

B-6487

一九九四年度

对虾养殖

专题文献

II

(饵料、水质及病害防治)



743

中国科学院海洋研究所图书馆
一九九四年一月·青岛

目 录

对虾饵料

对虾饲料配方研究.....	杨华泉等	1
虾池肥水培养饵料生物进行对虾育苗试验.....	刘昌杰等	6
对虾配合饵料科学配方的优化方法.....	吴英杰等	8
养虾池常用药物对沙蚕的毒性试验.....	王希升等	11
以配合饵料喂养斑节对虾 (<i>Penaeus monodon</i>) 的现状.....	周光正	13
配饵添加柠檬酸养虾试验.....	范九国等	19
鱼虾配合饵料中有害物质及其预防对策.....	陈四清等	20
罗氏沼虾配合饵料应用试验.....	罗建平等	23
棉仁饼作对虾配合饵料原料的推广报告.....	孙坤言等	24
全人工系列配饵验虾试验.....	张晋昭等	26
麦饭石在对虾养殖中的应用.....	张伟权等	28
维生素C及其在对虾药饵的应用.....	林 圭等	29
脱壳素类添加剂及其在虾蟹饵料中的应用.....	张丙群	31
对虾饲料营养源的研制及其在对虾养殖上的应用.....	王友亮等	33
对虾养殖营养素问题(一).....	顾华孝译	35
对虾养殖营养素问题(二).....	顾华孝译	40
饵料中添加锰对中国对虾的影响.....	李荷芳等	45
使用干藻饲养对虾幼体.....	周光正	48
提高对虾配合饵料质量与效率的对策.....	仲维仁	51
中国对虾对亚油酸、亚麻酸的营养需要量.....	王树森等	54
铜及其蛋氨酸螯合物对中国对虾生长的影响.....	赵飞虹等	59
饲料酵母代替秘鲁鱼粉的对虾饵料消化率研究.....	张淑华	63
“仿生破壁”蜂花粉对虾饵料添加剂的研究.....	陈德芳	65
中国对虾配合饵料化学评价法的研究.....	裴鲁青等	68
我国不同产地卤虫生物学的初步研究.....	徐娟儿等	75

对虾养殖水环境

光合细菌净化水质成果喜人.....	季 明	89
水体环境因子与对虾疾病的关系.....	王方国等	84
养虾水质管理.....	(台) 翟大维	88
对斑节对虾养殖中水质管理初步探讨.....	梁广耀	94
pH和盐度对斑节对虾的影响.....	周光正译	96
浮游植物密度和池水透明度对中国对虾增长速率的影响.....	矫晓阳	97
对虾养成过程中的池水交换.....	徐启家等	98
对虾池塘浮游植物与主要水质因子的关系.....	王崇明等	101
对虾养殖中的水环境保护剂(I).....	张伟权等	104
对虾养殖中的水环境保护剂(II).....	张伟权	108

对虾病害及其防治

干腐藻可抑制对虾病原体弧菌.....	周光正	6
对虾发病初探.....	姜存楷	60
斑节对虾杆状病毒(MBV)病诊断研究.....	徐利生等	111
高锰酸钾对中国对虾幼体毒性研究.....	宋吉德	116
高锰酸钾防治对虾幼体固着类纤毛虫病试验.....	潘雁甲	118
中国对虾肠道节结病的防治.....	林 圭	119
用硫酸铜杀灭对虾养殖池内轮虫和原生动物的试验.....	于举修	121
应用“虾鲜宝”防止对虾黑变病.....	朱仕铭	124
虾苗发光病的病因学与病理学探讨.....	陈毕生	126

对 虾 饲 料 配 方 研 究

南海水产研究所 杨华泉 李卓佳

对虾在生长发育过程中需要的营养素有蛋白质、脂质、糖、维生素、矿物质等,其中以蛋白质最为重要。此文主要论述用多种原料制成的对虾饲料中蛋白质的含量,其它营养素亦力求在饲料中配平。

有关对虾饲料中蛋白质含量的研究很多,但由于研究所采用的方法和原料不同,得出的结果不尽相同。据弟子丸修(1978)报道,当以体重和饵料效率为依据时,日本对虾(*P. japonilus*)饲料中的蛋白质含量以52%~57%最好,墨吉对虾(*P. mergaiensis*)饲料中的蛋白质含量需要34%~42%。谢宝华等的研究结果认为,中国对虾(*P. orientalis*)饲料的蛋白质含量需要27%~39%。李爱杰提出,中国对虾饲料的蛋白质含量需要40%以上。台湾的斑节对虾(*P. monodon*)饲料的蛋白质含量为35%~39%。作者采用模拟法为主,辅以养虾效果的试验方法,以氨基酸组成为主要指标,探讨实用饲料中蛋白质的适宜含量。

不同品种的对虾,其生理生态特点及营养需求各不相同。目前,我国大陆大面积养殖的对虾品种中,中国对虾、墨吉对虾、长毛对虾的种间差异小,食性相近,而斑节对虾体型大,生长快,食性也较复杂。故而,作者以墨吉对虾和斑节对虾作为研究对象。另一方面,同一品种的对虾在不同的生长阶段中具有不同的生长特点,对营养物质的需求也有所不同。山东海洋学院(1982)报道,中国对虾在其生长的中后期对赖氨酸、亮氨酸、组氨酸的需求量有所上升,对脂质、维生素、矿物质等的需求亦有所不同。所以,对虾饲料的配方应因对虾生长阶段的不同而异,不能在对虾养殖的

全过程中使用同一配方生产的饲料。

1. 材料与方法

1.1 对选出的原料(花生饼粕、秘鲁鱼粉、虾头粉、标准面粉)和墨吉对虾、斑节对虾的肌肉,进行营养成分分析。

1.2 参照墨吉对虾、斑节对虾肌肉的氨基酸组成,制定饲料配方。

1.3 根据饲料配方,分别在广东省廉江县养虾(集团)公司饲料厂和海丰县水产颗粒饲料厂进行系列饲料生产,再于廉江县龙头沙虾场、龙营围虾场、深圳市小梅沙虾场进行养虾生产验证试验。

1.4 营养成分分析方法:蛋白质含量采用凯氏定氮法测定,氨基酸含量采用日立835-10型氨基酸自动分析仪测定。

2. 结果与分析

2.1 饲料的基本配方

2.1.1 饲料源的蛋白质含量为:花生饼粕40%~46%,秘鲁鱼粉60%~64%,标准面粉15%~17%,虾头粉28%~38%。

2.1.2 饲料源与对虾肌肉的氨基酸组成见表1。从表1可见,花生饼粕和秘鲁鱼粉的氨基酸含量丰富,组成较为平衡,可作为对虾饲料的主要蛋白源。与墨吉对虾、斑节对虾肌肉的氨基酸组成相比较,花生饼粕的蛋氨酸、赖氨酸含量偏低,而精氨酸含量较高。秘鲁鱼粉的氨基酸含量除精氨酸含量较低以外,其余氨基酸成分较为平衡。两者合理搭配可有互补作用。虾头粉和标准面粉的蛋白质含量较低,不宜作为饲料的主要蛋白源,而作为其它营养素的原料。

表1 饲料源和对虾肌肉的氨基酸含量 (%)

氨基酸名称	花生饼	秘鲁鱼粉	虾头粉	标准面粉	墨吉对虾	斑节对虾
门冬氨酸	13.140	10.090	11.600	5.047	11.210	11.600
苏氨酸	3.083	4.698	4.368	3.328	4.349	4.004
丝氨酸	5.645	4.259	4.857	5.361	4.169	3.754
谷氨酸	20.370	16.060	17.540	3.340	15.530	15.500
甘氨酸	6.177	6.835	5.695	4.002	6.698	6.871
丙氨酸	4.350	6.707	6.395	3.717	6.169	5.969
脯氨酸	1.959	3.450	0.769	2.275	0.855	1.086
缬氨酸	4.269	6.214	4.507	5.427	4.938	5.376
蛋氨酸	0.948	3.913	2.900	1.205	3.203	2.806
异亮氨酸	3.142	5.098	4.123	3.397	4.678	4.322
亮氨酸	6.681	8.173	7.407	3.622	8.388	8.281
酪氨酸	3.825	3.830	4.507	3.171	3.244	3.500
苯丙氨酸	5.287	4.520	5.800	4.859	4.239	5.453
赖氨酸	2.753	11.600	6.464	9.500	8.512	8.990
组氨酸	1.562	4.988	2.236	10.880	4.567	3.283
精氨酸	12.700	4.369	6.813	4.862	8.358	9.110

在生产实践中,鱼类对好的饲料的蛋白质利用率为35%左右(据Hastings)。若以35%计,而对虾肌肉含蛋白质约为20%左右,那么生产1公斤的对虾就需要570克左右的蛋白质。如果以饲料系数1:1.5作为技术指标,则饲料的粗蛋白质含量应为38%以上,当然,这是在饲料的氨基酸组成与对虾肌肉的氨基酸组成处于同一水平上的理论值。实际上,饲料源的氨基酸组成不可能与对虾肌肉的氨基酸组成处于同一水平上,尤其是蛋氨酸、赖氨酸、精氨酸等必需氨基酸的含量总是偏低。所以,在制订饲料配方时,在保证饲料蛋白质的适宜含量的同时,必须使饲料氨基酸配比平衡,达到或接近于对虾肌肉氨基酸组成的水平。植物性饲料源的蛋氨酸含量总是比较低,所以在配合饲料中,蛋氨酸往往成为第一限制氨基酸。从分析结果看,对虾肌肉中的蛋氨

酸含量为0.5446%,那么生产1公斤的对虾就需要蛋氨酸15.56克。如果饲料系数以1:1.5计,饲料的蛋氨酸含量应为1.037%。

如前所述,花生饼粕和秘鲁鱼粉在氨基酸组成上有互补作用。花生饼粕蛋白质含量较低,但价廉源广,配比量可以大些;秘鲁鱼粉蛋白质含量较高,价格也高,配比量可以小些。虾头粉和标准面粉作为其它营养素的原料,亦需考虑适当的配比量。初步确定对虾饲料的基本配方为:花生饼粕50%,秘鲁鱼粉30%,虾头粉10%,标准面粉8.5%,添加剂1.5%。

根据此配方配制的对虾饲料,蛋白质含量42%以上,饲料中动植物蛋白比接近1:1,氨基酸含量丰富,组成平衡,接近对虾肌肉中氨基酸组成的水平,蛋氨酸含量为1.022%,基本达到预期的水平(见表2)。

表2 饲料主要成分提供的氨基酸量 (g/100g)

氨基酸名称	饲料主要成分				饲料	
	花生饼	秘鲁鱼粉	虾头粉	标准面粉	理论值	实测值
门冬氨酸	2.628	1.907	0.332	0.086	4.953	4.414
苏氨酸	0.617	0.889	0.125	0.057	1.688	1.574
丝氨酸	1.131	0.805	0.139	0.091	2.166	1.820
谷氨酸	4.074	3.035	0.502	0.465	8.076	7.528
甘氨酸	1.236	1.292	0.163	0.068	2.759	2.660
丙氨酸	0.870	1.268	0.183	0.063	2.384	2.282
脯氨酸	0.390	0.650	0.022	0.039	1.103	0.973
缬氨酸	0.853	0.175	0.129	0.092	2.250	2.233
蛋氨酸	0.187	0.740	0.083	0.024	1.031	1.022
异亮氨酸	0.629	0.964	0.118	0.058	1.769	1.935
亮氨酸	1.336	1.545	0.212	0.062	3.155	3.060
酪氨酸	0.765	0.724	0.129	0.054	1.672	1.550
苯丙氨酸	1.058	0.854	0.166	0.083	2.161	2.083
赖氨酸	0.551	2.192	0.185	0.150	3.078	3.179
组氨酸	0.313	0.943	0.064	0.185	1.505	1.602
精氨酸	2.540	0.826	0.195	0.083	3.644	3.421
粗蛋白	20.0	18.0	2.8	1.36	42.16	42~44

2.2 系列饲料

根据对虾在不同生长阶段对营养素需求不同的特点,作者通过调整原料的配比量和使用不同的添加剂,制订出对虾和斑节对虾的虾苗、小虾、中成虾两个系列六个饲料配方,其氨基酸组成见表3。

从表3可以看出,对虾和斑节对虾饲料的氨基酸总量和必需氨基酸总量都很丰富,二者在干物质中所占的百分比分别是:对虾饲料中为40~41和20;斑节对虾饲料中为39~41和19。饲料中的必需氨基酸总量在氨基酸总量中所占的比例很高,达49%左右,接近虾

体肌肉的水平。

与虾体肌肉相比较,饲料中氨基酸的组成基本平衡,E/TE值波动不大。E/TE值是每一种必需氨基酸占总必需氨基酸的比,其总必需氨基酸中也包括胱氨酸和酪氨酸。对虾饲料中蛋氨酸、亮氨酸、苏氨酸的E/TE值略低,斑节对虾饲料中赖氨酸、亮氨酸、精氨酸的E/TE值略低(见表4)。

以虾体肌肉的粗蛋白质含量为20%计,每公斤的饲料与对虾的氨基酸含量如表5所示。

表3 虾饲料和虾肌肉的氨基酸组成 (g/100g干物质)

氨基酸名称	对虾饲料			墨吉对虾	斑节对虾饲料			斑节对虾
	虾苗料	小虾料	中成虾料		虾苗料	小虾料	中成虾料	
门冬氨酸	4.414	4.195	4.153	9.529	4.278	4.146	4.017	9.350
苏氨酸	1.574	1.544	1.546	3.697	1.544	1.512	1.516	3.403
丝氨酸	1.820	1.755	1.740	3.544	1.767	1.707	1.687	3.191
谷氨酸	7.528	7.224	7.317	13.209	7.351	7.121	7.140	13.175
甘氨酸	2.660	2.570	2.556	5.693	2.598	2.536	2.494	5.840
丙氨酸	2.282	2.224	2.234	5.244	2.235	2.192	2.187	5.074
胱氨酸	0.973	0.951	0.992	0.727	0.954	0.934	0.973	0.923
缬氨酸	2.233	2.186	2.191	4.197	2.191	2.148	2.149	4.570
蛋氨酸	1.022	1.014	1.027	2.723	1.014	1.004	1.019	2.385
异亮氨酸	1.935	1.900	1.905	3.976	1.903	1.872	1.873	3.674
亮氨酸	3.060	2.958	2.843	2.130	2.995	2.926	2.885	7.039
酪氨酸	1.550	1.507	1.499	2.757	1.506	1.474	1.391	2.975
苯丙氨酸	2.083	2.087	2.015	3.603	2.028	1.977	1.960	4.635
赖氨酸	3.179	3.200	3.230	7.235	3.151	3.124	3.202	7.641
组氨酸	1.602	1.668	1.680	3.882	1.586	1.571	1.614	2.791
精氨酸	3.421	3.458	3.138	7.104	3.347	3.167	3.264	7.443
TA(氨基酸总量)	41.336	40.372	40.156	84.250	40.449	39.411	39.421	84.409
TE(必需氨基酸总量)	20.109	19.946	19.575	43.550	19.760	19.301	19.532	43.881
TE/TA(%)	48.650	49.406	48.747	51.690	48.852	48.974	49.547	51.119

表4 虾饲料和虾肌肉的E/TE值

氨基酸名称	对虾饲料			墨吉对虾	斑节对虾饲料			斑节对虾
	虾苗料	小虾料	中成虾料		虾苗料	小虾料	中成虾料	
苏氨酸	70	69	70	79	69	70	69	71
缬氨酸	99	98	99	89	99	99	98	96
蛋氨酸+胱氨酸	88	88	91	73	89	89	91	69
蛋氨酸	45	45	47	57	46	46	47	50
胱氨酸	43	42	45	15	43	43	44	19
异亮氨酸	86	85	86	85	86	86	86	77
亮氨酸	135	132	129	152	135	135	132	147
苯丙氨酸	92	90	91	77	91	91	90	97
苯丙氨酸+酪氨酸	161	157	159	135	159	159	153	159
酪氨酸	69	67	68	58	68	68	64	62
赖氨酸	140	143	146	154	142	144	146	160
组氨酸	71	74	76	83	71	72	76	58
精氨酸	151	154	143	151	151	149	149	162

注: E/TE值 = $\frac{E}{TE} \times 100$ 。
E 每一种必需氨基酸
TE 总必需氨基酸+胱氨酸+酪氨酸

表5 1公斤对虾和1公斤饲料和氨基酸含量 (g)

氨基酸名称	对虾饲料			墨吉对虾	斑节对虾饲料			斑节对虾
	虾苗料	小虾料	中成虾料		虾苗料	小虾料	中成虾料	
门冬氨酸	44.14	41.95	41.53	19.06	42.78	41.46	40.67	18.70
苏氨酸	15.74	15.44	15.46	7.394	15.44	15.12	15.16	6.806
丝氨酸	18.20	17.55	17.40	7.088	17.67	17.07	16.87	6.386
谷氨酸	75.28	72.24	73.17	26.418	73.51	71.21	71.40	26.35
甘氨酸	26.60	25.70	25.56	11.386	25.98	25.36	24.94	11.68
丙氨酸	22.82	22.24	22.34	10.488	22.35	21.92	21.84	10.418
胱氨酸	9.73	9.51	9.92	1.454	9.54	9.34	9.73	1.846
缬氨酸	22.33	21.86	21.91	8.394	21.91	21.48	21.49	9.140
蛋氨酸	10.22	10.14	10.27	5.446	10.14	10.04	10.19	4.77
异亮氨酸	19.35	19.00	19.05	7.792	19.03	18.72	18.73	7.348
亮氨酸	30.60	29.58	28.43	14.26	29.96	29.96	28.85	14.078
酪氨酸	15.50	15.07	14.99	5.514	15.06	14.74	13.91	5.95
苯丙氨酸	20.83	20.18	20.15	1.206	20.28	19.77	19.60	9.27
赖氨酸	31.79	32.00	32.30	14.47	31.51	31.24	32.02	15.282
组氨酸	16.02	16.68	16.80	7.764	15.86	15.71	16.64	5.582
精氨酸	34.21	34.58	31.38	14.208	33.47	31.67	32.64	15.486

如前所述,若对虾对饲料蛋白质的利用率暂且以35%计,则在虾饲料中,蛋氨酸为第一限制氨基酸;在斑节对虾饲料中,赖氨酸为第一限制氨基酸。根据计算,对虾饲料的理论饲料系数为1:1.53;斑节对虾饲料的理论饲料系数为1:1.41。

2.3 养殖生产验证

对虾、斑节对虾系列饲料配方于1986年

和1987年先后在广东省廉江县养虾(集团)公司饲料厂与海丰县水产颗粒饲料厂投入生产。至1990年底止已生产了对虾、斑节对虾两个系列1~5号的10个饲料品种25000吨,应用于养虾生产,得到生产的验证。表6列出了台山县北陡虾场、廉江县龙头沙虾场、深圳市小梅沙虾场的养殖效果。

表6 配合饲料养虾实例

地 点	台山县北陡虾场	廉江县龙头沙虾场	深圳市小梅沙虾场
时 间	1987.2.15—5.15	1989.5.25—9.26	1990.5.29—8.29
面积(亩)	96	50	305
虾品种	中国对虾	长毛对虾	斑节对虾
苗量(万尾)	144	100	915
产量(t)	6.672	9.55	106.75
成虾规格(尾/kg)	45	42	40
成活率(%)	20.85	40.11	46.67
产值(万元)	12.58	22.60	500.00
饲料厂家	廉江县养虾(公司)饲料厂		海丰县水产颗粒饲料厂
饲料用量(t)	12.0	17.945	213.50
饲料系数	1.8	1.88	2.0
饲料单价(元/t)	1800.00	3100.00	3300.00
饲料成本(元/kg 虾)	3.24	5.83	6.60

注:其中20%为鲜活小贝类、下杂鱼,已折算为干饲料。

在表6所示的养殖实例中,台山县北陡虾场和廉江县龙头沙虾场在养虾的全过程中,全部投喂廉江县养虾(公司)饲料厂生产的珊瑚牌对虾饲料,获得了较理想的效果。证明了只要饲料的营养成分全面、适口性好,养虾全过程全部使用配合饲料是可行的。在这两个例子中,饲料系数分别是1.8和1.88,比较符合生产实际。虽然理论上饲料系数为1.53,但

由于饲料中限制性氨基酸略为不足,使得其余的必需氨基酸实际上已是超量,其超量部分只能用于提供能量,而不能组合成虾体的蛋白质。而且,在实际养虾生产中,饲料系列的高低固然与饲料的营养价值有关,也与养殖技术的高低密切相关,投饲时的误差,对虾摄食时残饵的损失等,必然使养殖生产的饲料系数大于理论值。

深圳市小梅沙虾场是大面积养虾的高产典型,该场养虾之所以获得高产,应用优质的人工配合饲料喂养是关键之一。在虾塘高密度养虾过程中,就控制水质、底质,保持足够溶氧量,提高虾塘生产力来说,优质的配合饲料大大优于小贝类、下杂鱼等生饵。小梅沙虾场在养虾的全过程中,应用的饲料80%以上是海丰县水产颗粒饲料厂生产的冠球牌斑节对虾饲料。

1988年以前,各种饲料原料价格便宜,饲料的价格低,养虾的饲料成本相对较低。自1989年起,饲料原料的价格大幅度提高,饲料价格也随着增高,从而增加了养虾的饲料成本。但与养虾的总投入和总产值相比较,仍然较低,而且大大低于用生饵养虾的成本,能为养殖业所接受。

3. 讨论

3.1 以氨基酸组成作为选择饲料原料的主要指标,参照虾体肌肉的氨基酸组成,确定各种原料的用量,是研究对虾人工配合饲料的捷径。养殖试验上常用的筛选法,因受时间、地点、水质、温度、人为等因素的影响,得出的结果往往差异较大,难以说明问题。

3.2 饲料中营养成分的平衡,应从原料选择入手,单一营养成分的添加,难以收到预期的效果。麦康森等(1985)报道,饲料中添加的游离氨基酸不能与原料的氨基酸同步被吸收。本文作者曾对添加了蛋氨酸的饲料进行了浸泡试验,饲料在水中浸泡15分钟,添加的蛋氨酸流失90%以上。

3.3 优质的对虾饲料,除了有合适的蛋白含量和合理的氨基酸组成之外,还需要有脂质、糖分、矿物质、维生素等成分的配平。几年来,各地应用配合饲料养虾取得了不少成效,但普遍存在养殖虾后期虾的生长速度缓慢,成虾个体小,虾体不饱满,肉质不结实,体色差等问题。本文作者着重就如何促使对虾正常蜕壳、加快后期生长速度、突破成虾小个化等问题进行了研究,使养殖虾在短期内(90~105天)同步达到商品规格最低限(体长12cm),虾体饱满,肉质有弹性,体色正常。养

殖的实践说明,对虾饲料如果只考虑大成分营养,则难以养成达到商品规格的对虾,添加剂显然具有重要的作用。

3.4 如果仅从营养价值上来考虑,对虾饲料的粗蛋白质含量为42%,动植物蛋白比为1:1,并非最佳指标。若提高饲料的动物性蛋白质的含量,饲料系数将相应降低。然而,目前国产鱼粉质量差,蛋白质含量低且不稳定;进口鱼粉质量好,但价格昂贵。若提高饲料中鱼粉的配比量,饲料的价格势必提高,增加养虾的饲料成本,降低经济效益。可以说,在目前的养虾现状中,以花生饼粕、秘鲁鱼粉、虾头粉、标准面粉为主要原料生产的对虾饲料,蛋白质含量为42%,动植物蛋白比为1:1,具有较高的营养价值,并能获得较好的经济效益。

(参考文献7篇,本刊略)

[作者通讯地址] 510300 广州新港西路231号,南海水产研究所

选自《饲料工业》1993年第4期

干扁藻可抑制对虾病原体弧菌

干扁藻除了在培养对虾幼苗和双壳类稚贝中代替鲜藻类饵料以外,研究还发现:喷雾商业上配制的干扁藻能够迅速抑制对虾病原体菌珠弧菌、*V. alginolyticus*、鳃弧菌、副溶血弧菌和*V. vulnificus*,而且抑制作用很迅速。

经显微镜观察,在20分钟内细菌的游动性明显的减少,细胞随之伸长和形成泡液。在用扁藻投喂25分钟之内,细菌游动就全部停止。在加入藻类15分钟之内,细菌数量同对照组相比就有所减少,但是5小时后细菌数量又增加,表明抑制作用减小了。这说明这个阶段生物活性物质被某些细菌所吸收。

干扁藻对病原体弧菌的抗菌作用,为这种干藻作为无脊椎动物的饵料又增添了一项优点。然而抑制作用精确的机理还有待进一步阐明。

(周光正)

选自《海洋信息》1993年第8期

虾池肥水培养饵料生物进行对虾育苗试验

刘昌杰 宋吉德 张晓葵 杨惠茹 侯艳丽

(威海市水产研究所, 264200)

摘要 利用58亩虾池肥水培养饵料生物,降低人工代用饵料和卤虫幼体的使用量,进行对虾育苗,减轻了水质污染,提高了幼体成活率,平均一茬育苗31.04万尾/ m^3 。万尾虾苗饵料成本3.35元。2年共实现利税206.83万元。1991年10月专家鉴定认为,本成果属国内先进水平。

关键词 对虾育苗 池塘肥水 生物饵料

目前,我国对虾育苗生产在供饲方式上,多因循着人工培养单胞藻或育苗池施肥+代用饵料+卤虫幼体(每亿尾虾苗用孵化率30%以上的卤虫卵1~2t)的模式,每立方米水体出苗量在10~15万尾,且成本高、效益差。威海市水产研究所承担了省科委下达的“大水体、高密度、低成本对虾育苗试验”课题。在乳山口镇对虾育苗场改变常规供饲方式,利用虾池作贮水池肥水+代用饵料+卤虫幼体(每3亿尾虾苗用孵化率30~35%的卤虫卵1t)生产模式,2年共培育商品虾苗6.597亿尾,平均每立方米水体31.04万尾,万尾虾苗成本11.15元,其中饵料成本3.35元。1991年10月,专家鉴定认为,本研究居国内先进水平。现将试验情况报告如下:

1 设施条件

1.1 育苗室为玻璃钢屋顶,育苗池有效水体1990年为916 m^3 ,1991年为1206 m^3 。植物饵料池120 m^3 。卤虫卵孵化池145 m^2 。沉淀池1620 m^3 ,为露天水泥砖石结构,池内用水泥石砂滤层分隔成3个。贮水池58亩,为一般养虾池。

1.2 罗茨鼓风机2台(1台备用),每台20 m^3/min ,风压0.5 kg/cm^2 ,育苗池用80°散气石1.7个/ m^2 。

1.3 卤虫卵1990年2t,孵化率8~10%;1991年1.2t,孵化率35%。

2 主要方法

3月中旬开始纳潮于贮水池,每半月纳潮6~7天。首次进水30cm左右,待单胞藻繁殖起来,再逐渐加水,使池水透明度维持在30~40cm。

3 结果

3.1 饵料生物 贮水池纳潮15~20天,透明度30cm左右。镜检池中单胞藻主要是金藻,另有少量角毛藻。1991年池中单胞藻密度最大。贮水池为84万个/ ml ,沉淀池为106万个/ ml ,砂滤池出口为74万个/ ml ,育苗池为53万个/ ml 。

浮游动物主要有桡足类、沙蚕幼体、线虫、尖鼻虫等。1990年5月5日,用80目网滤水25 m^3 ,获大型桡足类等120g,另外还有肉眼可见的小型浮游动物1000个/ L ,1991年肉眼计数浮游动物1500~2000个/ L 。

3.2 幼体与虾苗

幼体情况见表1。

表1 不同时期幼体数量及变态率

年 度	N期(万)/ 孵化率(%)	Z期(万)/ 变态率(%)	M期(万)/ 变态率(%)	P期(万)/ 变态率(%)	出池(万)/ 成活率(%)	出 苗 量 (万/m ³)
1990	59621/64.6	55168/92.5	38317/69.0	34890/91.0	26200/47.3	30.78
1991	70601/69.5	54648/77.4	51144/93.5	45164/88.3	37770/53.5	31.31

3.3 经济效益 1990年, 平均每万尾虾苗售价43元, 亲虾6~7元/尾(扣除产卵后变卖收入), 工资按半年计算。万尾虾苗成本11.66元, 其中饵料成本4.03元/万尾。1991年, 平均每万尾虾苗售价42元, 每尾亲虾21元, 工资按全年计算。万尾虾苗成本10.64元, 其中饵料成本2.63元/万尾。2年的收支情况见表2。

4 讨 论

4.1 利用虾池作贮水池的优点 利用虾池作贮水池繁殖饵料生物, 是对虾育苗高产和降低成本的有效途径。生产上大量培养单胞藻、轮虫, 使用卤虫等, 需过多的设备和人力, 不可能实现大水体育苗中的低成本; 若在对虾无节幼体阶段向育苗池施肥, 饵料生物的繁殖又受到水温、光照及换水等多种因素限制, 难以满足对虾高密度育苗需求; 若靠大量投喂人工代用饵料, 高密度培养Z₁~P₁, 常会造成水质污染, 使对虾幼体发生营养性疾病, 体表挂脏, 成活率降低。采用虾池作贮水池繁殖饵料生物, 除可克服上述方法的不足, 还有以下优点: 一是贮水池繁殖浮游植物, 可完全与育苗池隔离, 一旦发生

毒藻, 可杀死放水, 另行培养, 也可多用几个养虾池, 分期分批培养。二是贮水池肥水, 除繁殖大量浮游植物外, 还能培养出大量浮游动物, 如桡足类、沙蚕幼体、轮虫等, 减少了卤虫幼体和人工代用饵料的使用量, 降低了饵料成本, 万尾虾苗饵料成本仅3.35元。三是贮水池繁殖的基础饵料, 数量大、密度高、质量好, 能充分满足高密度对虾育苗需要。连续2年金藻密度达50~120万个/ml, 桡足类、沙蚕幼体等小型浮游动物1000~2000个/L。四是不需要重复投资, 方法简便。用透明度30~40cm的肥水培养亲虾, 还有利于亲虾性腺发育。

虾池作贮水池繁殖饵料生物, 必须注意以下几点: 第一, 纳潮前认真清淤消毒; 第二, 肥水时间安排在对虾幼体摄食前1个月进行, 一般只施无机肥, 如NaNO₃、KH₂PO₄等, 氮磷比10:1; 第三, 每1000³水体育苗池至少需配备一个30~50亩的虾池; 第四, 沉淀池要露天, 水不应太深, 亲虾产卵结束即可去掉遮光帘。

4.2 清水孵化可提高卵子的孵化率 孵化用水, 经砂滤, 虽仍有80%以上的金藻透过滤层, 水中金藻密度高达70~80万/ml, 但

表2 1990、1991年经济效益分析

年份	支 出 (万元)													收 入 (万元)	
	工资	折旧	亲虾	卤虫	鸡蛋	沙蚕	微饵	药品	煤	电	利息	其它	合计	总收入	纯利
1990	3.4	4.0	3.0	9.0	1.0	0.18	0.6	1.2	2.0	1.5	4.2	2.8	32.88	121.26	88.38
1991	13.8	5.0	7.56	4.5	6.67	0.38	0.6	0.7	1.3	0.6	2.4	2.64	40.18	158.63	118.45

是卵子的孵化均在70%左右,未发现不良影响,这说明只要滤掉浮泥、有机碎屑即可,较多的金藻并不影响卵的孵化。

4.3 肥水育苗不能发生金藻中毒 育苗用水金藻密度多在50~80万/ml,部分池高达150~230万/ml,一直到仔虾出池,虾苗健壮无病,且氮氮含量较低。

4.4 肥水育苗对水中的pH值的影响 试验中因贮水池金藻等浮游植物大量繁殖,pH值经常在8.90以上,有时高达9.30,这时孵化用水必须提前进池,充气过夜,降低pH值后,放卵孵化。试验证明,用pH8.60~8.76的水孵化,不会影响卵的孵化率,获得的无节幼体无异常症状,随着幼体的发育,pH值逐渐下降,至仔虾出池前,pH值一般在7.50~7.80,部分育苗池降至7.30~7.50,虾苗健壮活泼。

4.5 肥水过程中盐度情况 整个育苗期间,1990年盐度26.8~29.7,1991年为26.0~

27.7,无前低、后高的变化趋势。这可能是肥水过程逐渐加水,且15天后亲虾培育开始用水,贮水池进出水维持在一定水平上的缘故。

4.6 肥水育苗对水中COD的影响 试验证明,因金藻等饵料生物的大量繁殖引起的COD升高,对育苗是有利的,它既可吸收水中的 NH_4^+-N ,降低重金属离子浓度,又可为对虾幼体提供丰富的鲜活饵料,减少人工代用饵料。淡水养鱼的经验认为COD保持在 $10\sim30\times10^{-6}$ 较为适宜,试验中沉淀池COD含量一般在 $10\sim25\times10^{-6}$,二者还是吻合的。反之,若因有机碎屑造成COD的大量增加,则易使病菌大量孳生,虾苗体表粘脏,甚至导致育苗失败。对此,除掌握好投饵量外,可在换水前采用沉淀、沙滤等方法除去有机碎屑,定期用 $0.05\sim0.20\times10^{-6}$ 的高锰酸钾溶液全池泼洒。

(发稿编辑 郑美香)

选自《齐鲁渔业》1993年第4期

对虾配合饵料科学配方的优化方法

吴英杰¹⁾ 刘忻怡²⁾ 曹淡君²⁾

(¹⁾辽宁师范大学食品生化所,大连 116022)

(²⁾沈阳农业大学,110161)

本文讨论对虾配合饵料科学配方优化模型方法的建立及具体运用。

1 配方设计的数学模型

饵料配方设计的数学模型主要根据线性规划原理和方法建立,它研究的对象实际上是一个最优化问题,就是求某一目标函数在一定约束条件下的最小值(或最大值)。其数学特征是目标函数和约束条件均为线性函数,即约束条件和目标函数都可以用线性不等式组来表示。因此,线性规划的数学模型的标准形式在约束为:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n \leq b_1 (\text{或} \geq b_1) \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n \leq b_2 (\text{或} \geq b_2) \\ a_{r1}x_1 + a_{r2}x_2 + \cdots + a_{rn}x_n \leq b_r (\text{或} \geq b_r) \end{cases}$$

$$x_j \geq 0 \quad (j=1, 2, \cdots, m) \text{ 求目标函数:}$$

$$S = c_1x_1 + c_2x_2 + \cdots + c_nx_n = \min (\text{或} \max)$$

优化最低成本饵料配方,是要求一组所用原料的比例,其各营养含量达到所规定的指标值,而成本最低。决策变量 $x_1, x_2, \cdots, x_n$ 是要设计的配方中各种原料(如鱼粉、豆粉等)的未知比;约束条件中 $a_{ij}(i=1, 2, \cdots, n; j=1, 2, \cdots, m)$ 是已知原料营养成分含量; $b_j(j=1, 2, \cdots, m)$ 是规定配方中要达到的营养指标;目标函数中的 $c_j(j=1, 2, \cdots, m)$ 是各种原料的单价; S 是优选出来的配方中的饵料价

格。

考虑到饲料的营养原则,首先要确定饲料原料的种类,要根据饲料资源、库存情况、市场行情、对虾种类和不同的生理阶段确定采用哪些种类饲料。然后根据对虾不同种类、不同生理阶段的生理需求确定其营养指标及

限制含量(蛋白质、氨基酸、维生素、粗纤维、无机元素等)的最适需求量,再根据原料的营养成分表及价格的准确数值,按数学模型进一步列出电子计算机的数据系数矩阵表,见表1。

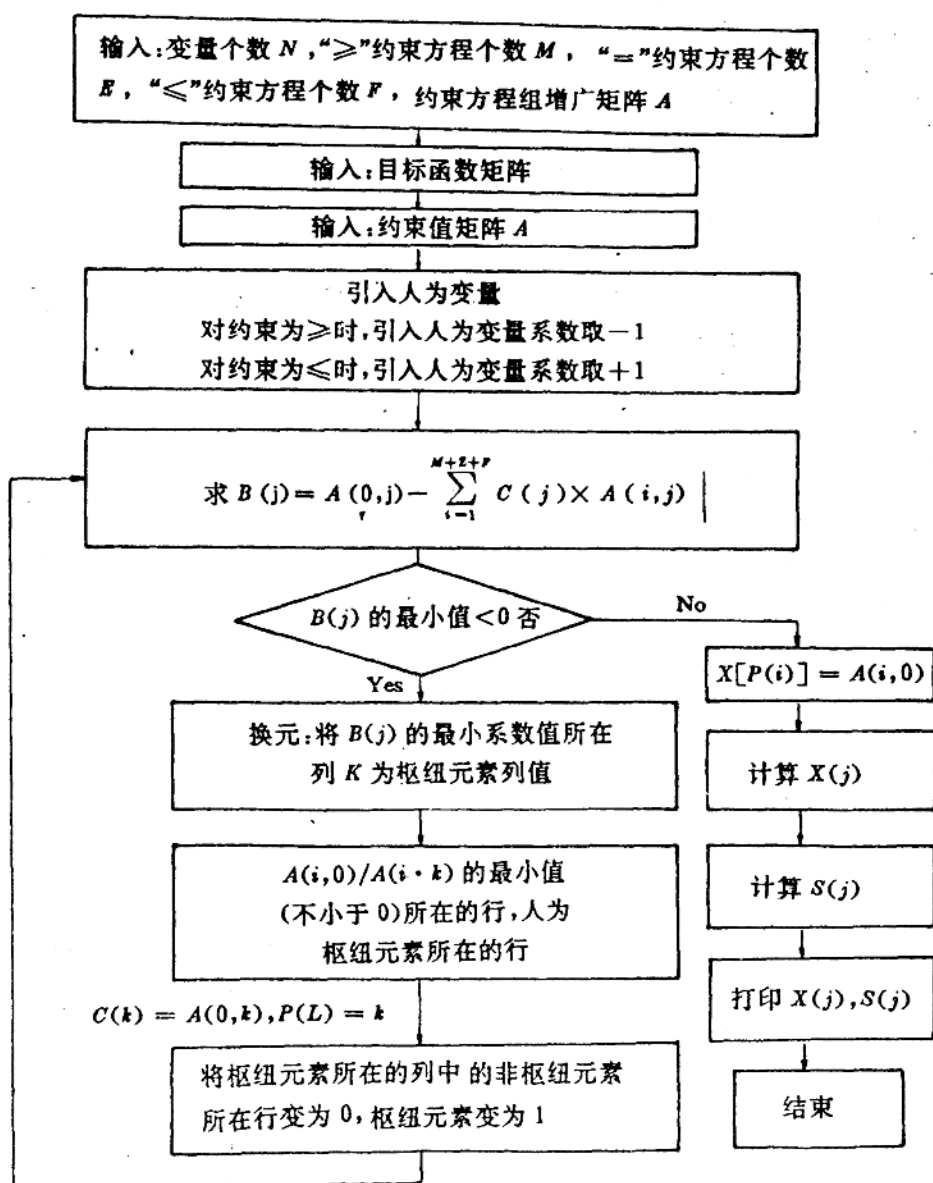


图 1

表 1 数据系数矩阵

项目	N=7							M=13				E=1		F=13			
	营养含量(%)							约束符号	限定指标	约束符号	限定指标	约束符号	限定指标	约束符号	限定指标	约束符号	限定指标
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7										
									下限								上限
植物蛋白	0	0	44.1	22.8	13.1	52.4	10.7	$\geq$	22.5	$\leq$							27
动物蛋白	60.5	39.5	0	0	0	0	0	$\geq$	12.5	$\leq$							17
类脂物	9.7	2.12	1.1	1.1	3.4	1.6	0.6	$\geq$	3	$\leq$							5
粗纤维	0	0	5.6	26.5	5.2	0.6	6.2	$\geq$	4	$\leq$							5
赖氨酸	4.02	1.94	1.98	1.70	0.58	1.67	0.26	$\geq$	2	$\leq$							3
蛋氨酸	1.41	1.43	1.90	1.50	0.22	0.99	0.15	$\geq$	1	$\leq$							2
精氨酸	2.92	2.16	2.94	3.50	0.83	2.27	0.46	$\geq$	2	$\leq$							3
磷	2.67	0.58	0.62	0.92	0.90	1.02	0.31	$\geq$	1	$\leq$							2
鱼粉*	1	0	0	0	0	0	0	$\geq$	0.15	$\leq$							0.3
虾粉*	0	1	0	0	0	0	0	$\geq$	0.05	$\leq$							0.1
豆粉*	0	0	1	0	0	0	0	$\geq$	0.20	$\leq$							0.5
葵花饼*	0	0	0	1	0	0	0	$\geq$	0.04	$\leq$							0.1
麦麸*	0	0	0	0	1	0	0	$\geq$	0.10	$\leq$							0.2
x_7 参数**	1	1	1	1	1	1	1	=	0.96	/							/
原料价格 (元/kg)	4.2	1.00	0.88	0.30	0.32	4.00	0.45	/	/	/							/

表中 x_1 ——鱼粉; x_2 ——虾粉; x_3 ——豆粉; x_4 ——葵花饼; x_5 ——麦麸; x_6 ——酵母; x_7 ——次面粉。

* 所列的行是对这几种原料的限制用量范围。如不加以限制,微机有时会只取一种或少数几种原料,其中“1”表示是考察该种原料,“0”表示不考察该种原料。

** x_7 参数指理论上所有的原料用量百分比之和应该等于 100%,但是饵料加工中尚需加入粘合剂或引诱剂等非营养性物质,固首先将这部分扣除,即其中有 4% 为粘合剂和引诱剂,其余 96% 才是这些原料之和,这样计算才更精确。

据表 1,利用单纯形法,即首选择取一个起始端点 x^0 ,并计算其相对应的目标函数 S_0 ,根据一定的判别条件确定 x^0 是否为最佳解,如不是,则按单纯形法程序找到一个更接近于最佳解的新端点 x^1 ,再判别其是否为最佳解,如再不是,则如此继续下去,直到找到最佳解为止。如是,则打印出最佳解,并解出 x_i 。其程序框图见图 1。

据此框图编出计算机程序,将表 1 中数据输入计算机即可进行运算,其中, N 为原料品种个数; M 约束符号为“ $\geq$ ”个数; E 为约束符号“ $=$ ”个数; F 为约束符号为“ $\leq$ ”个数。

营养限制指标应按列输入,其余按行输入,约束符号不输入计算机。

3 结果及分析

将相应的数据填在表 1 相应位置上并输入计算机运行即可,求解结果如下:

$x_1=0.25$ (鱼粉在饵料中所占比例,以下同); $x_2=0.08$; $x_3=0.43$; $x_4=0.05$; $x_5=0.05$; $x_7=0.10$; 价格 1.56 元/kg。

其中,配合饵料中各营养成分理论计算含量为:

植物蛋白为 25%; 动物蛋白为 14.6%; 类脂物为 3.2%; 粗纤维为 5%; 赖氨酸为 2.05%; 蛋氨酸为 1.35%; 精氨酸为 2.40%; 磷为 1.08%。

从饲料的营养成分含量看,已经能很好地满足中国对虾养成期的中期生长阶段的营养需求,必需氨基酸含量高,动植物蛋白搭配合理,符合中国对虾此生长期营养需求^[2,4]。

4 讨论

4.1 计算机执行一次后,要审查其打印出的配方,如不理想,就要进行修正,主要是有针对性地修订约束条件或限制量,如各营养指标的限定值之间是否有矛盾以及营养指标限定值与原料用量的限定之间有无矛盾。

(下转第12页)

养虾池常用药物对沙蚕的毒性试验*

INVESTIGATION ON THE TOXICITIES OF SEVERAL COMMONLY USED MEDICINES TO POLYCHAETE WORM IN SHRIMP CULTURE

王希升¹ 张洪三²

(¹潍坊市水产研究所 261041)

(²寿光县第二水产养殖公司 262700)

沙蚕养虾能增大对虾规格、提高对虾产量、降低饵料成本、防止池底污染^[1]。但目前仍有许多养虾者,自觉或不自觉地利用清池药物将养虾池内的沙蚕杀死,造成一定的损失。为找到虾池常用药物对沙蚕的安全浓度,笔者于1992年5~6月用漂白粉、茶子饼、CuSO₄、生石灰对沙蚕的毒性进行了试验。

1 材料和方法

1.1 试验材料 日本刺沙蚕(*Neanthes japonica*)^[2]取自寿光县第二水产养殖公司111号养虾池,选用健康、肢体完整的个体,规格2.5~3.5 cm(CuSO₄毒性试验沙蚕规格4.5~5.5 cm)。漂白粉有效氯含量为24.5%。CuSO₄采用蓝矾。生石灰采用化学纯CaO(有效含量97%)。茶子饼采用一般市售材料。以上药物应用时经粉碎处理。

表1 各种药物的原液量与浓度

	原液量(ml)	2.0	3.0	3.5	4.0	4.5
	浓度($\times 10^{-6}$)	16	24	28	32	36
漂白粉	原液量(ml)	0.5	2.5	4.0	5.0	7.5
	浓度($\times 10^{-6}$)	1	5	8	10	15
CuSO ₄	原液量(ml)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
	浓度($\times 10^{-6}$)	1	2	3	4	5
CaO	原液量(ml)	1.0	2.0	4.0	8.0	16.0
	浓度($\times 10^{-6}$)	40	80	160	320	640

1.2 试验条件 试验在寿光县第二水产养殖公司对虾育苗场进行。试验水温为21.5~25.5℃,盐度33.1。pH值8.45~8.55,CaO试验的pH值8.45~10.06(见表5)。试验中用一层黑布遮光。

1.3 试验方法 用烧杯各盛海水500ml,再分别移去相应的药物原液量(见表1)。各种药物分别设置5个浓度梯度,0为对照,各项试验设置2组。

用分析天平称取漂白粉4g,茶子饼、CuSO₄各1g,CaO 20g,分别溶解于1000ml蒸馏水中制成原液(茶子饼浸泡1h),搅拌均匀后移取一定量的原液(见表1)入各试验烧杯内,搅拌均匀,立即用小网将提前准备好的沙蚕移入各烧杯内,每烧杯放沙蚕6尾,观察沙蚕的活动情况,记录12, 24, 48h各烧杯沙蚕的死亡数量。

2 试验结果

漂白粉、茶子饼、CuSO₄、生石灰对沙蚕的毒性试验结果分别见表2~5。

表2 漂白粉对沙蚕的毒性试验结果

时间 (h)	浓度($\times 10^{-6}$)					
	0	16	24	28	32	36
	沙蚕死亡数(尾)					
12	0	0	0	6	6	6
24	0	0	0	6	6	6
48	0	0	0	6	6	6

表3 茶子饼对沙蚕的毒性试验结果

时间 (h)	浓度($\times 10^{-6}$)					
	0	1	5	8	10	15
	沙蚕死亡数(尾)					
12	0	0	0	6	6	6
24	0	0	0	6	6	6
48	0	0	0	6	6	6

* 本试验得到张乃禹教授的指导,特表谢意。

表4 CuSO₄对沙蚕的毒性试验结果

时间 (h)	浓度($\times 10^{-6}$)					
	0	1	2	3	4	5
	沙蚕死亡数(尾)					
12	0	0	0	0	3	6
24	0	0	3	6	6	6
48	0	0	6	6	6	6

表5 CaO对沙蚕的毒性试验结果

时间 (h)	浓度($\times 10^{-6}$)					
	0	40	80	160	320	480
	沙蚕死亡数(尾)					
12	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0
pH值	8.45	9.01	9.22	9.51	9.96	10.06

表6 各种药物对沙蚕的安全浓度和致死浓度

药物名称	48h	24h	48h
	安全浓度 ($\times 10^{-6}$)	致死浓度 ($\times 10^{-6}$)	致死浓度 ($\times 10^{-6}$)
漂白粉	24	28	28
茶子饼	5	8	8
CuSO ₄	1	3	2
CaO	640	无	无

3 讨论

3.1 各种药物的安全浓度和致死浓度见表6。从

表中可以看出,漂白粉和茶子饼作用较快,24 h和48 h致死浓度一致,CuSO₄作用较慢,茶子饼和CuSO₄对沙蚕的毒性最大,CaO毒性最小,CaO能显著地提高海水的pH值(见表5),但各试验浓度均为安全浓度。

3.2 各种药物在清池时的常用量为:漂白粉 30×10^{-6} 以上,茶子饼 $15 \sim 20 \times 10^{-6}$ ^[2],CuSO₄在杀死藻类时的用量为 $7 \sim 8 \times 10^{-6}$ ^[1],此用量即能将沙蚕杀死,前期用CaO清池,池水pH值过高也影响沙蚕幼体的存活,CaO使池底板结成块,影响沙蚕幼虫由浮游转为底栖。因此当虾池存在大量沙蚕或沙蚕幼虫时,应慎重地选择清池药物及其用量。从试验结果看,漂白粉不应高于 24×10^{-6} ,茶子饼不应高于 5×10^{-6} ,养虾期间CuSO₄不应高于 1×10^{-6} 。由此可见,以上药物在沙蚕的安全浓度下鱼类不能致死,如何找到一种即能杀死有害鱼类,又能保证沙蚕存活的药物还需进一步研究。

3.3 为更好地利用沙蚕养虾,利用茶子饼等药物清池应在3月底开始进水(40~60目)纳入大量的沙蚕幼虫之前进行,沙蚕幼虫进入养虾池后以及养虾期间利用各种药物应控制在沙蚕的安全浓度以内。

参考文献

- [1] 韩方训等,1991.海洋科学 3:4~6.
- [2] 杨德渐、孙瑞平,1988.中国近海多毛环节动物.农业出版社,37.
- [3] 张伟权、纪成林等,1989.中国对虾养殖新技术.金盾出版社.
- [4] 陈宗尧、王克行,1987.实用对虾养殖技术.农业出版社,87.

选自《海洋科学》1994年第1期

(上接第10页)

修正后使计算机重新运行,如此反复,直到得到一个营养平衡、价格低廉的理想科学配方为止。

4.2 在中低营养水平下,计算机总是优先采用低价格原料,计算出的配方往往不理想,这就要对低价格、低质量饵料限定上限用量,而高价格、高质量的饵料要限定下限用量,这样才能保证各种饵料原料合理和有计划利用。

4.3 在已见文献中^[3],程序偏大,运行时间长,结果输出单一,本方法简单方便,实用,不仅可以得出最佳配方,而且可自动对所给配方进行检查评价给出计算机

设计出的最佳营养配方中的各种营养成分的含量。

参考文献

- [1] 陈子强,1983.福建水产 61~66.
- [2] 毛忠际等,1987.对虾.福建科学技术出版社,75~94.
- [3] 高俊德、徐鹏,1987.食品营养及其计算.中国食品出版社,95~125.
- [4] 弟子丸修,1985.日本水产会志 51(6):1 037~1 044.

选自《海洋科学》1993年第6期

以配合饵料喂养斑节对虾 (*Penaeus monodon*)的现状

周光正

(山东省海水养殖研究所)

斑节对虾(*Penaeus monodon*)的市场需求量大、价格高、生长迅速、易于产卵,所以世界各地广泛养殖,特别是在台湾。而养殖好斑节对虾,配合饵料又是关键。各种营养成分的配比、最佳蛋白质含量等问题至关重要。本文就此进行综述,以飨读者。

1990年菲律宾学者F. Piedad—Pascual等报导:用含有脱脂豆粉(15、25、35、45和55%)的10种饵料成份,组成约含40%粗蛋白和10%粗脂肪的五种配合饵料(参见表1和表2)来投喂斑节对虾幼虫。以放养密度分别为10ind./m²和20ind./m²作为期三个月的投喂试验。研究发现:放养密度为10ind./m²的网箱比20ind./m²明显重些(参见表3)。两种密度下平均每尾虾重都有所增加。在两种放养密度下,存活率都较高而且五种配合饵料的增重效果之间没有明显的差异(表3)。在高放养密度(20ind./m²)的存活率,不管饵料中含脱脂豆粉量多少都比放养密度10ind./m²的存活率要高些。就豆粉含量而言,在两种放养密度下,存活率较高的是投喂含35%脱脂豆粉饵料。当脱脂豆粉含量从35%增加到55%时,两个放养密度的存活率都有降低的趋势。Wilson认为:整个鱼、虾体必需氨基酸组成是配制鱼、虾饵料的一项极好的参考指标。因此他认为:饵料的营养价值决定于饵料的必需氨基酸类型是否和所研究的动物体的氨基酸组成相接近。所以,配制斑节对虾饵料的必需氨基酸成份应该参照虾体氨基酸成份进行(参见表4)。本试验的饵料系数变化在5.0—6.4之间,是由于各饵料的必需氨基酸类型不同所致。除了色氨酸以外,其它必需氨基酸在所有饵料中都比虾体相应的必需氨基酸数量要小些。而且以豆粉来代替鱼粉时,缺乏其它营养成分以及多余的蛋白质都会引起饵料系数的变化。Ting报导:全植物性蛋白比全动物性蛋白,饵料系数有趋高之势。植物性蛋白饵料和动物性蛋白饵料的蛋白质消化率

($\text{消化率} = \frac{\text{摄取饵料量} - \text{排出残渣量}}{\text{摄取饵料中蛋白质(脂肪或糖)的量}} \times 100\%$)没有差异。斑节对虾对豆粉的总消化率(98%)比鱼粉(61%)要好些。

Tacon等还证明:豆粉不管是脱脂与否可以代替高达75%褐鱼粉的蛋白量。那么斑节对虾饵料中蛋白质的最佳含量究竟该是多少呢?1991年台湾学者Shi—Yen Siau等探讨了海水(32‰)和半咸水(16‰)中培养斑节对虾的最佳蛋白质含量问题。他们配制了六种饵料含粗蛋白分别为32、36、40、44、48和52%,饵料配方、近似组成和蛋白源参见表5和表6。这些饵料在两种不同的盐度下(16‰和32‰)于8周中投喂量是每日体重的8%。参看表7发现:在16‰盐度中培养时,投喂含44、48和52%蛋白质的饵料,对虾的增重比投喂含32、36和40%

表 1

试验饵料的组成百分比

Table 1

Percentage composition of the test diets

饵料成份	饵料号				
	1	2	3	4	5
脱脂豆粉	15.0	25.0	35.0	45.0	55.0
鳗鱼粉	30.0	23.0	16.0	9.0	0
虾粉	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
面粉	10.8	7.8	4.8	1.8	0.8
稻糠	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
鳗鱼肝油	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
土豆淀粉	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
维生素混合物 ^a	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
矿物质混合物 ^b	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
BHT	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

- a. 维生素混合物含量(g/100g混合物): 维生素B₁ HCl 0.15, 维生素B₂ 0.50, 维生素B₆ 0.15, 烟酸2.00, Ca—泛酸0.75, 肌醇10.00, 维生素H 0.15, 叶酸0.0375, 苯胺基苯胺1.00, 氯化胆碱20.00, 抗坏血酸25.00L—维生素E1.00, 维生素K 0.10, β—胡萝卜素0.10, 麦角骨化醇0.015, 维生素B₁₂ 0.001, 纤维丝39.0456,
- b. 矿物质混合物含量(g/100g混合物): K₂HPO₄ 10.00, NaH₂PO₄·H₂O 21.50 Ca(H₂PO₄)·H₂O 26.50, CaCO₃ 10.50, 乳酸钙16.50, KCl 2.80, MgSO₄·7H₂O 10.00, 柠檬酸铁1.20, 微量金属*1.00,
- * 微量金属(g): AlCl₃·6H₂O 0.024, ZnSO₄·7H₂O 0.476, MnSO₄·H₂O 0.107, CuCl₂ 0.015, KIO₃ 0.023, CoCl₂·6H₂O 0.140, 纤维丝0.215.

表 2

干重 a 试验饵料的近似成份

Table 2

Proximate composition of the test diets on a dry weight basis^a

饵料	粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	粗纤维 (%)	NFE (%)	灰份 (%)	能量 (Kcal) ^b
1	42	9.3	4.5	30.8	13.7	374
2	39	9.2	5.4	33.7	12.9	373
3	40	8.8	5.9	33.2	12.1	372
4	39	8.6	6.3	34.5	11.2	373
5	59	8.4	7.2	36.1	9.9	374

a. 根据四批饵料合并的样品。

b. 能量是由粗蛋白和游离氮使用4Kcal/g与粗脂肪9Kcal/g来计算而得, N.F.E.—提取的游离氮。