

对虾池封闭式三元综合养殖的实验研究*

田相利 李德尚 阎希翥 董双林

(青岛海洋大学, 青岛 266003)

摘要 采用海水陆基围隔实验法探讨以对虾为主的中国对虾(*Penaeus chinensis*)、罗非鱼(*O. mossambicus* × *O. niloticus*)和缢蛏(*Sinonovacula constricta*)投饵混养的最佳结构及N、P的利用率等,并比较其养殖效果。结果表明,对虾的成活率、规格和净产量分别为70.74~81.95%、9.16~10.21 g/ind和485.4~567.6 kg/hm²;罗非鱼的出塘规格和净产量为202.4~242.5 g/ind和66.9~191.9 kg/hm²;缢蛏的出塘规格和净产量分别为5.23~6.12 g/ind和140.4~456.5 kg/hm²。最佳结构与放养个体数的配比为对虾7.21 ind/m²(体长2 cm左右)、罗非鱼(体重150 g左右)0.08 ind/m²和缢蛏(壳长3 cm左右)14 ind/m²组,其N、P的总利用率为23.39%和14.66%。

关键词 中国对虾, 罗非鱼, 缢蛏, 综合养殖, 围隔

在对虾混养中,最为普遍的是虾贝混养和虾鱼混养^[1~5],多种类混养也有报道^[6,7]。但以中国对虾、罗非鱼和缢蛏混养还未见报道。罗非鱼是一种杂食兼滤食性鱼类,活动于水层中;缢蛏为埋栖型滤食性贝类,生活于底泥中。研究表明,罗非鱼主要利用浮游动物和粒径大于25 μm的浮游植物,缢蛏则选择粒径为2~5 μm的浮游植物^[8]。这说明罗非鱼和缢蛏不仅在生活空间上具有互补性,而且在摄食浮游生物与有机腐屑的粒径之间也具有一定的互补性。将二者混养在虾池中,可望能充分利用水体不同生境的浮游生物与腐屑,降低水体有机负荷,从而有效控制水质,并提高物质利用率。

1 材料和方法

1.1 池塘与围隔

实验池设在山东省烟台市黄海水产集团14[#]虾池,池塘面积约3 hm²,水深1.0~1.6 m。围隔正方形,面积5 m×5 m,水深1.0~1.3 m,每个围隔设

置微型搅水机1台。围隔结构参见李德尚等^[2]。

1.2 实验材料

实验用台湾红罗非鱼购自胶州市水产良种站,实验前经过从淡水到海水的驯化,使其适应盐度30的海水;实验用中国对虾取自黄海水产集团公司的育苗场,经暂养后,体长2 cm左右时放入围隔;缢蛏购自浙江温州。

1.3 实验设计与管理

1.3.1 实验设计 整个实验是在设置于1个海水池塘里的围隔中进行的。共6个组,每组放养中国对虾1个密度水平,都为7.2 ind/m²,罗非鱼和缢蛏各5个不同密度水平,即0:20 ind/m²,0.08:14 ind/m²,0.12:10 ind/m²,0.16:7 ind/m²,0.24:0 ind/m²及单养中国对虾对照组。每组设3个重复,共使用了18个围隔。罗非鱼放养于围隔内的网箱中,每个网箱1~2尾,使其尽量均匀分布于围隔水体中;缢蛏均匀散布在水底。各实验组的放养情况见表1。各组中国对虾、罗非鱼、缢蛏分别于1997年6月1日、7月12日、5月22日和6月17日放养,于1997年9月3日、8月27日、9月3日和8月27日收获。

1.3.2 实验管理 实验开始前1个月施鸡粪(50

收稿日期:1998-12-14

* 本研究为国家自然科学基金重点项目(39430150)、国家攀登计划B专题(PD-B6-7-3)及九五攻关计划专题(96-922-02-02)的部分成果

g/m²)以培养基础饵料。实验期间根据水色、透明度、有效 N 和 P 含量及其比值和 chl-a 浓度等指标综合考虑,适当施用化肥(尿素和磷酸二铵)肥水。

每个围隔设置面积为 0.62 m² 的饵料盘 1 个,饵料选用“海马”牌对虾配合饵料。6 月每天投喂 3 次,每天 5:00~6:00 和 14:00~15:00 各搅水 1 次,每次 30~60 min;7~8 月日投喂 4 次,阴雨天半夜加搅 1 次。整个实验期间不换水,仅补充蒸发和渗漏。养殖期间盐度变化于 30.5~40.1,水温变化于 20.8~33.6℃。

每隔 10~15 d 检查 1 次中国对虾和罗非鱼生长情况,中国对虾每次 10 尾,测量体长;罗非鱼全部称量体重,而缢蛭只在放养前取样 50 粒,测量壳长、壳高和体重,养殖期间不再进行生长检查。

1.4 N、P 的利用率及养殖效果评判指标的计算

从养殖结果、生态效率和经济效益 3 方面评价各组的养殖效果,把 3 方面表现最佳的 1 组定义为最佳结构组,即综合效果指标最高组。文中 N、P 绝对利用率、相对利用率和综合效果指标具体定义如下:

$N、P \text{ 绝对利用率}/\% = \text{养殖动物净产量所含的 } N \text{ 或 } P \text{ 总量}/\text{施入的 } N \text{ 或 } P \text{ 的总量}$

$\text{综合效果指标} = \text{对虾当量相对综合产量} \times \text{对虾相对规格} \times N \text{ 和 } P \text{ 的平均相对利用率} \times \text{相对纯收入} \times \text{相对投入产出比}$

对虾当量的综合产量,即根据本年度鱼虾贝的市场价格,将鱼贝的产量折合成对虾的产量;对虾为 1;罗非鱼为 1/5;缢蛭 1/6。

表 1 各实验组的放养情况

Table 1 Information of stocking in different treatments

组别 group	对虾 shrimp			罗非鱼 tilapia		缢蛭 constricted tagelus		
	体长/cm body length	体重/g body weight	放养密度/ (ind·m ⁻²) stocking density	体重/g body weight	放养密度/ (ind·m ⁻²) stocking density	壳长/cm shell length	体重/g body weight	放养密度/ (ind·m ⁻²) stocking density
SC	1.86±0.14	0.06±0.01	7.2	—	0	3.13±0.29	1.70±0.42	20
SFC1	1.86±0.14	0.06±0.01	7.2	156.3±65.9	0.08	3.13±0.29	1.70±0.42	14
SFC2	1.86±0.14	0.06±0.01	7.2	155.6±60.9	0.12	3.13±0.29	1.70±0.42	10
SFC3	1.86±0.14	0.06±0.01	7.2	164.0±76.8	0.16	3.13±0.29	1.70±0.42	7
SF	1.86±0.14	0.06±0.01	7.2	170.4±68.1	0.24	—	—	0
S	1.86±0.14	0.06±0.01	7.2	—	—	—	—	—

2 结果

2.1 各组的收获情况

从表 2 可以看出,各组出塘时对虾的规格为体长 9.17~9.69 cm,体重 9.16~10.21 g,各组间差异不显著(*t* 检验, $P>0.05$)。成活率为 70.74%~81.95%,差异也不显著。对虾的净产量为 485.4~567.6 kg/hm²,经 *t* 检验, SFC1 与 SFC2、S 两组差异显著($P<0.05$)。罗非鱼出塘时规格为体重 210.9~242.5 g,净产量为 69.0~191.9 kg/hm²。缢蛭出塘时规格为壳长 4.30~4.66 cm,体重 5.23~6.12 g,成活率为 60.68%~72.28%。经 *t* 检验表明, SC 组与其它 3 组的缢蛭净产量组间差异显著($P<0.05$)。而三元混养各组之间罗非鱼的净产量差异不显著,但 SF 组则远高于三元混养组,可能与其放养密度较高有关。

各组对虾当量的综合产量变动于 485.4~

622.1 kg/hm² 间,以 SFC1 为最高, SC 组居其次(610.2 kg/hm²),而以 SF 组为最低。

2.2 各组的生态效率比较

各组间中国对虾、罗非鱼和缢蛭的 N 利用率分别为 12.62%~17.78%, 2.58%~2.90% 和 1.42%~7.31%, P 利用率分别为 5.40%~7.36%, 6.07%~11.04% 和 0.58%~3.21%。N 的总绝对利用率变化于 12.62%~23.39% 间, P 的总绝对利用率变化于 6.75%~17.73% 间(表 3)。其中以 SFC1 组 N 的总绝对利用率为最高(23.39%), 以 SF 组 P 的总绝对利用率为最高。罗非鱼对 P 的利用量占生态系中 P 的总利用量的比例较高。

2.3 各组的经济效益比较

见表 4。各组的纯收入为 1.34~2.13 万元/hm²,投入产出比在 1:1.78~1:2.02 之间,都以 SFC1 组为最高,而 SF 组(1:1.78)低于 S 组(1:1.84),这可能与罗非鱼苗种的成本较高,以及受盐

表 2 各实验组的收获情况*

Table 2 Harvest information of cultured animals in different treatments

种类 species	项目 item	组别 group					
		SC	SFC1	SFC2	SFC3	SF**	S
中国对虾 shrimp	体长/cm body length	9.69±0.46 ^a	9.40±0.55 ^a	9.19±0.43 ^a	9.17±0.45 ^a	9.21±0.48 ^a	9.54±0.49 ^a
	体重/g body weight	10.21±1.30 ^a	9.64±1.78 ^a	9.16±1.16 ^a	9.27±1.32 ^a	9.58±1.43 ^a	9.62±1.55 ^a
	成活率/% survival rate	73.03 ^{ab}	81.95 ^a	74.44 ^{ab}	79.26 ^{ab}	76.67 ^{ab}	70.74 ^b
	净产量/(kg·hm ⁻²) net production	532.6 ^{ab}	567.6 ^a	510.4 ^b	532.4 ^{ab}	487.6 ^b	485.4 ^b
罗非鱼 tilapia	体重/g body weight	—	242.5±92.9 ^a	231.7±69.4 ^a	210.9±60.4 ^a	202.4±70.3 ^a	—
	成活率/% survival rate	—	100.0	100.0	100.0	100.0	—
	净产量/(kg·hm ⁻²) net production	—	69.0 ^a	81.3 ^a	74.7 ^a	191.9 ^a	—
	壳长/cm shell length	4.43±0.36 ^a	4.35±0.33 ^a	4.30±0.33 ^a	4.66±0.30 ^a	—	—
缢蛭 tagelus	体重/g body weight	5.35±1.19 ^a	5.23±1.13 ^a	5.32±1.06 ^a	6.12±0.92 ^a	—	—
	成活率/% survival rate	72.28 ^a	66.57 ^a	62.67 ^a	60.68 ^a	—	—
	净产量/(kg·hm ⁻²) net production	465.5 ^a	245.0 ^b	149.7 ^b	140.4 ^b	—	—
	综合产量/(kg·hm ⁻²) total production in shrimp equivalent	610.2 ^a	622.1 ^a	551.6 ^a	570.7 ^{ab}	503.0 ^b	485.4 ^c

* 表中标有相同字母的数据表示相互差异不显著($P>0.05$)。Data with same superscripts were insignificantly different($P>0.05$)。

** 由于受对虾暴发性流行病的影响, SF 组有两个围隔的对虾发生暴发性死亡。Shrimp in 2 enclosures of SF died due to influence of violent shrimp disease.

表 3 各组 N、P 的利用率

Table 3 The utilization rate of nitrogen and phosphorus by shrimps, fish and shellfish in different treatments

项目 item	组别 group					
	SC	SFC1	SFC2	SFC3	SF	S
投入 N/(kg·hm ⁻²) total N input	90.48	71.74	77.36	81.08	87.47	87.12
投入 P/(kg·hm ⁻²) total P input	16.04	16.30	19.81	19.93	15.40	15.26
鱼对 N 绝对利用率/% absolute utilization rate of N by fish		2.58	2.9	2.7	2.82	
贝对 N 绝对利用率/% absolute utilization rate of N by shellfish	7.31	2.94	1.62	1.42		
虾对 N 绝对利用率/% absolute utilization rate of N by shrimp	13.28	17.87	16.50	14.84	12.63	12.62
N 总绝对利用率/% total absolute utilization rate of N	20.59 ^{ab}	23.39 ^a	19.42 ^b	18.96 ^b	15.45 ^c	12.62 ^c
鱼对 P 绝对利用率/% absolute utilization rate of P by fish		6.07	6.36	6.77	11.04	
贝对 P 绝对利用率/% absolute utilization rate of P by shellfish	3.21	1.23	1.70	0.58		
虾对 P 绝对利用率/% absolute utilization rate of P by shrimp	7.04	7.36	5.40	5.57	6.69	6.75
P 总绝对利用率/% total absolute utilization rate of P	10.25 ^a	14.66 ^{bc}	12.46 ^b	12.92 ^b	17.73 ^c	6.75 ^d

* 表中标有相同字母的数据表示相互差异不显著($P>0.05$)。Data with same superscripts were insignificantly different($P>0.05$)。

度影响,罗非鱼生长不良有关。

2.4 各组总体效果评价

从养殖结果、生态效率及经济效益 3 方面对 5 种不同的养殖类型进行综合比较,并以综合效果指标来评定不同养殖类型的总体效果,结果见表 5。从表中看出,各组综合效果指标的大小顺序为 SFC1

(1.77)>SC(1.20)>SFC3(1.12)>SFC2(0.99)>SF(0.88)>S(0.40),以 SFC1 组最高,即对虾-罗非鱼-缢蛭三元混养的总体效果最佳。根据本文的定义, SFC1 组为本研究的结构最佳组,即中国对虾 7.2 ind/m²、罗非鱼 0.08 ind/m² 和缢蛭 14 ind/m² 的组合, 虾、鱼、贝的毛产量之比为 1:0.3:1。

表 4 各组的经济效益比较

Table 4 Comparison of economic benefits among different treatments									10 ⁴ Yuan(RMB)
组别 group	投入 costs				产出 benefits			纯收入 net incomes	投入产出比 total costs vs gross receipt
	粪肥 manure	饵料 feed	苗种 seeds	其它 others	对虾 shrimp	罗非鱼 tilapia	缢蛏 tagelus		
SC	0.02	0.90	0.65	0.59	3.20	0	0.80	1.84	1:1.96
SFC1	0.01	0.84	0.65	0.59	3.43	0.31	0.48	2.13	1:2.02
SFC2	0.02	0.80	0.62	0.59	3.09	0.43	0.32	1.81	1:1.89
SFC3	0.02	0.84	0.64	0.59	3.22	0.54	0.26	1.93	1:1.92
SF	0.02	0.84	0.64	0.59	2.95	0.78	0	1.64	1:1.78
S	0.02	0.88	0.11	0.59	2.94	0	0	1.34	1:1.84

* 表中的投入产出数据是根据 1997 年的市场价格计算而来。The data of costs and benefits were calculated by the market price in 1997.

表 5 各组养殖效果的综合评价

Table 5 An assessment of cultural efficiency of different treatments

项目 item	组别 group					
	SC	SFC1	SFC2	SFC3	SF	S
相对体重 relative final body weight	1.07	1.01	0.96	0.97	1.00	1.01
相对综合产量 relative total production in shrimp equivalent	1.09	1.12	0.99	1.02	0.90	0.87
N、P 平均相对利用率 mean comparative utilization rate of N and P	0.97	1.23	1.03	1.04	1.13	0.62
相对纯收入 relative net incomes	1.03	1.20	1.02	1.08	0.92	0.75
相对投入产出比 relative ratio of total costs to gross receipt	1.03	1.06	0.99	1.01	0.94	0.97
综合效果指标 synthetic efficiency index	1.20	1.77	0.99	1.12	0.88	0.40

注:某项指标的相对值是指该养殖类型该指标的绝对值与所有类型该指标绝对值的平均值之比。The relative value of some item in some system was calculated as the ratio of its absolute value to mean absolute of all systems in this item.

2.5 不同养殖类型之间的比较

比较 4 种不同养殖类型的养殖效果,即对虾-罗非鱼混养(SF)、对虾-缢蛏混养(SC)、对虾-罗非鱼-缢蛏混养最佳组(SFC1)和单养虾(前两者为 1996 年结构优化组^①)。可以看出(比较表 2~5),所有的混养组都优于单养组,除了混养多提供的鱼和贝的产量外,对虾的净产量、成活率和 N、P 的利用率分别比单养组提高了 9.0%、9.5%,57.0% 和 110.1%。在混养组中,对虾-罗非鱼混养的养殖效果最差,而三元混养最佳组的养殖效果在 3 种混养类型中为最佳。

①王吉桥. 封闭式综合养殖的基础研究,青岛海洋大学,博士学位论文,1997

3 讨论

3.1 关于混养系统提高养殖效果的机理

在对虾养殖生产中,由于大量的投饵及施肥,虾池中常含有大量的颗粒和溶解有机物。同时,对虾为肉食性杂食动物,因而在单养对虾的养殖中后期,虾池中的大部分初级生产力不能被对虾有效利用而浪费掉^[13]。把滤食性的鱼类、贝类和对虾混养在一起,不仅增加了虾池中的物种多样性、分布空间的层次性,还提高了各种营养物的利用率。从本实验的结果看,混养各组养殖动物对 N、P 的总绝对利用率平均比对虾单养提高了 57.0% 和 110.1%,而三元混养组由于罗非鱼和缢蛏在空间分布与不同粒径的食物选择上的互补性^[8],系统的 N、P 利用率提高幅度最大,平均比对虾单养提高了 77.2% 和 118.9%。笔者认为,混养之所以能够提高系统的物质利用率在于两个方面:(1)混养的养殖动物可以充分利用系统内的各种食物来源。以三元混养组为例,对虾主要摄食人工投喂的配合饲料和底栖动物等;罗非鱼以浮游动物、大型单细胞藻类和悬浮腐屑为食;缢蛏则主要利用底层小型浮游植物和颗粒腐屑等^[11,9,10]。(2)投入的物质可以在不同的营养水平多次、反复地被循环利用。

由于物质利用率的提高,降低了混养水体中的有机负荷。同时由于罗非鱼与贝类的游动、滤食等活动,还促进了虾池中营养物质的再生与循环,使得虾池生态系中的物质循环通畅,浮游生物适量和稳定^[11,12],从而保持了水质的稳定,正是由于稳定的水质条件,使得混养对虾的成活率比单养组高 3.24%~15.85%,净产比单养组提高 5.2%~16.9%。

3.2 关于本研究中三元混养的最佳结构

本研究得出的最佳结构(以实验用的放养规格

为准)为:对虾 7.2 ind/m², 罗非鱼 0.08 ind/m², 缢蛏 14 ind/m²。如以毛产量中对虾、缢蛏与罗非鱼之比表示,则为 1:0.3:1。但从配养的罗非鱼和缢蛏的生长情况来看,以毛产量之比表示的这一结构中缢蛏的比例可能过低。由于 1997 年度山东大旱(4 月中旬至 8 月中旬几乎滴雨未下),导致实验围隔中盐度过高(30.5~40.1),因而抑制了其正常生长。参考正常养殖条件下缢蛏(23 cm 的蛏苗,当年可长到 10 g 左右)^[1]的生长状况,笔者推荐此种三元综合养殖系统的最佳结构应以对虾、罗非鱼和缢蛏毛产量之比 1:0.3:2 为宜。

同时,由于围隔盐度过高,影响了配养的罗非鱼的适时放养(7 月 12 日)而使罗非鱼与对虾实际混养的时间较短(46 d),罗非鱼、缢蛏的正常生长也受到抑制,加之对虾暴发性流行病的干扰,也致使养殖期远短于正常的生长期,因而各养殖动物的生长和产量都未得到充分显示。可以设想,在正常条件下,三元混养最佳组在养殖效果、生态效率及经济效益各方面的优越性会更加显著。

3.3 关于不同混养类型的生产应用前景

虾贝混养早在 60 年代就已开始。由于贝类苗种来源广,管理方便,是生产上应用最普遍的混养模式^[1,6,13]。但不同贝类的生活习性、价值及生长速度各有不同。从本研究结果来看,缢蛏是一种较好的混养贝类。对虾与缢蛏混养组的 N、P 总体的利用率较高,对虾的规格很大,产量也较高。鱼虾混养生产上应用也较多^[3~5,7]。但在海水养殖鱼类中,浮游生物食性鱼类生长较快,能与对虾混养的适宜种类很少。肉食性鱼类如鲈鱼、黑鲷等,与对虾混养在一起,利用虾池天然资源的作用很小,却直接影响对虾的成活率,其放养规格不宜太大,数量不宜过多。而杂食性鱼类如鲮、梭鱼等,在生态位上与对虾有一定的重叠^[14],数量过多也会压制对虾的生长,放养数量也不可过多。而罗非鱼是一种杂食兼滤食的鱼类,控制水质的作用很强^[10,11]。经海水驯化后,很适宜与对虾混养。

关于海水多元混养也有报道^[7,15]。Gundermann 等^[7]研究了墨吉对虾、日本对虾和斑节对虾与鱼类混养的适宜情况,但对不同的混养类型没有进行详细比较。从本研究结果看,尽管对虾、罗非鱼与缢蛏的三元混养增加了操作和管理的难度,但在生态和经济效益上与虾鱼、虾贝混养相比都为最佳,

显示出多元混养的优越性,可能代表了一种虾池混养的主方向,具有较好的应用前景。如果能在生产上大规模推广应用,那么由于其具有兼顾生态和经济效益的特点,将会是对虾养殖业走出当前困境的一个较好的途径。

参 考 文 献

- 1 王如才,王昭萍,张建中.海水贝类养殖学.青岛:青岛海洋大学出版社,1993
- 2 李德尚,杨红生,王吉桥,等.一种池塘陆基实验围隔.青岛海洋大学学报,1998,28(2):199~204
- 3 Eldani A, Primavera J H. Effect of different stocking combination on growth, production and survival of milkfish (*Chanos chanos* Forskal) and prawn (*Penaeus monodon* Fabricius) in polyculture in brackish-water ponds. Aquaculture, 1981, 23: 59~72
- 4 Gonzales - Corre K. Polyculture of the tiger shrimp (*Penaeus monodon*) with the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in brackishwater fishponds. In: Pullin R S V, Bhukaswan T, Tonguthai K, Maclean J L (eds). The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Manila, Philippines, 1988. 15~20
- 5 Wang J Q, Li D S, Dong S L, et al. Experimental studies on polyculture in closed shrimp ponds I Intensive polyculture of Chinese shrimp (*Penaeus chinensis*) with tilapia hybrids. Aqua, 1998, 163: 11~27
- 6 刘祖祥.对虾池立体混养贝类的养殖技术.海洋科学,1991,4: 8~10
- 7 Gundermann N, Popper D. A comparative study of three species penaeus prawns and their suitability for polyculture with fish in Fiji Is. Aqua, 1977, 11: 63~74
- 8 张鸿雁,李德尚,王岩.缢蛏对虾池浮游生物群落结构的影响.青岛海洋大学学报,1998,28(2):210~216
- 9 Lazzaro X. A review of planktivorous fishes: their evolution, feeding behaviour, selectivities and impacts. Hydrobio, 1987, 146: 97~167
- 10 Vinyard G L, Drenner R W, Gophen M, et al. An experimental study of the plankton community impacts of two omnivorous filter-feeding cichlids, *Tilapia galilaea* and *Tilapia aurea*. Can J Fish Aqua Sci, 1988, 45(4): 685~690
- 11 阮景荣, 戈克文, 王少梅, 等. 罗非鱼对微生态系统浮游生物群落与初级生产力的影响. 应用生态学报, 1993, 4(1): 65~73
- 12 Diana J S et al. Effects of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on the ecosystem of aquaculture ponds, and its significance to the trophic cascade hypothesis in brackishwater ponds. Can J Fish Aqua Sci, 1994, 48: 183~190
- 13 丁天喜, 李祥云, 刘祖祥. 对虾塘综合养殖的模式与原理. 浙江水产学院学报, 1996, 15(2): 134~139
- 14 林重先, 李文杰, 唐天德. 梭鱼苗的食物组成、食性特点和生长的研究. 水产学报, 1981, 6(4): 359~367
- 15 朱 明, 阎斌伦. 半封闭式人工养殖对虾. 水产养殖, 1996(2): 15~17

Experimental studies on trielemented polyculture of penaeid shrimp with tilapia and constricted tagelus in closed shrimp ponds

Tian Xiangli Li Deshang Yan Xizhu Dong Shuanglin
(Ocean University of Qingdao, Qingdao 266003)

Abstract The studies were designed and conducted to optimize the structure of the tri-elemented polyculture system, Chinese penaeid shrimp(*Penaeus chinensis*) together with Taiwan red tilapia(*Oreochromis mossabicus* × *O. niloticus*) and constricted tagelus(*Sinonovacula constricta*), and to compare their ecological efficiencies. The experiments were conducted with land-based experimental enclosures setting in one pond, in which shrimps were stocked at a single density of 7.2 ind/m², but fish and shellfish were stocked at six different combinations, 0:20 ind/m², 0.08:14 ind/m², 0.12:10 ind/m², 0.16:7 ind/m², 0.24:0 ind/m² and 0:0 ind/m². The results showed that the survival rate, final size and net production of shrimp were 70.74%~81.95%, 9.16~10.21 g/ind and 485.47~567.6 kg/hm² respectively; the final body weight and net production of tilapia were 202.4~242.5 g/ind and 69.0~191.9 kg/hm², and those of constricted tagelus were 5.23~6.12 g/ind and 140.4~456.5 kg/hm², respectively. The treatment giving a best culturing benefit was considered as the optimum structure of the system. The optimum structure was juvenile shrimp(body length 2 cm) 7.2 ind/m², tilapia fingerling(body weight 150 g) 0.08 ind/m² and constricted tagelus(body length 3 cm) 14 ind/m². The total conversion efficiencies of N and P in the system were 23.39 % and 14.66%.

Key words *Penaeus chinensis*, *Oreochromis mossabicus* × *O. niloticus*, *Sinonovacula constricta*, polyculture, enclosure

2000 年《水产学报》征订启事

《水产学报》是中国水产学会主办的水产科学技术的学术性刊物。主要刊载渔业资源、水产养殖和增殖、水产捕捞、水产品保鲜与综合利用、渔业水域环境保护、渔船、渔业机械与仪器以及水产基础研究等论文、调查报告、研究简报、评述与综述。并酌登学术动态和重要书刊的评价。

本刊为双月刊,国内外公开发行。每期单价 15.00 元,全年共 90 元。国内统一刊号:CN31-1283/S。邮发代号 4-297。读者可在当地邮局订阅,也可直接汇款到编辑部订阅,地址:上海市军工路 334 号,上海水产大学 48 号信箱,邮编 200090;联系电话:(021)65710232,传真:(021)65680965;E-mail:scxuebao@online.sh.cn