

# 四种石斑鱼氨基酸组成的研究

张本 陈国华

(海南大学, 海口 570228)

**摘要** 测定分析了采集于我国南海不同海域的鲑点石斑鱼、蜂巢石斑鱼、黑边石斑鱼和巨石斑鱼 64 个标本的 18 种氨基酸含量。结果表明:石斑鱼肌肉中氨基酸总含量、必需氨基酸含量和鲜味氨基酸含量均较高。氨基酸组成的种间和分布海域间的差异不大,而肌肉、卵巢、肝脏、骨骼、鳞片和皮肤等不同组织(器官)间的变化较大。石斑鱼氨基酸组成存在月际变化现象,且随体长的增长而变化。天然的与养殖的石斑鱼氨基酸组成也有一定差异。这 4 种石斑鱼必需氨基酸含量间的比值相对稳定,从而得出了必需氨基酸的组成模式。

**关键词** 石斑鱼, 氨基酸, 组成

石斑鱼(*Epinephelus* sp.)是鲈科(Serranidae)石斑鱼属(*Epinephelus*)鱼类的总称。它肉质细嫩鲜美,体色斑斓吉祥,是宴席之佳肴。它具有便于养殖和鲜活运输等优点,也是名贵的海水养殖鱼类。所以,国内外市场供不应求,是我国南方沿海大力发展主要海水养殖鱼类之一。石斑鱼是肉食性鱼类,尽管养殖中以投喂小杂鱼为主,但人工配合饲料的研究一直是养鱼科工作者和饲料厂商所关心的课题[联合国开发计划署和联合国粮食及农业组织,1983年中译本;卢子襄等,1990;贾芬等,1994]。石斑鱼氨基酸组成变化规律的研究是鱼类营养学的重要组成部分,然而,至今仍属空白[张本等,1991;Gerardo和Lopez,1988;Woo等,1984]。本研究测定了鲑点石斑鱼(*Epinephelus fario*)、蜂巢石斑鱼(*E. merra*)、黑边石斑鱼(*E. fasciatus*)和巨石斑鱼(*E. tauvina*)等 4 种石斑鱼在我国南海不同海域、不同大小、不同月份、不同组织(器官)等各情况下的氨基酸组成,以探索其变化规律,旨在为研究石斑鱼营养与配制人工饲料提供一些基础资料。

## 1 材料与方法

测定分析用的石斑鱼于 1991 年 6 月至 1992 年 10 月采自我国海南省沿岸、西沙群岛和南沙群岛海域。活鱼采到后用穿刺大脑的方法立即处死,用纱布抹干体表水分,测量全重、全长、体长、空壳重,均匀取鱼体两侧轴上肌和轴下肌 100g;并取同一尾鱼的肌肉、肝脏、卵巢(Ⅲ~Ⅳ期)、骨骼、鳞片、皮肤标本,以测定它们的氨基酸含量。标本取得后,即刻放在培养皿上,在 80℃烘箱中烘至恒重后冷藏保存在硅胶作干燥剂的干燥器中。分析前,将干燥的标本用粉碎机粉碎至通过 40 目筛,混合均匀,置干燥器中备用。

取样品干粉 30mg 于水解管中,加入 10ml 6M HCl。抽真空封管后,放在烘箱中于 100℃温度下水解 22h,冷却后打开水解管,定容至 25ml。取 1ml 减压蒸干,再用 0.02M HCl 稀释至一定浓度,在美国产贝克曼 6300 型氨基酸自动分析仪上测定出 17 种氨基酸的含量。色氨酸含

量的测定采用日立 850 型荧光分光光度计,测定前先将样品干粉在 NaOH 水溶液中水解。

表 1 4 种石斑鱼肌肉的氨基酸组成

Table 1 The composition of amino acids in the muscles of four species of groupers

氨基酸含量(mg/g)	鲑点	蜂巢	黑边	巨石 斑鱼	4 种石斑鱼		4 种石斑鱼必需		
	石斑 鱼	石斑 鱼	石斑 鱼		氨基酸合计 均值 CV(%)	氨基酸合计 比值 CV(%)	氨基酸合计 比值 CV(%)	氨基酸合计 比值 CV(%)	
天冬氨酸	84.31	90.60	89.31	89.77	88.50	3.21			
谷氨酸	125.78	134.32	138.17	139.79	134.52	4.65			
丝氨酸	27.76	31.85	33.05	32.87	31.38	8.78			
酪氨酸	27.13	25.72	27.98	30.48	27.83	7.18			
半胱氨酸	1.41	7.04	10.53	10.00	7.25	57.68			
苏氨酸	31.04	37.79	37.91	38.20	36.24	9.57	5.01	6.59	
组氨酸	15.72	19.37	19.44	19.30	18.46	9.89	2.55	7.06	
赖氨酸	67.59	71.67	71.58	72.13	70.74	2.99	9.80	4.59	
精氨酸	64.64	51.17	52.31	53.85	55.49	11.17	7.73	17.08	
缬氨酸	32.80	39.14	37.75	40.38	37.52	8.86	5.18	4.05	
亮氨酸	56.46	68.57	68.61	70.69	66.08	9.82	9.13	6.13	
异亮氨酸	30.53	36.98	35.55	38.55	35.40	9.81	4.89	4.70	
苯丙氨酸	31.78	36.63	35.63	34.98	34.76	6.03	4.81	5.41	
蛋氨酸	23.39	15.81	23.71	25.64	22.14	19.57	3.07	20.52	
色氨酸	6.69	7.43	7.01	7.81	7.24	6.75	1.00	0.00	
脯氨酸	29.42	27.51	28.16	29.48	28.64	3.39			
甘氨酸	37.41	34.08	35.38	37.07	35.99	4.31			
丙氨酸	42.44	49.06	47.87	50.55	47.48	7.44			
氨基酸总含量	736.30	784.74	799.95	821.54	785.63	4.61			
必需氨基酸含量	360.64	384.56	389.50	401.53	384.06	4.47			
占氨基 酸总含 量的百 分比	必需氨基酸	48.98	49.00	48.69	48.88	48.89	0.29		
	非极性氨基酸	39.51	40.17	39.96	40.79	40.11	1.33		
	带负电荷氨基酸	28.53	28.66	28.44	27.94	28.39	1.11		
	带正电荷氨基酸	20.09	18.12	17.92	17.68	18.45	6.01		
	鲜味氨基酸	48.15	45.78	45.38	45.16	46.12	2.99		

## 2 结果和讨论

### 2.1 石斑鱼肌肉的氨基酸含量较高

表 1 列出了鲑点石斑鱼、蜂巢石斑鱼、黑边石斑鱼和巨石斑鱼等 4 种石斑鱼肌肉(干重)中 18 种氨基酸含量。这 4 种石斑鱼肌肉氨基酸的总含量分别为(736.30 ± 38.14)、(784.74 ± 32.88)、799.95 和 821.54mg/g, 它们的均值和标准差为(785.63 ± 36.19)mg/g。与其它鱼类肌肉的氨基酸总含量相比较,高于鳗鲡(*Anguilla japonica*)的 618.2mg/g[谢刚等,1989],青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)的 617.85mg/g、团头鲂(*Megalobrama amblycephala*)的 511.93mg/g 和草鱼(*Ctenopharyngodon idella*)的 517.24mg/g[王道尊和刘玉芳,1987],乌鳢(*Channa argus*)的 770.5mg/g[熊传喜等,1994]。然而,李明德等[1990]采用丹磺酰氯柱前衍生法,测定得矛尾复虾虎(*Synechogobius hasta*)肌肉(干重)中氨基酸总含量为 851.11mg/g、黄河鲤(*Cyprinus carpio*)为 873.07mg/g、美洲虹鳟(*Salmo irideus*)为 799.98 ~ 803.49mg/g、鳙(*Aristichthys nobilis*)为 860.4 ~ 885.85mg/g、鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)为 755 ~ 809.65mg/g、乌鳢为 923.8

~939.2mg/g,结果都比较高,这可能与测定的方法不同有关。应该指出的是,本研究和其它报道一样,鱼体色氨酸的含量是所有必需氨基酸中最低的,甚至在18种氨基酸中也是最低的,然而李明德等[1990]测定到的色氨酸含量往往比其它几种氨基酸高。

## 2.2 石斑鱼氨基酸中必需氨基酸含量较高

表1列出了4种石斑鱼肌肉中10种必需氨基酸——苏氨酸、组氨酸、赖氨酸、精氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸、色氨酸的含量。石斑鱼肌肉中必需氨基酸含量总和占18种氨基酸总含量的48.69%~49.00%,均值和标准差为(48.89±0.14)%,高于鳗鲡的38.98%(未含色氨酸)、青鱼的41.40%、团头鲂的40.39%、草鱼的39.77%和乌鳢的47.67%。而且,这4种石斑鱼肌肉中必需氨基酸含量比较稳定,种间变异系数(CV%=S/X×100%)为4.47%,必需氨基酸在氨基酸总量中所占的比例也很稳定,种间变异系数仅为0.29%。

表2 鲑点石斑鱼不同组织(器官)的氨基酸组成

Table 2 The composition of amino acids in different tissues (organs) of *Epinephelus fario*

氨基酸含量(mg/g)	肌 肉		卵 巢		肝 脏		骨 骼		鳞 片		皮 肤	
	含量	比值	含量	比值	含量	比值	含量	比值	含量	比值	含量	比值
天冬氨酸	83.08		53.41		56.57		3.07		8.37		36.30	
谷氨酸	133.16		98.09		97.37		9.11		25.16		83.22	
丝氨酸	28.75		36.21		23.48		8.14		12.39		27.07	
酪氨酸	29.20		31.17		19.11		3.26		4.49		10.06	
半胱氨酸	1.63		2.34		1.61		0.30		未测出		2.20	
苏氨酸	33.07	3.60	31.87	5.99	24.05	4.45	7.27	8.87	11.56	7.86	24.67	13.71
组氨酸	13.82	1.51	14.06	2.64	18.87	3.49	1.50	1.83	2.18	1.48	25.16	13.98
赖氨酸	73.69	8.03	53.76	10.11	39.74	7.35	10.20	12.44	16.31	11.09	28.94	16.08
精氨酸	63.75	6.94	57.75	10.86	51.08	9.44	21.76	26.54	34.94	23.77	67.90	37.72
缬氨酸	33.71	3.67	40.77	7.66	31.14	5.76	8.28	10.10	11.80	8.03	20.39	11.33
亮氨酸	60.59	6.60	51.29	9.64	42.59	7.87	7.58	9.24	9.53	6.48	22.07	12.26
异亮氨酸	32.29	3.52	33.70	6.33	23.12	4.27	4.48	5.46	6.02	4.10	12.49	6.94
苯丙氨酸	34.39	3.75	29.62	5.57	25.47	4.71	7.86	9.59	12.60	8.57	22.15	12.31
蛋氨酸	22.90	2.49	20.08	3.77	15.30	2.83	4.00	4.88	6.18	4.20	16.95	9.42
色氨酸	9.18	1.00	5.32	1.00	5.41	1.00	0.82	1.00	1.47	1.00	1.80	1.00
脯氨酸	35.31		44.94		24.14		23.32		42.93		75.14	
甘氨酸	45.00		41.68		28.24		37.41		74.12		136.05	
丙氨酸	47.34		45.18		30.83		22.13		38.41		55.53	
氨基酸总含量	780.70		686.24		558.12		180.49		318.46		668.09	
必需氨基酸含量	377.39		338.22		276.77		73.75		112.59		242.52	
占总 必需氨基酸	48.34		49.29		49.59		40.86		35.35		36.30	
氮含 非极性氨基酸	41.06		45.55		40.50		64.20		63.76		54.22	
基量带负电荷氨基酸	27.68		21.35		27.55		6.75		10.53		17.88	
酸%带正电荷氨基酸	19.36		18.30		19.63		18.54		16.78		18.25	

表2列出了鲑点石斑鱼肌肉、卵巢、肝脏、骨骼、鳞片、皮肤等不同组织(器官)中10种必需氨基酸占18种氨基酸总含量的比例分别为(48.34±1.65)%、(49.29±6.48)%、(49.59±1.07)%、(40.86±2.55)%、(35.35±0.97)%和(36.30±0.45)%。有关鱼类不同组织(器官)

中必需氨基酸含量的测定分析的文献较少,李明德等[1990]对矛尾复虾虎、黄河鲤、虹鳟、鳙、鲢和乌鳢的肌肉、卵巢、肝脏、骨骼、鳞片、皮肤、鳃、胃、肠和精巢等必需氨基酸含量作过测定分析。他们的测定结果,除去乌鳢卵巢、肝脏和鲢鱼的肝脏中10种必需氨基酸占18种氨基酸总含量的百分率稍低于鲢点石斑鱼的测定结果外,其它的测定值都比较高。

### 2.3 石斑鱼肌肉中鲜味氨基酸的含量较高

鱼肉味道的鲜美程度与肌肉中鲜味氨基酸的组成和含量有关,氨基酸系的鲜味物质有:谷氨酸、天冬氨酸、精氨酸、丙氨酸和甘氨酸[刘纯洁和张娟婷编译,1988]。表1所列的鲢点石斑鱼、蜂巢石斑鱼、黑边石斑鱼和巨石斑鱼等4种石斑鱼肌肉中这5种鲜味氨基酸的含量,除甘氨酸含量低于鳗鲡、团头鲂和乌鳢,鲢点石斑鱼的谷氨酸和天冬氨酸略低于乌鳢外,其它都比较高。所以,石斑鱼是比较鲜美的佳肴。

### 2.4 石斑鱼肌肉氨基酸组成的种间变异不大

以肌肉中18种氨基酸总含量、必需氨基酸含量、必需氨基酸、非极性氨基酸(含缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸、色氨酸、脯氨酸、甘氨酸和丙氨酸)、带负电荷的极性氨基酸(含天冬氨酸和谷氨酸)、带正电荷的极性氨基酸(含组氨酸、赖氨酸和精氨酸)、鲜味氨基酸占氨基酸总含量的百分率作为氨基酸组成的指标,来比较鲢点石斑鱼、蜂巢石斑鱼、黑边石斑鱼和巨石斑鱼等4种石斑鱼种间的差异,其结果列表1。这4种石斑鱼的上述指标的种间变异系数:肌肉中18种氨基酸总含量的变异系数为4.61%,必需氨基酸含量的变异系数为4.47%,必需氨基酸占氨基酸总含量百分率的变异系数仅0.29%,非极性氨基酸占氨基酸总含量百分率的变异系数为1.33%,带负电荷氨基酸占氨基酸总含量百分率的变异系数为1.11%,带正电荷氨基酸占氨基酸总含量百分率的变异系数为6.01%,鲜味氨基酸占氨基酸总含量百分率的变异系数为2.99%。各种氨基酸的含量种间变异系数,除半胱氨酸和蛋氨酸的外,其余都不大。说明这4种石斑鱼在氨基酸组成上的差异较小。

### 2.5 石斑鱼必需氨基酸含量间的比值相对稳定

在10种必需氨基酸中,以含量最低的色氨酸含量作分母,其它氨基酸含量作分子,求得10种必需氨基酸间的比值。比值的大小可以比较明显地看出它们的组成关系。除鲢点石斑鱼肌肉中精氨酸比值略高和蜂巢石斑鱼的蛋氨酸比值偏低外,4种石斑鱼肌肉中这10种必需氨基酸含量的比值是相对稳定的,通常称之为必需氨基酸组成模式或比例模式。必需氨基酸组成模式的研究在鱼类营养学和人工配合饲料配方设计上有着重要意义[林鼎等,1987]。如按这4种石斑鱼肌肉中10种必需氨基酸比值的均值来表示它们的组成模式,得出赖氨酸:亮氨酸:精氨酸:缬氨酸:苏氨酸:异亮氨酸:苯丙氨酸:蛋氨酸:组氨酸:色氨酸=9.8:9.1:7.7:5.2:5.0:4.9:4.8:3.1:2.6:1.0。它与世界卫生组织(WHO)为评价食物蛋白质营养价值高低而提出的人体必需氨基酸组成模式[中国医学百科全书编委会,1988]比较接近,也比青鱼、团头鲂、草鱼、蓝点马鲛(*Scomberomorus niphonius*)、鳙(*Ilisha elongata*)、大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*)和带鱼(*Trichiurus haumela*)等9种食用鱼更接近人体必需氨基酸组成模式[张本等,1991]。

## 2.6 石斑鱼不同组织(器官)间氨基酸组成的差异较大

表2列出了鲑点石斑鱼肌肉、卵巢、肝脏、骨骼、鳞片和皮肤中18种氨基酸的测定结果。从这些组织(器官)中氨基酸总含量来比较,肌肉的(780.70 ± 26.60)mg/g > 卵巢的(686.24 ± 63.40)mg/g > 皮肤的(668.09 ± 118.01)mg/g > 肝脏的(558.12 ± 44.18)mg/g > 鳞片的(318.46 ± 36.43)mg/g > 骨骼的(180.49 ± 24.09)mg/g。从必需氨基酸总含量来看,肌肉的(377.39 ± 4.18)mg/g > 卵巢的(338.22 ± 72.43)mg/g > 肝脏的(276.77 ± 15.96)mg/g > 皮肤的(242.52 ± 42.20)mg/g > 鳞片的(112.59 ± 10.96)mg/g > 骨骼的(73.75 ± 8.38)mg/g。从必需氨基酸含量占氨基酸总含量的百分率来分析,肝脏的(49.59 ± 1.07)% > 卵巢的(49.29 ± 6.48)% > 肌肉的(48.34 ± 1.65)% > 骨骼的(40.86 ± 2.55)% > 皮肤的(36.30 ± 0.45)% > 鳞片的(35.35 ± 0.97)%。10种必需氨基酸含量间的比值,除肌肉、卵巢、肝脏之间较为接近外,与其它组织(器官)的相差甚大。在氨基酸总含量中,非极性氨基酸所占的百分率:骨骼为64.20%、鳞片为63.76%、皮肤为54.22%、卵巢为45.55%、肌肉为41.06%、肝脏为40.50%;带负电荷的极性氨基酸所占的百分率:骨骼为6.75%、鳞片为10.53%、皮肤为17.88%、卵巢为21.35%、肌肉为27.68%、肝脏为27.55%;带正电荷的极性氨基酸所占的百分率,不同组织(器官)间较为接近:肝脏为19.63%、肌肉为19.36%、骨骼为18.54%、卵巢为18.30%、皮肤为18.25%、鳞片为16.78%。

总的比较,肌肉的氨基酸含量和组成与卵巢较为接近,其次是肝脏,然而与其它组织(器官)相差较大。

表3 南海不同海域蜂巢石斑鱼肌肉的氨基酸组成

Table 3 The composition of amino acids in the muscle of

*Epinephelus merra* from different sea areas of the South China Sea

氨基酸含量 (mg/g)	西沙群岛							南沙群岛			
	永兴岛	东岛	金银岛	珊瑚岛	琛航岛	均值	CV(%)	南薰礁	永暑礁	均值	CV(%)
天冬氨酸	93.61	90.95	88.86	94.45	93.61	92.30	2.52	84.66	91.95	88.31	5.83
谷氨酸	145.61	134.71	135.76	144.78	143.76	140.92	3.73	129.55	133.32	131.44	2.03
丝氨酸	32.85	31.52	32.35	34.16	32.89	32.75	2.93	31.12	31.39	31.26	0.61
酪氨酸	29.64	22.19	27.43	27.63	24.71	26.32	11.02	25.74	28.53	27.14	7.26
半胱氨酸	9.13	6.28	10.37	5.34	4.44	7.11	35.58	8.66	7.31	7.99	11.89
苏氨酸	39.26	37.82	37.04	39.70	39.30	38.62	2.95	35.28	37.81	36.55	4.90
组氨酸	19.37	19.35	18.39	20.83	20.51	19.69	4.98	18.79	19.67	19.23	3.22
赖氨酸	76.06	71.68	69.79	75.91	74.95	73.68	3.80	66.88	72.22	69.55	5.43
精氨酸	52.95	50.77	50.21	53.94	52.62	52.10	2.99	48.57	52.09	50.33	4.95
缬氨酸	40.88	39.98	38.83	40.79	41.72	40.44	2.70	35.95	39.42	37.69	6.50
亮氨酸	71.60	68.00	67.27	72.78	71.47	70.22	3.46	65.57	71.20	68.39	5.82
异亮氨酸	39.32	38.71	36.51	38.81	39.44	38.56	3.09	34.44	38.93	36.69	8.63
苯丙氨酸	37.94	36.57	37.30	38.78	38.02	37.72	2.20	34.23	37.31	35.77	6.09
蛋氨酸	28.68	9.77	28.00	16.61	13.07	19.23	45.09	10.23	9.04	9.64	8.71
脯氨酸	28.00	26.31	28.57	27.10	29.54	27.90	4.52	26.35	27.78	27.07	3.73
甘氨酸	33.61	33.56	37.49	34.12	34.58	34.67	4.70	32.78	35.15	33.97	4.95
丙氨酸	50.61	48.54	49.95	50.76	50.20	50.01	1.76	47.42	48.23	47.83	1.19
氨基酸总含量	829.12	766.71	794.12	816.49	804.83	802.25	2.96	736.22	781.35	758.79	4.21
必需氨基酸含量	406.06	372.65	383.34	398.15	391.10	390.26	3.32	349.94	377.69	363.82	5.39

## 2.7 南海不同海域的石斑鱼肌肉氨基酸组成基本相近

表3列出了采集于我国西沙群岛的永兴岛、东岛、金银岛、珊瑚岛和琛航岛,南沙群岛的南薰礁和永署礁海域的蜂巢石斑鱼肌肉中17种氨基酸含量的分析结果。各海域石斑鱼肌肉中氨基酸总含量和必需氨基酸含量都是比较接近的。不同海域的石斑鱼肌肉中各种氨基酸含量的变异系数,除西沙群岛海区的半胱氨酸和蛋氨酸之外,其它氨基酸都不大。变异系数都在11%以下,多数在5%以下。说明南海不同海域的石斑鱼肌肉氨基酸组成基本相近。

## 2.8 石斑鱼肌肉氨基酸组成有月际变化现象

表4列出了1992年11月至1993年10月采自海南省陵水县新村港网箱养殖的鲑点石斑鱼肌肉中氨基酸含量的测定结果。肌肉中周年12个月的18种氨基酸总含量的均值和标准差为(706.88±96.88)mg/g,月间变异系数为13.71%;10种必需氨基酸总含量的均值和标准差为(368.42±45.35)mg/g,变异系数为12.31%,比石斑鱼种间、分布海域间的相对应的变异系数高得多(表1、3)。可见,鲑点石斑鱼肌肉氨基酸的组成存在着月际变化现象。从表4可以看出,周年之中11月份至翌年5月份肌肉中氨基酸总含量比较高,而6~10月份较低。氨基酸组成上的这种差异可能与海水温度的高低有关。由于海南岛地处热带,周年的水温变化不大,所以氨基酸组成的月际变化规律性不明显。

表4 鲑点石斑鱼肌肉氨基酸组成的月际变化

Table 4 Variations in the composition of amino acids in the muscle of *Epinephelus fario* in different months

采样时间	92'11/23	12/29	93'1/30	2/27	3/26	4/28	5/31	6/30	7/26	8/25	9/28	10/24	均值	CV(%)
体长(mm)	270.5	274.5	274.0	281.0	277.5	278.0	272.5	289.0	288.5	269.5	294.5	289.0	279.9	3.01
水温(℃)	23.5	23.5	20.3	26.0	25.1	28.5	26.0	29.5	31.0	29.5	26.5	25.0	26.2	11.64
天冬氨酸	75.59	64.98	65.76	72.02	79.49	78.75	77.74	60.30	48.90	49.69	57.59	60.81	65.96	16.48
谷氨酸	130.35	99.00	102.40	122.65	135.38	133.13	132.43	96.15	66.72	65.56	85.29	78.86	108.99	25.31
丝氨酸	32.29	29.94	29.75	29.50	32.66	33.76	30.86	26.52	25.24	23.68	30.68	30.76	29.63	10.26
酪氨酸	28.03	27.14	27.67	27.06	27.97	28.35	26.70	26.40	25.58	23.43	39.60	29.81	28.15	13.98
半胱氨酸	13.54	7.54	9.02	11.98	9.31	8.18	7.26	6.96	7.28	12.78	11.85	8.51	9.52	24.93
苏氨酸	38.02	35.69	35.91	36.43	40.12	41.74	39.64	32.15	27.72	28.11	35.77	34.04	35.45	12.42
组氨酸	19.89	19.37	19.61	19.25	20.57	19.46	19.61	20.28	25.35	23.08	39.18	26.01	22.64	25.29
赖氨酸	68.99	64.80	66.64	72.53	77.49	73.49	75.04	49.17	25.04	24.85	56.03	29.19	56.94	35.31
精氨酸	49.52	47.21	48.50	49.91	54.13	52.14	51.13	47.41	43.94	42.88	61.60	49.95	49.86	9.78
缬氨酸	40.92	37.53	38.93	38.10	40.59	39.78	37.21	36.00	34.10	33.83	45.47	39.70	38.51	8.30
亮氨酸	65.01	52.82	54.51	62.64	70.17	66.47	64.31	56.15	46.26	44.76	60.47	52.12	57.79	14.06
异亮氨酸	39.48	35.17	36.32	37.53	42.48	40.81	37.88	36.04	32.86	32.55	44.02	37.63	37.73	9.34
苯丙氨酸	34.25	34.40	35.36	33.89	36.48	35.60	33.61	32.15	30.81	29.22	40.64	35.38	34.32	8.44
蛋氨酸	24.22	24.82	26.03	24.65	24.65	26.08	24.31	24.08	21.74	18.94	30.36	27.18	24.76	11.20
色氨酸	10.23	11.08	8.98	13.83	12.98	14.29	13.06	8.51	7.22	7.55	7.82	7.54	10.25	26.22
脯氨酸	27.57	29.52	28.15	27.66	28.30	27.60	28.08	22.59	19.95	23.46	40.34	32.92	28.01	18.46
甘氨酸	37.94	30.72	30.65	35.91	38.02	36.96	36.01	30.50	23.83	23.53	31.36	27.17	31.88	16.25
丙氨酸	48.94	39.83	41.06	46.89	49.97	47.55	46.27	38.75	30.53	28.93	41.83	35.04	41.30	17.05
氨基酸总含量	784.78	691.46	705.25	762.43	820.76	804.14	781.15	650.11	543.07	536.83	759.90	642.62	706.88	13.71
必需氨基酸含量	390.53	362.84	370.79	388.76	419.66	409.86	395.80	341.94	295.04	285.77	421.36	338.74	368.42	12.31

## 2.9 肌肉氨基酸含量随体长的增长而增大

不同体长组的鲑点石斑鱼和蜂巢石斑鱼的肌肉氨基酸含量测定数据列表5。从表5中可以看出,随着体长的增长石斑鱼肌肉中18种氨基酸总含量、必需氨基酸含量都呈增大的趋势。这一结果与陈少莲等[1992]对草鱼和团头鲂的研究结论一致。然而,王道尊和刘玉芳[1987]的研究结果是青鱼、草鱼、团头鲂肌肉中氨基酸和必需氨基酸总量随鱼的生长而减少。

表5 石斑鱼肌肉氨基酸含量与体长的关系

Table 5 The relations between amino acids contents in the muscle of groupers and their body lengths

种名	鲑点石斑鱼			蜂巢石斑鱼					
	体长 (mm)	200	250	120	140	160	180		
氨基酸含量 (mg/g)	天冬氨酸	91.20	80.90	82.57	87.55	91.32	89.74	93.89	89.06
	谷氨酸	122.35	129.76	125.48	132.84	136.75	136.62	125.37	136.91
	丝氨酸	27.67	26.94	27.18	31.14	32.36	31.83	33.46	31.86
	酪氨酸	27.13	26.22	27.58	22.21	23.02	25.86	26.39	24.62
	半胱氨酸	1.25	1.15	1.63	9.49	8.03	8.02	5.38	4.52
	苏氨酸	30.59	32.03	30.78	36.50	38.00	37.45	39.25	39.17
	组氨酸	16.08	18.06	18.38	17.35	19.42	19.17	20.35	21.64
	赖氨酸	64.63	65.41	70.16	66.98	71.81	71.54	74.57	76.12
	精氨酸	66.58	65.89	68.03	48.27	51.54	50.76	53.60	54.25
	缬氨酸	32.43	33.45	32.65	36.76	37.27	38.94	40.68	38.91
	亮氨酸	55.70	55.06	57.54	60.22	64.53	68.39	71.60	68.53
	异亮氨酸	30.92	30.41	30.40	34.08	36.03	37.49	38.69	39.36
	苯丙氨酸	31.25	31.48	32.20	33.07	34.29	36.25	38.46	36.18
	蛋氨酸	23.83	23.35	23.19	21.85	16.49	16.22	14.84	14.13
	色氨酸	5.88	4.57	8.15	7.13	7.47	7.44	7.75	7.46
	脯氨酸	24.90	26.02	33.38	28.75	27.78	26.89	27.53	27.39
	甘氨酸	31.40	31.78	33.23	36.26	35.60	33.32	33.11	32.84
	丙氨酸	40.57	39.88	44.65	47.13	49.22	48.86	50.78	48.39
合计	724.36	722.36	747.18	757.58	780.93	784.79	795.70	791.34	
必需氨基酸含量 (mg/g)	357.89	359.71	371.48	362.21	376.85	383.65	399.79	395.75	
必需氨基酸占氨基酸总量 (%)	49.41	49.80	49.72	47.81	48.26	48.89	50.24	50.01	

## 2.10 天然的与养殖的石斑鱼肌肉氨基酸组成上存在一定的差异

表1所列的是采自天然海区的鲑点石斑鱼肌肉中氨基酸含量测定数据,而表4所列的是采自养殖网箱中标本的数据,比较分析表1与表4的有关数据的均值发现(表6):天然的与养殖的石斑鱼肌肉中所含的氨基酸总含量、必需氨基酸含量及其在氨基酸总含量中所占百分率都比较接近,它们的变异系数分别为2.88%、1.51%、4.55%。然而,天然的与养殖的石斑鱼在氨基酸组成上却存在一定差异。如石斑鱼肌肉的非极性氨基酸、带负电荷的极性氨基酸、带正电荷的极性氨基酸和鲜味氨基酸占氨基酸总含量百分率,天然鱼与养殖鱼的变异系数为(6.46~12.66)%;天然鱼与养殖鱼的各种氨基酸含量的变异系数的大小也参差不齐,其差异程度比表1、表3所列的种间、海域间差异程度大。青木隆子等[1991]比较了日本真鲷(*Pagrus major*)、花鲈(*Lateolabrax japonicus*)、香鱼(*Plecoglossus altivelis*)、杜氏鲷(*Seriola dumerili*)和褐牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)肌肉的氨基酸含量,天然鱼与养殖鱼之间存在着不同程度的差异,然而

黄带鲮(*Caranx delicatissimus*)的天然鱼与养殖鱼基本没有差异。

表6 天然的和养殖的鲑点石斑鱼肌肉氨基酸组成的比较

Table 6 A comparison on the composition of amino acids in the muscle of natural and cultured *Epinephelus fario*

氨基酸含量(mg/g)	天然的	养殖的	均值	CV(%)
天冬氨酸	84.31	65.96	75.14	17.27
谷氨酸	125.78	103.99	114.89	13.41
丝氨酸	27.76	29.63	28.70	5.92
酪氨酸	27.13	28.15	27.64	2.61
半胱氨酸	1.41	9.52	5.47	104.84
苏氨酸	31.04	35.45	33.25	9.38
组氨酸	15.72	22.64	19.18	25.51
赖氨酸	67.59	56.94	62.27	12.09
精氨酸	64.64	49.86	57.25	18.26
缬氨酸	32.80	38.51	35.66	11.32
亮氨酸	56.46	57.79	57.13	1.65
异亮氨酸	30.53	37.73	34.13	14.92
苯丙氨酸	31.78	34.32	33.05	5.45
蛋氨酸	23.39	24.76	24.08	4.02
色氨酸	6.69	10.25	8.47	29.72
脯氨酸	29.42	28.01	28.72	3.47
甘氨酸	37.41	31.88	34.65	11.29
丙氨酸	42.44	41.30	41.87	1.93
氨基酸总含量	736.30	706.88	721.59	2.88
必需氨基酸含量	360.64	368.42	364.53	1.51
占氨基酸总含量的百分比				
必需氨基酸	48.98	52.24	50.52	4.55
非极性氨基酸	39.51	43.29	41.40	6.46
带负电荷氨基酸	28.53	23.84	26.19	12.66
带正电荷氨基酸	20.09	18.24	19.17	6.82
鲜味氨基酸	48.15	41.28	44.72	10.86

本研究系国家自然科学基金(编号39160063)和海南省自然科学基金资助项目。

### 参 考 文 献

- [1] 中国医学百科全书编辑委员会,1988.中国医学百科全书——营养与食品卫生学,8.上海科学技术出版社。
- [2] 王道尊、刘玉芳,1987.青鱼、草鱼和团头鲂的肌肉及有关天然饲料的生化组成分析.水产科技情报,(4):11~16。
- [3] 卢子襄等,1990.配合饲料喂养花点石斑鱼的初步试验.海南大学学报(自然科学版),8(4):19~25。
- [4] 刘纯洁、张娟婷编译,1988.食品添加剂手册,157~160.中国展望出版社(京)。
- [5] 陈少莲等,1992.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.海洋与湖沼,23(2):193~205。
- [6] 张本等,1991.石斑鱼肌肉氨基酸组成的初步研究.海南大学学报(自然科学版),9(2):35~41。
- [7] 林鼎、毛永庆,1987.鱼类营养与配合饲料,14~17.中山大学出版社(广州)。
- [8] 李明德等,1990.水生生物与养殖,161~273.南开大学出版社(天津)。
- [9] 贾芬等,1994.赤点石斑鱼人工配合饲料的研究.水产科学,13(5):12~14。
- [10] 谢刚等,1989.鳊鲂肌肉生化成分的分析.淡水渔业,(4):6~9。
- [11] 联合国开发计划署、联合国粮食及农业组织,1983.发展中国家的鱼饲料及饲养法——水产养殖发展协调项目饲料发

展计划中期报告(ADCP/REP/83/18),70~71。联合国粮农组织出版处(意大利罗马)。

- [12] 熊传喜等,1994。乌鳢在越冬期与繁殖前期肌肉的营养成分。水利渔业,(6):23~24。
- [13] 青木隆子等,1991。天然および养殖鱼6种の一般成分,无机质,脂肪酸,游离アミノ酸,筋肉硬度および色差について。日本水产学会志,57(10):1927~1984。
- [14] Gerardo, L. and L. Lopez, 1988. Biochemical systematic analysis of evolutionary relationships of groupers (*Epinephelus*) from the Gulf of California [Mexico]. *BIOCHEM SYST ECOL*,16(1):79~88.
- [15] Woo, N. Y. S. et al., 1984. Changes in metabolism and hepatic ultrastructure induced by estradiol and testosterone in immature female *Epinephelus akaara* teleostei serranidae. *CELL AND TISSUE RESEARCH*,236(3):651~660.

## A STUDY ON THE COMPOSITION OF AMINO ACID OF FOUR GROUPERS

Zhang Ben and Chen Guohua  
(Hainan University, Haikou 570228)

**ABSTRACT** The contents of 18 amino acids in 64 specimens of *Epinephelus fario*, *E. merra*, *E. fasciatus* and *E. tauwina*, which were collected from various areas of the South China Sea, were measured. The result shows that the total contents of amino acids are high in the muscle of the above 4 species, which are  $730.36 \pm 38.14\text{mg/g}$ ,  $784.74 \pm 32.88\text{mg/g}$ ,  $799.95\text{mg/g}$  and  $821.54\text{mg/g}$  respectively. The percentages of the essential amino acids in the total amino acids contents are high too, which are 48.98%, 49.00%, 48.69% and 48.88%. The contents of tasty amino acids are also high. The composition of amino acids did not show much difference between the different species or from different sea areas. However, it shows considerable difference among the different tissues (organs) such as the muscle, ovaries, livers, bones, scales and skin. The composition of amino acids in the groupers exhibits variation in different months, and it also varies with the growth of the body length. There is also some difference in the amino acid composition between wild and cultured groupers. The ratio of the content of essential amino acids in the 4 species of groupers is relatively stable. The pattern of composition of the essential amino acids is Lys:Leu:Arg:Val:Thr:Ile:Phe:Met:His:Trp = 9.8:9.1:7.7:5.2:5.0:4.9:4.8:3.1:2.6:1.0.

**KEYWORDS** *Epinephelus*, Amino acid, Composition