

稚鳖的营养素需要量及饲料 最适能量蛋白比

包吉璧 刘春 高晓莉 谷震 杨秀阁
(河北水产学校, 秦皇岛 066003)

提要 应用正交设计法($L_9(3^4)$)配制九种试验饲料,对稚鳖配合饲料中蛋白质、脂肪、无机盐和总能的需要量作饲养试验。对增重率、饲料系数、日增长率、蛋白质效率等项指标进行综合分析。结果表明,在本试验条件下,影响生长的主要因素是蛋白质和总能。较优饲料的总能为320~340千卡/百克饲料,蛋白质为46.6%,脂肪为3~5%,无机盐为2~3%,总糖为21~23%。每百克稚鳖日需蛋白质0.648克,总能4.5~4.7千卡,脂肪0.042~0.070克,糖0.32~0.43克,无机盐2~3%,纤维素20~22%。稚鳖饲料的最适能量蛋白比(C/P值)在7.0~7.55之间。

关键词 鳖,配合饲料,能量蛋白比,营养素

关于鳖(甲鱼)用配合饲料的营养素含量,国外曾有片断介绍^[3]。近年,国内养鳖业兴起,生产性鳖用配合饲料也有若干披露^[4]。但鳖对营养素需要量的研究,则还未见报道。为提供鳖用饲料配方的可靠依据,本试验应用正交设计法^[1,2,5],就稚鳖对饲料营养素需要量及饲料最适能量蛋白比等进行了初步研究。

材料与方 法

试验鳖于1989年4月底从浙江嘉兴运至河北秦皇岛,共200只,其体重在10~15克间。经室内玻璃水槽不控温驯养三个多月体重达15~30克后,进入试验期。正式试验前,先选出大小适宜的稚鳖138只逐个称重,再按试验设计,分放18个玻璃水槽(单个水体为65×50×20cm),每二个水槽为一组作平行试验,投喂一种饲料,每组鳖数13只(均为7,6分放),另设0号为对照组放鳖8只。试验自1989年8月6日至8月26日为期20天(试验前有7天过渡,饥饿5天,试喂2天)。

试验用水为地下水。进入水槽前的水质指标为:pH值7.0;DO 7.13mg/L; NH_4^+-N 0.014mg/L。水槽水的日交换量控制在0.75—1.1次间。每5天测定一次水质。试验期间水槽水质变动范围,pH 6.9—7.0;DO 0.12—1.94mg/L; NH_4^+-N 0.1—1.8mg/L。水温用加热器控制在 $28 \pm 2^\circ\text{C}$ 。

试验饲料按正交设计表 $L_9(3^4)$,将粗蛋白、粗脂肪、无机盐和总能作为4个试验因素,各分3个水平,配成9种饲料(表1、表2)。以酪蛋白为蛋白源(添加数种氨基酸)、糊精为糖源、玉米油为脂肪源,纤维素用纤维素粉和羧甲基纤维素(后者兼作粘合剂),无机

表1 试验饲料营养及其水平的设计
Table 1 Nutrients and their designs of the test diet

营 养 素 水 平	蛋白质(%)	脂 肪(%)	无机盐(%)	总 能 (千卡/百克饲料)
1	42	3	2	280~300
2	47	5	3	320~340
3	52	7	4	360~380

表2 试验饲料营养成分的实测值
Table 2 Results of ingredients of the test diet

营 养 素 饲 料 号	蛋白质(%)	脂 肪(%)	总 糖(%)	总 能 (千卡/百克饲料)
1	41.72	3	21.84	281.24
2	41.70	5	28.83	327.32
3	41.68	7	35.92	373.40
4	46.64	5	12.82	282.84
5	46.63	7	20.52	331.60
6	46.60	3	36.56	359.64
7	51.57	7	7.40	298.88
8	51.54	3	22.71	324.0
9	51.53	5	30.32	372.4
0	0.21	5	78.96	361.68

注：总能为计算值；每克蛋白质、糖、脂肪分别是4、4、9千卡。

盐和和维生素配方均为自定。9种饲料的配方列于表3。

在试验期内，每天(分二次)投入占体重2%的饲料(以原料自然干重计)，投喂时，将原料加水成面团状，放到食台上。每次投喂前取出剩食，待其风干后称重，即为余量。若连续7天供食被吃尽，要适当增加投食量，保证试验鳖达到饱食。

试验饲料及整体的营养成分均由北京市营养源研究所测定。选用的饲养生物学指标如下：

1. 增重率 = 净增重/始重 × 100%
2. 饲料系数 = 摄食量/净增重
3. 日生长率 = $(\sqrt[n]{\text{末重}/\text{初重}} - 1) \times 100\%$
4. 蛋白质效率(PER) = 总增重/[摄食量 × 饲料蛋白质含量(%)]

表 3 九种试验饲料的配方
Table 3 Composition of the test diet

组别	成分						
	酪蛋白(%)	糊精(%)	玉米油(%)	无机盐(%)	维生素(%)	粘合剂(%)	纤维素粉(%)
1	47.2	15.0	3	2	0.22	4	28.58
2	47.2	25.5	5	3	0.22	4	15.08
3	47.2	36.0	7	4	0.22	4	1.58
4	52.8	5.5	5	4	0.22	4	28.18
5	52.8	16.0	7	2	0.22	4	17.98
6	52.8	36.98	3	3	0.22	4	0
7	58.4	0	7	3	0.22	4	27.38
8	58.4	20.00	3	4	0.22	4	10.38
9	58.4	30.98	5	2	0.22	4	0
0	0	80.0	5	2	0.22	4	8.78

注: 89.4 克酪蛋白中添加下列 7 种必需氨基酸: 精氨酸 4.04 克、组氨酸 0.96 克、苯丙氨酸 0.81 克、亮氨酸 2.25 克、蛋氨酸 0.35 克、苏氨酸 0.9 克、色氨酸 0.09 克及胱氨酸 1.8 克。

结果与分析

(一) 营养素与稚鳖饲养生物学指标的关系

表 4 是 9 种试验饲料 4 项饲养生物学指标的汇总值。由表 4 可见, 5 号饲料的饲养生物学指标全占首位。7 号和 1 号饲料最差。亦即饲料蛋白质含量 46.63%、脂肪 7%、

表 4 9 种试验饲料 4 项饲养生物学指标的汇总

Table 4 The collection of nine kinds of experimental diets and four items of raising targets

饲料号	总体重(克)		净增重(克)	增重率(%)		摄食量(克)	饲料系数		日生长率(%)		蛋白质效率	
	始重	末重		各箱	平均		各箱	平均	各箱	平均	各箱	平均
1	127.9	155.8	27.9	21.8	20.4	42.83	1.54	1.65	0.99	0.93	1.57	1.47
	149.5	177.7	28.2	18.9		49.56	1.76		0.87		1.37	
2	127.9	160.95	33.05	25.8	31.3	47.46	1.44	1.26	1.16	1.37	1.67	1.94
	149.1	203.9	54.8	36.3		59.33	1.08		1.58		2.21	
3	127.9	158.0	30.1	23.5	25.1	50.28	1.67	1.60	1.06	1.13	1.41	1.48
	149.5	189.3	39.8	26.6		61.05	1.53		1.19		1.54	
4	127.9	160.4	32.5	25.4	27.4	36.82	1.13	1.15	1.14	1.22	1.92	1.90
	149.3	193.1	43.8	29.3		50.92	1.16		1.29		1.87	

续表

饲料号	总体重(克)		净增重(克)	增重率(%)		摄食量(克)	饲料系数		日增长率(%)		蛋白质效率	
	始重	末重		各箱	平均		各箱	平均	各箱	平均	各箱	平均
5	127.9	175.7	47.8	37.4	34.4	45.16	0.86	0.96	1.60	1.49	2.31	2.31
	150.3	197.4	47.1	31.3		44.51	0.95		1.37			
6	127.6	163.9	36.3	28.4	34.1	55.12	1.52	1.30	1.26	1.47	1.43	1.72
	140.7	207.8	59.1	39.7		63.93	1.08		1.69			
7	127.6	155.5	27.9	21.9	22.9	41.58	1.49	1.44	0.99	1.03	1.30	1.35
	146.9	181.9	35.0	23.8		44.76	1.39		1.07			
8	127.5	167.1	39.6	31.1	31.7	39.96	1.01	1.03	1.36	1.39	1.90	1.88
	148.9	196.9	48.0	32.2		49.71	1.04		1.41			
9	127.7	163.3	35.6	27.9	25.9	49.98	1.18	1.14	1.24	1.16	1.64	1.70
	149.8	185.4	35.6	23.8		39.12	1.10		1.07			
0	127.8	141.1	13.3			44.55						

每百克饲料总能 331.6 千卡时饲养效果最佳。

表 5 是运用极差分析和方差分析对试验数据进行统计处理的结果。

表 5 营养素对增重率、日增长率、饲料系数、蛋白质效率的分析统计值

Table 5 The analysis statistics of nutrients effects on weight gain rate, growth rate per day, feed conversion and protein efficiency ratio (PER)

指 标		增重率(%)	日增长率(%)	饲料系数	蛋白质效率	
蛋 白 质	水 平	1	25.6	1.14	1.50	1.63
		2	32.0	1.32	1.14	1.98
		3	26.8	1.19	1.20	1.64
	极 差 值	6.5	0.25	0.36	0.35	
	较 优 水 平	P_2	P_2	P_2	P_2	
	概 率	≤ 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	
	总 能	水 平	1	23.6	1.06	1.41
2			32.5	1.42	1.08	2.04
3			28.4	1.25	1.35	1.63
极 差 值		9.0	0.36	0.33	0.47	
较 优 水 平		E_2	E_2	E_2	E_2	
概 率		< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	

续 表

指 标		增重率(%)	日生长率(%)	饲料系数	蛋白质效率	
脂 肪	水 平	1	28.7	1.26	1.33	1.69
		2	28.2	1.25	1.18	1.85
		3	27.4	1.22	1.33	1.71
	极 差 值		1.3	0.04	0.15	0.16
	较 优 水 平		L_1	L_1	L_2	L_2
	概 率		>0.05	>0.05	>0.05	>0.05
	无 机 盐	水 平	1	26.9	1.19	1.25
2			29.4	1.29	1.33	1.67
3			28.0	1.25	1.26	1.75
极 差 值		2.5	0.10	0.08	0.16	
较 优 水 平		S_2	S_2	S_1	S_1	
概 率		>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	
因素主次顺序		$E_1P_2S_2L_1$	$E_2P_2S_2L_1$	$P_2E_1L_2S_1$	$E_2P_2L_2S_1$	

由表 5 可见,饲料蛋白质和总能二个试验因素对 4 项饲料生物学指标有显著影响,极差值较大,概率都 <0.05, 并都是第二水平最佳。因此,4 个因素和 3 个水平的较优组合大致可以确定为 $E_2P_2S_2L_1$ — $E_2P_2L_2S_1$ 间。亦即较优饲料的总能为 320—340 千卡/百克饲料,蛋白质 46.6%,脂肪 3—5%,无机盐 2—3%。另外据 2 号、5 号、8 号饲料饲养效果分析,饲料的总糖较优含量应是 21—28%。

(二) 营养素的日需要量

根据表 5 分析结果可以确定,每百克稚鳖的营养素日需要量可以利用 5 号饲料的日摄食率与试验所得的营养素较优水平值相乘得到。经计算,在本试验条件下,稚鳖对各营养素的日需要量(每百克体重)为:总能 4.5—4.7 千卡,蛋白质 0.648 克,脂肪 0.042—0.070 克,糖 0.32—0.43 克,无机盐 2—3%,纤维素 20—22%。

(三) 饲料的最适能量蛋白比(以下简称能蛋白比,用 C/P 表示。C/P = 总能(千卡/百克饲料)/百克饲料蛋白质含量(克。))

将 9 种试验饲料中 C/P 值相近的合并取平均值^[7],其对应的饲养生物学指标也作同样处理,经回归分析,饲料 C/P 值与饲养生物学指标之间关系有近似抛物线分布。以饲料能蛋白比与增重率、饲料系数的关系为例,C/P 值为 x ,增重率为 Y_1 ,饲料系数为 Y_2 ,得到的抛物线回归方程为:

$$Y_1 = -117.86 + 39.46x - 2.61x^2$$

$$R = 0.89 \quad \lambda_{0.01} = 0.874 \quad R > \lambda_{0.01}$$

$$Y_2 = 7.05 - 1.68x + 0.12x^2$$

$$R = 0.87 \quad \lambda_{0.01} = 0.87 \quad R \geq \lambda_{0.01}$$

x 与 Y_1 , x 与 Y_2 之间相关均极显著。其图像见图 1, 图 2。

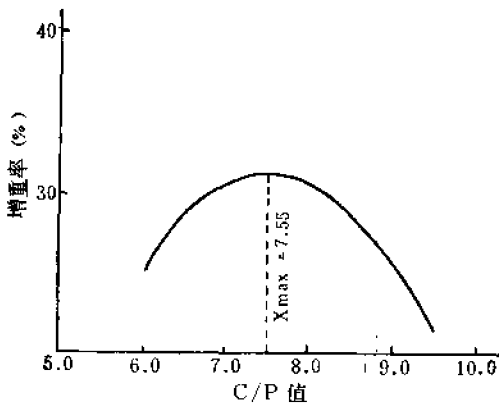


图 1 增重率与 C/P 值的关系

Fig 1 Relation between the calorie-protein ratio (X) and the weight gain rate (Y_1)

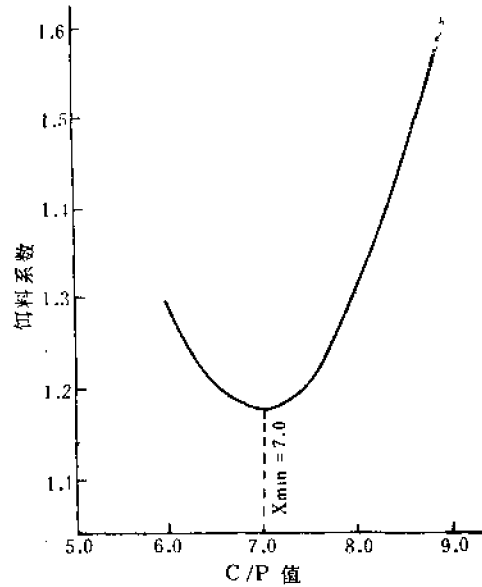


图 2 饲料系数与 C/P 值的关系

Fig. 2 Relation between the calorie-protein ratio (X) and the feed conversion (Y_2)

根据图示, x 为 7.55 时, \hat{Y}_1 有极大值, 即增重率最大。 x 为 7.0 时, \hat{Y}_2 有极小值, 即饲料系数最低。由此可以说明, 在本试验条件下, 用最少饲料获得最大增重的饲料, 其 C/P 值应该在 7.0—7.55 间。达到了养鳖饲料的先进水平。

小结与讨论

上述结果表明, 在本试验条件下, 稚鳖最佳生长的饲料粗蛋白含量为 46.63%, 而日本川崎的结论是 50%^[9], 两者稍有出入。按一般规律推论, 成鳖饲料蛋白含量的适宜值应稍低于稚鳖饲料, 即低于 46.63% 水平。最佳生长的饲料粗脂肪含量是 3—5%, 这与川崎的结果相同(都采用富含 $C_{18:1,2,6}$ 的植物油脂)。最佳生长的饲料含糖量是 29—29.5%, 与川崎 30% 的结论接近(两者都用糊精)。从饲料效果分析, 本试验的最佳日生长率为 1.49%, 蛋白质效率为 2.31, 川崎则分别为 1.53% 和 2.18, 不相上下。另外, 最佳生长的饲料无机盐含量是 2—3%, 这较鱼类略低一些^[4]。最佳生长的饲料总能含量是 320—340 千卡/百克饲料。值得注意的是, 饲料的总能与蛋白质含量并不是愈高越合理, 而饲料的合理配方主要取决于饲料能量与蛋白质的综合状态(应包含质量与数量两方面)。本试验是在较好饲料质量的前提下, 探索其数量关系, 研究了合理含能与蛋白质的相关性。试验

结果为节约饲料蛋白源, 降低饲料成本和提高养鳖业的经济效益找到了饲料配方的科学依据。

参 考 文 献

- [1] 毛永庆等, 1985. 幼鳖(草鱼)对蛋白质、糖、脂肪、无机盐和纤维素日需要量的研究。鱼类学论文集(第四辑), 81—92。科学出版社(京)。
- [2] 中科院数学所统计组, 1973. 常用数理统计方法, 94—116。科学出版社。
- [3] 包吉墅等, 1988. 温水养鳖试验中鳖生长的若干表现。水利渔业, (6): 49—51。
- [4] 吴遵霖等, 1988. 鳖用配合饲料研究。水利渔业, (6): 45—48。
- [5] 周鼎权, 1985. 数理统计, 198—256。中国统计出版社(京)。
- [6] 廖翔华, 1989. 鱼类营养需求研究进展。水生生物学报, 13(2): 170—186。
- [7] 戴祥庆等, 1988. 青鱼饲料最适能量蛋白比的研究。水产学报, 12(1): 35—41。
- [8] 川崎義一, 1986. スツボン养殖讲座(4), スツボンの栄養要求。养殖, 十二月。绿书房(東京)。

THE DAILY REQUIREMENTS OF NUTRIENTS AND OPTIMUM CALORIE-PROTEIN RATIO IN THE DIET FOR JUVENILE TURTLE (*TRIONYX SINENSIS*)

Bao Jishu, Liu Chun, Gao Xiaoli, Gu Zhen and Yang Xiuge

(Hebei College of Fisheries, Qinhuangdao 066003)

ABSTRACT Feeding experiments were conducted to determine the daily requirement of protein, fat, mineral and general energy for juvenile turtle. The $L_9(3^4)$ table of orthogonal design method was employed to formulate nine diet combinations. The experiments were conducted in $65 \times 50 \times 50$ cm aquaria under the following conditions: (1) water depth 20cm, water volume 65 l. (2) water flow maintained at 2.1—3.0 l/hr. (3) water temperature averaged $28 \pm 2^\circ\text{C}$, and (4) dissolved oxygen 0.12—1.94 mg/l, pH 6.9—7.1 and $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 0.1—1.8 mg/l. The weight gain rate, feed conversion and protein efficiency ratio (PER) were used as the index to evaluate the feeding effect. The results indicate that under the circumstances of the experiments the protein and general energy are major elements that affect the growth of the juvenile turtle. The optimum general energy of the most satisfactory diet is 320—340 kcal/100g feeds, protein 46.6%, fat 3—5%, mineral 2—3%, carbohydrate 21—28%. 100g juvenile turtle need 0.648g protein, 4.5—4.7 kcal general energy, 0.042—0.070g fat, 0.32—0.43g carbohydrate, mineral 2—3% and fiber 20—22%. The optimum calorie-protein ratio (c/p value) in formulated diet for juvenile turtle is 7.00—7.55.

KEYWORDS turtle, formulated diet, calorie-protein ratio, nutrients