

文章编号:1005-8737(2000)04-0037-05

## 鲈—中国对虾—罗非鱼混养的实验研究

王吉桥<sup>1</sup>, 李德尚<sup>2</sup>, 董双林<sup>2</sup>, 王克行<sup>2</sup>, 田相利<sup>2</sup>

(1. 大连水产学院, 辽宁 大连 116023; 2. 青岛海洋大学, 山东 青岛 266003)

**摘要:**1996年5~10月在1.7 hm<sup>2</sup>池塘中设6个5.0 m×5.0 m×2.0 m陆基围隔,研究了鲈(*Lateolabrax japonicus*)、中国对虾(*Penaeus chinensis*)和台湾红罗非鱼(*Oreochromis mossambicus*×*O. niloticus*)投饵混养的养殖模式。鲈和罗非鱼放养在围隔内的浮式网箱中,对虾散放在围隔中;鲈在围隔中设3个放养密度,分别为0.76、1.52和2.28尾/m<sup>2</sup>;对虾(2.28尾/m<sup>2</sup>)和罗非鱼(0.24尾/m<sup>2</sup>)均为单一密度,每个处理2个重复。给鲈投喂冻杂鱼,对虾不投喂。实验结果表明,鲈出塘体重(214.2~348.3 g)和成活率(26.3%~100.0%)随放养密度的增加而减少,净产量为1 743.3~2 468.7 kg/hm<sup>2</sup>,生产力为3.26 g/d·m<sup>2</sup>,负荷力2 500~2 800 kg/hm<sup>2</sup>。鲈的密度为1.52尾/m<sup>2</sup>时,对虾的出塘体长(10.25 cm)、产量(58.35 kg/hm<sup>2</sup>)和成活率(17.55%)最高,生产力为0.43 g/d·m<sup>2</sup>。鲈的适宜放养密度为38尾/m<sup>2</sup>,与对虾和罗非鱼的适宜数量比为1:(3~4):0.24。还讨论了3种生物调节水质的生态作用。

**关键词:**鲈;中国对虾;台湾红罗非鱼;混养;养殖模式  
**中图分类号:**S962.92 **文献标识:**A

鲈(*Lateolabrax japonicus*),俗称花鲈,生长快,适应性强,肉质鲜美。70年代后曾进行港湾、池塘、盐田养殖<sup>[1~4]</sup>;近年因在国际市场走俏,又摸索出从苗种培育、成鱼饲养直至越冬与防病等配套的网箱养殖技术<sup>[5]</sup>。在鲈养殖中,饵料多为绞碎或剁成小块的新鲜或冷冻杂鱼、虾及贝肉,碎饵和浆汁散流入水体中,不仅浪费了饲料,提高了养殖成本,又污染了水质。若鲈与对虾和罗非鱼混养,对虾摄食鲈的残饵,可降低饲料系数;罗非鱼滤食鲈饵汁培养出的浮游生物,可调节和净化水质,可望大幅度提高鲈养殖的经济、生态和社会效益。为此,于1996年5~10月利用陆基围隔进行了鲈与中国对虾(*Penaeus chinensis*)和台湾红罗非鱼(*Oreochromis mossambicus*×*O. niloticus*)混养的实验,以探讨其最佳养殖模式、适宜放养密度、生产力和负荷力。

收稿日期:1999-10-08

基金项目:国家攀登计划B项目资助(PD-B6-7-3);国家自然科学基金重点资助(39430150)

作者简介:王吉桥(1950-),男,辽宁人,大连水产学院养殖系教授,硕士生导师,从事水产养殖研究。

### 1 材料和方法

#### 1.1 材料

鲈体重(69.6±4.5)g,自烟台市水产科学研究所实验站;中国对虾体长(2.85±0.16)cm,体重(0.552±0.041)g,自黄海水产集团公司虾场;台湾红罗非鱼(91.7~133.3)g,自胶州市金州淡水水产良种场。

#### 1.2 围隔和网箱

实验池1.7 hm<sup>2</sup>、水深1.0~1.8 m。经晾晒后,于3月初用生石灰清塘,然后注水0.8~1.0 m。在池塘中设置6个5.0 m×5.0 m×2.0 m的围隔。围隔的结构和设置同文献[6]。每个围隔中设1个1.0 m×1.0 m×1.0 m、网目3.0 cm的浮式网箱用于放养鲈;每个围隔中另设4个直径0.7 m、高1.2 m、网目3 cm的网箱用于放养台湾红罗非鱼;中国对虾散放在围隔中。

#### 1.3 放养

6个围隔分成3组,每组2个重复。各组围隔

中对虾和罗非鱼的放养密度相同,分别为 2.28 和 0.24 尾/ $m^2$ ;鲈设 3 个放养密度,分别为 0.76、1.52 和 2.28 尾/ $m^2$ (对应于网箱中的放养密度分别为 19、38、76 尾/ $m^2$ )。鲈、对虾和罗非鱼分别于 5 月 18 日、5 月 22 日、6 月 15 日放养。

#### 1.4 饲养管理和测定项目

给鲈投喂冷冻或新鲜的小杂鱼,日投饵率为鱼体重的 3%~5%,视摄食、天气和水质情况而增减,以八成饱为度。每天上午 9:00~9:30 和下午 16:00~16:30 各投喂 1 次。依水色和透明度施鸡粪和化肥,以透明度 35~45 cm 为宜。不给对虾投饵。自投喂后,主要施化肥(N:P=15:50),若 pH>9.0,改施鸡粪。

每天早 4:00~5:00、下午 16:00~17:00 巡塘,测水温、溶氧,定期测盐度和 pH。晴天每天早 4:00~4:30 和下午 14:00~14:30 各开搅水机 1 次;阴天半夜零点加开 1 次。每 2~3 天注水 1 次,每次 5

~15 cm,以补偿蒸发和渗漏的水量。实验期间,水温变化在 12.5~30.8℃,盐度 21.1~30.9,pH 7.8~8.9,溶氧 1.89~12.10 mg/L。

每月测 1 次鲈和罗非鱼的生长,每次分别取样 10 和 6 尾,带水称重(精确到 10 g);每 15 天用推网捕虾 10 尾,测量体长,精确到 0.1 cm,所有个体测量后均放回。样本间的差异显著性采用方差分析和  $t$  检验( $P=0.05$ )<sup>[7]</sup>。

以各围隔中各次测量的鱼虾增重值中最大值所计算出的该期间的平均最大日产量代表最佳结构下的鱼虾生产力。瞬时增重率接近零时的最大载鱼量为水域对该种鱼虾的负荷力。

## 2 结果

鲈经 140 d、对虾经 3 个月、罗非鱼经 112 d 饲养,分别于 10 月 5 日、8 月 20 日和 10 月 5 日捕出。实验结果见表 1、表 2,鲈的日增重和净产量见图 1。

表 1 鲈的放养和养殖结果  
Table 1 Stock and harvest of sea perch

放养密度/(尾· $m^{-2}$ ) Stocking density	围隔号 Enclosure	出塘 Harvest				
		体长/cm Body length	体重/g Body weight	净产量/(kg· $hm^{-2}$ ) Net yield	成活率/% Survival rate	肥满度* Condition factor
0.76	1	26.5±2.4	336.1±119.3	2468.7	100.0	0.67±0.12
	4	26.8±1.3	348.3±41.2	1756.7	89.5	0.67±0.06
	平均 Mean	26.7	342.2 <sup>ab**</sup>	2112.7	94.7 <sup>ab</sup>	0.67
1.52	2	25.0±2.9	209.6±45.9	2265.2	71.1	0.74±0.09
	5	23.1±2.5	214.2±62.2	1743.3	79.0	0.74±0.13
	平均 Mean	24.1	211.9 <sup>ab</sup>	2004.2	75.0 <sup>ab</sup>	0.74
2.28	3	—	—	—	—	—
	6	25.4±2.4	283.8±71.5	236.0	26.3	0.68±0.50
	平均 Mean	25.4	283.8	236.0	26.3 <sup>abc</sup>	0.68±0.50

\* 肥满度=体重×1000/体长<sup>3</sup>, Condition factor=Body weight×1000/Body length<sup>3</sup>. \*\* 表中标有不同字母的平均数间经  $t$  检验差异显著( $P>0.05$ ),后同。Mean with different letters was significantly different by  $t$  test, the same below. — 3# 围隔中的鲈因密度过大而死亡。Sea bass perch in No.3 enclosure died due to high density.

### 2.1 鲈在不同密度下的生长、产量和成活率

表 1 表明,鲈出塘的体长和体重随密度的增加而减少,变异系数(S.D.100/平均数)却由低密度时的 6.93%增至中密度时的 11.20%。鲈密度为 0.76 和 1.52 尾/ $m^2$  时,体长和体重差异极其显著,而密度为 2.28 尾/ $m^2$  时的体长和体重与其它 2 个密度组差异不显著。这主要是由于鲈达到负荷力时大部分死亡,降低了密度,因而生长较快所致。鲈的净产量和成活率与其密度呈负相关,高密度下鲈仅饲养了 1 个月就开始死亡。但中、低密度组间鲈的净产

量差异不显著。

在本实验条件下,密度对鲈的肥满度无显著影响。网箱养鲈的生产力为 3.26 g/d· $m^2$ 。

### 2.2 鲈密度对对虾出塘规格、成活率和产量的影响

对虾的出塘规格随鲈密度的增加而增大(表 2),中、高密度时对虾体长依次分别比低密度时增长 2.9% 和 13.1%,体重分别增加 15.9% 和 49.7%,其中鲈密度为 1.52 尾/ $m^2$  时,对虾体长与 0.76 尾/ $m^2$  时差异不显著,而与密度 2.28 尾/ $m^2$  时差异极其显著。这表明当鲈的密度愈接近上限时对对虾生长的

影响愈显著。鲈的密度为 1.52 尾/ $m^2$  时, 对虾的产量和成活率最高。鲈的密度在最高和最低时, 对虾的产量和成活率差异极其显著, 在中密度时对虾的产量虽高但与高密度时的无显著差异。

表 2 对虾和罗非鱼的养殖结果

Table 2 Harvest of shrimp and tilapia in the experiment

围隔号 Enclosure	中国对虾 Shrimp				罗非鱼 Tilapia		
	体长/cm Body length	体重/g Body weight	产量/( $kg \cdot hm^{-2}$ ) Yield	成活率/% Survival rate	体长/cm Body length	体重/g Body weight	产量/( $kg \cdot hm^{-2}$ ) Yield
1	10.01±0.94	12.70±4.54	35.57	12.28	15.2±1.8	123.5±52.2	26.5
4	9.55	11.96	4.78	1.75	16.6±1.6	156.0±48.1	54.4
平均 Mean	9.96 <sup>ac</sup>	12.61 <sup>ac</sup>	20.18 <sup>ac</sup>	7.02	15.8	139.8	40.4
2	9.97±1.22	14.44±7.65	23.10	7.02	16.3±1.1	166.2±40.9	112.9
5	10.32±1.27	14.63±6.53	93.60	28.07	15.8±2.2	147.7±69.0	34.4
平均 Mean	10.25 <sup>bc</sup>	14.59 <sup>b</sup>	58.35 <sup>b</sup>	17.55	16.1	157.0	73.7
3	10.37±0.20	14.00±0.28	11.20	3.51	14.7±2.4	120.0±68.6	6.0
6	11.43±0.92	19.85±5.68	79.41	17.54	15.5±2.3	133.0±63.0	99.2
平均 Mean	11.26 <sup>abc</sup>	16.93 <sup>ac</sup>	45.31 <sup>ac</sup>	10.53	15.1	126.5	52.6

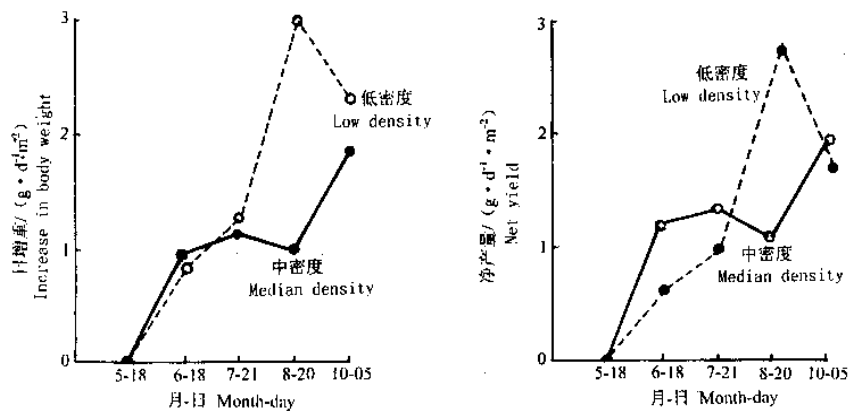


图 1 鲈在不同密度下的日增重和净产量

Fig. 1 Daily increase in body weight and net yield of sea perch at different stocking densities

本实验中对虾的生产力为  $0.54 g/d \cdot m^2$ , 高于施肥养虾生产力 ( $0.33 g/d \cdot m^2$ )<sup>[8]</sup>, 相当于对虾与罗非鱼<sup>[6]</sup>、海湾扇贝<sup>[9]</sup>、缢蛏<sup>[10]</sup> 投饵养殖生产力的 1/2 (表 3)。

### 2.3 罗非鱼的产量

经 112 d 饲养, 罗非鱼的体重增长了 2.5~47.0 g, 净产量 6~112.9  $kg/hm^2$ 。鲈密度不同时, 罗非鱼的生长和产量差异不显著 (表 2)。

## 3 讨论

### 3.1 鲈的适宜放养密度和放养规格

图 1 表明, 放养后第 1 个月 (至 6 月 8 日) 内, 鲈

的个体和群体绝对增重量均随鲈放养密度的增加而增加, 表明该密度对生长无抑制; 第 2 个月 (至 7 月 21 日) 内, 低密度时鲈的个体增重快于中密度时, 而群体增重量却低于中密度, 表明放养密度对鲈生长已有抑制, 但不十分显著。8 月份后, 中密度时鲈的个体和群体增重量均不及低密度时的, 但仍在生长, 表明尚未达到鲈的负荷力。7 月 16 日, 高密度 ( $2.28$  尾/ $m^2$ ) 的鲈已达到负荷力而大量死亡, 此时鲈的贮存量在  $2500 \sim 2800 kg/hm^2$ , 基本上是鲈的负荷力, 低于网箱养鲤的负荷力 ( $3000 kg/hm^2$ )<sup>[12]</sup>。因此, 中密度  $38$  尾/ $m^2$  应是网箱养鲈的适宜放养密度。

表3 各实验组中对虾的生长

Table 3 Growth rate of shrimp at different treatments in the experiment

鲈密度/(尾·m <sup>-2</sup> ) Density of perch	饲养时间/d Time	体长/cm Body length	体重/g Body weight	日增长/mm DBLI	日增重/(g·d <sup>-1</sup> ·m <sup>-2</sup> ) DBWI	净产量/(kg·hm <sup>-2</sup> ) Net yield
0.76	17	5.60 ± 0.38 <sup>a</sup>	2.13 ± 0.42	1.72	98.8	0.23
	35	7.03 ± 0.38 <sup>ac</sup>	4.20 ± 0.69	0.79	115.0	0.26
	51	7.73 ± 0.46 <sup>a</sup>	5.59 ± 0.95	0.47	92.7	0.21
	66	8.62 ± 0.50 <sup>a</sup>	7.77 ± 1.41	0.59	145.3	0.33
1.52	17	5.45 ± 0.35 <sup>b</sup>	1.97 ± 0.36	1.63	88.8	0.20
	35	6.76 ± 0.32 <sup>b</sup>	3.72 ± 0.51	0.73	97.2	0.22
	51	7.53 ± 0.39 <sup>b</sup>	5.16 ± 0.81	0.51	96.0	0.22
	66	8.75 ± 0.34 <sup>bc</sup>	8.01 ± 0.96	0.81	190.0	0.43
2.28	17	5.29 ± 0.43 <sup>c</sup>	1.81 ± 0.39	1.53	78.8	0.18
	35	6.55 ± 0.25 <sup>ca</sup>	3.38 ± 0.38	0.70	87.2	0.20

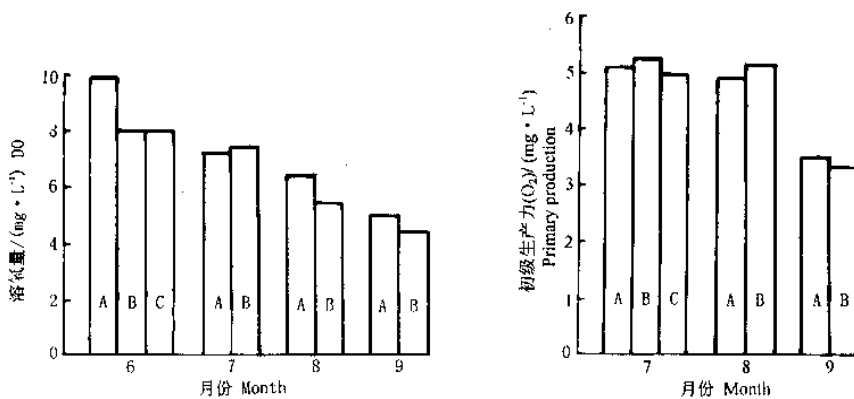
注:DBLI - Daily body length increment; DBWI - Daily body weight increment. \* 表中体重数据(除8月25日的数据外)均按公式  $W = 0.012 L^{3.01}$  计算。

第1个月个体日增重也随密度的增大而增加,其原因可能与水质适宜和密度大时鲈学会抢食的时间短有关。实验期间,观察发现,鲈入箱后高、中、低密度下开始抢食的时间分别为第3、4、7天,食欲(抢食能力)也随密度的增大而增强,因此,高密度时个体和群体增重量大。若鲈的负荷力按2 500~2 800 kg/hm<sup>2</sup>计,本实验放养70 g/尾的鲈,其增重倍数为5,则鲈的适宜放养量为500 kg/hm<sup>2</sup>。每尾重70 g的鱼种,理论放养密度为7 100尾/hm<sup>2</sup>。若成活率以80%计,适宜放养密度为9 000~10 000尾/hm<sup>2</sup>。这与孙松山等<sup>[1]</sup>池塘养鲈的密度(1.0万~2.25万尾/hm<sup>2</sup>)较为接近。在我们的低密度网箱中鲈8月

的日增重(3.12 g/d·m<sup>2</sup>)与董强春等<sup>[5]</sup>的网箱中鲈8月的日增重(3.23 g/d·m<sup>2</sup>)十分相近,表明鱼的生长正常。以此生长速度为准,鲈的适宜放养规格应在50~70 g之间。

### 3.2 对虾的适宜放养密度

在这个混养系统中,对虾的成活率(1.75%~28.07%)很低。我们发现,在喂鲈时对虾游过来抢食挂在网箱上的残饵,此时鲈会快速过来捕食对虾,时常看见虾从网箱上跳起或被鲈顶起。说明对虾在进入或隔着网箱抢食鲈残饵时被鲈捕食是对虾成活率低的重要原因。因此,很难确定适宜放养密度。据生长推断,适宜放养密度应为3~4尾/m<sup>2</sup>。



A, B, C 分别表示鲈的低、中、高密度。A, B, C mean the stocking densities of sea perch at low (19 ind/m<sup>2</sup>), median (38 ind/m<sup>2</sup>) and high (57 ind/m<sup>2</sup>) levels, respectively

图2 鲈放养密度不同时水中溶氧量和初级生产力

Fig. 2 DO content and primary production at different density of sea perch

从表3看出,对虾入池后第1个月,个体小,生物量低,鲈密度对其生长无显著影响( $P > 0.05$ )。此时虾的生长速度快于密度较低的对虾-罗非鱼施

肥混养中虾的生长速度<sup>[8]</sup>。这可能与虾摄食鲈的残饵有关。第2个月,随着鲈和虾的生长,生物量增加,高密度(2.28尾/m<sup>2</sup>)鲈围隔中的对虾生长明显

慢于其它围隔 ( $P > 0.05$ )。此时鲈的生物量为  $2\ 000 \sim 2\ 200\ \text{kg}/\text{hm}^2$ , 即已接近鲈的负荷力。鲈对对虾的影响主要表现在水质上而与饵料无关。鲈属食肉性掠食动物, 对水中溶氧量要求较对虾高。实验发现, 鲈在水中溶氧  $3\ \text{mg}/\text{L}$  时摄食量锐减, 而虾仍能正常摄食。鲈密度达负荷力时虾仍生长较快。

图 2 表明, 在鲈—对虾—罗非鱼混养时, 水中的溶氧量随着鱼、虾的增长和生物量的增大而逐月下降。在同月内, 水中的溶氧量随鲈密度的增加而降低, 即低密度鲈中的溶氧量高于中、高密度鲈中的溶氧量。7 月时不同密度鲈围隔中初级生产力差异不显著 ( $P > 0.05$ ); 8 月时水中初级生产力随鲈密度的增大而增高; 9 月尽管鲈密度不同, 但初级生产力显著下降 ( $P < 0.05$ ), 这可能与此时水温下降有关。实验表明, 在本系统中鲈、对虾和罗非鱼的最高净产量分别为  $2\ 500, 90 \sim 100$  和  $112\ \text{kg}/\text{hm}^2$ , 其适宜的放养尾数比为:  $1:(3 \sim 4):0.24$ 。

#### 参考文献:

- [1] 孙松山, 姜学敏, 王淑君. 鲈池塘养殖试验报告[J]. 齐鲁渔业, 1995, 12(4): 14-16.
- [2] 袁靖寰. 鲈鱼养殖[J]. 养鱼世界, 1995, (11): 24-26.
- [3] 陈大刚. 鲈鱼[J]. 水产科技情报, 1976, (10): 29-30.
- [4] 郑澄伟. 海产鱼类养殖与增殖[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1997. 283-285.
- [5] 董强春, 刘启胜, 蔡江先, 等. 鲈鱼网箱养殖技术研究[J]. 齐鲁渔业, 1993, (1): 11-14.
- [6] Ji-Qiao Wang, Deshang Li, Shuanglin Dong, et al. Experimental studies on polyculture in closed shrimp ponds. I. Intensive polyculture of Chinese shrimp with red Taiwanese tilapia hybrids[J]. Aquaculture, 1998, 163: 11-27.
- [7] 高钦容. 概率论与数理统计[M]. 大连: 东北财经大学出版社, 1987. 192-222.
- [8] 田相利, 王吉桥, 李德尚, 等. 海水池塘中国对虾与尼罗罗非鱼施肥混养的实验研究[J]. 应用生态学报, 1997, 8(6): 628-632.
- [9] 王吉桥, 李德尚, 董双林, 等. 中国对虾与海湾扇贝投饵混养的实验研究(英)[J]. 中国水产科学, 1999, 6(1): 97-102.
- [10] 王吉桥, 李德尚, 董双林, 等. 中国对虾与缢蛏投饵混养的实验研究[J]. 大连水产学院学报, 1999, 14(1): 9-15.
- [11] 陈宗尧, 王克行. 实用对虾养殖技术[M]. 北京: 农业出版社, 1987.
- [12] 李德尚, 熊邦喜, 李 琪, 等. 水库对投饵网箱养鱼的负荷力[J]. 水生生物学报, 1994, 18(3): 223-229.

## Intensive polyculture of sea perch with Chinese shrimp and red Taiwanese tilapia hybrids

WANG Ji-qiao<sup>1</sup>, LI De-shang<sup>2</sup>, DONG Shuang-lin<sup>2</sup>, WANG Ke-xing<sup>2</sup>, TIAN Xiang-li<sup>2</sup>

(1. Dalian Fisheries College, Dalian 116023, China; 2. Ocean University of Qingdao, Qingdao 266003, China)

**Abstract:** Stocking performance, productivity and carrying capacity in intensive polyculture of sea perch (*Lateolabrax japonicus*) with Chinese shrimp (*Penaeus chinensis*) and red Taiwanese tilapia hybrids (*Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*) were determined by using 6 land-based enclosures, each  $5.0\ \text{m} \times 5.0\ \text{m} \times 2.0\ \text{m}$ , fitted in a closed seawater pond ( $1.7\ \text{hm}^2$ ) from May to October 1996. Three densities of juvenile sea perch ( $0.76, 1.52, 2.28\ \text{ind}/\text{m}^2$ , body weight  $69.6\ \text{g} \pm 4.5\ \text{g}$ ) were stocked respectively into 3 enclosure-anchored floating cages, each with the same mixed densities of shrimp ( $2.28\ \text{ind}/\text{m}^2$ , freely in the same enclosure) and tilapia ( $0.24\ \text{ind}/\text{m}^2$ , in other cages of the same enclosure). The sea perch were fed fresh or frozen fishes for 140 d. Each treatment had 2 replications. The results showed that the mean final body weight and survival rate of the perch decreased with the increased stocking density. The productivity and carrying capacity in a seawater pond for the perch were  $3.26\ \text{g}/\text{d} \cdot \text{m}^2$  and  $2\ 500 \sim 2\ 800\ \text{kg}/\text{hm}^2$ , respectively. The final body length ( $10.25\ \text{cm}$ ), yield ( $58.35\ \text{kg}/\text{hm}^2$ ) and survival rate ( $17.55\%$ ) of the shrimp were the highest at the perch density of  $38\ \text{ind}/\text{m}^2$ , and the shrimp productivity was  $0.43\ \text{g}/\text{d} \cdot \text{m}^2$ . The optimum stocking density of the perch ( $70 \sim 90\ \text{g}/\text{ind}$ ) was  $35 \sim 38\ \text{ind}/\text{m}^2$  in net cage culture and the optimum stocking proportion of perch, shrimp and tilapia in number was  $1:(3 \sim 4):0.24$ . The role of the shrimp and tilapia in the regulation of water quality and utilization of the residual feed for the perch was also discussed.

**Key words:** *Lateolabrax japonicus*; *Penaeus chinensis*; *Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*; polyculture; culture model