

盐碱地池塘4种养殖模式的鱼产量及负荷力

李吉方, 董双林, 文良印, 张美昭, 张兆琪

(青岛海洋大学水产学院, 山东 青岛 266003)

摘要:在氯化物型盐碱地池塘中,采用围隔实验生态学方法对鲤、草鱼、罗非鱼和淡水白鲢等4种鱼类混养模式的鱼产量、负荷力和搭配比例进行对比研究。结果表明,4种养殖模式中吃食性鱼类的日增重率和收获规格都随其本身放养密度的增大而减小,而鲢、鳙的日增重率和收获规格则随吃食性鱼类放养密度的增大而增大;吃食性鱼类的日增重率以淡水白鲢最快,草鱼生长最慢;吃食性鱼类的净产量为鲤模式(CC)>罗非鱼模式(TH)>淡水白鲢模式(FP)>草鱼模式(GC),混养的鲢在各种模式中的产量顺序为CC>GC>TH>FP,鳙为CC>GC>FP>TH。CC、GC、TH、FP模式的总净产量分别为4.02~6.55、3.05~5.26、3.45~5.86、2.99~5.34 g/(m²·d);FP、CC、TH、GC模式的负荷力分别为0.604、0.492、0.437和0.430 kg/m²。

关键词:氯化物水型;盐碱地;养殖模式;鱼产量;负荷力

中图分类号:S964.3

文献标识码:A

文章编号:1005-8737(2002)04-0340-06

国内外有关池塘养殖模式方面的研究较多^[1-4],其中内陆盐碱地池塘养殖模式虽有报道^[5-7],但大都限于生产性试验。有关盐碱地,尤其是氯化物水型盐碱地池塘养鱼的适宜模式、鱼种搭配比例、负荷力、不同模式与投饲对鱼类之间的相互作用等方面的系统研究尚未见报道。

氯化物水型盐碱地池塘与一般的淡水池塘有显著的不同,其含盐量、总碱度和pH较高,浮游生物组成和数量也有较大差异^[8-9]。虽然一般的淡水鱼类在大多数氯化物水型盐碱地池塘都能存活、生长,但它们对盐碱的耐受能力则有较大的不同^[10-12],因此生产性能也将有所不同。有鉴于此,我们于1998年4~9月采用围隔实验生态学方法对4种鱼类混养模式的鱼产量和负荷力进行了初步研究,以期对盐碱地的渔业利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

收稿日期:2001-08-06。

资助项目:国家杰出青年基金科学基金项目(397250239);国家“九五”科技攻关专题(96-008-04-01);国家农业科技跨越计划项目(K2002-16)。

作者简介:李吉方(1964-),男,讲师,主要从事鱼类养殖学研究。

1.1.1 实验池塘 实验在山东省高青县大芦湖渔场进行。池塘面积0.13 hm²,于1998年4月10日灌入1.5 m深的黄河水。由于盐碱地地下潜水渗入的原因,池塘水的含盐量为5.3 g/L,总CO₂浓度为6.3 mmol/L, pH 8.5。

1.1.2 实验鱼 鲢、鳙、鲤、草鱼鱼种取自山东省滨州地区鱼种场,罗非鱼(*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*)和淡水白鲢鱼种取自高青县大芦湖养殖开发公司。

1.1.3 实验装置 陆基围隔设置在池塘中,其以毛竹作支架、双涂塑聚乙烯编织布作围幔,长4 m,宽5 m,高2.3 m(其中埋入底泥中50 cm),围隔间距2 m。围幔上装有拉链,便于进排水,拉链内侧装有20目的密网以防进排水时小杂鱼进入。灌排水时将帷幔上的拉链拉开,完成后再合上,实验期间通过维持池塘的水位使围隔内水位稳定在1.4~1.5 m。实验用12个围隔。根据当地实际情况和消费习惯设置鲤(CC)、草鱼(GC)、罗非鱼(TH)和淡水白鲢(FP)4种放养模式,各围隔的鲢鳙放养量都相同,主养鱼类放养密度设置了高(100%)、中(80%)、低(40%)3个梯度(见表1)。

1.2 实验管理和测定

在每个围隔内设置一直径为80 cm的圆形饲料

台于水面下 50 cm 处,饲料台设在围隔的中央。使用同一种颗粒饲料。投饲率一般为吃食性鱼类体重的 3%~5%,具体投饲量根据水温和各围隔中吃食性鱼类的生物量确定,并按 0.5 h 之内吃完的原则进行调整。主养罗非鱼围隔和主养淡水白鲳围隔每天投喂 2 次,主养鲤鱼围隔和主养草鱼围隔每天投喂 2~3 次,阴雨天少投或不投饲。每周刷洗 1 次围隔幔以减少附着生物对水质的影响,每 20 d 左右泼洒 1 次漂白粉溶液以防鱼病。

实验共历时 136 d,分 2 个阶段进行:阶段 I (4 月 22 日~7 月 10 日)和阶段 II (7 月 11 日~9 月 4 日)。在阶段 I 结束后,于 7 月 10 日测量各围隔鱼的体长和体重,其中鲢、鳙、淡水白鲳、草鱼全部测量,鲤、罗非鱼只捕起 70%~80%。测量后放回原围隔继续饲养。阶段 II 结束后,于 9 月 4 日将全部鱼捕起测量体长、体重。各项水化学指标采用常规方法测定,每隔 7~10 d (阶段 II 稍长) 1 次,每次在 7:00~8:00 取样分析。

各养殖模式的负荷力以鱼类出现严重浮头连续 3 d 以上时单位面积围隔所承载的鱼生物量表示。

2 结果

2.1 水化指标

表 2 为实验期间各围隔水化指标。

2.2 4 种放养模式围隔中鱼类的生长状况

由表 3、4 可见,4 种放养模式中吃食性鱼类的日增重率和收获规格都随其本身放养密度的增大而减小,而鲢、鳙则随吃食性鱼类放养密度的增大而增大。各放养模式中各种鱼类日增重率都是阶段 II 快于阶段 I,尤其是淡水白鲳和鲢在 2 个阶段的生长差异较大。不同放养模式间,吃食性鱼类的日增重率以淡水白鲳最快,草鱼生长最慢,罗非鱼在阶段 I 的生长速度快于鲤,而阶段 II 则相反;鲢在鲤模式中生长最快,在淡水白鲳模式中生长最慢,鳙同样在鲤模式中生长最快,而在罗非鱼模式中生长最慢。

表 1 投饵养鱼实验围隔中鱼的放养情况

Table 1 Fish stocking in enclosures for feeding experiment

主养鱼 Major species	围隔 Enclosure	主养鱼类 Major species				鲢 Silver carp				鳙 Bighead carp			
		体长/cm Body length	体重/g Body weight	数量/尾 Numbers	总重/g Total weight	体长/cm Body length	体重/g Body weight	数量/尾 Numbers	总重/g Total weight	体长/cm Body length	体重/g Body weight	数量/尾 Numbers	总重/g Total weight
CC	C1	13.12	70.00	10	700	12.6	33.3	15	500	14.0	65.6	4	262.5
	C2	12.75	66.67	21	1400	12.6	33.3	15	500	14.8	70.0	4	280.0
	C3	12.86	67.31	26	1750	12.6	33.3	15	500	13.8	58.7	4	234.9
GC	G1	14.70	58.33	12	700	12.6	33.3	15	500	13.5	61.2	4	244.7
	G2	14.70	58.33	24	1400	12.6	33.3	15	500	14.8	70.0	4	280.0
	G3	14.70	58.33	30	1750	12.6	33.3	15	500	14.5	61.6	4	246.3
TH	T1	12.5	70.00	10	700	12.6	33.3	15	500	14.3	68.6	4	274.3
	T2	12.5	70.00	20	1400	12.6	33.3	15	500	14.8	70.0	4	280.0
	T3	12.5	70.00	25	1750	12.6	33.3	15	500	13.9	63.6	4	254.5
FP	F1	15.5	140.0	5	700	12.6	33.3	15	500	14.4	67.4	4	269.7
	F2	16.0	155.56	9	1400	12.6	33.3	15	500	14.8	70.0	4	280.0
	F3	15.7	145.83	12	1750	12.6	33.3	15	500	14.1	61.8	4	247.2

注:CC—鲤,GC—草鱼,TH—杂交罗非鱼,FP—淡水白鲳。下同。放养时间:鲢、鳙、草鱼为 4 月 22 日,鲤为 4 月 25 日,淡水白鲳、罗非鱼为 5 月 10 日。

Note: CC—common carp, GC—grass carp, TH—tilapia hybrid, FP—freshwater pomphret. The same below. Silver carp, bighead carp and GC are stocked on April 22; CC is stocked on April 25. FP and TH are stocked on May 10.

表2 实验期间各围隔水质状况

Table 2 Water quality in different enclosures during the experiment

围隔/ Enclosure	总氮/(mg·L ⁻¹) Total nitrogen	无机氮/(μg·L ⁻¹) inorganic nitrogen	总磷/(μg·L ⁻¹) Total phosphorus	活性磷酸盐/(μg·L ⁻¹) Active phosphorus	CO ₂ /(mg·L ⁻¹)	透明度/cm Secchi disk visibility
CC40%	1.50±0.37	66.92±42.13	141.71±53.15	11.04±11.22	6.92±1.91	39±11
CC80%	2.32±0.85	63.45±49.16	205.49±53.28	41.09±73.12	10.23±2.55	43±24
CC100%	2.65±1.18	70.64±59.64	251.44±138.33	59.86±81.62	11.25±1.83	42±20
GC40%	1.49±0.31	49.12±13.47	122.16±49.4	18.06±23.65	6.80±1.78	53±13
GC80%	1.62±0.41	48.28±12.65	182.87±81.26	38.78±65.71	8.32±2.62	52±19
GC100%	1.97±0.40	68.88±39.30	189.45±82.05	19.22±17.09	9.52±3.46	39±10
TH40%	1.55±0.32	56.02±17.28	118.82±50.59	8.03±5.67	7.05±2.38	44±8
TH80%	1.72±0.55	53.91±22.11	188.59±111.03	17.62±14.50	9.39±3.26	36±7
TH100%	2.30±0.48	74.69±48.37	219.27±111.31	24.63±30.92	10.39±3.23	40±17
FP40%	1.32±0.25	44.77±15.93	112.34±39.60	11.91±11.59	6.48±1.86	49±17
FP80%	1.63±0.31	53.79±17.58	119.57±38.68	14.60±15.19	8.19±2.70	55±26
FP100%	1.72±0.33	54.33±20.77	129.63±46.04	12.28±8.48	8.52±2.41	52±17

* 本栏中百分数为主养种类的数量比例,下同。The percentages in this column mean the number ratios of major species. The same below.

表3 各养殖围隔中吃食性鱼类的生长和成活率

Table 3 Growth and survival rates of feed-feeding fish cultured in different enclosures

主养鱼 Major species	收获日期 Harvest date	围隔 Enclosure	体长/cm Body length X±SD	体重/g Body weight X±SD	成活率/% Survival rate	日增重/(g·d ⁻¹) Growth rate
鲤 Common carp	10 July	CC40%	23.7±1.0	323.8±40.6	100	3.34
		CC80%	21.4±1.7	255.0±35.8	100	2.48
		CC100%	21.1±1.7	245.4±46.7	100	2.34
	4 Sept.	CC40%	28.3±1.6	594.5±77.3	100	4.83
		CC80%	26.2±1.5	481.8±66.6	100	4.05
		CC100%	25.6±2.0	448.8±85.0	100	3.63
草鱼 Grass carp	10 July	CC40%	22.2±1.3	230.7±38.5	66.7	2.18
		GC80%	21.5±1.1	201.0±21.7	83.3	1.81
		GC100%	20.8±1.2	181.7±29.2	90.0	1.56
	4 Sept.	GC40%	30.0±1.5	455.5±74.9	66.7	4.01
		GC80%	27.5±1.4	377.5±59.7	83.3	3.15
		GC100%	26.4±1.6	331.8±63.2	90.0	2.68
杂交罗非鱼 Tilapia hybrid	10 July	TH40%	19.4±0.7	283.7±46.6	100	3.50
		TH80%	18.5±0.8	247.4±36.2	100	2.91
		TH100%	18.3±0.7	230.6±33.3	100	2.63
	4 Sept.	TH40%	23.3±1.0	511.5±83.0	100	4.07
		TH80%	22.1±1.2	451.8±75.7	100	3.65
		TH100%	21.6±1.3	412.4±78.7	100	3.25
淡水白鲳 Freshwater pomphret	10 July	FP40%	21.1±1.4	358.7±78.9	100	3.59
		FP80%	20.4±0.8	319.0±37.8	100	2.68
		FP100%	20.2±0.9	306.8±47.1	100	2.64
	4 Sept.	FP40%	28.5±1.9	903.6±180.7	100	9.73
		FP80%	27.9±1.1	813.1±87.5	100	8.82
		FP100%	27.6±1.2	765.4±117.9	100	8.19

2.3 4种放养模式围隔中鱼类的产量及比例

由表5可见,4种放养模式中吃食性鱼类的净产量都随其本身放养密度的增大而增大;鲢、鳙净产量也都随吃食性鱼类放养密度的增大而增大。4种放养模式间,吃食性鱼类日净产量的大小表现为阶段

I:罗非鱼模式(TH)>鲤模式(CC)>草鱼模式(GC)>淡水白鲳模式(FP),而阶段II为:CC>FP>TH>GC;整个实验阶段吃食性鱼类的净产量为CC>TH>FP>GC。混养的鲢净产量顺序为CC>GC>TH>FP,鳙的净产量为CC>GC>FP>TH。阶

段Ⅰ中总净产量以CC模式最高,GC与TH模式相近,FP模式最低;阶段Ⅱ中总净产量为CC>FP>TH>GC;整个实验阶段总净产量为CC>TH>GC>FP。4种放养模式中,滤食性鱼类(鲢、鳙)净产量在总净产量中所占比例都随吃食性鱼类放养密度的增加而减少;CC、TH和GC模式中滤食性鱼类的比例在阶段Ⅱ高于阶段Ⅰ,而FP模式则相反,TH模式中鳙的比例明显低于其余3种放养模式。

表4 各养殖围隔中滤食性鱼类的生长和成活率

Table 4 Growth and survival rates of filter-feeding fish cultured in different enclosures

主养鱼 Major species	收获日期 Harvest date	围隔 Enclosure	体长/cm Body length $\bar{X} \pm \text{SD}$	体重/g Body weight $\bar{X} \pm \text{SD}$	成活率/% Survival rate	日增重/(g·d ⁻¹) Growth rate
鲢 Silver carp	10 July	CC40%	20.7±1.0	158.3±15.8	93.3	1.58
		CC80%	22.3±0.8	207.4±22.5	93.3	2.20
		CC100%	22.8±0.8	220.3±37.7	86.7	2.37
	4 Sept.	CC40%	25.8±0.6	319.4±33.3	93.3	2.88
		CC80%	27.7±0.5	405.3±42.5	93.3	3.53
		CC100%	28.2±0.4	433.5±48.3	86.7	3.81
	10 July	GC40%	20.1±0.7	157.9±7.30	86.7	1.58
		GC80%	20.6±1.0	161.3±21.4	93.3	1.62
		GC100%	20.5±0.9	164.7±14.1	90.0	1.66
	4 Sept.	GC40%	25.5±1.0	304.7±36.2	86.7	2.62
		GC80%	26.2±0.7	347.9±34.7	93.3	3.33
		GC100%	26.3±3.0	354.5±76.5	90.0	3.39
	10 July	TH40%	19.0±0.5	126.6±18.1	86.7	1.10
		TH80%	19.2±0.9	129.6±11.2	100	1.22
		TH100%	21.0±0.8	158.1±13.2	100	1.58
	4 Sept.	TH40%	24.7±1.0	288.3±27.7	73.3	2.89
		TH80%	25.7±1.1	315.7±36.5	66.7	3.32
		TH100%	25.9±0.7	332.4±18.1	100	3.11
	10 July	FP40%	18.4±0.9	118.6±21.7	86.7	1.08
		FP80%	19.3±0.9	135.6±12.4	100	1.29
		FP100%	20.0±0.7	140.9±19.3	100	1.36
	4 Sept.	FP40%	22.4±0.9	215.6±27.2	80.0	1.73
		FP80%	25.6±0.8	304.0±25.3	100	3.01
		FP100%	25.9±0.6	326.5±14.1	100	3.31
鳙 Bighead carp	10 July	CC40%	21.6±2.3	196.3±62.5	100	1.65
		CC80%	24.8±0.9	314.5±27.1	100	3.09
		CC100%	25.0±2.9	339.8±121.3	100	3.56
	4 Sept.	CC40%	26.8±1.1	413.8±45.3	100	3.88
		CC80%	29.7±1.8	565.8±61.8	100	4.49
		CC100%	31.3±1.5	614.7±55.3	100	4.91
	10 July	GC40%	22.2±0.8	238.0±25.6	100	2.24
		GC80%	23.3±0.6	270.0±13.2	100	2.53
		GC100%	23.9±2.2	305.0±52.6	100	3.08
	4 Sept.	GC40%	26.5±0.4	403.3±27.2	100	2.95
		GC80%	27.8±1.2	476.0±50.3	100	3.68
		GC100%	29.3±1.6	531.7±74.9	100	4.05
	10 July	TH40%	22.0±0.3	215.0±17.8	100	1.85
		TH80%	20.5±4.5	226.0±121.0	100	1.97
		TH100%	23.0±0.8	245.0±19.6	100	2.30
	4 Sept.	TH40%	25.2±1.3	338.7±53.8	100	2.21
		TH80%	26.2±1.7	387.6±68.2	100	2.89
		TH100%	26.8±0.9	429.7±42.5	100	3.30
	10 July	FP40%	23.1±0.4	247.0±12.4	100	2.27
		FP80%	24.1±0.9	275.0±63.6	100	2.59
		FP100%	23.8±1.1	280.0±56.6	100	2.76
	4 Sept.	FP40%	25.7±1.3	356.0±45.4	100	1.95
		FP80%	26.8±0.5	401.5±22.9	100	2.26
		FP100%	27.0±1.0	424.6±41.6	100	2.59

2.4 4种养殖模式的鱼类负荷力

通过对吃食性鱼类放养密度最大的4种模式的

观察发现,CC 100%、TH 100%和GC 100%模式分别在7月1日、7月4日和7月7日相继达到负荷

力,相距时间较近,而FP 100%模式在8月12日才达到负荷力。根据测量得到FP、CC、TH和GC模式中鱼负荷力分别为:0.604、0.492、0.437和0.430 kg/m²,以FP模式为最高。

表5 各养殖模式各种鱼的净产量及相互比例

Table 4 Net yields and ratios of fish cultured in different enclosures

项目 Item		CC			GC			TH			FP		
		CC1	CC2	CC3	GC1	GC2	GC3	TH1	TH2	TH3	FP1	FP2	FP3
吃食性鱼类 Feed-feeding fishes	T1	1.67	2.60	3.05	0.91	1.82	2.18	1.75	2.91	3.29	0.90	1.21	1.58
	T2	2.42	4.25	4.72	1.61	3.15	3.62	2.03	3.65	4.06	2.43	3.97	4.91
	TT	1.99	3.30	3.76	1.20	2.37	2.78	1.89	3.26	3.66	1.63	2.53	3.18
日净产量/ (g·m ⁻² ·d ⁻¹) Net yield	鲢 Silver carp	T1	1.17	1.55	1.60	1.09	1.19	1.25	0.84	0.91	1.18	0.81	0.97
	T2	2.01	2.47	2.47	1.70	2.33	2.54	1.61	2.20	2.33	1.09	2.26	2.49
	TT	1.52	1.93	1.96	1.35	1.66	1.78	1.16	1.45	1.66	0.93	1.50	1.63
鳙 Bighead carp	T1	0.33	0.62	0.71	0.45	0.51	0.62	0.37	0.39	0.46	0.45	0.52	0.55
	T2	0.78	0.90	0.98	0.59	0.74	0.81	0.44	0.58	0.66	0.39	0.45	0.52
	TT	0.52	0.73	0.82	0.51	0.60	0.70	0.40	0.47	0.54	0.43	0.49	0.54
总日净产量/ (kg·m ⁻²) Total net yield	T1	0.25	0.37	0.41	0.19	0.28	0.32	0.20	0.28	0.33	0.15	0.19	0.22
	T2	0.29	0.43	0.46	0.22	0.35	0.39	0.23	0.36	0.39	0.22	0.37	0.44
	TT	0.54	0.80	0.87	0.41	0.63	0.71	0.43	0.64	0.73	0.37	0.57	0.66
总日净产量/(g·m ⁻² ·d ⁻¹) Total net yield	T1	3.17	4.77	5.36	2.45	3.51	4.04	2.96	4.22	4.94	2.16	2.70	3.16
	T2	5.21	7.62	8.18	3.90	6.22	6.97	4.09	6.42	7.05	3.91	6.68	7.92
	TT	4.02	5.97	6.55	3.05	4.63	5.26	3.45	5.18	5.86	2.99	4.52	5.34
净产量比例 Ratio of net yields (FF/SB)	T1	52/48	54/46	56/44	37/63	52/48	54/46	53/47	63/37	61/39	36/64	39/61	44/56
	T2	46/54	56/44	58/42	41/59	51/49	52/48	50/50	57/43	58/42	62/38	59/41	62/38
	TT	49/51	55/45	57/43	39/61	51/49	53/47	51/49	60/40	59/41	51/49	52/48	56/44

注:净产量已将死亡鱼类的生长量计算在内。

T1:试验第1阶段(4月21—7月10日);T2:试验第2阶段(7月11日—9月4日);TT:整个试验期间;FF:吃食性鱼类;SB:鲢鳙

Note: T1-The first period of the experiment(April 21-July 10); T2-The second period of the experiment(July 11-September 4); TT-The whole experimental period; FF-Feed-feeding fishes; SB-Silver carp and bighead carp

3 讨论

3.1 关于实验方法

过去生产性的试验条件(包括池塘面积、水深、底质等)不同,水质条件也不一样,因此其结果没有可比性。本研究是在封闭围隔系统中进行,起始条件均一,可控性程度高,所得结果较系统、可比性强。只是由于池塘面积所限,实验未设重复组,但作为初步实验的结果,仍可为生产实践提供参考。

3.2 关于养殖模式和产量

在本实验条件下,池塘水属Cl₂型,含盐量为5.3 g/L,比一般淡水池塘(1 g/L以下)高,而一般淡水鱼耐盐性的生理界限是5~8^[13]。由于在放养之前,引入黄河水降低了含盐量。因此各实验围隔的养殖鱼类都能正常生长,没有出现任何异常情况。

我国大多数生产性淡水高产塘单产为3~6 g/(m²·d),国外一般不超过2.0 g/(m²·d)^[2,4,14-15]。本研究的净产量为3.05~6.55 g/(m²·d)。可见,

在氯化物盐碱地条件下,各放养模式(尤其是吃食性鱼放养量较高的围隔)的总净产量和鲢鳙净产量都达到了较高水平,其中以鲤模式最高,为4.02~6.55 g/(m²·d)。由此我们认为,通过一定的调控措施,氯化物水型盐碱地完全可以很好地进行鱼类养殖,很多淡水养鱼模式在该条件下亦可应用,并且可以获得高产。

3.3 关于不同养殖模式的鱼类负荷力

养鱼环境所能负载的最大养殖鱼类生物量称为环境的负载力或池塘的负荷力。它是具体环境条件的一种性能,可以随环境条件、养殖模式和管理水平的变化而变化。在充分投喂高质量的人工饲料情况下,食物的量与质都得到保证,溶解氧便成为鱼类生长和负荷力的限制因子,人工增氧成为提高鱼载力的主要手段。张扬宗等^[2]指出:在无人工增氧的鱼池中,施肥加投饲的鱼负荷力可达0.5~0.6 kg/m²,养殖罗非鱼或鲢、鳙的负荷力可达0.3~0.6 kg/m²,养殖鲤或鳊的一般不超过0.3~0.35 kg/

m²。本研究在封闭养殖且无人工增氧条件下,氯化物水型盐碱地池塘的FP、CC、TH和GC模式的负荷力分别为0.604、0.492、0.437和0.430 kg/m²,结果基本吻合。但在阶段II,由于对围隔增氧,虽然FP 100%、CC 100%、TH 100%和GC 100%模式的净产量分别达到0.66、0.87、0.73和0.71 kg/m²,现存量分别达到0.79、0.99、0.85和0.82 kg/m²,都仍未达到增氧情况下的负荷力。可见,盐碱地池塘的鱼类的负荷力还是稍逊于淡水池塘。

参考文献:

- [1] 刘焕亮,路水吉.静水池塘养食用鱼放养模式的初步研究[J].淡水渔业,1990(4):41-45.
- [2] 张扬宗,谭玉钧,欧阳海.中国池塘养鱼学[M].北京:科学出版社,1989.
- [3] 陈立桥,陈英鸿,倪达书.池塘饲养鱼类优化结构及其增产原理II.池塘主养鱼类合理群落结构及其能量转换效率[J].水生生物学报,1993,17(3):197-205.
- [4] 赵兴文,刘焕亮.静水池塘主养食用鱼放养模式的初步研究[J].大连水产学院学报,1992,7(1):16-23.
- [5] 刘树云,束景升,段登选,等.山东沿黄洼地池塘主养草鱼高产试验[J].齐鲁渔业,1993,11(4):18-21.
- [6] 李建奎.盐碱地池塘养鱼试验总结[J].淡水渔业,1991(1):38-40.
- [7] 杜兴华,段登选,顾海林,等.低洼盐碱地池塘养鲤高产试验[J].齐鲁渔业,1995,12(3):7-9.
- [8] 张美昭,张兆琪,董双林,等.氯化物型盐碱地池塘水化学特征的研究[J].青岛海洋大学学报,2000,30(1):68-74.
- [9] 赵文,董双林,李德尚,等.氯化物水型盐碱地池塘浮游植物的季节演替[J].中国水产科学,2000,7(2):43-50.
- [10] 章征忠,张兆琪,董双林.鲢鱼幼鱼对盐碱耐受性的研究[J].青岛海洋大学学报,1999,29(3):441-446.
- [11] 章征忠,张兆琪,董双林.淡水白鲢幼鱼盐碱耐受性的初步研究[J].青岛海洋大学学报,1998,28(3):393-398.
- [12] 雷衍之,董双林,沈成钢.碳酸盐碱度对鱼类毒性作用的研究[J].水产学报,1985,9(2):171-183.
- [13] 雷衍之,于淑敏,徐捷.无锡河埭口高产鱼池水质研究:1.水化学和初级生产力[J].水产学报,1983,7(3):185-199.
- [14] D'Silva A M, Maughan O E. Effects of density and water quality on red tilapia (*Oreochromis mossambicus* × *O. urolepis* hornorum) in pulsed-flow culture systems [J]. J Appl Aqu, 1995, 5(1):69-75.
- [15] Teichert-Coddington D R. Effect of stocking ratio on semi-intensive polyculture of *Colossoma macropomum* and *Oreochromis niloticus* in Honduras, Central America[J]. Aquaculture, 1996, 143:291-302.

Fish productivity and carrying capacity of four polyculture systems in saline-alkaline chloride water ponds

LI Ji-fang, DONG Shuang-lin, WEN Liang-yin, ZHANG Mei-zhao, ZHANG Zhao-qi
(Fisheries College, Ocean University of Qingdao, Qingdao 266003, China)

Abstract: With land-based experimental enclosures set in one saline-alkaline chloride water pond, the productive performances of four kinds of fed polyculture systems with different fish combinations were comparatively studied from April to September, 1998. The results indicated that: the daily growth rates and harvest size of feed-feeding fishes in the four fed polyculture systems all decreased with their stocking density, whereas those of filter-feeding fishes (silver carp and bighead carp) increased. Daily growth rates of feed-feeding fish was the highest in FP-system (freshwater pomphret) and slowest in GC-system (grass carp). During the whole experiment period, the net yields of feed-feeding fishes in different fed polyculture system were generally in the order of common carp system (CC) > tilapia system (TH) > freshwater pomphret (FP) > grass carp system (GC), and those of silver carp were CC > GC > TH > FP, those of bighead carp CC > GC > FP > TH. The total net yields were 4.02-6.55, 3.05-5.26, 3.45-5.86 and 2.99-5.34 g/(m²·d) for CC-system, GC-system, TH-system and FP-system, respectively. The carrying capacity for fishes was 0.604, 0.492, 0.437 and 0.430 kg/m² for FP, CC, TH and GC system, respectively.

Key words: chloride type of water; saline-alkaline land; culture mode; fish productivity; carrying capacity