾/升。培养水中保持 1ppm 土霉素浓度。投饵同正交试验中的 F_{III}。工具和方法等其它条件同多因子正交试验。

表 3 盐度单因子补充试验设计

试验组	1	2	3	4	5	6	7	8
盐度(‰)	28	25	22	19	16	13	10	7

(3) 饵料单因子补充试验 因多因子正交试验中饵料因子的最佳效果出现在饵料量最多水平组，因此有必要探索其上限。饵料补充试验不同水平的 4 组(表 4)。每组进行 3 个平行试验。仔虾密度 P₁₋₄ 20 尾/升；P₅₋₈，10 尾/升。盐度 25‰。土霉素 1ppm。试验用具、方法等其它条件与多因子正交试验相同。

表 4 饵料单因子补充试验设计

阶段	饵料	试验组	1	2	3	4
P ₁ P ₄	卤虫幼体(只/尾)		200	175	150	125
	日增卤虫幼体(只/尾)		150	141	117	90
P ₅ * P ₁₀	颤蚓或蛤肉投喂量(克/百尾)		0.5	0.5	0.6	0.5
	日增量(克/百尾)		0.5	0.75	1.0	0.5

*P₅—P₁₀ 阶段 1—3 组试验投颤蚓，4 组试验投磨碎的蛤仔肉。

(4) 生产性试验 试验容器为 1.5—2.3 立方米水泥池，培养密度为每立方米 3.0—15.3 万尾 P₁；盐度 31—32‰；饵料，P₁₋₄ 投卤虫幼体 80—140 只/尾；P₅ 以后改投颤蚓，数量由 20 克/万尾起，每日递增 10 克/万尾，每天分 4 次投喂。培养水中保持 0.5ppm 土霉素。温度、换水量、充气量、昼间光照度等其它条件与正交试验相同。

试验结果

1. 多因子正交试验结果

(1) 仔虾成活率指标考察结果 各阶段仔虾成活率如表5。用方差分析法对表5资料进行 f 检验结果如表6。

表5 各阶段仔虾成活率(%)

阶段 缸号 试验组	$P_1 \rightarrow P_5$			$P_6 \rightarrow P_{10}$			$P_{11} \rightarrow P_{15}$			$P_{16} \rightarrow P_{18}$		
	I	II	平均	I	II	平均	I	II	平均	I	II	平均
1	76.8	78.2	77.5	75.6	68.1	69.4	93.4	93.6	93.5	98.7	99.0	98.9
2	79.0	68.8	73.9	77.0	81.3	79.2	99.0	95.1	97.1	94.7	96.6	95.4
3	76.6	76.2	76.4	83.5	85.8	84.4	95.1	96.4	95.8	97.7	96.6	97.2
4	79.8	74.2	77.0	71.8	79.8	75.8	94.0	99.0	96.5	100.0	96.0	98.0
5	70.7	81.9	76.3	71.8	70.0	70.9	74.0	78.0	76.0	98.4	98.4	98.4
6	80.2	79.6	79.9	83.5	81.8	82.7	96.8	98.4	97.6	89.0	97.1	93.1
7	57.9	61.1	59.5	60.4	60.6	60.5	96.4	84.0	90.2	81.0	90.8	85.9
8	55.8	55.8	55.8	57.8	61.8	59.8	88.9	99.0	94.0	98.1	98.4	95.8

表6 各因子在各仔虾阶段对仔虾成活率影响的显著性(f)检验

阶段 因子 检验	$P_1 \rightarrow P_5$				$P_6 \rightarrow P_{10}$				$P_{11} \rightarrow P_{15}$				$P_{16} \rightarrow P_{18}$			
	f	自由度	显著性	最优水平	f	自由度	显著性	最优水平	f	自由度	显著性	最优水平	f	自由度	显著性	最优水平
F	21.8	3/8	***	F_{III}	18.70	3/8	***	F_{II}	3.61	3/8	*	F_{II}	3.24	3/8	*	F_{II}
D	0.14	1/8			2.30	1/8			11.12	1/8	**	D_2	0.97	1/8		
P_a	0.12	1/8			1.47	1/8			5.60	1/8	**	P_{a1}	2.67	1/8		
S	0.14	1/8			14.40	1/8	***	S_1	5.39	1/8	**	S_2	3.85	1/8	*	S_1
T	1.90	1/8			0.50	1/8			2.86	1/8			0.72	1/8		

注:显著性检验标准: $f \geq \alpha = 0.01$ —很显著(***)。 $\alpha = 0.01$: $f_{1/8}^3 = 11.26$; $f_{3/8}^3 = 7.59$

$f \geq \alpha = 0.05$ —显著(**)。 $\alpha = 0.05$: $f_{1/8}^3 = 5.32$; $f_{3/8}^3 = 4.07$

$f \geq \alpha = 0.10$ —比较显著(*)。 $\alpha = 0.10$: $f_{1/8}^3 = 3.46$; $f_{3/8}^3 = 2.92$

表6表明, 饵料(F 因子)在 P_{1-10} 阶段有很显著的影响, 在 P_{10-18} 阶段也有比较显著的影响。盐度(S 因子)在 P_{5-10} 阶段影响很显著, 在 P_{10-18} 阶段也有显著或比较显著的影响。仔虾密度(D 因子)和扁藻(P_a 因子)仅在 P_{10-15} 阶段有显著影响。土霉素(T 因子)影响不大。

多水平的 F 因子经多重比较, 各水平的仔虾成活率之间达到显著性差异标准 ($|\eta - \eta'| \geq t_{0.05}$) 的有: P_{1-5} 阶段 $F_I, F_{II}, F_{III} > F_{IV}$; P_{5-10} 阶段 $F_I, F_{II}, F_{III} > F_{IV}$; 并且 $F_{II} > F_I, P_{10-18}$ 阶段各水平之间无显著性差异。

(2) 仔虾生长指标的考察结果 各组试验各阶段仔虾生长速度如表7。用方差分析法对表7资料进行 f 检验结果如表8。

表8表明, 饵料(F 因子)在 P_{5-15} 阶段有显著或很显著的影响。盐度(S 因子)在

表 7 各阶段仔虾生长速度

单位: 毫米/日

阶段 缸 试验号	P ₁ →P ₅			P ₅ →P ₁₀			P ₁₁ →P ₁₅			P ₁₆ →P ₁₈		
	a	b	平均	a	b	平均	a	b	平均	a	b	平均
1	0.13	0.19	0.16	0.33	0.24	0.28	0.88	0.46	0.42	1.05	0.65	0.85
2	0.21	0.12	0.17	0.24	0.28	0.26	0.52	0.58	0.55	0.17	0.28	0.20
3	0.21	0.26	0.24	0.23	0.26	0.27	0.63	0.68	0.63	0.88	0.88	0.58
4	0.13	0.16	0.15	0.85	0.80	0.83	0.51	0.68	0.57	0.61	0.94	0.75
5	0.18	0.18	0.16	0.84	0.86	0.85	0.52	0.41	0.47	0.89	0.39	0.39
6	0.20	0.20	0.20	0.89	0.88	0.89	0.40	0.28	0.34	0.23	0.66	0.45
7	0.15	0.15	0.15	0.80	0.85	0.83	0.33	0.81	0.82	0.89	0.55	0.47
8	0.18	0.14	0.14	0.28	0.30	0.29	0.57	0.61	0.59	0.87	0.97	0.92

表 8 各因子在各仔虾阶段对仔虾生长影响的显著性(f)检验

阶段 因子 检验	P ₁ →P ₅				P ₅ →P ₁₀				P ₁₁ →P ₁₅				P ₁₆ →P ₁₈			
	f	自由度	显著性	最优水平	f	自由度	显著性	最优水平	f	自由度	显著性	最优水平	f	自由度	显著性	最优水平
F	1.18	3/8			7.06	3/8	**	F _{III}	8.69	3/8	***	F _{II}	1.56	3/8		
D	0.46	1/8			0.29	1/8			2.46	1/8			0	1/8		
P ₀	2.48	1/8			0.29	1/8			0.04	1/8			5.11	1/8	*	P ₀₁
S	4.40	1/8	*	S ₂	0	1/8			6.50	1/8	**	S ₁	8.67	1/8	**	S ₁
T	0.22	1/8			5.71	1/8	**	T ₁	39.89	1/8	***	T ₂	1.11	1/8		

注: 显著性检验标准同表 6。

在 P₁₀₋₁₈ 阶段有显著影响, 在 P₁₋₅ 阶段影响比较显著。土霉素 (T 因子) 在 P₅₋₁₈ 阶段影响显著。扁藻 (P₀ 因子) 仅在 P₁₅₋₁₈ 阶段影响比较显著。仔虾密度 (D 因子) 影响不大。

对 F 因子各水平进行多重比较结果表明, 各水平仔虾生长速度间达到显著性差异标准 ($|\eta - \eta'| \geq t_{0.05}$) 的有: P₅₋₁₀ 阶段的 F_{III} > F_I, F_{II}, F_{IV} 和 P₁₀₋₁₅ 阶段的 F_{II} > F_I, F_{III}, F_{IV}。P₁₋₅ 和 P₁₅₋₁₈ 阶段, 各水平之间无显著性差异。

2. 盐度单因子补充试验结果

试验结果如表 9。对表 9 资料进行 f 检验和多重比较结果如表 10、表 11 所示。盐度对仔虾成活率的影响, 在 P₂₋₁₂ 阶段很显著, 在 P₁₂₋₁₆ 阶段也是显著的。从多重比较结果看, 28~16% 之间无显著性差异, 而 16% 与 <13% 在 P₆₋₁₁ 阶段有显著性差异。

盐度对生长的影响在 P₂₋₅ 和 P₁₂₋₁₆ 阶段是显著的, 在 P₁₇₋₁₈ 阶段比较显著。19% 与 <10% 之间有显著性差异。

3. 饵料单因子补充试验结果

如表 12 所示。对表 12 资料进行 f 检验和多重比较结果, 都无显著性差异。

表9 不同盐度条件下仔虾存活率和生长速度

盐度 (%)	缸号	存活率 (%)				生长速度 (毫米/日)			
		P ₂₋₅	P ₆₋₁₁	P ₁₂₋₁₆	P ₁₇₋₁₈	P ₂₋₅	P ₆₋₁₁	P ₁₂₋₁₆	P ₁₇₋₁₈
28	a	87.2	87.0	94.0	100.0	0.22	0.24	0.52	0.81
	b	89.8	90.0	99.2	97.4	0.23	0.41	0.37	0.52
	平均	88.5	88.5	96.6	98.7	0.23	0.37	0.44	0.67
25	a	89.8	96.6	98.9	99.6	0.33	0.41	0.39	0.59
	b	97.2	97.7	98.5	91.5	0.39	0.36	0.42	0.93
	平均	93.5	97.2	98.7	95.6	0.36	0.39	0.41	0.76
22	a	84.8	92.7	97.7	100.0	0.20	0.43	0.33	0.41
	b	87.6	89.8	94.8	98.6	0.31	0.45	0.39	0.40
	平均	86.2	91.0	96.3	99.3	0.26	0.44	0.36	0.41
19	a	88.0	92.7	98.8	100.0	0.34	0.43	0.25	0.19
	b	65.8	98.0	87.4	100.0	0.31	0.46	0.32	0.60
	平均	74.4	92.9	90.6	100.0	0.33	0.45	0.29	0.40
16	a	86.2	81.3	94.1	100.0	0.25	0.29	0.25	0.21
	b	88.2	90.7	97.6	99.6	0.29	0.33	0.24	0.35
	平均	87.2	86.0	95.9	99.8	0.27	0.31	0.25	0.28
13	a	90.8	66.3	96.0	99.4	0.25	0.36	0.15	0.24
	b	78.8	71.7	95.4	97.0	0.17	0.34	0.26	0.17
	平均	84.8	69.0	95.7	98.2	0.21	0.35	0.21	0.21
10	a	85.4	49.8	83.7	98.9	0.14	0.36	0.13	0.56
	b	77.6	56.0	86.6	100.0	0.25	0.22	0.14	0.31
	平均	81.5	52.7	85.2	99.5	0.20	0.29	0.16	0.44
7	a	44.8	21.0	53.5	100.0	0.11	0.38	0.14	0.08
	b	51.8	31.7	79.7	98.0	0.10	0.36	0.15	0.24
	平均	58.0	26.4	66.6	99.0	0.11	0.37	0.15	0.16

表10 各仔虾阶段盐度对仔虾存活率的影响的显著性检验

阶段	f 检验				多重比较 $ \eta - \eta' \geq t_{0.05}$
	f	自由度	显著性	最优水平	
P ₂ →P ₅	10.2	7/8	***	25%	28~10% > 7%
P ₆ →P ₁₁	64.2	7/8	***	25%	28~16% > 18% > 10% > 7%
P ₁₂ →P ₁₆	4.6	7/8	**	25%	28~22% > 7%
P ₁₇ →P ₁₈	0.8	7/8			

注: f 检验标准: $\alpha = 0.01, f_{0.01}^7 = 6.18$ —***; $\alpha = 0.05, f_{0.05}^7 = 3.50$ —**

4. 生产性试验结果

如表13所示, 总共23立方米水体, 育成加权平均体长为0.95厘米的仔虾140.9万尾, 平均单位水体出苗量达6.1万尾/立方米。总成活率为83.3%。其中有些试验, 尽管仔虾密度高达10万尾/立方米以上, 但成活率却达90%以上。

表 11 盐度对仔虾生长的影响的显著性检验

阶段	f 检 验				多重比较 $ \eta - \eta' \geq t_{0.05}$
	f	自由度	显著性	最优水平	
$P_2 \rightarrow P_3$	4.56	7/8	**	25%	$25\%, 19\% > 7\%$
$P_6 \rightarrow P_{11}$	1.04	7/8			
$P_{12} \rightarrow P_{16}$	6.64	7/8	***	28%	$28\%, 25\% > 10\%, 7\%$
$P_{17} \rightarrow P_{18}$	2.83	7/8	*	25%	

注: f 检验标准同表 10, 另 $\alpha = 0.10$, $f_0 = 2.62$ —*

表 12 不同饵料条件下的仔虾存活率和生长速度

项目	阶段 试验号	$P_1 \rightarrow P_4$				$P_5 \rightarrow P_{10}$			
		a	b	c	平均	a	b	c	平均
存活率 (%)	1	90.5	94.0	95.0	98.2	77.0	68.0	59.0	68.0
	2	85.5	84.0	90.5	86.7	68.0	74.0	74.0	70.3
	8	87.5	68.0	92.5	82.7	74.0	75.0	83.0	77.3
	4	88.5	91.0	91.5	90.0	39.0	61.0	69.0	56.8
生长速度 (毫米/日)	1	0.88	0.53	0.48	0.45	0.40	0.29	0.35	0.35
	2	0.53	0.40	0.48	0.45	0.34	0.33	0.34	0.34
	8	0.36	0.46	0.44	0.42	0.41	0.21	0.31	0.31
	4	0.50	0.52	0.40	0.47	0.34	0.32	0.33	0.33

表 13 生产性室内高密度仔虾培养试验结果

试验号	水体 (立方米)	仔虾数量(万尾)		仔虾密度(万尾/立方米)		P_1 -PP 存活率(%)	出池期	PP 平均体长 (厘米)
		P_1	PP	P_1	PP			
1	1.5	11.7	9.5	7.8	6.3	81.2	P_{20}	1.10
2	1.5	17.1	15.8	11.4	10.5	92.4	P_{11}	0.95
8	1.5	16.0	14.6	10.7	9.7	91.3	P_{13}	0.94
4	1.5	18.6	10.7	9.1	7.1	78.7	P_{12}	1.00
5	2.2	6.6	6.6	3.0	3.0	100.0	P_{22}	1.73
6	1.8	10.0	9.0	5.6	5.0	90.0	P_9	0.91
7	2.2	11.0	5.2	5.0	2.4	47.3	P_9	0.77
8	2.2	15.6	10.8	7.1	4.9	69.2	P_9	0.66
9	2.2	16.1	11.6	7.3	5.3	72.0	P_{11}	0.85
10	1.8	7.5	6.1	4.2	3.4	81.3	P_{10}	0.81
11	1.8	12.5	12.8	6.9	7.1	102.4	P_{16}	0.86
12	1.8	16.1	14.0	8.9	7.8	87.0	P_{16}	0.84
13	1.0	15.3	14.2	15.3	14.2	92.8	P_{19}	1.12
合计或平均	23.0	169.1	140.9	7.4	6.1	83.3	$P_{12.7}$	0.95

讨 论

1. 室内高密度培养仔虾的可行性

如上所述, 一些仔虾密度高达 10 万尾/立方米以上的生产性试验的仔虾成活率仍可

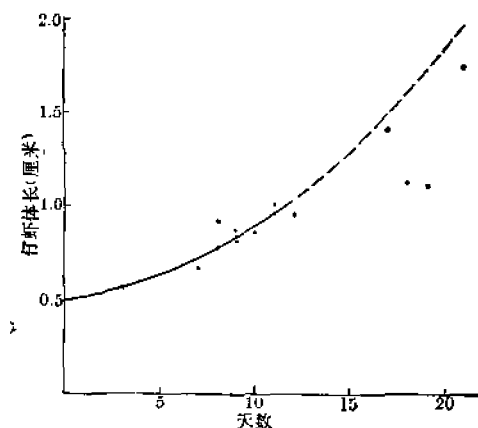


图1 培养天数与仔虾体长的关系

高达90%以上。因此,从仔虾成活率这一指标考虑显然是可行的。图1是仔虾培养天数和体长的关系。体长小于1厘米阶段,仔虾生长速度符合一般动物S形生长曲线起始阶段的指数函数曲线。但体长大于1厘米的三个散点,特别是下方的两个散点远离关系曲线这一现象表明,培养条件未能满足高密度条件下体长达1厘米以后仔虾正常生活的需要。但如将正交实验的 D_1 系列(P_1 密度100尾/升)中各阶段最快的生长速度累计结果,则 P_{17} 体长可达1.4厘米,该散点(图1中的0点)就已相当接近关系曲线。所以,只要改善培养条件,在室内进行

高密度仔虾培养,使仔虾按正常生长速度并且高成活率地培养至1.5厘米以上是可能的。

这次生产性试验所获得的对虾种苗($P_{12.7}$,平均体长为0.95厘米)由我所对虾养成组在复县国营虾场进行养成试验结果,从出池虾苗至商品虾成活率为60%。而用其它育苗单位育成的对虾种苗($P_{4.5}$,平均体长为0.6厘米左右)试养结果,成活率仅达20%左右。因此,通过室内高密度仔虾培养,为养成单位提供大规格种苗,确有提高养成成活率,提高产量的作用。

2. 仔虾培养条件

(1) 饵料 正交实验中多重比较的结果表明, P_1-P_6 阶段,由于仔虾摄食能力尚差,所以颤蚓等大型饵料的饲喂效果显著不如卤虫幼体。卤虫幼体投喂量最多的 F_{III} 组居最优水平说明,试验设计未达上限,如增加投喂量有可能效果更佳。在饵料单因子补充试验中,当对 P_1 的卤虫幼体投喂量增加到125只/尾时,日增90只/尾后, P_1-P_6 的成活率可提高到90.3%,生长速度可加快到0.45毫米/日,但残饵较多。因此, P_1-P_6 阶段可分别投喂卤虫幼体100、150、200、250只/尾。

P_5-P_{10} 阶段,刹碎的蛤仔肉的饲喂效果显著不如颤蚓,但改成磨碎的蛤仔肉投喂的饵料单因子试验中,其饲喂效果却与颤蚓无显著性差异。这一现象说明,该阶段如用蛤仔肉投喂,肉粒宜小不宜大。投喂量最优水平为 F_{II} 。

$P_{10}-P_{18}$ 阶段,刹碎的蛤仔肉的饲喂效果已与等量的颤蚓无显著性差异,这说明该阶段的仔虾已能摄食较大颗粒的蛤仔肉。最佳的投喂量仍为 F_{II} 水平。

因此, P_6-P_{18} 阶段可用颤蚓,也可用蛤仔肉投喂,但后者在 P_{10} 之前需经磨碎, P_{10} 之后可经磨碎也可经刹碎。投喂量按试验结果应选择 F_{II} 水平。但这种分阶段按算术级数递增的投喂方法未必符合仔虾的实际需要。石冈宏子的实验证明,日本对虾仔虾的摄饵量随体长的增长而呈指数函数增加^[8]。我们如果把各仔虾期按 F_{II} 水平的投喂量画成图2,则散点实际上也呈指数函数曲线趋向。计算结果,关系式为:

$$W = 0.2482e^{0.2064t}, (R = 0.956).$$

式中: W —投饵量(克/百尾); t —仔虾日龄。

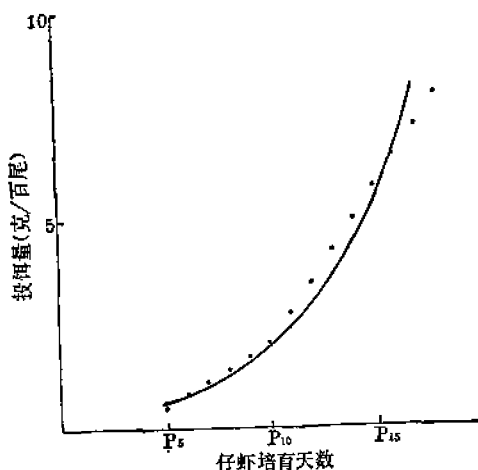


图2 不同培育天数仔虾的投饵量

所以,如按上式计算量投喂,当更符合仔虾摄食规律。

(2) 盐度 正交试验表明,盐度对仔虾成活率和生长也都有显著影响。从表5-表7摘取盐度因子的资料制成表14。表14表明,逐步降低盐度后,在起始的 P_1-P_5 阶段对仔虾成活率的影响还不显著,但对生长已有显著的促进作用。当盐度降至26%以下 (P_5-P_{10}) 时,仔虾成活率明显提高。当盐度进一步下降到18%以下 ($P_{10}-P_{15}$) 时,显然仍有益于仔虾成活率的提高,但对仔虾生长已起显著的抑制作用。当盐度降到10.5%以下 ($P_{15}-P_{18}$) 时,仔虾成活率显著降低,生长显著减慢。

表14 降盐对仔虾存活率和生长的影响

阶段 指标	P_1-P_5		P_5-P_{10}		$P_{11}-P_{15}$		$P_{16}-P_{18}$	
	81.5	81.5—27	81.5	25.5—19.5	81.5	18—12	81.5	10.5—7.5
成活率(%)	71.7	72.4	69.0	78.7	90.0	95.2	96.5	92.9
生长速度(毫米/日)	0.16	0.19	0.81	0.81	0.51	0.46	0.73	0.43

盐度单因子试验结果表明,仔虾有很强的耐低盐性,即使在7%的低盐条件下,也仍有部份仔虾能够生存。但按显著性统计检验标准,仔虾适盐的下限应为16%左右,最适盐度下限应为22%左右,最佳培养效果的盐度为25%。这一结论与从正交实验中所能得出的结论是一致的。单就仔虾初期 (P_1-P_5) 的适盐下限来说,本试验的结论应是10%。该值高于中国科学院海洋研究所提出的5%⁽¹⁾,而稍低于黄海水产研究所认为的11.08%⁽²⁾。这可能是由于试验条件或定值标准不同而造成的。我们认为在有条件的情况下,仔虾培养水的盐度应保持在25%左右。

(3) 仔虾培养密度 在正交实验中,除 $P_{10}-P_{15}$ 阶段仔虾密度对成活率有显著影响外,其它阶段对成活率无显著影响,而且在全过程对仔虾生长的影响也不大。此外,生产

(1) 中国科学院海洋研究所,1981。对虾工厂化育苗方法的研究与应用。油印稿。

(2) 黄海水产研究所增殖室对虾组,1981。对虾人工育苗操作规程(试行草案)。油印稿。

性试验结果也证明, 10 万尾/立方米并不是仔虾培养密度的上限。

(3) 扁藻 (*Platymonas* spp.) 我们在试验中观察到, 投有扁藻水中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量总是明显地低于无扁藻的培养水。孙勉英的试验证明, 扁藻在繁殖生长过程中, 确有较强的吸收 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的功能⁽¹⁾。在本文的正交实验中, 0.5 万细胞/毫升密度的扁藻, 对仔虾成活率和生长都有一定作用。所以, 在高密度培养仔虾的情况下, 在培养水中维持适量的扁藻, 用以改善水质条件将是有益的。

(5) 土霉素 土霉素除众所周知的抑菌作用之外, Л. КОРНЕЕВА 还认为, 因为抗菌素具有加强鱼体蛋白质合成的作用, 所以可作为鱼类生长促进剂^[4]。本文的正交试验证明, 1ppm 浓度土霉素有显著的促进仔虾生长的作用; 而 1.5ppm 浓度土霉素将抑制仔虾生长。因此, 在培养水中维持 0.5—1ppm 土霉素既是一项预防疾病的保护性措施, 又有利于仔虾的生长。

(6) 其它条件 本实验证明, 下述条件是适宜的, 水温: 25—26°C; 充气量: 每分钟充气量达到水体积的 1—2%; 换水量: 每日换入新水二分之一。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院数学研究所统计组, 1978。常用数理统计方法。科学出版社。
 [2] 社団法人資源協會。1976。新版つくる漁業, P 108。財団法人農林統計協會發行。
 [3] 石岡宏子, 1978。クルマエビ人工種苗の生理生態に関する研究。南西海区水産研究所研究報告, 1978(6): 59—84
 [4] Л. Корнеева, 1965. Эффективность Применения Кормового Тетрациклина. *Рыбоводство И Рыболовство*, 3: 11—12

A STUDY ON CULTURE TECHNIQUES OF HIGH DENSITY OF JUVENILE PRAWNS (*PENAEUS ORIENTALIS*) IN LABORATORY

Liu Chuanzhen and Dai Deiyian

(*Liaoning Marine Fisheries Research Institute*)

Xu Yongdong and Liu Jianhua

(*Dalian Fisheries College*)

Abstract

The effects of food, salinity and other factors on the survival rate and growth of juvenile prawns under high density cultivation in lab. were observed. Through orthogonal design of multi-factors, the additional single-factor experiments and productive experiment, several key technical measures were explored.

The results of the experiments as follows:

(1) 孙勉英, 1982。扁藻吸氮机能的研究。手稿。

1. The low limit of suitable and optimum salinities for juvenile prawns are 16‰ and 22‰ respectively. The optimum cultivation value is 25‰.

2. Nauplius of *Artemia salina* were used to fed the post larvae of prawn in the first four days. The feeding ration from the first-day larvae was 125 individuals per juvenile prawn. Latter on, the appropriate daily increasing of food was 90 individuals per prawn. The *Tubifex* sp, the ground *Venerupis philippinarum* meat or the brine shrimps could be fed to the post larvae of prawn during the period from the 5th day to the 20th day. The feeding ration could be calculated as following:

$$Wg \times 10^{-2}(P) = 0.2482e^{0.2064t}$$

t : days of culture of juvenile prawn

3. By keeping the *Platymonas* spp. a density of $0.5-1.0 \times 10^4$ cell/ml could remarkably decrease the amount of $\text{NH}_3\text{-N}$ in culture seawater.

4. By keeping terramycin a concentration at 0.5—1.0 ppm in culture seawater could not only prevent diseases, but also accelerate the growth of juvenile prawn.

5. In the productive experiment 1.41 million juvenile prawns with an average length of 0.95mm were harvested from 13 ponds of 23m^3 seawater. The yeild was 61 thousand prawns per cubic meter of seawater. The survival rate was up to 83.3%.