

我国淡水优质草食性鱼类的营养和能学研究

I. 草鱼、团头鲂、长春鳊的生化成分和能值*

陈少莲 刘肖芳 胡传林 张水元 苏泽古

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

提要 于1987年及1988年冬季在长江, 珠江, 湖北武汉东湖、保安湖、洪湖、武黄湖, 安徽太平湖, 广东仙溪水库采集了草鱼、团头鲂和长春鳊, 共328尾, 测定了鱼体生化成分。结果表明: 1. 在同一水域、同一季节收集三种鱼的系列样品, 鱼体的水分、蛋白质、脂肪的含量和能值与鱼体重关系显著, 三种鱼体的灰分和无氮浸出物的含量与体重无明显关系; 2. 不同水域的三种鱼, 湖泊鱼体的含脂量、能值、能量与蛋白质的比值均高于江中的同种、同龄体长接近的鱼, 水分含量则低于江中的鱼, 蛋白质、灰分和无氮浸出物差异不大; 3. 三种鱼的蛋白质均含有常见的17种氨基酸。

关键词 草鱼 团头鲂 长春鳊 生化成分 能值

分析鱼类的生化成分是研究鱼类营养和能学的重要组成部分。本研究测定了采自不同天然水域的草鱼 (*Ctenopharyngodon idellus* Cuv. et Val) 团头鲂 (*Megalobrama amblycephala* Yih) 和长春鳊 (*Parabramis pekinensis* Basilewsky) 的生化成分和能值, 旨在为研究我国草食性鱼类的营养、能学以及配制草食性鱼类的人工配合饲料提供依据。

一、材料和方法

分析用鱼于1987年和1988年冬季取自长江、珠江, 湖北武汉东湖、保安湖、洪湖、武黄湖, 安徽太平湖, 广东仙溪水库。在同批材料中, 选择体质正常的样品, 按鱼的体长进行分组, 每组数量1—5尾(性成熟的个体, 按性别分开)。用纱布抹干鱼体表水分, 测量其全长、体长及体重, 然后取下胸鳍后方鳞片以鉴定年龄。取全鱼(包括内脏、骨骼、肌肉、皮肤及鳞片)烘干(100—105℃)、恒重、磨碎、经80目筛过, 保存于干燥器中, 待分析。

采用常规生化分析法^[3], 测定鱼的水分、蛋白质、脂肪、灰分及无氮浸出物。用日立835-50型氨基酸自动分析仪测定鱼体蛋白质氨基酸的百分含量。按每克蛋白质能值为23.64kJ、每克脂肪能值为39.54kJ、每克碳水化合物为17.15kJ计算鱼体的比能值^[8,10]。

二、结果与讨论

1. 三种鱼生化成分的百分含量和能值

* 国家自然科学基金资助项目, 项目编号: 3860589。张堂林同志参加部分采样, 谨志谢意。
接受日期: 1990年1月5日。

表1 草鱼生化成分(%)及能值(采自保安湖)^{a)}Tab. 1 The chemical compositions (%) and caloric values of *Ctenopharyngodon idellus*

采样月日	体 长 (cm)	体 重 (g)	年 龄	水 分	蛋 白 质	脂 肪	灰 分	无氮浸出物	比能值 [kJ/g, wet]	E/P (kJ/g)
11.18	31.50	510.00	1+	75.27	13.78	5.42	4.13	1.40	5.6409	40.94
12.11	30.50	528.50	1+	75.30	13.87	5.24	3.54	2.05	5.7024	41.11
11.19	31.50	530.00	1+	74.92	14.01	6.83	4.02	0.22	6.0501	43.18
11.18	34.40	610.00	1+	73.26	15.04	5.71	4.43	1.56	6.0806	40.43
	32.20	630.00	1+	73.74	15.25	5.90	3.89	1.22	6.1471	40.31
11.19	35.20	660.00	1+	73.38	14.77	7.66	3.71	0.48	6.6028	44.70
11.18	34.30	710.00	1+	73.06	16.11	5.97	3.90	0.96	6.3333	39.31
	34.00	710.00	1+	73.35	14.36	7.30	4.22	0.77	6.4132	44.66
	34.70	720.00	1+	73.37	15.56	6.48	3.93	0.66	6.3538	40.83
	36.20	770.00	1+	72.86	15.66	6.36	4.51	0.61	6.3212	40.37
	38.50	800.00	1+	72.17	15.97	7.13	4.46	0.27	6.6409	41.58
	37.30	830.00	1+	71.52	16.23	7.72	4.30	0.23	6.9287	42.69
	38.00	830.00	1+	71.05	16.08	7.30	5.07	0.50	6.7735	42.12
	37.00	850.00	2+	71.24	17.06	7.52	3.61	0.56	7.1061	41.65
	41.00	1160.00	2+	69.70	17.16	8.15	3.86	1.13	7.4730	43.55
	41.80	1200.00	2+	69.23	17.72	8.69	3.94	0.42	7.6969	43.44
11.18	43.00	1240.00	2+	67.26	18.98	9.12	4.07	0.57	8.1906	43.15
11.19	42.40	1250.00	2+	67.44	18.35	9.69	4.00	0.52	8.2584	45.01
	47.50	1600.00	2+	68.53	16.97	9.06	4.35	1.09	7.7810	45.85
11.18	48.00	1810.00	2+	66.88	17.67	10.97	4.04	0.44	8.5902	48.61
11.19	51.80	2120.00	2+	61.82	19.57	12.68	3.83	2.10	9.9998	51.10
12.11	54.00	2600.00	2+	61.66	20.69	12.97	3.41	1.27	10.2370	49.48
	55.50	3100.00	2+	61.85	19.64	13.79	3.93	0.79	10.2307	52.09

a) 所测项目(从体长-E/P)均为一尾鱼结果。

表 2 团头鲂生化成分(%)及能值(采自保安湖)

Tab. 2 The chemical compositions (%) and calorific values of *Megalobrama amblycephala*

采样月日	体 长 (cm)	体 重 (g)	尾 数 (尾)	年 龄	水 分	蛋 白 质	脂 肪	灰 分	无氮浸出物	比能值 [kJ/g, wet]	E/P (kJ/g)
11.20	13.44±0.26	50.00±0	5	1+	79.70	13.34	0.87	5.00	1.09	3.6844	27.62
	15.33±0.36	76.00±2.24	4	1+	78.16	14.92	0.95	4.62	1.35	4.1342	27.71
	16.18±0.34	85.00±0	5	1+	77.84	15.07	0.99	4.80	1.30	4.1769	27.72
	16.93±0.44	105.00±0	6	1+	76.86	15.72	1.11	4.99	1.32	4.3815	27.87
	18.44±0.91	139.00±11.40	5	1+	75.91	16.36	1.10	4.93	1.70	4.5940	28.08
	19.80	185.00	1	1+	74.84	17.26	1.45	5.38	1.07	4.8371	28.03
12.11	20.00	208.00	1	1+	74.98	17.69	1.37	4.86	1.10	4.9124	27.77
11.20	22.20	225.00	1	1+	74.21	18.08	1.41	4.97	1.33	5.0597	27.99
12.11	21.70	244.00	1	2+	74.90	17.17	1.27	4.56	2.10	4.9212	28.66
	22.10	286.10	1	2+	74.85	16.92	1.34	4.78	2.11	4.8915	28.91
11.20	23.30	295.00	1	2+	73.81	17.32	1.43	5.17	2.27	5.0493	29.15
12.11	23.20	306.20	1	2+	74.60	16.86	1.38	4.97	2.19	4.9070	29.10
	24.20	338.50	1	2+	73.79	18.27	1.62	5.16	1.16	5.1585	28.24
11.20	24.20	375.00	1	2+	73.60	17.77	1.46	5.20	1.97	5.1162	28.79
	27.25±1.06	462.50±10.61	2	2+	72.39	18.96	1.87	5.48	1.30	5.4446	28.72
	29.20±0.20	545.00±0	2	2+	72.66	18.67	3.31	4.84	0.52	5.8116	31.13
	30.10	580.00	1	2+	71.82	18.40	3.43	5.40	0.95	5.8689	31.90
12.11	32.90	698.00	1	2+	70.41	17.73	7.34	4.02	0.50	7.1793	40.49

表3 长春鳊生化成分(%)及能值(10月2日采自武汉东湖)

Tab. 3 The chemical compositions (%) and calorific values of *Parabramis pekinensis*

体长 (cm)	体重 (g)	年龄	性别	水分	蛋白质	脂肪	灰分	无氮浸 出物	比能值 [kJ/g, wet]	E/P (kJ/g)
16.0	125.60	0+	幼	72.97	15.90	5.70	3.82	1.61	6.2886	39.54
20.0	182.30	1+	幼	71.11	16.23	6.36	4.11	2.19	6.7270	41.46
21.0	256.70	1+	幼	70.93	17.33	6.30	4.16	1.28	6.8074	39.29
24.5	290.80	1+	幼	70.72	16.84	6.93	4.13	1.38	6.9576	41.34
26.3	355.80	2+	♀	69.92	18.20	6.85	4.30	0.73	7.1362	39.20
27.0	415.90	2+	♀	67.55	17.81	7.53	4.74	2.37	7.5940	42.64
28.0	498.00	2+	♀	67.11	17.21	8.41	4.53	2.74	7.8638	45.69
29.3	626.30	3+	♀	65.93	16.93	9.35	4.72	3.07	8.2257	48.58
32.3	724.40	3+	♀	66.07	18.47	9.05	4.68	1.73	8.2412	44.60
33.0	825.40	3+	♀	64.90	18.36	9.58	4.76	2.40	8.5400	46.53
34.8	1056.00	4+	♀	64.39	18.94	10.77	4.74	1.16	8.9345	47.20
38.0	1308.40	4+	♀	63.15	19.12	11.45	4.98	1.30	9.2701	48.49

(1) 同一水域、同一季节采集的三种鱼的水分、蛋白质、脂肪和能值与鱼体重的关系(表1—3) 对草鱼23个体重组、团头鲂18个体重组和长春鳊12个体重组,分别测定了各自的水分、蛋白质、脂肪、灰分和无氮浸出物,通过数据处理结果表明,后两种组分同体重无明显关系;水分($\hat{Y}_m$, %)、蛋白质($\hat{Y}_p$, %)、脂肪($\hat{Y}_f$, %)和能值($\hat{Y}_e$, w., kJ/g 湿重或 $Y_{e.d.}$, kJ/g 干重)同体重(W , g)相关显著,取得下列关系式。

草鱼(体长: 13.50—55.50cm、体重: 510.00—3100.00g):

$$\hat{Y}_m = 156.179W^{-0.116} \quad r = -0.937, n = 23$$

$$\hat{Y}_p = 3.939W^{0.208} \quad r = 0.924, n = 23$$

$$\hat{Y}_f = 0.239W^{0.511} \quad r = 0.956, n = 23$$

$$\hat{Y}_{e.w.} = 0.690W^{0.340} \quad r = 0.978, n = 23$$

$$\hat{Y}_{e.d.} = 5.00W^{0.083} \quad r = 0.905, n = 23$$

团头鲂(体长: 13.44—32.91cm、体重: 50.00—698.00g):

$$\hat{Y}_m = 93.317W^{-0.041} \quad r = -0.979, n = 18$$

$$\hat{Y}_p = 9.309W^{0.011} \quad r = 0.904, n = 18$$

$$\hat{Y}_f = 0.066W^{0.583} \quad r = 0.818, n = 18$$

$$\hat{Y}_{e.w.} = 1.778W^{0.188} \quad r = 0.940, n = 18$$

$$\hat{Y}_{e.d.} = 13.962W^{0.063} \quad r = 0.950, n = 18$$

长春鳊(体长: 16.00—38.00cm、体重: 125.60—1308.00g):

$$\hat{Y}_m = 100.083W^{-0.064} \quad r = -0.981, n = 12$$

$$\hat{Y}_p = 11.280W^{0.073} \quad r = 0.874, n = 12$$

$$\hat{Y}_f = 1.198W^{0.311} \quad r = 0.979, n = 12$$

$$\hat{Y}_{e.w.} = 2.699W^{0.171} \quad r = 0.990, n = 12$$

$$\hat{Y}_{e.d.} = 19.40W^{0.035} \quad r = 0.920, n = 12$$

上述方程式表明,鱼体水分百分含量同体重的关系为负相关;而蛋白质、脂肪和能值

表 4 不同水域三种鱼生化成分(%)及能值的比较
Tab. 4 Comparison of chemical compositions (%) and energy contents of the three fishes from different water bodies

鱼别	采样地点	采样月份	尾数(尾)	年龄	体长(cm)	体重(g)	水分	蛋白质	脂肪	灰分	无氮浸出物	比能值[kJ/g, wet]	E/P(kJ/g)
草	长江(枝江)	12	4	1+	36.28±1.36	725.00±73.60	74.37	16.96	3.48	4.39	0.80	5.4605	32.20
	珠江(北江)	10	5	1+	35.30±0.98	670.00±27.39	74.69	14.98	4.28	4.34	1.71	5.6124	37.47
		3	5	2+	40.50±1.87	1260.00±108.40	73.97	14.13	4.93	4.46	2.51	5.7200	40.48
	武汉东湖	10	5	1+	35.40±0.55	835.00±41.83	76.00	14.59	5.20	4.15	0.06	5.7246	39.24
			3	1+	31.16±0.58	522.83±11.14	75.16	13.89	5.83	3.90	1.22	5.7978	41.74
		11	4	1+	34.80±0.98	727.50±28.72	73.16	15.42	6.53	4.14	0.75	6.3559	41.22
	保安湖		4	2+	42.05±0.85	1212.50±41.13	68.41	18.05	8.91	3.97	0.66	7.9032	43.79
		12	5	1+	37.80±1.96	1040.00±15.60	72.12	16.45	6.07	4.56	0.80	6.4258	39.06
	洪湖圈围		5	1+	31.44±1.04	506.78±33.11	70.88	16.59	6.94	4.53	1.06	6.8475	41.28
		12	5	1+	36.40±0.97	746.30±43.50	70.86	15.67	8.10	4.50	0.87	7.0563	45.03
			5	1+	45.14±1.13	1390.00±64.81	67.59	15.31	10.02	4.74	2.34	7.9827	52.14
鱼	武黄湖	12	3	1+	31.20±0.20	625.00±25.00	75.40	16.71	3.11	4.18	0.60	5.2827	31.61
	广东仙溪水库	3	1	2+	57.00	3250.00	75.10	15.26	5.68	3.65	0.31	5.9066	38.71
			5	1+	17.44±0.70	105.00±7.07	75.40	17.16	2.57	3.98	0.89	5.2254	30.45
	长江(枝江)	12	5♀	2+	31.58±0.63	366.00±25.10	76.60	16.25	3.08	3.43	0.64	5.1689	31.81

(续表)

鱼别	采样地点	采样月份	尾数(尾)	年龄	体长 (cm)	体 重 (g)	水 分	蛋 白 质	脂 肪	灰 分	无氮浸出物	比能值 [kJ/g, wet]	E/P (kJ/g)
长 春 鳊	武汉东湖	10	4 ♀	2+	30.83±1.65	618.75±82.90	70.45	18.62	7.72	2.99	0.23	7.4935	40.25
			2♂	2+	31.00±0.10	612.50±2.50	72.54	16.88	6.60	3.59	0.39	6.6668	39.50
	保安湖	11	2 ♀	2+	26.75±0.75	324.50±4.50	67.85	22.25	5.03	4.71	0.16	7.2760	32.70
			2♂	2+	28.75±0.25	418.00±2.00	67.83	21.75	4.67	4.67	1.08	7.1735	32.98
	武黄湖	12	5 ♀	2+	32.60±0.89	665.00±37.91	70.82	19.15	5.89	3.62	0.52	6.9450	36.27
	武汉东湖	10	4 ♀ 5♂	2+ 2+	26.95±0.67 27.96±0.84	437.50±38.84 450.00±37.74	75.85 75.67	18.58 19.08	1.45 1.29	3.60 3.53	0.52 0.43	5.0392 5.1166	27.12 26.82
团 头 鲂	保安湖	11	6	1+	16.93±0.44	105.00±0.00	76.86	15.72	1.11	4.99	1.32	4.3815	27.87
			3	1+	20.67±1.33	206.00±20.08	74.68	17.68	1.41	5.07	1.17	4.9375	27.93
			3 ♀	2+	23.87±0.58	339.90±34.42	74.00	17.63	1.49	5.11	1.77	5.0606	28.70
			2 ♀	2+	27.25±1.06	462.50±10.61	72.39	18.96	1.87	5.48	1.30	5.4446	28.72
	保安湖围网	12	5 ♀	2+	23.06±0.26	276.60±22.48	75.60	16.51	3.38	3.84	0.67	5.3543	32.43
	洪湖围网	12	4 3 ♀ 2♂	1+ 1+ 1+	20.88±0.29 26.53±0.23 26.65±0.50	187.48±5.60 394.30±18.83 409.70±15.84	74.52 70.00 72.27	16.22 17.02 16.66	4.20 8.78 6.27	3.65 3.38 3.25	1.41 0.82 1.55	5.7367 7.8450 6.6835	35.37 46.09 40.12
武黄湖	12	4 ♀	2+	31.33±0.67	760.00±64.42	74.60	15.08	5.35	4.12	0.85	5.8262	38.64	
安徽太平湖网箱		11	2 ♀	2+	24.35±0.07	405.00±7.07	65.53	19.25	12.04	3.16	0.02	9.3144	48.39
			3♂	2+	23.27±0.40	363.00±2.89	66.63	18.25	11.46	3.34	0.32	8.9002	48.77

表 5 草鱼氨基酸含量 [mg/g, wet]
Tab. 5 Composition of amino acids of *Ctenopharyngodon idellus* [mg/g, wet]

体长 (cm)	体重 (g)	天冬氨酸 Asp	苏氨酸 Thr	丝氨酸 Ser	谷氨酸 Glu	甘氨酸 Gly	丙氨酸 Ala	胱氨酸 Cys	缬氨酸 Val	蛋氨酸 Met	异亮氨酸 Ile	亮氨酸 Leu	酪氨酸 Tyr	苯丙氨酸 Phe	赖氨酸 Lys	组氨酸 His	精氨酸 Arg	脯氨酸 Pro	氨基酸 总和	必需 氨基酸 ^{a)} (%)
31.5	510.0	9.55	4.08	3.61	15.11	10.76	7.30	0.77	4.97	2.40	4.55	7.22	2.45	4.11	7.32	2.08	7.91	5.22	99.41	44.91
30.5	528.5	11.64	5.23	5.07	19.25	11.07	8.39	0.81	5.54	3.04	4.96	8.82	3.47	4.69	9.40	2.93	7.62	6.60	118.53	44.07
31.5	530.0	10.94	4.51	3.91	16.73	10.68	7.83	0.80	5.82	2.99	5.39	8.35	3.14	4.84	8.45	2.46	7.30	5.27	109.41	45.80
34.4	610.0	12.14	5.13	4.47	18.96	12.46	8.96	0.91	6.28	3.48	5.91	9.31	3.48	5.13	9.84	2.62	9.95	6.23	125.26	46.02
32.2	630.0	10.22	5.41	4.44	20.09	10.56	8.64	0.74	6.78	2.76	6.46	10.19	3.02	5.52	10.92	3.28	9.69	5.04	123.76	49.30
35.2	660.0	11.66	4.82	4.10	18.24	13.34	9.13	0.93	6.15	3.38	5.78	8.89	3.41	5.16	9.32	2.74	8.31	6.79	122.15	44.66
34.3	710.0	13.20	5.52	4.69	20.61	11.96	9.06	1.05	6.87	3.75	6.52	10.35	4.18	5.52	11.02	3.10	10.48	5.95	133.83	47.17
34.0	710.0	11.73	5.04	4.34	18.52	10.74	8.13	0.91	6.26	3.49	5.92	9.01	3.36	5.09	9.27	2.24	7.70	4.48	116.23	46.48
34.7	720.0	12.78	5.22	4.39	19.87	10.31	8.50	0.91	6.71	3.65	6.39	10.04	3.78	5.41	10.44	2.85	9.75	4.98	125.98	47.99
36.2	770.0	13.00	5.46	4.64	20.14	11.56	9.15	0.98	6.92	3.45	6.57	10.18	3.77	5.73	10.34	2.88	8.58	5.92	129.27	46.50
38.5	800.0	12.05	5.04	4.31	18.90	12.08	8.88	0.92	6.26	3.48	5.82	9.27	3.42	5.15	9.24	2.59	9.80	5.82	123.03	46.05
37.3	830.0	12.45	5.33	4.79	19.14	12.25	9.06	0.77	6.24	3.45	2.51	9.34	3.56	5.24	9.80	2.91	10.17	5.98	122.99	44.71
38.0	830.0	12.33	5.35	4.81	19.28	15.49	9.90	0.87	6.43	3.56	5.91	9.44	3.50	5.41	9.35	2.81	10.86	9.32	134.62	43.92
37.0	850.0	12.28	5.09	4.40	18.84	11.13	8.63	0.72	6.24	3.02	5.78	9.35	3.08	5.29	9.84	2.91	9.43	6.39	122.42	46.52
41.0	1160.0	15.24	6.39	5.55	24.00	15.97	11.54	0.88	8.09	4.58	7.51	11.67	4.55	6.48	12.00	3.24	10.76	8.15	156.60	45.16
41.8	1200.0	14.43	6.03	5.08	22.43	14.62	10.68	1.05	7.60	3.91	7.11	11.05	4.25	6.28	11.60	3.32	9.94	7.12	146.50	45.63
43.0	1240.0	14.34	5.96	5.11	22.79	15.49	11.26	1.02	7.73	4.09	7.07	11.00	3.60	6.29	11.66	3.24	9.89	7.83	148.37	45.11
42.4	1250.0	15.04	6.35	5.54	23.38	14.07	10.88	1.30	8.01	4.30	7.59	11.66	4.53	6.58	12.44	3.68	10.13	7.33	152.81	46.29
47.5	1600.0	15.20	6.83	6.51	24.99	13.03	10.32	1.20	7.49	4.12	6.86	11.64	4.69	6.26	11.93	3.53	10.17	7.87	152.64	45.09
48.0	1810.0	13.68	5.66	4.77	21.46	14.51	10.47	0.99	7.39	4.11	6.96	10.63	3.71	6.19	11.03	3.15	13.94	7.19	145.84	47.35
51.8	2120.0	17.72	7.95	7.62	29.12	16.60	12.75	1.38	8.47	4.54	7.55	13.41	5.20	6.94	14.69	4.00	11.83	10.07	179.84	44.14
54.0	2600.0	18.88	8.50	8.07	30.95	15.55	12.84	0.91	9.06	4.26	8.14	14.38	5.02	7.46	16.80	4.19	12.70	9.36	187.07	45.70
55.5	3100.0	16.21	6.91	6.56	24.61	15.68	11.90	1.18	8.66	4.35	8.05	12.36	4.43	6.94	12.74	7.44	10.80	8.24	167.06	46.84

a) 占氨基酸总和的百分比;表 6、表 7 同。

表 6 团头鲂氨基

Tab. 6 Composition of amino acids

体 长 (cm)	体 重 (g)	天冬氨酸 Asp	苏氨酸 Thr	丝氨酸 Ser	谷氨酸 Glu	甘氨酸 Gly	丙氨酸 Ala	胱氨酸 Cys	缬氨酸 Val
13.44±0.26	50.00±0	11.73	4.87	4.10	18.49	11.08	8.63	1.16	6.07
15.33±0.36	76.00±2.24	13.50	5.83	5.13	21.71	12.76	9.61	1.03	6.71
16.18±0.34	85.00±0	12.79	5.32	4.52	19.61	12.23	9.06	0.98	6.49
16.93±0.44	105.00±0	13.70	5.60	4.72	21.17	13.95	10.04	0.95	6.90
18.44±0.91	139.00±11.40	13.83	5.61	4.75	21.20	13.78	9.93	0.94	6.99
19.80	185.00	15.35	6.32	5.03	23.85	14.14	10.89	1.11	7.85
20.00	208.00	15.94	7.05	6.86	25.94	16.06	11.87	1.18	7.43
22.20	225.00	15.35	6.58	5.60	23.80	15.42	11.32	0.93	8.23
21.70	244.00	16.23	7.20	6.91	26.53	16.37	5.34	1.26	7.44
22.10	286.10	16.17	7.21	6.88	25.91	15.12	11.48	1.24	7.48
23.30	295.00	15.82	6.81	6.00	24.51	15.48	11.28	0.97	7.99
23.20	306.20	16.42	7.30	7.06	26.64	15.87	11.86	1.25	7.47
24.20	338.50	15.86	7.06	6.89	25.75	16.70	11.90	1.25	7.18
24.20	375.00	14.94	6.31	5.49	23.26	16.66	11.35	1.16	7.47
27.25±1.06	462.50±10.61	15.24	6.30	5.11	24.08	16.01	11.57	1.05	7.98
29.20±0.20	545.00±0	16.10	6.07	5.66	24.91	14.82	11.26	1.04	7.98
30.10	580.00	14.94	6.00	4.90	23.19	16.49	11.33	1.02	7.44
32.90	698.00	15.75	7.04	6.86	25.63	16.50	11.80	1.18	7.13

同体重的关系为正相关。即是说,随着鱼体重的增加其水分含量逐渐下降;蛋白质、脂肪和能值逐渐上升。从式中鱼体重指数值可以推断,鱼体能量与蛋白质的比值(E/P)也是随着鱼体重增加而逐渐上升的。鱼体的灰分和无氮浸出物,则处于相对稳定状态(表 1—3)。这些是鱼类生化成分含量的一般特征^[2,9]。

(2) 不同水域三种鱼的生化组分的含量和能值的比较(表 4) 对 8 个不同水域的草鱼、团头鲂和长春鳊的体长、体重及生化组分的含量和能值测定的结果表明,在同一季节采集的不同水域的同龄、体长接近的同种鱼,其水分、脂肪含量和能值是有差异的。湖中生长的鱼,体重、脂肪、能值和 E/P 比,一般超过江中生长的体长接近的鱼;水分含量一般低于江中的鱼;蛋白质、灰分和无氮浸出物的含量比较接近。可见能值的大小主要取决于脂肪含量的高低。

鱼类生化组成的含量与其栖息的水体中食饵有着密切的关系。在一般情况下,湖泊中的天然食物的种类和丰度较江中的丰盛^[1,2,6], 所以湖中的鱼生长速度和肥满度往往超过江中同类的鱼。从本研究分析结果和有关资料表明,鱼类的能值与鱼体的能源营养素蛋白质、脂肪、碳水化合物,有着直接的关系^[2,7]。而鱼体这些营养系又随着鱼体重变化而变化,因此湖中与江中鱼体生化组分含量的差异,也是鱼体生化组分含量与体重关系的一般规律的反映。

2. 草鱼、团头鲂和长春鳊的蛋白质的氨基酸组分和含量(表 5—7)

分析结果表明,三种鱼均含有常见的 17 种氨基酸(除因酸处理,色氨酸未作分析外),

酸含量 [mg/g, wet]

of *Megalobrama amblycephala* [mg/g, wet]

蛋氨酸 Met	异亮氨酸 Ile	亮氨酸 Leu	酪氨酸 Tyr	苯丙氨酸 Phe	赖氨酸 Lys	组氨酸 His	精氨酸 Arg	脯氨酸 Pro	氨基酸总和	必需氨基酸 (%)
3.70	5.75	8.99	3.63	5.12	9.54	2.46	7.82	5.56	118.70	45.76
3.82	5.96	10.29	2.82	5.70	11.38	3.08	8.82	5.11	133.26	46.22
3.88	6.14	9.73	3.94	5.58	10.62	2.81	8.62	6.07	128.39	46.10
4.17	6.53	10.30	4.26	5.92	11.25	2.92	9.37	7.17	138.92	45.32
3.90	6.60	10.41	3.81	5.95	11.49	3.11	9.25	6.82	138.37	45.75
4.78	7.50	11.65	4.81	6.52	12.66	3.25	10.30	7.40	153.41	46.17
4.49	6.72	11.85	4.85	6.53	13.27	3.97	10.57	9.29	163.87	43.86
3.12	7.48	11.81	3.87	6.68	12.77	3.33	10.45	7.89	154.63	45.56
4.46	6.58	11.94	4.79	6.41	13.61	3.65	10.68	9.49	158.89	45.30
4.50	6.76	12.10	4.88	6.57	13.43	3.86	10.29	8.48	162.36	44.47
4.92	7.52	12.13	5.19	6.84	13.28	3.64	10.97	7.73	161.08	46.00
4.49	6.58	12.10	4.95	6.46	13.75	3.75	10.51	9.07	165.53	43.74
4.38	6.32	11.76	4.77	6.47	13.23	3.59	10.50	9.35	162.96	43.26
4.59	6.89	11.14	4.49	6.28	12.43	3.27	10.72	8.55	155.00	44.58
4.80	7.43	11.68	4.67	6.60	12.70	3.29	10.82	8.42	157.75	45.39
4.68	7.60	12.17	5.11	6.86	13.62	3.61	10.61	7.44	159.54	45.88
4.20	6.59	10.99	4.40	6.34	12.37	3.41	12.54	9.72	155.87	44.83
4.32	6.28	11.54	4.74	6.26	13.07	3.68	10.62	9.78	162.18	43.13

其中包括人体必需氨基酸 9 种(异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、缬氨酸、精氨酸及组氨酸)和 8 种非必需氨基酸。

草鱼、团头鲂和长春鳊的氨基酸的平均值分别为 $134.11 \pm 18.98 \text{ mg/g}$, $149.62 \pm 13.60 \text{ mg/g}$ 和 $167.26 \pm 24.07 \text{ mg/g}$, 其中必需氨基酸分别占氨基酸总含量的 $45.48 \pm 2.07\%$, $44.65 \pm 2.01\%$ 和 $44.95 \pm 3.56\%$ 。从表 5—7 可以看出三种鱼的氨基酸的含量变化基本上随鱼体重的增加而逐渐提高;但必需氨基酸的含量高低与其蛋白质和氨基酸的总含量无绝对的从属关系,这也是鱼类氨基酸含量的一般特性¹⁾。

在三种鱼中,谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸、赖氨酸、丙氨酸和精氨酸含量高,酪氨酸、蛋氨酸、组氨酸和胱氨酸含量低;其余组分含量的高低基本上大同小异。这三种鱼的主要天然食料菹草、黄丝草、聚草、苦草和轮叶黑藻的蛋白质氨基酸组分与之相似;但这些水生高等植物的高含量氨基酸的序列是天冬氨酸、谷氨酸、丙氨酸、甘氨酸、精氨酸和赖氨酸,其余氨基酸含量高低的序列也不一致。有关研究资料也表明了不同食性鱼类及其食物氨基酸的含量高低的序列是不同的^[4,7,2)]。鱼类和其它动物一样,它们利用食物的蛋白质氨基酸合成自身的蛋白质,不是简单的复制过程。它们摄取食物后,通过其消化道的消化吸收的复杂生理过程,将大分子的蛋白质分解为非特异性的氨基酸,并利用这些分解产物合成

1) 陈少莲,1985,东湖主要经济鱼类的生化成分分析。

2) 陈少莲等,1991,我国淡水优质草食性鱼类的营养和能学研究 II. 草鱼、团头鲂对七种水生植物的最大摄食量和消化率测定。

表7 不同水域三种鱼的氨

Tab. 7 Comparison of amino acids contents of

鱼别	采样地点		体 长 (cm)	体 重 (g)	天冬氨酸 Asp	苏氨酸 Thr	丝氨酸 Ser	谷氨酸 Glu	甘氨酸 Gly	
草 鱼	长江(枝江)		36.28±1.36	725.00±73.60	15.30	6.95	7.20	11.59	16.35	
	珠江(北江)		33.30±0.98	670.00±27.39	3.32	3.21	4.86	15.14	10.43	
			40.50±1.87	1260.00±108.40	5.00	3.18	4.66	17.34	10.96	
	湖 北	武汉东湖	35.40±0.55	835.00±41.83	12.63	6.15	5.24	20.47	6.86	
		保安湖	31.16±0.58	522.83±11.14	10.71	4.61	4.20	17.03	10.84	
			34.80±0.98	727.50±28.72	12.68	5.31	4.52	19.79	11.14	
			42.05±0.85	1212.50±41.13	14.76	6.18	5.32	23.15	15.04	
		保安湖圈围	39.80±1.96	1140.00±15.60	13.86	6.30	6.75	22.95	14.61	
		洪湖圈围	31.44±1.04	506.78±33.11	14.36	6.49	6.93	23.94	15.81	
			36.40±0.97	746.30±43.50	13.64	6.18	6.64	22.58	14.37	
	45.14±1.13		1390.00±64.81	13.65	6.22	6.64	22.43	15.27		
武黄湖		31.20±0.20	625.00±25.00	10.55	3.74	2.58	18.40	6.67		
广东仙溪水库		57.00	3250.00	14.04	6.10	5.85	22.66	12.03		
长 春 鳊	长江(枝江)		17.44±0.70 21.58±0.63	105.00±7.07 206.00±25.10	15.82 14.67	6.86 6.41	7.08 6.58	25.81 24.08	14.79 13.03	
		武汉东湖	30.83±1.65 31.00±0.10	618.75±82.90 612.50±2.50	20.77 17.74	8.98 7.58	7.42 6.48	33.01 27.38	10.93 9.91	
		保安湖	26.75±0.75 28.75±0.25	324.50±4.50 418.00±2.00	18.84 19.33	7.75 8.08	6.53 6.85	28.68 30.21	17.91 20.78	
		武黄湖	32.60±0.89	665.00±37.91	14.91	6.51	6.13	21.80	8.55	
	湖 北	武汉东湖	26.95±0.67 27.96±0.84	437.50±38.84 450.00±37.74	15.75 14.33	6.45 6.17	5.53 6.52	23.60 20.10	8.14 7.12	
		保安湖	16.93±0.44 20.67±1.33 23.87±0.58 27.25±1.06	105.00±0.00 206.00±20.08 339.90±34.42 462.50±10.61	13.70 15.55 15.74 15.24	5.60 6.65 6.89 6.30	4.72 5.83 6.48 5.11	21.17 24.53 25.22 24.08	13.95 15.21 16.41 16.01	
			保安湖圈围	23.06±0.26	276.60±22.48	15.20	6.76	7.08	24.23	14.59
			洪湖圈围	20.88±0.29 26.53±0.23 26.65±0.50	187.48±5.60 394.30±18.83 409.70±15.84	15.16 16.56 15.92	6.70 7.32 6.93	7.06 7.68 7.46	23.90 26.43 25.23	14.37 15.54 15.81
			武黄湖	31.33±0.67	760.00±64.42	14.10	6.20	5.79	21.08	8.71
		安徽太平湖网箱		24.35±0.07 23.27±0.40	405.00±7.07 363.00±2.89	16.41 16.52	7.24 7.38	7.69 7.74	26.34 26.56	16.27 16.32

基酸含量的比较 [mg/g, wet]

the three fishes from differnt water bodies [mg/g, wet]

丙氨酸 Ala	胱氨酸 Cys	缬氨酸 Val	蛋氨酸 Met	异亮氨酸 Ile	亮氨酸 Leu	酪氨酸 Tyr	苯丙氨酸 Phe	赖氨酸 Lys	组氨酸 His	精氨酸 Arg	脯氨酸 Pro	氨基酸总和	必需氨基酸(%)
12.07	1.28	5.97	4.08	5.18	10.89	4.46	5.54	11.66	3.15	9.69	9.46	140.82	44.82
10.73	0.02	5.67	3.34	4.68	10.00	4.99	6.76	9.72	0.91	5.75	7.04	106.57	46.95
11.06	0.02	4.95	2.97	4.32	8.72	4.30	6.17	9.76	1.12	7.68	6.64	108.85	44.90
8.29	0.96	7.48	3.94	6.85	11.67	4.85	6.08	10.38	3.71	8.70	5.14	129.40	50.20
7.84	0.79	5.44	2.81	4.97	8.13	3.02	4.55	8.39	2.49	7.61	5.70	109.12	44.93
8.71	0.96	6.69	3.59	6.35	9.90	3.77	5.44	10.27	2.77	9.13	5.33	126.33	47.04
11.09	1.06	7.86	4.22	7.32	11.35	4.23	6.41	11.93	3.37	10.18	7.61	151.07	45.55
11.01	1.17	5.33	3.57	4.52	9.98	3.93	5.02	10.34	3.20	8.98	8.53	140.05	40.87
11.39	0.70	5.74	2.56	4.92	10.19	3.90	5.27	10.37	3.09	8.94	9.12	143.72	40.06
10.75	1.02	5.57	3.53	4.81	9.94	3.99	5.10	9.91	3.24	8.60	8.31	138.18	41.16
11.15	0.84	5.54	3.63	4.76	9.82	3.86	5.12	9.76	3.01	8.88	8.88	139.46	40.69
8.36	微	6.96	2.26	5.54	9.79	4.13	5.54	8.04	2.63	5.73	2.73	103.65	48.46
9.74	0.67	7.02	3.86	7.32	12.45	4.96	5.75	11.58	3.21	10.71	7.25	145.20	46.83
12.15	1.38	6.10	4.35	5.19	11.29	4.43	5.93	12.08	3.27	9.00	8.51	154.04	41.59
10.76	1.17	5.59	3.25	4.75	10.46	4.14	5.36	11.47	3.09	8.56	7.79	141.16	41.75
12.50	1.24	10.67	6.44	9.93	16.46	7.03	8.27	18.44	4.79	12.65	6.29	195.82	49.35
10.85	1.13	8.95	5.33	8.32	13.81	5.66	7.33	15.24	3.98	10.55	5.77	166.01	40.75
12.83	1.09	9.52	4.89	9.00	14.50	5.50	8.13	15.75	4.60	11.93	7.97	185.42	46.42
14.19	1.77	9.52	5.69	8.85	14.25	5.50	7.82	16.21	4.15	13.45	9.97	196.62	44.77
9.54	0.61	7.18	3.04	6.60	11.79	4.87	6.33	12.90	3.62	8.90	3.94	137.22	48.73
9.59	0.94	7.75	4.56	7.25	12.12	4.90	6.55	13.45	3.96	8.79	4.64	143.97	49.23
8.38	0.95	7.47	4.31	6.89	11.14	4.57	5.74	12.12	3.10	2.63	4.22	125.76	47.37
10.04	0.95	6.90	4.17	6.53	10.30	4.26	5.92	11.25	2.92	9.37	7.17	138.92	45.32
11.36	1.07	7.84	4.13	7.23	11.77	4.51	6.58	12.90	3.52	10.44	8.19	157.30	45.20
11.70	1.22	7.37	4.49	6.60	11.67	4.74	6.40	13.14	3.54	10.58	8.99	161.16	43.86
11.57	1.05	7.98	4.80	7.43	11.68	4.67	6.60	12.70	3.29	10.82	8.42	157.75	45.39
11.61	1.03	5.66	3.59	4.71	10.71	4.17	5.56	11.35	2.98	9.27	8.39	146.89	41.25
11.24	1.33	5.76	4.05	4.79	10.73	4.33	5.71	11.49	3.31	9.30	8.26	147.49	41.93
12.18	0.93	6.18	4.02	5.04	11.64	4.62	6.15	12.51	3.51	9.93	10.44	160.68	41.26
12.04	1.25	5.85	4.35	4.85	11.18	4.52	5.93	11.84	3.36	9.60	9.15	155.27	41.15
8.87	0.86	6.60	2.62	6.05	10.95	4.57	5.72	12.27	3.10	8.38	4.27	130.14	47.56
12.65	1.38	6.10	4.52	5.03	11.44	4.59	6.00	12.38	3.38	10.24	9.55	161.21	41.15
12.71	1.07	6.21	2.90	5.14	11.55	4.44	6.07	12.51	3.47	10.35	9.48	160.42	40.88

具有其自身特异性的蛋白质。鱼类机体的氨基酸组分和含量高低的序列是表明鱼类种的蛋白质固有的特异性。

早已公认,全鱼的生化组分、含量和能值可以作为鱼类营养需要的参考模式^[5,7]。可以认为,本研究所取得的天然水域中栖息的草鱼、团头鲂和长春鳊的有关生化成分、含量和能值的系列数据,不仅为研究我国草食性鱼类的营养和能值提供基本参数,而且对发展我国草食性鱼类的全营养鱼用配合饲料具有重要的指导作用和应用价值。

参 考 文 献

- [1] 朱清顺,1989,长荡湖水生植被动态及其渔业效应的研究,水产学报,13(1): 24—35。
- [2] 陈一骏,1983,洪湖渔业生态系统初析,水产学报,7(4): 331—341。
- [3] 陈少莲等,1983,鲢、鳙肌肉生化成分分析,水生生物学集刊,8(1): 125—132。
- [4] 陈少莲等,1990,论鲢、鳙对微囊藻的消化利用,水生生物学报,14(1): 49—59。
- [5] 林 鼎等,1987,鱼类营养与配合饲料,中山大学出版社,1—60。
- [6] 湖北省水生生物研究所鱼类研究室,1976,长江鱼类,科学出版社,10—14。
- [7] 廖翔华等,1989,养殖鱼类营养需求研究进展,水生生物学报,13(2): 170—186。
- [8] Brett, J. R. et al, 1979, Physiological energetics, In Fish Physiology Vol. 8, Academic Press, New York, pp. 279—352.
- [9] Fischer, Z. et al, 1973, Biology and bioenergetics of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.), *Polish Arch. Hydrobiol.*, 20(4): 1521—1557.
- [10] Gnaiger, E. et al, 1984, Proximate biochemical composition and caloric content calculated from elemental CHN analysis: as stoichiometric concept, *Oecologia* (Berlin), 62: 289—298.

NUTRITION AND ENERGETICS OF THE CHINESE HERBIVOROUS FISHES OF IMPORTANT FOOD VALUES I. CHEMICAL COMPOSITION AND EN- ERGY CONTENT OF *CTENOPHARYNGODON* *IDELLUS*, *MEGALOBrama AMBLYCEPHALA* AND *PARABRAMIS PEKINENSIS*

Chen Shaolian, Liu Xiaofang, Hu Chuanlin, Zhang Shuiyuan and Su Zegu
(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan 430072)

ABSTRACT

Measurements were made on the contents of water, protein, amino acids, fat, ash, nitrogen-free extracts and energy in 328 individuals of *Ctenopharyngodon idellus*, *Megalobrama amblycephala* and *Parabramis pekinensis* from eight waters.

1. Significant correlations existed between body weight (W , g) and the contents of water (Y_m , %), protein (Y_p , %), fat (Y_f , %) and energy [$Y_n.w.$, kJ/(g), wet weight)]. Their relationships were:

for *C. idellus* measuring 31.50—55.50 cm and weighing 510.00—3100.00g:

$$\hat{Y}_m = 156.179W^{-0.116} \quad r = -0.937, n = 23$$

$$\hat{Y}_p. = 3.939W^{0.208} \quad r = 0.924, n = 23$$

$$\hat{Y}_f. = 0.239W^{0.511} \quad r = 0.956, n = 23$$

$$\hat{Y}_{n.w.} = 0.690W^{0.340} \quad r = 0.978, n = 23$$

$$\hat{Y}_{e.d.} = 5.000W^{0.083} \quad r = 0.905, n = 23$$

for *M. amblycephala* measuring 13.44—32.91 cm and weighing 50.00—698.00g:

$$\hat{Y}_m. = 93.317W^{-0.041} \quad r = -0.979, n = 18$$

$$\hat{Y}_p. = 9.309W^{0.011} \quad r = 0.904, n = 18$$

$$\hat{Y}_f. = 0.066W^{0.583} \quad r = 0.818, n = 18$$

$$\hat{Y}_{n.w.} = 1.778W^{0.188} \quad r = 0.940, n = 18$$

$$\hat{Y}_{e.d.} = 13.962W^{0.063} \quad r = 0.950, n = 18$$

for *P. pekinensis* measuring 16.00—38.00 cm and weighing 125.60—1308.40g:

$$\hat{Y}_m. = 100.083W^{-0.064} \quad r = -0.981, n = 12$$

$$\hat{Y}_p. = 11.280W^{0.073} \quad r = 0.874, n = 12$$

$$\hat{Y}_f. = 1.198W^{0.311} \quad r = 0.979, n = 12$$

$$\hat{Y}_{n.w.} = 2.699W^{0.171} \quad r = 0.990, n = 12$$

$$\hat{Y}_{e.d.} = 19.400W^{0.035} \quad r = 0.920, n = 12$$

There was no apparent relationship between body weight and the contents of ash and nitrogen-free extracts in the three fishes. The ratio of energy to protein content increased with body weight in the three species.

2. For fish of the same age and length, the contents of fat and energy, and the energy/protein ratio were higher, and the water content was lower in the samples from lakes than in those from rivers, whereas there was no apparent difference in the contents of protein, ash and nitrogen-free extracts.

3. Seventeen common amino acids and nine essential amino acids for human needs were found in the proteins of the three fishes (no analysis was made for tryptophane). The average amino acid contents were 134.11 ± 18.98 mg/g, 149.62 ± 13.60 mg/g and 167.26 ± 24.07 mg/g respectively in *C. idellus*, *M. amblycephalus* and *P. pekinensis*; the percentages of essential amino acids in total amino acids were $45.48 \pm 2.07\%$, $44.65 \pm 2.01\%$ and $44.95 \pm 3.56\%$ respectively. The contents of glutamic acid, asparagine, glycine and lysine were high, and those of tyrosine, methionine and histidine were low.

Key words: *Ctenopharyngodon idellus*, *Magalobrama amblycephala*, *Parabramis pekinensis*, Chemical composition, Energy content.