

研究团队科学研究介绍

一、理论研究

(一) 贝类研究方面

1、墨西哥湾扇贝的形态增长规律

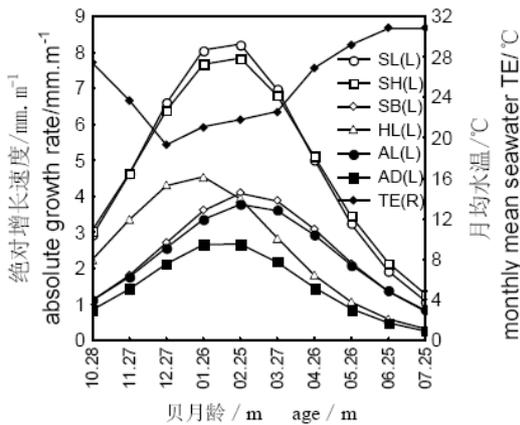


图4 各形态性状的绝对增长速度与贝龄关系

研究发现墨西哥湾扇贝 (*Argopecten irradians concentricus* (Say)) 各形态性状生长过程遵循 Logistic 生长模型、壳宽及闭壳肌长出现生长延缓、不同地理种群形态增长存在显著差异、形态性状生长速度受温度及生长阶段共同调控等现象。提出了根据壳宽及闭壳肌生长适时收获的新观点。研究结果可为墨西哥湾扇贝养殖生态研究、选择育种及养殖生产提供理论指导。

2、墨西哥湾扇贝重量性状增长规律

研究发现北部湾海域墨西哥湾扇贝 (*Argopecten irradians concentricus* (Say)) 各重量性状增长过程遵循 Logistic 生长模型,发现生殖腺重增长提早、壳重增长延缓、重量性状增长滞后于形态性状等现象。研究结果可为墨西哥湾扇贝养殖生态研究、选择育种及养殖生产提供理论指导。

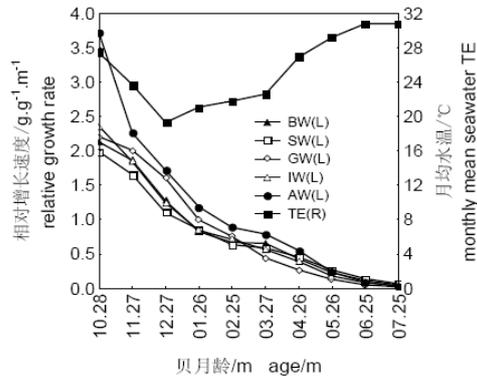
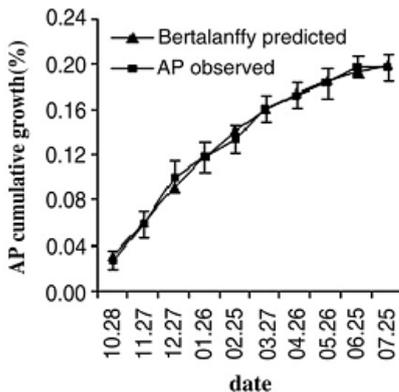


图8 各重量性状相对增长速度与贝龄关系
Fig.8 Relationship between relative growth rate of weight traits and age



3、Optimal prediction of adductor percentage for

Argopecten irradians concentricus (Say) cultured in Beibu bay in China

In the paper, according to Mallows' Cpcriterion and a couple of other pertinent statistics, decision on the determination of the optimal math model, the growth of adductor percentage was observed to

exhibit the Brody pattern. Results of the study are greatly instrumental to the formulation of culture and breeding scenario of *A. irradians concentricus*.

4、墨西哥湾扇贝

高起始致死温度

对高温敏感起始点 (upper sensitive incipient temperature)、高起始致死温度 (upper incipient lethal temperature) 的研究具有独创性, 研究发现不同规格及生理状态的墨西哥湾扇贝 (*Argopecten irradians concentricus* (Say)) 对高温的耐受性存在显著性差异 ($P < 0.05$), 解释了高温期产精排卵贝容易死亡的问题。确定了北部湾 6m 以上水深海域夏天养殖该贝具有安全性, 为墨西哥湾扇贝养殖场合适度的评价提供依据。

表5 各种规格扇贝168hULT₅₀的Duncan法多重比较结果

Tab 5 Results by Duncan multiple comparison

规格 size	中贝 middle	小贝 small	稚贝 juvenile	非产放大贝 nonreleasing large individuals	大贝平均 means of large individuals	产放大贝 releasing large individuals
168hULT ₅₀ (°C)	32.71 ^a	32.67 ^a	32.40 ^b	32.41 ^b	32.08 ^c	31.73 ^d

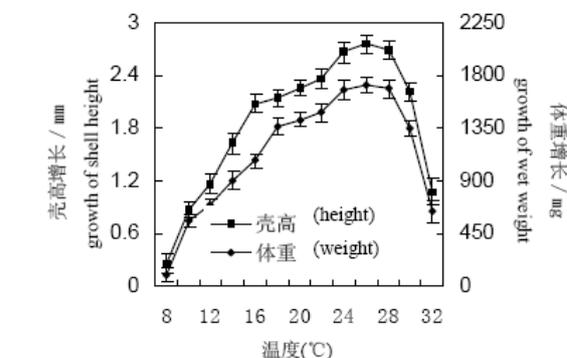


图3 不同温度下大苗的绝对增长随温度的变化

Fig.3 Change in absolute growth of large seedlings with varying temperatures

5、温度对不同大小墨西哥湾扇贝生长的影响

研究墨西哥湾扇贝 (*Argopecten irradians concentricus* (Say)) 的适宜、较适宜及最适宜生长温度。结果表明三种苗在 8~32°C 水温下均能生长, 肯定了北部湾海域养殖墨西哥湾扇贝的温度优势, 为墨西哥湾扇贝养殖海区选择、种苗中间培育及养殖生产提供了理论指导。

研究墨西哥湾扇贝 (*Argopecten irradians concentricus* (Say)) 的适宜、较适宜及最适宜生长温度。结果表明三种苗在 8~32°C 水温下均能生长, 肯定了北部湾海域养殖墨西哥湾扇贝的温度优势, 为墨西哥湾扇贝养殖海区选择、种苗中间培育及养殖生产提供了理论指导。

6、墨西哥湾扇贝稚贝盐度适应性的研究

研究表明墨西哥湾扇贝 (*Argopecten irradians concentricus* (Say)) 稚贝适宜生存盐度为 23.6~35.7, 最适生存盐度为 26.0~31.3; 适宜生长的盐度是 23.6~35.9, 最适生长盐度为 27.4~31.3。在盐度变化超出最适范围时, 墨西哥湾扇贝稚贝对低盐更为敏感, 高盐对稚贝的存活、生长、增重更有利。研究结果对养殖生产具有重大的指导意义。

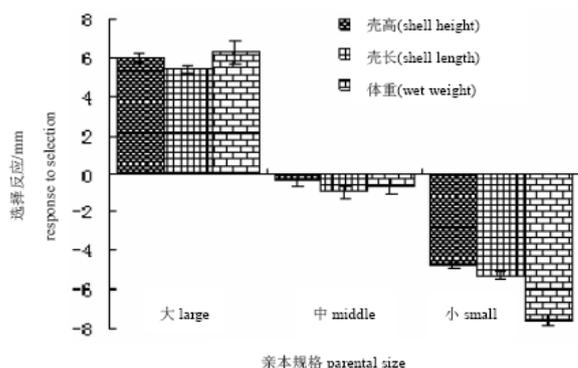


图1 不同性状的选择反应 Fig.1 Responses to selection of different traits

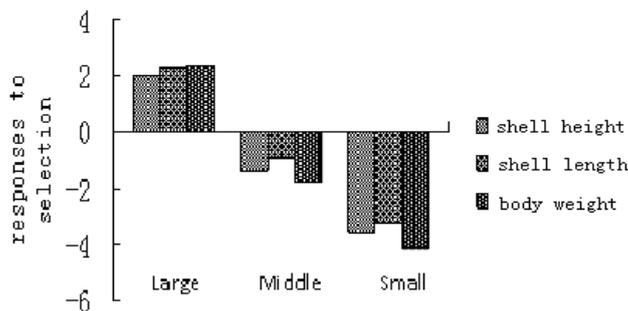
7、墨西哥湾扇贝亲代选择对自交子一代的影响

按亲本规格分成大、中、小 3 组, 利用该贝雌雄同体的特性分别进行自交。结果表明, 各自交组在养成期存

活率、壳长壳高体重日增长率和选择反应等指标上,大规格优于中规格 ($P<0.01$); 中规格优于小规格 ($P<0.01$)。大规格亲贝壳高、壳长和体重的实现遗传力分别为 0.52、0.49 和 0.40。研究发现,墨西哥湾扇贝 (*Argopecten irradians concentricus* (Say)) 亲代选择对自交子一代生产性能具有极显著影响($P<0.01$), 截断选择策略有效。研究结果为该贝的选择育种提供理论依据。



8、Effect of selection on mix-spawned F_1 progeny of *Argopecten irradians*



120 randomly selected adult individuals from the same *A. irradians concentricus* cultured population were divided into 3 groups according to shell length: large group (shell length 4.91-6.02cm, 5.40 ± 0.28 , $n=33$), middle group (shell length 4.21-4.88cm, 4.50 ± 0.18 , $n=49$) and small group (3.31-4.18cm, 3.93 ± 0.19 , $n=38$), then mixed spawning

was carried out. Realized heritabilities of shell height, shell length and body weight were 0.253, 0.274 and 0.202 respectively for F_1 population of large-size parents. The directional parental selection for *A. irradians concentricus* improved the growth and anti-adversity performance of mix-spawned progeny, showing that higher genetic variation was embraced in present cultured populations of *A. irradians concentricus* in Beibu bay of China, and the strategy of truncation selection for the selective breeding of *A. irradians concentricus* was suggested.



9、华贵栉孔扇贝稚贝对盐度适应性的研究

研究表明华贵栉孔扇贝 *Chlamys nobilis* (Reeve) 稚贝适宜生存盐度为 24.27~37.18, 最适生存盐度为 26.91~32.13; 适宜生长盐度为 24.56~37.09, 最适生长盐度为 26.91~29.52。当盐度变化超出最适范围时, 稚贝对低盐更为敏感。在盐度为 29.52 时, 稚贝具有最高的相对存活率、壳高日增长率及体重日增长率。结果对该贝的养殖生产具有指导意义。

10、华贵栉孔扇贝主要经济性状对闭壳肌重的影响效果分析



表3 各经济性状对闭壳肌重的通径分析
Table3 Path analysis of the effects of the economic traits on adductor weight

性状 traits	相关系数 correlation coefficients	直接作用 (通径系 数) direct effect	间接作用 indirect effect						
			Σ	壳长 shell length	壳高 shell height	壳宽 shell width	铰合 线长 hinge length	全重 body weight	软体重 edible part weight
壳长 shell length	0.781**	0.199**	0.502		0.038	0.227	-0.029	-0.156	0.502
壳高 shell height	0.734**	0.047	0.687	0.161		0.213	-0.028	-0.155	0.496
壳宽 shell width	0.755**	0.394**	0.361	0.116	0.025		-0.021	-0.114	0.355
铰合线长 hinge length	0.567**	-0.043	0.610	0.136	0.032	0.199		-0.114	0.357
全重 body weight	0.705**	-0.242**	0.947	0.131	0.031	0.186	-0.020		0.619
软体重 edible part weight	0.851**	0.712**	0.139	0.142	0.033	0.197	-0.022	-0.211	

注: ** , 表示差异极显著 (P<0.01)。
Note: "**" shows extremely significant difference (P<0.01).

闭壳肌是选择育种的一个重要目标性状, 采用多元回归和通径分析建立了壳长、壳宽、活体重、软体部重对闭壳肌重的回归方程: $Y = -4.403 + 0.032X_1 + 0.243 X_2 - 0.035X_3 + 0.228X_4$, $R^2=0.856$ 。找出与闭壳肌重的关联度最大的性状作为选育目标性状是本研究的目的, 本研究为**华贵栉孔扇贝 *Chlamys nobilis* (Reeve)**的选择育种提供理论依据。

11、马氏珠母贝四种壳色选育系的遗传多样性研究

运用随机扩增多态性DNA (random amplified polymorphic DNA, RAPD)技术对经过3代壳色选育的**马氏珠母贝 (*Pinctada martensii* Dunker)**黑、白、红、黄等四种壳色选育系的遗传多样性进行了研究, 结果表明四种壳色选育系均具有较高的遗传多样性, 选育系间遗传分化明显, 其差异已达亚种级水平。研究结果为四种壳色马氏珠母贝的定向选育奠定了理论基础。

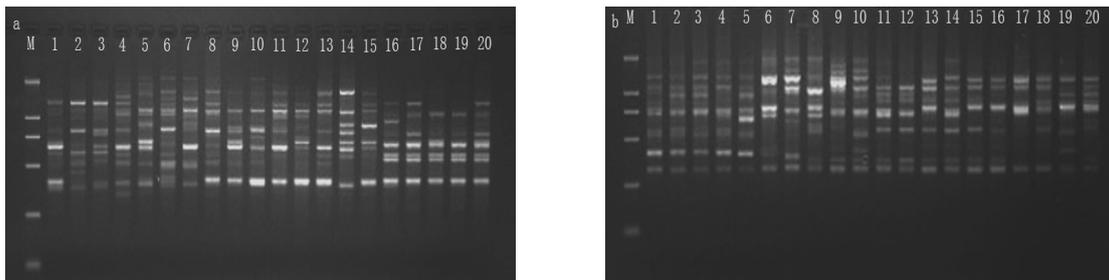


图1 引物S4, S8对四种壳色马氏珠母贝基因组DNA随机扩增电泳图

Fig.1 DNA profiles amplified by RAPD primer S4,S8 respectively among four shell colors genome DNA of *Pinctada martensii*

注: M: 2000、1000、750、500、250、100;

a: 引物4: 1~5黑壳色、6~10白壳色、11~15红壳色、16~20黄壳色



12、马氏珠母贝壳长生长模型研究

采用 C_p 准则弄清了**马氏珠母贝 (*Pinctada martensii* Dunker)**壳长的生长发育规律, 研究结果可为马氏珠母贝养殖生态研究、选择育种及养殖生产提供参考。

表2 各模型 C_p 统计量的值
Tab.2 C_p values of varying growth models

模型 model	RSS	参数个数 number of parameters	Mallovs' C_p
von Bertalanffy	45.000	3	15.11
Gompertz	53.712	3	16.87
Logistic	80.582	3	22.31
Brody	35.012	3	13.09
Richards	34.586	4	14.70

3、马氏珠母贝经济性状对体重决定效应分析

通过研究确立了马氏珠母贝 (*Pinctada mantensii* Dunker) 育种目标性状的选择策略为首选壳长, 二选壳高, 三选壳宽。研究还发现壳宽对软体部重具有最大的决定效应, 提出加大壳宽选择强度以培育大型珍珠的新观点。研究结果可为该贝育种目标性状的确定提供理论依据。

表5 流沙样本各经济性状对体重的决定效应

途径 path	直接决定效应 (R_d^2) direct determination	间接决定效应 (R_i^2) indirect determination	总决定效应 (d_j) overall determination
SL对BW SL to BW	0.091	0.319	0.410
SH对BW SH to BW	0.072	0.284	0.356
SW对BW SW to BW	0.029	0.183	0.212
HL对BW HL to BW	0.002	0.030	0.032
TW对BW TW to BW	0.089	0.304	0.393
AW对BW AW to BW	0.001	0.004	0.005
误差对BW error to BW	—	—	0.112

15月龄个体的7个性状进行了测量。结果表明, 7个生长相关性状都具有较大的加性遗传变异 ($P < 0.05$); 壳重性状的显性遗传变异较小 ($P > 0.05$), 其它6个性状的显性遗传变异较大 ($P < 0.05$)。研究结果表明, 马氏珠母贝选择育种宜采用个体选择方法。

14、马氏珠母贝生长性状的遗传力估计

运用巢式遗传交配设计, 采用来自海南三亚、深圳大亚湾、北海围洲岛的3个野生马氏珠母贝 (*Pinctada mantensii* Dunker) 地理种群和45个来源不同的人工养殖群体组建育种基础群, 培育产生了12个父系半同胞家系、36个全同胞家系, 累计对家系中的4900个

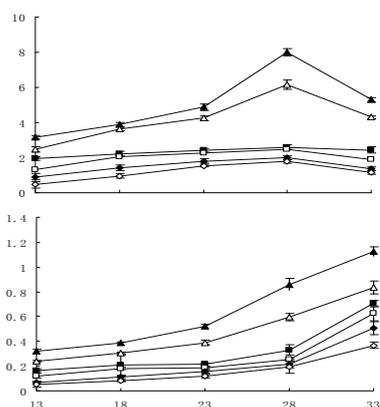
表4. 各性状方差组分与表型方差的比率

Tab. 4 Ratios of varying variance components to phenotypic variance for varying traits

性状 Trait	加性方差/ 表型方差 $V_A/V_P(SE)$	显性方差/ 表型方差 $V_D/V_P(SE)$	基因型方差/ 表型方差 $V_G/V_P(SE)$
SL	0.64*±0.10	0.15*±0.02	0.78*±0.12
SH	0.49*±0.06	0.14*±0.03	0.63*±0.09
SB	0.38*±0.14	0.16*±0.01	0.54*±0.13
HL	0.41*±0.12	0.15*±0.03	0.56*±0.11
BW	0.53*±0.11	0.15*±0.06	0.68*±0.08
TW	0.35*±0.07	0.21*±0.08	0.55*±0.08
SW	0.67*±0.10	0.08±0.13	0.75*±0.14

15、体重和温度对马氏珠母贝耗氧率和排氨率的影响

采用室内实验生态学方法对马氏珠母贝的耗氧率和排氨率进行了研究, 旨在为马氏珠母贝 (*Pinctada mantensii* Dunker) 养殖容量及育珠生理提供参考。结果表明, 在13—33℃, 耗氧率和排氨率与体重都呈负相关, 可以用 $Y = aW^{-b}$ 表示。



在13—28℃, 耗氧率随温度的升高而增加, 温度升高到33℃时, 耗氧率反而下降, 而排氨率则呈持续升高趋势。在13—28℃, 呼吸和排泄 Q_{10} 值范围分别为1.51—2.71和1.03—2.73, 且不同规格马氏珠母贝的耗氧率和排氨率的比值 (原子数 O: N) 较高。方差分析表明, 体重、温度及二者的交互作用对马氏珠母贝的耗氧率和排氨率均有极显著的影响 ($P < 0.01$)。马氏珠母贝的日常代谢明显高于

标准代谢, 耗氧率和排氨率平均值分别提高40.8%和59.1%。

16、自溶面包酵母在马氏珠母

贝育苗中的饵料效果

在实验车间内利用120L的塑料箱作为实验容器, 采用自溶面包酵母作为单细胞藻的辅助饵料, 研究了自溶面

表2 投喂不同饵料对马氏珠母贝壳顶幼虫的存活和生长的影响

Tab. 2 Effects of different feed on survival and growth of *Pinctada mantensii* umbonate larvae

指标 Indicator	饵料 Feed				
	自溶酵母 Autolyzed baker yeast	小球藻 Chlorella sp.	扁藻 Platymonas subcordiformis	50% 自溶酵母+50% 小球藻 Autolyzed baker yeast+ Chlorella sp.	50% 自溶酵母+50% 扁藻 Autolyzed baker yeast+ P. subcordiformis
实验前幼虫数量 / ×150 ind Larvae amount before experiment	2	2	2	2	2
实验后幼虫数量 / ×150 ind Larvae amount after experiment	0	0.672±0.054*	1.668±0.056*	1.914±0.082*	1.842±0.006*
存活率 % Survival rate	0	33.6±2.7*	83.4±2.8*	95.7±4.1*	92.1±4.8*
实验前幼虫壳长 / μm Shell length before experiment	96.2±6.9	96.2±6.9	96.2±6.9	96.2±6.9	96.2±6.9
实验后幼虫壳长 / μm Shell length after experiment	0	158.4±5.1*	183.7±2.9*	204.5±3.0*	202.6±2.3*
壳长日增长 / (μm·d ⁻¹) Shell length daily gain	0	6.22±0.51*	8.75±0.29*	10.83±0.30*	10.64±0.23*

注: 同一行右上角不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$); 实验周期为10 d.

Note: Values with different letters in the same row are significantly different ($P < 0.05$); duration of experiment was 10 d.

包酵母在**马氏珠母贝** (*Pinctada martensii* Dunker) 育苗中的饵料效果, 以期解决该贝育苗过程饵料供应不稳定、易培饵料品种小球藻利用率低等问题。研究表明, 使用自溶酵母可以优化**马氏珠母贝**健康苗种规模繁育中的饵料供应工艺及提高易培饵料品种小球藻的利用价值, 从而提高该贝育苗效果。

表 5 两性性别间形态性状对体重效应的通径分析
Tab.5 Path analysis for effects of morphological traits on body weight in two sex groups

通路 path	直接决定效应 direct decision effect		间接决定效应 indirect decision effect		决定系数 d_i decision coefficient d_i	
	雄	雌	雄	雌	雄	雌
	male	female	male	female	male	female
SL 对 WT	0.089	0.010			0.330	0.137
SL to WT						
SB 对 WT	0.205	0.354	0.173	0.114	0.378	0.468
SB to WT						
SH 对 WT	0.179	0.248	0.249	0.149	0.428	0.397
SH to WT						
AD 对 WT	0.000	0.001	-0.023	0.021	-0.023	0.022
AD to WT						
WT						
RC 对 WT	0.001	0.000	-0.006	0.002	-0.005	0.002
RC to WT						
残差 residual	0.122	0.104			0.122	0.104

17、南海毛蚶形态特征对体重

的相关分析

采用通径分析方法研究南海**毛蚶** (*Scapharca subcrenata* Lischke) 5 个形态特征对体重的总效应并以综合决定系数为确定形态性状重要性的准则, 为毛蚶育种方案的制订初步奠定了理论基础。

18、温度和盐度

对方斑东风螺胚胎发育的影响

确立了**方斑东风螺** (*Babylonia areolata*) 胚胎发育的最低和最高临界温度及盐度, 及胚胎发育所需的最适温度、盐度范围。证实最适范围内**方斑东风螺**胚胎发育所需时间[T (h)]与水温[X (°C)]符合指数函数的负相关关系, 而盐度对方斑东风螺



的胚胎发育速度无显著影响。

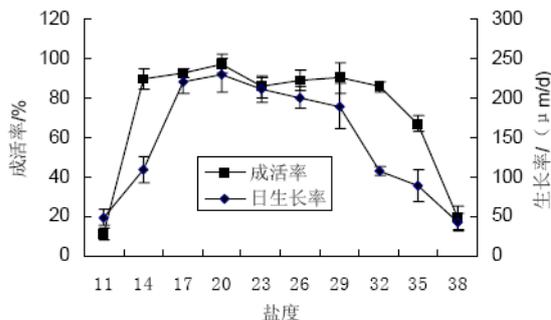


图2 不同海水盐度对方斑东风螺稚螺存活和生长的影响
Fig.2 Influence of sea water salinity on survival and growth of *Babylonia areolata* juveniles

指导意义。

20、体重和温度对方斑东风螺

耗氧率和排氨率的影响

研究表明软体部分干重 (W)、温度以及二者的综合效应均对方斑东风螺 (*Babylonia areolata*) 耗氧率和排氨率有极显著的影响, 建立

19、方斑东风螺对盐度适应性研究

研究表明**方斑东风螺** (*Babylonia areolata*) 适宜生存盐度为 19.18~41.39, 最适生存盐度为 26.0~34.4; 适宜生长盐度为 19.28~39.96, 最适生长盐度为 26.0~31.6。当盐度变化超出最适范围时, 养殖**方斑东风螺**对低盐更为敏感。研究结果对该螺的养殖生产具有

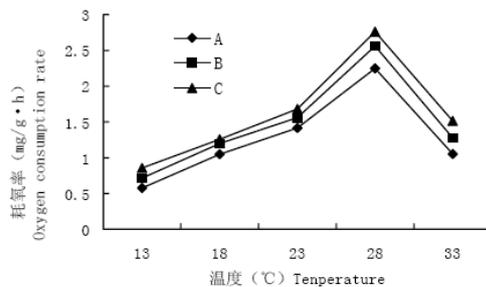


图1 温度对方斑东风螺耗氧率的影响
Fig.1 The effects of temperature on oxygen consumption rates of *Babylonia areolata*

了不同温度下方斑东风螺的软体部分干重 (W) 与耗氧量(R)、排氮量(A)之间的幂函数方程。

表 8 不同规格方斑东风螺在不同盐度下的 O:N
Tab.8 The O:N ratio of different size *Babylonia areolata* under different salinity treatments

盐度	A组(大)	B组(中)	C组(小)
13	7.01±0.53	6.59±0.78	5.55±0.84
18	8.97±1.06	8.21±0.43	7.65±0.47
23	10.10±0.78	8.96±0.66	8.21±0.59
28	11.21±1.13	10.01±0.47	9.22±0.96
33	8.22±0.98	7.91±0.57	6.52±0.64

21、盐度对方斑东风螺呼吸和

排泄的影响

研究表明不同盐度下方斑东风螺 (*Babylonia areolata*) 的软体部分干重 (W) 与耗氧量(R)、排氮量(A)

之间呈幂函数关系。建立了耗氧率和排氮率与盐度 (S)、软体部分干重 (W) 的二元线性回归方程。该研究可为方斑东风螺生理生态学研究提供理论依据。

22、几种环境因子对方斑东风

螺稚螺生长与存活的影响

研究确立了方斑东风螺 (*Babylonia areolata*) 稚螺生长与存活的最低和最高临界温度、盐度及 pH 值, 及生长与存活所需的最适环境范围。证实池底铺砂可显著提高稚螺的日生长率, 但对稚螺的成活率无显著影响。

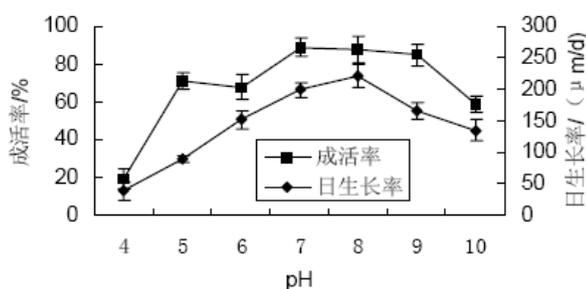


图3 不同海水pH对方斑东风螺稚螺生长和存活的影响
Fig.3 Influence of sea water pH on survival and growth of *Babylonia areolata* juveniles



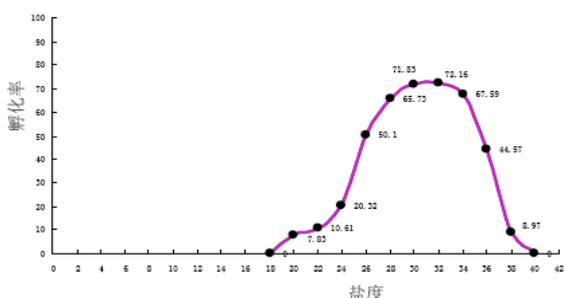
23、药物对方斑东风螺面盘幼虫的急性毒性

研究得出高锰酸钾、新洁尔灭、硫酸锌、制霉菌素、甲醛等各种药物对方斑东风螺 (*Babylonia areolata*) 面盘幼虫的 24hLC50、48hLC50、96hLC50 和安全浓度, 为该螺苗培育过程药物使用提供理论依据。

24、盐度对九孔鲍胚胎发育的影响

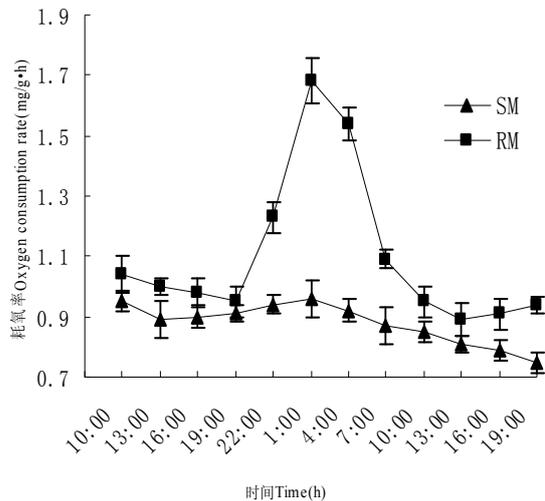
研究表明盐度对九孔鲍 (*Haliotis diversicolor supertexte* Lischke) 胚胎发育具显著的影响。九孔鲍胚胎发育的最低和最高临界盐度分别是 20 和 38, 适宜及最适盐度范围分别为 26~36、30~32。

不同盐度对九孔鲍受精卵孵化的影响曲线图



25、主效基因位点的相对选择效率

利用单个已识别主效基因位点加微效多基因的混合遗传模型在二性状育种目标下研究了基因型选择的相对选择效率，并考察主效基因方差贡献、性状遗传力和遗传相关对相对选择效率的影响，找出了控



制相对选择效率在实际应用中的主要影响因素。率为 $1.81 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ，并处于相对稳定状态；窒息点 $0.43 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ；(2) 管角螺的标准代谢和常规代谢随着体重的增加而降低，同时夜间代谢强于白天。实验结果还表明，S、M 和 L 各组分别在食后 24h、24h 和 27h 达到各自排氨率的高峰，其峰值分别为 3.94 、 2.64 和 $1.71 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ，分别为各自饥饿状态下排氨率的 1.87、1.73 和 1.31 倍。

27、管角螺、细角螺的核型研究

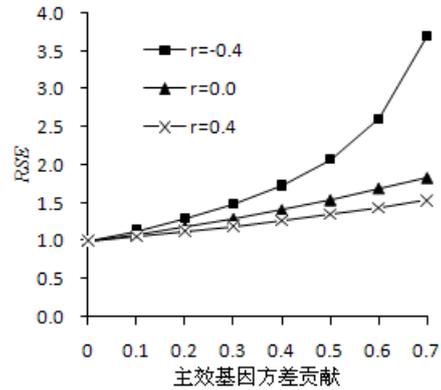
以管角螺 (*Amnicolus tuba*(Gmelin))、细角螺 (*A. tenuis*(Gmelin)) 鳃组织为材料，经过秋水仙素处理，空气干燥法制片，Giemsa 染色，观察分析获得染色体核型。结果表明，管角螺核型公式为 $2n=60=44m+10sm+6t$ ，染色体总臂数 $NF=114$ 。细角螺核型公式为 $2n=42m+10sm+2st+6t$ ，总臂数 $NF=112$ 。两种螺的全套染色体中未发现次缢痕、随体，也无性染色体。

(二) 甲壳类研究方面

1、地膜池与普通土池封闭式养殖斑节对虾

的研究

采用 5 口地膜改造土池与 5 口普通土池进行封闭式养殖斑节对虾试验。经过 100~110d 养殖，结果显示，5



制相对选择效率在实际应用中的主要影响因素。

26、管角螺窒息点及昼夜代谢

规律

研究了管角螺 (*Amnicolus tuba*(Gmelin)) 的窒息点及其标准代谢 (SM) 和常规代谢 (RM) 昼夜变化规律。结果表明：(1) 当水中的溶解氧 (DO) 含量大于临界值 $4.37 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时，管角螺的耗氧

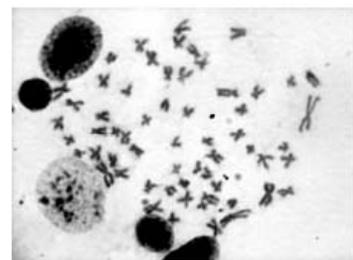


图 1 细角螺的中期染色体及核型
Fig.1 Metaphase chromosomes and karyotype of *A. tenuis*



口地膜池共 2.1hm²，收虾 11941.5kg (亩产 375.5kg)，成功率 80%，平均收获 65 尾/kg。5 口普通土池共 4hm²，收虾 3752kg (亩产 63kg)，成功率仅为 40%，平均收获规格 79 尾/kg。结果表明地膜池从成活率、生长速度、成功率、产量等均显著优于传统土池。

2、5 种不同饵料对日本囊对虾早期生长及感染 WSSV 存活率的影响



采用 5 种不同饵料投喂日本囊对虾幼虾 20d。ANOVA 分析表明，5 种饵料对日本囊对虾生长的影响差异显著 ($P<0.05$)。其中卤虫组体长、体重的增长明显优于其他各组，差异达极显著水平 ($P<0.01$)，牡蛎肉组次之。人工投喂 WSSV 感染 5 种不同饵料的日本囊对虾幼虾 10d。卤虫组和鱼粉组的存活率最高 ($P<0.01$)。半定量 PCR 检测表明，感染前日本囊对虾幼虾均不携带 WSSV，感染后全部个体检测到相应的病毒特征片段。

3、不同饵料对斑节对虾幼虾的生长及对 WSSV 敏感性的影响

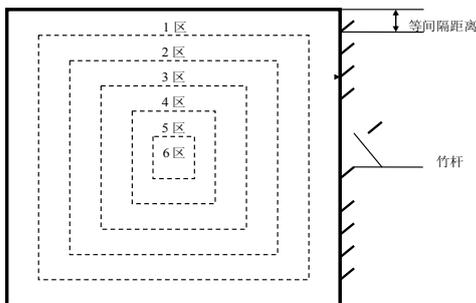
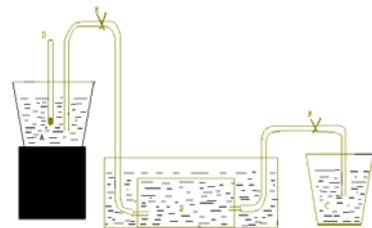
采用 5 种不同饵料投喂斑节对虾幼虾，幼虾的体长、体重及存活率的影响；毒的方法分别感染 WSSV，观察不同 WSSV 敏感性的影响。发现投喂卤虫幼虾体长、体重增长明显优于其他各不同饵料对幼虾 WSSV 敏感性的影响喂感染 WSSV 后，卤虫组和鱼肉组存 <0.01)。PCR 检测表明，感染后全部毒阳性。



比较各饵料对然后用投喂攻饵料对幼虾无节幼体组的 ($P<0.01$)。也有差异：存活率最高 (P 幼虾个体为病毒阳性)。

4、对虾地膜覆沙池和地膜池养殖溶解氧消耗的研究

对地膜覆沙池和地膜池养殖对虾过程中的各耗氧因子进行研究，结果表明：水柱耗氧与养殖时间呈正相关显著；底质总耗氧也随养殖时间增大而增大，从始到终底质耗氧都是由池边向中央增大；对虾耗氧率与体长有良好显著线性关系，凡纳滨对虾的线性方程： $V=1.4505-0.1078L$ ，相关系数 $R=0.9182$ ，斑节对虾： $V=1.4532-0.1085L$ ， $R=0.9017$ ，但对虾总耗氧却大幅度增大。



5、对虾水平分布和理化因子的关系

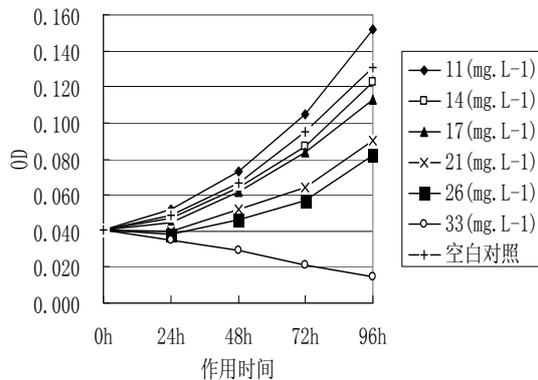
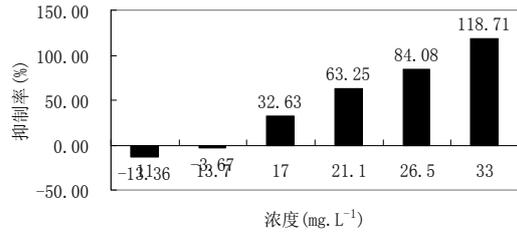
通过测定地膜池养殖中后期的不同区域斑节对虾数量和 8 个关键水体理化因子，研究对虾水平分布和理化因子的关系。结果表明：从池边至中央排污口处，夏季，对虾的规格缓慢增大；冬季，对虾的规格缓慢减小；而密度则中间低，从池边至中央排污口处，不断减少，变化范围为 119~34 尾/m²。对虾的水平分布与 4 个理化因子的多元回归方程为： $y=2050.39-63.75\times D_0-112.56\times COD-137.94\times NH_4^+-N-2849.50\times H_2S$ ，相关系

数为 0.95。

6、4种常见渔用消毒剂对小球藻

生长的影响

通过常规毒性实验方法，研究了聚维酮碘、高锰酸钾、溴氯海因、强氯精等 4 种常用的消毒剂对小球藻的生长影响。结果表明：4 种消毒剂对小球藻种群生长有显著影响。随着消毒剂浓度的升高，小球藻生长抑制加大，4 种消毒剂的 96h-EC₅₀ 分别为 57 ml·L⁻¹，1.73 mg·L⁻¹，40.50 mg·L⁻¹，19.43 mg·L⁻¹。4 种消毒剂分别用浓度小于 54 ml·L⁻¹，1.8 mg·L⁻¹，34 mg·L⁻¹，17 mg·L⁻¹ 来对养殖水体以及育苗水体进行消毒，不会影响小球藻的生长。



7、4种常见渔用消毒剂对亚心形扁藻

生长的影响

采用常规毒性实验方法，研究了溴氯海因、三氯异氰尿酸、聚维酮碘、二氧化氯等 4 种常用的消毒剂对亚心形扁藻的生长影响。结果表明：4 种消毒剂对微藻种群生长有显著影响。随着消毒剂浓度的升高，亚心形扁藻生长抑制加大，4 种消毒剂的 96h-EC₅₀ 分别为 38.4mg/L，19.4mg/L，0.058ml/L，50.28mg/L。4 种消毒剂分别用浓度小于 34mg/L，17 mg/L，0.048 ml/L，34 mg/L 来对养殖水体以及育苗水体进行消毒，不会影响扁藻的生长。

8、9种水产消毒剂对挪威小毛猛水蚤的毒性

研究了 9 种常见水产消毒剂对挪威小毛猛水蚤 (*Microsetella Norvegica*) 的急性毒性。结果得出 30%过氧化氢、次氯酸钠、溴氯海因、甲醛、高锰酸钾、三氯异氰尿酸、聚维酮碘、二氧化氯和氯氰菊酯对挪威小毛猛水蚤的 24 hLC₅₀、48hLC₅₀ 和安全质量浓度。氯氰菊酯对挪威小毛猛水蚤的毒性作用最强。

9、六种消毒药物处理养殖用海水细菌数量变化

使用不同浓度的二溴海因、聚维酮碘、福尔马林、富氯、漂粉精和次氯酸钠等六种常见消毒药物对蓄水沉淀池养殖用海水进行处理，各分三个时间段进行观察的实验。由药物处理前后细菌数量变化的结果表明：各消毒药物对细菌在一定时间段内均有不同程度的杀灭作用。在特定时间段内，随时间、浓度大体成正相变化，且高浓度的含氯消毒剂对细菌杀灭效果明显，有效氯浓度 0.5 g·m⁻³ 的次氯酸钠最快在 1 h 内杀灭率既可达 100%。

10、北部湾墨吉明对虾和斑节对虾

形态性状对体重的影响分析



选取北部湾野生墨吉明对虾和斑节对虾各 80 尾，对其体长、头胸甲长、胸高、胸宽、尾长、额剑上刺数、额剑下刺数和体重等 8 个性状进行测量。采用逐步回归法分析体重与形态性状的关系。结果表明：墨吉明对虾 5 个性状、斑节对虾 6 个性状与体重的相关系数达到了极显著水平 ($P < 0.01$)，墨吉明对虾的体长、头胸甲长、胸宽、额剑上刺数和额剑下刺数的途径系数达到显著水平；而斑节对虾则为体长、尾长和胸宽。它们是影响体重的主要指标。通过分析，建立最优多元回归方程。从而为墨吉明对虾和斑节对虾的选育种提供理想的测度指标。



11、美国 4 个凡纳滨对虾种群形态差异与判别分析

采用 3 种多元分析方法，对来源于美国的 4 个凡纳滨对虾种群的 13 个形态比例参数进行比较研究。聚类分析的结果表明，Kona Bay 种群与 Molokai 种群形态差异很小，而 SIS 种群、OI 种群趋异程度逐渐增加。判别分析结果显示，4 种群的 13 个形态比例参数有着极显著的差异 ($P > 0.01$)。各种群的判别函数判别准确率均较高。Kona Bay 种群与 Molokai 种群应是同一种群，与 SIS 种群亲缘关系较为接近，SIS 种群和 OI 种群为独立的种群。

采用 3 种多元分析方法，对来源于美国的 4 个凡纳滨对虾种群的 13 个形态比例参数进行比较研究。聚类分析的结果表明，Kona Bay 种群与 Molokai 种群形态差异很小，而 SIS 种群、OI 种群趋异程度逐渐增加。判别分析结果显示，4 种群的 13 个形态比例参数有着极显著的差异 ($P > 0.01$)。各种群的判别函数判别准确率均较高。Kona Bay 种群与 Molokai 种群应是同一种群，与 SIS 种群亲缘关系较为接近，SIS 种群和 OI 种群为独立的种群。

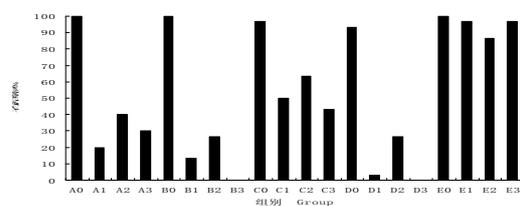
12、北部湾野生长毛明对虾体重和形态性状的关系

测量北部湾 86 尾野生长毛明对虾 (*Fenneropenaeus penicillatus*) 体长、头胸甲长、胸高、胸宽、第一腹节宽、第一腹节高、第三腹节高、额剑上刺数、额剑下刺数和体重等 10 个性状，采用逐步回归法分析 9 个性状和体重的关系。结果表明：体长、头胸甲长、胸高、第一腹节宽、第三腹节高和额剑下刺数 6 个性状与体重的相关系数达到了极显著水平 ($P < 0.01$)。通过分析，建立长毛明对虾的体长、头胸甲长、胸高、第一腹节宽、第三腹节高、额剑下刺数对体重的最优理想回归方程，为长毛明对虾选育种和保种提供理想的测度指标。



13、Different diets on growth and anti-disease activity of *Litopenaeus vannamei*

The study used five different kind of diets fed *Litopenaeus vannamei* on high density, infected them with white spot syndrome virus (WSSV) and taura syndrome virus (TSV) by artificial feeding ,measured the body length as well as body weight before and after the experiment and calculated the survival rate, time is 20 days.The analysis showed that the increasing of weight and length of the group which was fed with Artemia Salina nauplii were significantly higher than other groups ($P < 0.01$), and the group which was fed with artificial feeding got the slowest increasing in length and weight. The group of shellfish took the second place.The group fed with fish was



higher than the shrimp flakes. The increasing of the group which was fed with fish was faster than the one fed with shrimp flakes. After infected with WSSV and TSV, the experiment time is 10 days, there was obvious ($P < 0.05$) differences among WSSV's groups. but not the TSV's. In addition, the death rate of groups which was infected with WSSV was must higher but of the TSV's groups was much lower. The analysis of smiquantitive PCR showed not individuals were infected by WSSV and TSV before the experiment and all were detected to have the characteristic phrase after the experiment.

14、对虾高位池养殖亚硝酸盐调控研究

通过对养成期间换水、投化学药品及施微生态制剂这三种常用方法对虾水体中亚硝酸盐的短期影响进行研究，结果表明，换水对亚硝酸盐含量的影响都比较大，换 30% 的消毒海水，可使水体中亚硝酸盐的浓度降低 16.4%，降低程度显著。15 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 甲醛、10 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 生石灰、1 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 强氯精、1 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 二氧化氯的处理，对水体中亚硝酸盐的短期影响都不显著，亚硝酸盐浓度的变化量都在 5% 以内。而 10 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 光合细菌及 0.3 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 芽孢杆菌的处理，在短期内对水体中亚硝酸盐的影响也不显著，亚硝酸盐浓度的变化量都在 2% 以内。

15、对虾处理水养殖模式浮游生物种群变化规律

对对虾处理水养殖模式不同养殖时期浮游生物种类变化进行研究，结果表明：浮游植物优势种有颤藻 *Oscillatoria*、隐藻 *Cryptomonas*、囊裸藻 *Trachelomonas*、小环藻 *Cyclotella*、桥穹藻 *Gomphonema*、新月拟菱形藻 *Nitzschiella closterium* 等 6 种，各优势种所占的比例为：颤藻 35.8%~96.9%；隐藻 41.1%；囊裸藻 32.9%、57.1%；小环藻 49.5%；桥穹藻 25%；新月拟菱形藻 72.7%。浮游动物优势种有褶皱臂尾轮虫 *Brachionus plicatilis*、桡足类幼体 *Copepodid*、藤壶幼体 *Cypris larva*、桡足类无节幼体 *Copepoda larva*、哲水蚤 *Calanus*、卵细胞 *Eggs*、游仆虫 *Euplotes* 等 7 种。发现虾塘中优势种突出和单一。

(三) 珍稀动物研究方面

1、药物对裸体方格星虫的急性毒性试验

研究表明 3 种药物对裸体方格星虫 (*Sipunculus nudus*) 稚虫的 24 和 48 h LC₅₀ 以及安全浓度分别为敌百虫 1.03, 0.67 和 0.09 mg/L; 甲氰菊酯 0.70, 0.54 和 0.10 mg/L; 益扫剂 0.72, 0.48 和 0.06 mg/L。研究结果为星虫养殖生

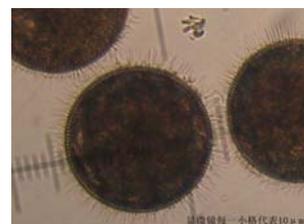
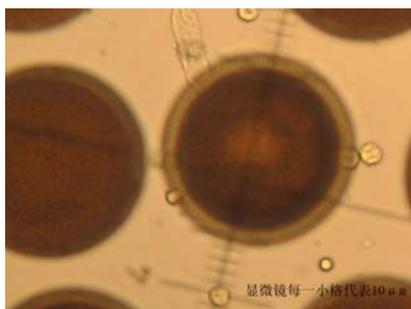


产中虫害防治合理用药提供参考。

2、光裸方格星虫胚胎

及幼虫发育形态观察

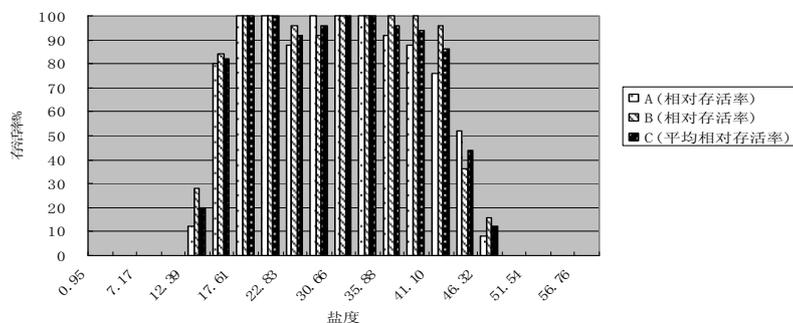
对裸体方格星虫 (*Sipunculus nudus*) 的胚胎与幼体发育形态



进行了观察，并首次发现了极体的出现，推翻了以前其他学者报道光裸方格星虫的胚胎发育中没有极体出现的观点。对光裸方格星虫的胚胎发育研究具有重要的理论意义，同时对光裸方格星虫的人工育苗也具有重要的参考价值。

3、光裸方格星虫成体盐度耐受性的研究

设定 21 个不同盐度对裸体方格星虫 (*Sipunculus nudus*) 成体进行十四天的连续饲养以求得方格星虫在各盐度里的死亡数目和各形态参数，通过采用



“Microsoft Excel”软件对数据进行统计学分析和用“SPSS”软件对各项参数作单因素方差分析，结果表明：方格星虫临界生存盐度为 11.09–46.76；适宜生存盐度为 14.49–42.09，最适存活盐度为 17.61–38.49。虫体的体长体重随盐度的变化呈现反相关的关系，体长，体宽，体重随盐度的增加而减小。研究结果为星虫的养殖生产提供重要的理论指导。

4、不同饵料对光裸方格星虫幼虫生长及存活的影响

采用 10 种不同的饵料对裸体方格星虫 (*Sipunculus nudus*) 海球幼虫进行不同饵料组合投喂测试，以找出能提高海球幼虫生长发育速度和存活率的最佳饵料组合。实验结果表明：海球幼虫在不同发育阶段应投不同的饵料组合。初期海球幼虫口径小、消化能力低，应该投喂细胞体积较小、细胞壁薄的饵料；后期海球幼虫口径大、消化能力强，可以投喂细胞体积大的饵料。

表 2-13 初期海球幼虫生长速度

Tab.2-13 the growth rate of the early larvae

饵料种类	海球幼虫平均体长 (μm)	海球幼虫平均日生长 (μm/d)
亚心形扁藻	376±8	38.00±2.58
亚心形扁藻+小球藻	380±6	39.33±2.02
亚心形扁藻+湛江等鞭金藻	388±7	42.00±2.39
亚心形扁藻+牟氏角毛藻	370±7	36.00±2.34

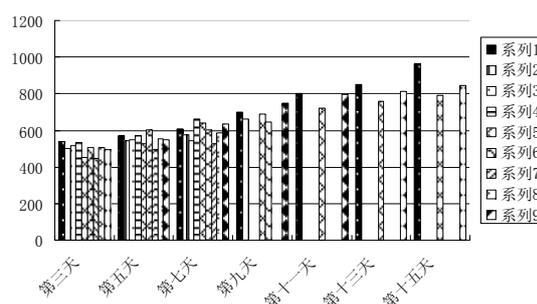
注：孵化后海球幼虫平均体长为 262±0.82 μm，投放个数 2000 只。

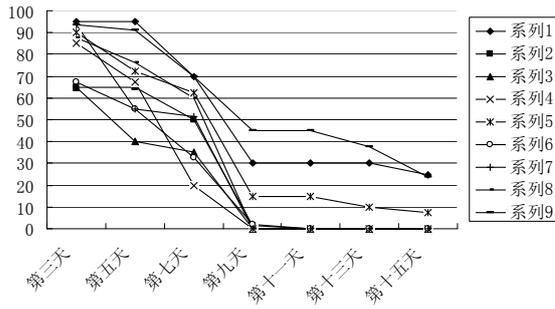
5、不同环境因素对光裸方格星

虫海球幼体生长的影响

采用四因素三水平正交试验的方法研究不同环境因素对裸体方格星虫

(*Sipunculus nudus*) 海球幼体生长的影响。结





果表明：不同环境因素对光裸方格星虫海球幼体发育有不同程度的影响。研究发现光照在实验过程中起着至关重要的作用，直接影响育苗成败。而密度影响最小，充气与换水在不同的阶段所起的作用差别巨大，且两者具有互补作用。不同环境因素各种水平的最佳组合为： $A_1B_1C_1D_1$ 。研究为

其人工育苗提供科学依据。

6、不同底质对方格光裸星虫稚虫存活及生长的影响

本文研究了不同底质对裸体方格星虫 (*Sipunculus nudus*) 稚虫存活及生长的影响，研究表明在细砂、中砂、细砂+粘土 (3:1)、细砂+粘土 (1:3)、粘土五种底质中，无论对于刚刚变态底栖生活的稚虫还是对于进入沙中生活一个月后的稚虫，细砂+粘土 (3:1) 底质的存活率都是最高的。在平均增重率方面，对于刚刚变态底栖生活的稚虫，粘土底质最好。对于进入沙中生活一个月后的稚虫，细砂+粘土 (1:3) 底质较好，为 19.4%。因此选择细砂+粘土底质，可以极大的提高方格光裸星虫人工育苗的存活率及生长速度。研究为该虫的人工育苗提供科学依据。

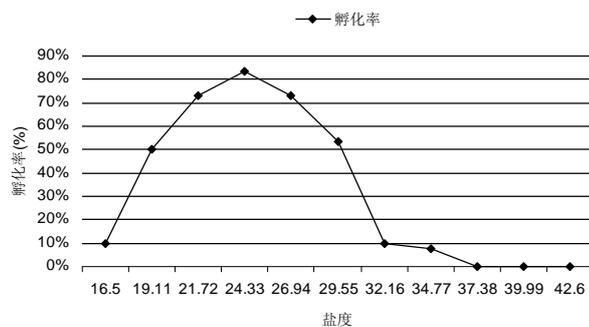
表 2-1 不同底质对方格光裸星虫刚变态底栖生活稚虫的影响

Tab2-1 The Influences of different substrates to the nymphs of just getting metamorphosis

不同底质	试验前重 (g)	试验后重 (g)	试验前数 (条)	试验后数 (条)	存活率 (%)	平均增重 率 (%)
中砂	7.58±0.0533	0	90	0	0**	0**
细砂	7.407±0.0133	4.968±0.0484	90	55	61.1**	5.9**
细砂+粘土 (3:1)	7.622±0.0133	7.303±0.0978	90	70	77.8	18.1
细砂+粘土 (1:3)	7.560±0.040	7.231±0.0522	90	68	75.6	20.2
粘土	7.353±0.0133	5.901±0.0631	90	53	58.9**	22.8*

7、不同盐度对光裸方格星虫受精卵孵化和幼虫存活及生长的影响

结果表明：裸体方格星虫 (*Sipunculus nudus*) 受精卵最适、较适、适宜、临界孵化盐度分别是 21.72~26.94、20.04~28.90、17.48~31.26、16.5~34.14。海球幼虫最适、较适、适宜、临界存活盐度分别是 24.33~26.94、22.70~28.90、19.11~37.38、16.50~42.60。此外，不同盐度对幼虫的生长也存在一定的影响，最高体宽日增长率达 12.86 $\mu\text{m}/\text{d}$ ，对应盐度为 24.33；最高体长日增长率达 38.10 $\mu\text{m}/\text{d}$ ，对应盐度为

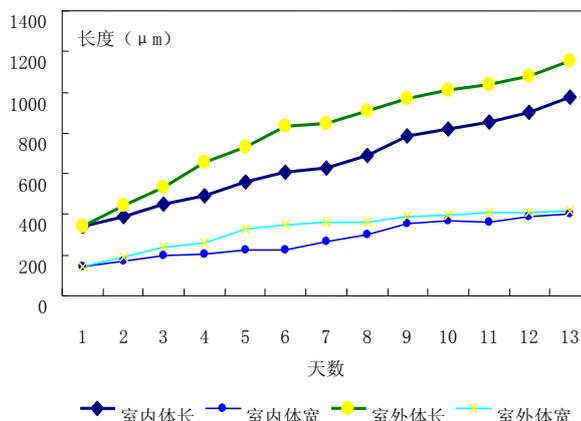


26.94。低盐度更利于幼虫的生长研究结果可为星虫的人工育苗提供参考。

8、光裸方格星虫人工育

苗技术研究

研究表明，在海水比重为 1.018—1.019，水温 28.3℃—30.0℃的条件下，露天阴干刺激 2-3h，受精率和孵化率最高达 98.7%和 96.1%。幼虫培育用金藻、扁藻和硅藻投喂，幼虫在室外培养要较在室内培养生长速度快。幼虫培养 15 天后开始陆续变态附着，粒径 0.1-0.25mm 的细沙、泥沙和沙泥对幼虫的变态附着有一定的诱导作用。泥沙是稚虫的生长和存活最适宜底质。稚虫饵料以硅藻为主，辅以扁藻，30 天后平均每条稚虫重 0.13g，平均每条日增重 0.022g。研究结果为裸体方格星虫 (*Sipunculus nudus*) 的人工育苗技术措施的制定提供依据。



二、 技术研究

(一) 两种文蛤规模化人工育苗技术

2007 年 8 月 28 日，由湛江市科技局组织有关专家在湛江市遂溪县银浪公司水产种苗场对该项目进行阶段性验收。结果：该



项目本批次共生产壳长 (2.78 ± 0.50) mm、体重 830 粒/g 的皱肋文蛤 (*Meretrix lyrata* (Sowerby)、俗称‘越南白’) 种苗 1.1 亿粒；壳长 (3.11 ± 0.88) mm、体重 139.3 粒/g 的文蛤 (*Meretrix meretrix* (Linnacus)、俗



称‘车螺’) 种苗 1.4 亿粒。研究结果为两种文蛤在南方海域的产业化养殖解决了种苗供应的“瓶颈”问题。



(二) 波纹巴非蛤规模化人工育苗技术

2007 年 11 月 19 日，由湛江市科技局组织有关专家在湛江市遂溪县草潭镇银浪公司水产种苗场对该项目进行阶段性验收。结果：该项目本批次共生产壳长 (2.24 ± 0.56) mm、体重 (540 ± 12) 粒/g 的波纹巴非蛤 (*Paphia undulata* (Born), 俗



称‘花蛤皇’) 种苗 2.1 亿粒。为波纹巴非蛤的产业化养殖解决了种苗“瓶颈”问题。



(三) 锯齿巴非蛤

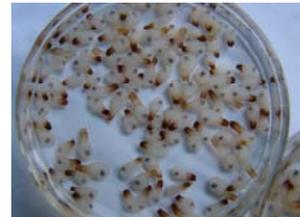
规模化人工育苗技术

2008年11月20日由课题组组织相关课题人员在湛江市遂溪县草潭镇银浪公司水产种苗场对该项目进行阶段性验收。结果：该项目本批次共生产壳长 (2.78 ± 0.46) mm、体重 (454 ± 13) 粒/g的锯齿巴非蛤 (*Paphia gallus* (Gmelin), 俗称‘花蛤公’) 种苗1.67亿粒。为锯齿巴非蛤的产业化养殖解决了种苗“瓶颈”问题。



(四) 施懒蛤人工育苗技术

突破施懒蛤 (*Lutria arcuata* Reeve, 俗称‘象鼻螺’) 亲本促熟培育技术及催产技术；采用三级培育技术培育大规格种苗。



(五) 东风螺规模化人工育苗技术



创造性地使用人工配合饲料、自行研究的变态附着诱导剂、及培育过程的“底质修复”技术，大大提高稚螺育成率，减少稚螺标粗过程的疾病发生率及死亡率，为规模化人工育苗打下了坚实的技术基础，解决了方斑东风螺

(*Babylonia areolata* Lamarck) 及台湾东风螺 (*Babylonia formosae*) 养殖生产的种苗“瓶颈”。



(六) 东风螺池塘养殖技术

首创东风螺池塘养殖模式及养成期“池塘底质修复技术”，包括“干露、底改、渗漏、防淤、藻控”等五项措施，大大提高东风螺的生长速度及存活率；发现东风螺摄食



规律，制定投饵经验公式，对养殖生产具有重要的理论指导意义。中央电视台七台科技苑栏目对本成果进行了采访和报道。

(七) 东风螺滩涂围网养殖技术



首创东风螺滩涂围网养殖模式，研制出具有抗风浪，防爬逃及浮逃、防敌害生物等作用的滩涂养殖框架；发现投喂率随



体重而有规律地变化，得出不同生长阶段的投饵率公式及不同生长阶段重量倍增与所需天数的关系。研究结果为该螺养殖提供理论指导。

(八) 管角螺人工育苗技术

研究表明管角螺 (*Hemifusus tubal Gmelin*) 的胚胎发育在卵囊内完成，其人工育苗相对方斑东风螺来说相对较为简单，无须经浮游阶段，管角螺产出的卵囊在水温 27~29℃、盐度 27~28.5 的条件下，胚胎在卵囊内完成发育，约 31 天左右仔螺从卵囊顶部的小孔爬出，营匍匐生活。稚螺培育时池底铺约 3cm 厚的细砂，投



喂的饵料主要为贝类的肉糜。仔螺经 40 天培育，平均壳高达到 1.54cm。研究为该螺的种苗规模化生产奠定了基础。

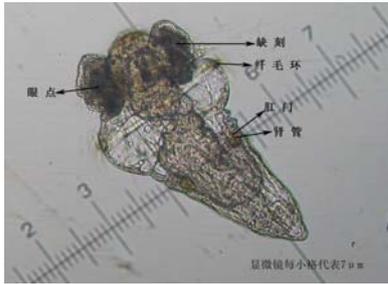


(九) 墨西哥湾扇贝养殖技术

通过实验生态摸清了墨西哥湾扇贝 (*Argopecten irradians concentricus Say*) 对温盐的适应性；通过不同类型海区的比较为养殖海区的选择提供依据；通过不同季节投苗试验确立了“秋冬春”单造养殖模式；采用良种繁育技术防止近亲繁殖退化；利用自主研发的“层隔网箱”种苗标粗技术，大大提高标粗成活率。为该贝在北部湾地养殖提供理论指导。



(十) 方格裸体星虫的人工育苗研究



对裸体方格星虫 (*Sipunculus nudus*) 的胚胎与幼体发育形态进行了观察，并首次发现了极体的出现，推翻了以前其他学者报道光裸方格星虫的胚胎发育中没有极体出现的观点。用剖



开亲虫直接授精法获得胚胎，用流水阴干刺激催产法自然受精获得幼体并观察其发育状况。在 28-30℃ 水温下，从受精卵到孵化出海球幼体，胚胎发育需 28-34h；在水温 28-30℃ 下，从初孵出的海球幼体到附着变态期幼体，需 11-13d。附着幼体经过 4-6d 发育后才完成变态，成为稚虫。研究对光裸方格星虫的人工育苗具有重要的参考价值。

(十一) 日本囊对虾和斑节对虾地膜覆沙池健康养殖技术

日本囊对虾和斑节对虾地膜覆沙池健康养殖技术在海南省和广东省湛江市广泛运用，辐射广西、福建、东南亚等地。据不完全统计：仅海南省和湛江市培训养殖技术人员约 5000 多人次。建设地膜覆沙池 3223 公顷；其中近三年养殖日本囊对虾面积 3.4 公顷；产量 14.8 吨，产值 151.2 万元；斑节对虾养殖面积 905.3 公顷，产量 5694.2 吨，产值 25021.6 万元，利润 12628.3 万元。本项目对于老化虾池改造、促进对虾品种结构调整有重要的意义。



三、 研究花絮



向省渔业局李珠江局长汇报墨西哥湾扇贝养殖推广情况



陪同张国范教授考察墨西哥湾扇贝养殖情况



与张福绥院士探讨墨西哥湾扇贝种质



陪同科技局领导察看扇贝良种选育情况



课题组检查海上扇贝良种选育情况



扇贝研究团队
养殖推广情况



向市长介绍扇贝养殖推广情况



扇贝养殖解决大量劳动力就业



全市扇贝养殖推广现场会



墨西哥湾扇贝鉴定会



海大书记刘卫国与课题组一起把珍珠贝新品系赠送给珠农养殖



海大书记刘卫国要求课题组努力开发新品种促进南珠产业发展



珍珠贝新品系选育



研究生培养



珍珠贝新品系选育



课题组培育的马氏珠母贝四个壳色选育系种苗



波纹巴非蛤规模化育苗项目验收现场



两种文蛤规模化育苗项目验收现场



国内首创地膜养虾



对虾良种选育



技术推广培训



与刘瑞玉院士交流



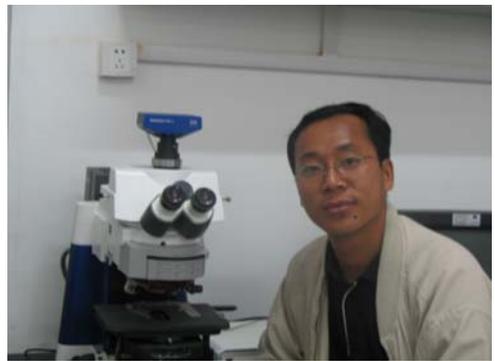
实验室攻关



培训外籍技术人员



实验室攻关



实验室攻关



东风螺项目验收鉴定会



与四大院士合影



科研积极分子发言



培养三能人才



团队获奖证书



团队合影



师德标兵



主编或参编的著作



日本囊对虾和斑节对虾
地膜覆沙池健康养殖技术成果鉴定