

# 广西北海不同海域方格星虫 (*Sipunculus nudus*) 干体氨基酸组成及营养评价

刘旭佳\* 彭银辉 黄国强

(广西海洋研究所广西海洋生物技术重点实验室, 广西北海 536000)

**摘要** 为了研究广西北海特有种方格星虫的经济价值,测定了成虫干体的氨基酸含量,并根据 FAO/WHO 的氨基酸评分标准模式进行氨基酸营养价值评价。于 2013 年 2、5、8 和 11 月,分别在北海的山口、北暮盐场、营盘、大冠沙和竹林 5 个海域采集方格星虫,进行了氨基酸含量和组成分析。结果表明:北暮盐场方格星虫干体氨基酸平均含量最高,达到  $(68.02 \pm 0.50)\%$ ;5 个海域方格星虫干体氨基酸含量、必需氨基酸和非必需氨基酸含量随着季节变化表现出先上升后下降的趋势;共检出 16 种氨基酸,以谷氨酸含量最高,占方格星虫干体质量的  $(17.34 \pm 0.61)\%$ ;方格星虫必需氨基酸占总氨基酸含量(EAA/TAA)和必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(EAA/NEAA)均接近于 FAO/WHO 的理想模式。本研究为开发具有食用价值和药用价值的食品以及方格星虫的高值化利用提供理论依据和技术支撑。

**关键词** 北海; 方格星虫; 氨基酸; 营养评价

**Composition and nutritional evaluation of amino acids of peanut-worm *Sipunculus nudus* dry body from five sea areas of Beihai, Guangxi.** LIU Xu-jia\*, PENG Yin-hui, HUANG Guo-qiang (Key Laboratory of Marine Biotechnology, Guangxi Institute of Oceanology, Beihai 536000, Guangxi, China).

**Abstract:** *Sipunculus nudus* is a special species distributed in the Beihai Gulf, and it is also a kind of precious sea food. In order to exploit its economic value, the content of amino acids of *S. nudus* was measured. Nutritional values of amino acids were evaluated according to amino acids grade standard mode of FAO/WHO. The investigation was conducted in February, May, August and November 2013 in five sea areas including Shankou, Beimu, Yingpan, Daguansha and Zhulin. Then the amino acids content and composition were analyzed. The result showed that the average content of amino acids of *S. nudus* in Beimu was highest, being  $68.02\% \pm 0.50\%$ . The contents of amino acids, essential amino acids and non-essential amino acids presented a trend of increase first and decrease later over seasons in the five sea areas. 16 kinds of amino acids were detected in *S. nudus*, and the content of glutamic acid was highest, which could reach  $17.34\% \pm 0.61\%$ . The ratio of essential amino acids to total amino acids and the ratio of essential amino acids to non-essential amino acids approached the FAO/WHO standard. Our results provided theoretical basis and technical support for the development of *S. nudus* with high edible and medicinal values.

**Key words:** Beihai; *Sipunculus nudus*; amino acid; nutritional evaluation.

方格星虫 (*Sipunculus nudus*) 亦称光裸方格星虫,俗称“沙虫”,体长 10~20 cm,隶属星虫动物门

国家自然科学基金项目 (31160532)、广西自然科学基金项目 (2015GXNSFBA139081)、广西科技攻关项目 (14121006-2-1、14121006-2-12) 和广西科研业务费 (15YJ22HYS16) 资助。

收稿日期: 2015-06-02 接受日期: 2015-11-21

\* 通讯作者 E-mail: lxu0312@126.com

(Sipuncula)、星虫纲 (Sipunculidea)、方格星虫属 (*Sipunculus*)。在中国沿海地区均有对于方格星虫分布的报道(李凤鲁,1982;1985;李凤鲁等,1990;郭学武等,1993;Meglitsch *et al.*, 1991),其中以广西北部湾海域的自然资源最丰富,同时方格星虫是广西

的特有经济种,自然繁殖季节为5—9月。作为环境标志生物,方格星虫在底栖生态系统中起着非常重要的作用,对沉积物的能量和生源要素流动产生重要的影响(Ha *et al.*, 2007),同时方格星虫养殖在广西沿海地区的渔业经济起非常重要的作用。方格星虫个体较大,肉嫩味美,且体内富含矿物质及多种维生素,尤其是富含我国膳食中最易缺乏的VB<sub>2</sub>,是我国南海著名的海产品。方格星虫因其独特的肉质和口感度越来越受到消费者的喜爱,而且方格星虫的营养组成成分及其药用价值也开始备受关注。近年来,国内许多学者对方格星虫繁殖生物学方面进行了相关研究(吴斌, 1999; 兰国宝等, 2002, 2003, 2007; 王庆恒等, 2007)。许多学者报道了方格星虫的生态特征及其药用、食用价值(章超桦等, 1999; Cutler *et al.*, 2001; Lunetta *et al.*, 2004; 陈细香等, 2008; 张桂和等, 2008; 李珂嫻等, 2012; 刘永强, 2012),方格星虫具有提高免疫力、减缓衰老、抗疲劳的功效;富含蛋白质、多种的氨基酸和微量元素,是值得进一步开发的海洋生物;同时含有多种可以调节机体机能的活性物质,对于维持机体的修复及行使正常生理机能有明显的作用。

由于近海渔民的过渡采挖,导致其自然资源急剧减少,消费市场对成品需求量增加。近年来海水生态环境污染严重,也加剧方格星虫种群逐渐减少。由于方格星虫自身生理特点,市场中鲜活方格星虫难免会出现泡水和干体方格星虫去沙不彻底等问题。本研究中直接取自滩涂,拿回实验室后进行彻底去沙处理。目前,国内未见关于不同海域方格星虫氨基酸组成成分变化的研究报道。本研究主要调查了广西北海沿海5个海域不同季节方格星虫成虫干体氨基酸的组成变化并进行营养评价。对不同海域方格星虫体内氨基酸的含量进行测定,了解方格星虫氨基酸变化的地域差异,并对其必需氨基酸/氨基酸、必需氨基酸/非必需氨基酸进行分析比较,以期明确方格星虫干体的氨基酸组成,从而为开发具有食用价值和药用价值的食品提供理论支撑,并为方格星虫的集约化养殖和高值化利用提供一定的科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

在2013年2、5、8和11月退潮期间,分别在北海市的山口、北暮盐场、营盘、大冠沙和竹林5个海

域,每次采挖约30条方格星虫,体重为10~15 g,选择健康、无划伤的星虫。运回实验室后,快速去除沙和内脏,将体壁肉在80℃烘箱中干燥处理,然后磨碎并过60目筛,以备分析用。

### 1.2 样品处理

方格星虫样品送广西分析测试中心,测定检验依据按照国标中食品中氨基酸的测定方法GB/T 5009.124—2003进行。测定仪器型号为L-8900日立高速氨基酸分析仪。

### 1.3 数据处理

不同地点实验数据进行了单因子方差分析,并对不同处理间的数据进行了Duncan多重比较,以 $P<0.05$ 作为差异显著的标准。数据的统计分析采用SPSS 11.0软件。

## 2 结果与分析

### 2.1 氨基酸总量

从表1可以看出,方格星虫体内共检出16种氨基酸,7种必需氨基酸,2种半必需氨基酸,7种非必需氨基酸(胱氨酸未检出)。方格星虫体内以谷氨酸含量最高,平均含量为 $(11.28\pm1.22)\%$ ,其次为天门冬氨酸 $(6.46\pm0.54)\%$ ,丙氨酸 $(6.20\pm0.48)\%$ ,甘氨酸 $(5.85\pm0.76)\%$ ,精氨酸 $(5.75\pm0.48)\%$ ,赖氨酸 $(4.84\pm0.60)\%$ ,亮氨酸 $(4.81\pm0.50)\%$ ,含量均大于4%,由于谷氨酸和天门冬氨酸为鲜味氨基酸,因此方格星虫具有很高的鲜味。

从表2可以看出,除北暮盐场外,每个海域方格星虫氨基酸总含量最高值基本出现在8月,而在北暮盐场,8月与5月氨基酸含量值相差非常小。在同一月份中,2、5和11月北暮盐场方格星虫氨基酸含量均高于其他海域;而8月的北暮盐场氨基酸含量最低。整个调查过程中,最低值出现在2月的山口,氨基酸含量占方格星虫干体重的56.03%;测定最高值出现在8月的大冠沙,氨基酸含量约占方格星虫干体重的75.06%。整体来看,各调查海域方格星虫氨基酸含量随着时间出现先上升后下降的趋势。北暮盐场方格星虫的氨基酸含量平均值最高,为 $(68.02\pm0.50)\%$ ,且5个海域方格星虫干体氨基酸含量之间无显著差异( $P>0.05$ )。

从北海市5个海域采集到的方格星虫样本的氨基酸测量结果表明,北海市方格星虫干体氨基酸种类齐全,通过测定,方格星虫体内(由于色氨酸含量较低,又需单独测定,所以未测),各种氨基酸含量

表 1 北海市五个海域方格星虫干体各氨基酸质量分数(%)

Table 1 Amino acid contents of *Sipunculus nudus* dry body at five sea areas in Beihai (%)

时间	海域	门冬氨酸 Asp	苏氨酸 Thr	丝氨酸 Ser	谷氨酸 Glu	脯氨酸 Pro	甘氨酸 Gly	丙氨酸 Ala	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	精氨酸 Arg	组氨酸 His
2月	山口	5.69	2.38	1.93	9.24	2.35	5.47	5.93	1.85	1.31	2.13	4.16	1.82	1.63	4.07	5.32	0.75
	北暮	6.48	2.80	2.30	11.20	2.75	7.60	7.00	2.95	1.71	2.65	4.78	2.06	1.95	4.77	5.71	1.02
	营盘	6.31	2.54	2.13	10.51	2.37	5.43	6.66	2.62	1.49	2.40	4.43	1.77	1.70	4.54	5.39	0.91
	大冠沙	5.54	2.40	1.97	9.46	2.35	5.65	6.61	1.90	1.39	2.19	4.27	1.87	1.69	4.12	5.13	0.86
	竹林	6.11	2.56	2.19	10.32	2.36	6.31	6.42	2.70	1.54	2.41	4.37	1.77	1.76	4.46	5.57	0.96
5月	平均	6.03	2.54	2.10	10.15	2.44	6.09	6.52	2.40	1.49	2.36	4.40	1.86	1.75	4.39	5.42	0.90
	山口	6.59	2.82	2.31	11.23	2.32	6.06	6.01	2.28	1.53	2.64	4.94	2.17	1.94	4.73	6.10	0.98
	北暮	6.65	2.96	2.50	11.54	2.46	7.63	6.76	2.84	1.81	2.66	4.95	2.09	1.99	4.87	5.97	1.03
	营盘	5.80	2.51	2.06	9.81	2.61	5.78	6.14	2.14	1.45	2.22	4.10	1.76	1.64	4.02	4.94	0.84
	大冠沙	6.22	2.66	2.15	10.60	2.59	6.25	6.60	2.57	1.54	2.45	4.40	1.96	1.75	4.20	5.30	0.86
8月	竹林	6.72	2.85	2.39	11.47	2.49	6.17	6.49	3.15	1.70	2.60	4.80	2.02	1.93	4.84	6.21	1.05
	平均	6.40	2.76	2.28	10.93	2.49	6.38	6.40	2.60	1.61	2.51	4.64	2.00	1.85	4.53	5.70	0.95
	山口	7.35	3.26	2.75	13.33	2.54	4.83	5.27	3.67	1.93	3.01	5.70	2.52	2.29	6.05	6.44	1.20
	北暮	6.84	3.11	2.56	12.19	2.63	5.36	5.63	2.94	1.84	2.90	5.29	2.36	2.15	5.29	5.88	1.09
	营盘	6.96	3.10	2.70	12.71	2.38	5.91	5.87	3.50	1.86	2.91	5.32	2.37	2.18	5.43	6.15	1.15
11月	大冠沙	7.52	3.34	2.81	13.78	2.71	5.53	5.97	3.46	2.00	3.11	5.80	2.63	2.34	5.98	6.86	1.22
	竹林	7.09	3.20	2.60	12.59	2.67	5.13	5.19	3.11	2.01	3.00	5.50	2.46	2.24	5.67	6.04	1.20
	平均	7.15	3.20	2.68	12.92	2.59	5.35	5.59	3.34	1.93	2.99	5.52	2.47	2.24	5.68	6.27	1.17
	山口	6.21	2.8	2.34	11.14	2.54	4.99	6.08	2.67	1.66	2.54	4.72	2.02	1.86	4.78	5.45	0.98
	北暮	6.54	2.84	2.48	11.65	2.46	6.48	6.63	3.22	1.71	2.68	4.88	2.05	2.00	5.02	5.87	1.07
	营盘	6.15	2.76	2.23	10.63	2.62	5.29	6.18	2.43	1.51	2.45	4.54	1.91	1.76	4.57	5.30	0.91
	大冠沙	5.80	2.58	2.21	10.39	2.53	5.21	6.27	2.52	1.50	2.34	4.35	1.94	1.73	4.46	5.41	0.96
	竹林	6.58	2.97	2.49	11.82	2.66	5.97	6.36	2.74	1.69	2.69	4.99	2.2	1.95	5.00	5.99	1.06
	平均	6.26	2.79	2.35	11.13	2.56	5.59	6.30	2.72	1.61	2.54	4.70	2.02	1.86	4.77	5.60	1.00

较为丰富,这与刘永强等(2012)对北部湾方格星虫氨基酸组成的研究结果基本相似。

2.2 必需氨基酸成分

由表 3 可见,必需氨基酸量和氨基酸总量呈现出相似趋势,随着季节变化,5 个海域方格星虫必需氨基酸含量表现为先上升后下降趋势,8 月含量均达到最高值,2 月和 11 月必需氨基酸含量水平则相对较低。2、5 和 11 月,北暮盐场的必需氨基酸含量最高;而在 8 月,北暮盐场含量则最低。非必需氨基酸和谷氨酸随季节的变化也表现出相似的变化趋势。以 8 月数据计算,方格星虫人体必需的 8 种氨基酸占总氨基酸(EAA/TAA)的(35.02±0.64)%,

表 2 北海市五个海域方格星虫干体氨基酸总量(%)

Table 2 Total amino acid content of *Sipunculus nudus* dry body at five sea areas in Beihai (%)

海域	2月	5月	8月	11月	均值
山口	56.03	64.65	72.14	62.78	63.90±6.62 a
北暮	67.73	68.71	68.06	67.58	68.02±0.50 a
营盘	61.20	57.82	70.50	61.24	62.69±5.45 a
大冠沙	57.40	62.10	75.06	60.20	63.69±7.82 a
竹林	61.80	66.88	69.70	67.16	66.39±3.31 a

同列不同字母表示差异显著(P<0.05)。

表 3 北海五个海域氨基酸成分(%)

Table 3 Amino composition acid of five sea areas (%)

时间	海域	氨基酸总量 (TAA)	必需氨基酸总量 (EAA)	非必需氨基酸总量 (NEAA)	谷氨酸占氨基酸含量	必需:非必需 EAA/NEAA	必需氨基酸占总氨基酸含量 EAA/TAA (%)
2月	山口	56.03	17.53	38.50	16.49	45.53	31.29
	北暮	67.73	21.61	46.12	16.54	46.86	31.91
	营盘	61.20	19.72 a	41.48 a	17.17 a	47.54	32.22
	大冠沙	57.40	17.96	39.44	16.48	45.54	31.29
	竹林	61.80	19.80	42.01	16.70	47.13	32.04
5月	山口	64.65	20.88	43.77	17.37	47.70	32.30
	北暮	68.71	22.08	46.63	16.80	47.35	32.14
	营盘	57.82	18.08 a	39.74 ab	16.97 ac	45.50	31.27
	大冠沙	62.10	19.57	42.53	17.07	46.01	31.51
	竹林	66.88	21.87	45.01	17.15	48.59	32.70
8月	山口	72.14	25.91	46.23	18.48	56.05	35.92
	北暮	68.06	23.52	44.54	17.91	52.81	34.56
	营盘	70.50	24.30 b	46.20 b	18.03 b	52.60	34.47
	大冠沙	75.06	26.03	49.03	18.36	53.09	34.68
	竹林	69.70	24.73	44.97	18.06	54.99	35.48
11月	山口	62.78	21.03	41.75	17.74	50.37	33.50
	北暮	67.58	22.35	45.23	17.24	49.41	33.07
	营盘	61.24	20.02 a	41.22 ab	17.36 c	48.57	32.69
	大冠沙	60.20	19.48	40.72	17.26	47.84	32.36
	竹林	67.16	22.03	45.13	17.60	48.81	32.80

同列不同字母表示差异显著(P<0.05)。

接近 FAO/WHO 的标准 (EAA/TAA 为 36.0%), 而必需氨基酸与非必需氨基酸的比值 (EAA/NEAA) 为  $(53.91 \pm 1.53)\%$ , 接近于 FAO/WHO 的理想模式 (EAA/NEAA 为 60%)。

整体来看, 5 个海域方格星虫必需氨基酸含量平均值为  $(21.43 \pm 2.52)\%$ , 最高值出现在 8 月的大冠沙, 必需氨基酸含量约占方格星虫干体重的 26.03%; 最低值出现在 2 月的山口, 必需氨基酸含量占方格星虫干体重的 17.53%。北暮盐场方格星虫的必需氨基酸含量平均值最高, 为  $(22.39 \pm 0.81)\%$ 。经统计分析, 4 个季节间方格星虫必需氨基酸含量之间差异显著 ( $P < 0.05$ ), 8 月含量显著高于其他月份 ( $P < 0.05$ )。

5 个海域方格星虫非必需氨基酸平均含量为  $(43.51 \pm 2.83)\%$ , 最高值均出现在 8 月的大冠沙, 非必需氨基酸含量约占方格星虫干体重的 49.03%; 最低值出现在 2 月的山口, 非必需氨基酸含量占方格星虫干体重的 38.50%。北暮盐场方格星虫的非必需氨基酸含量平均值最高, 为  $(45.63 \pm 0.93)\%$ 。经统计分析, 4 个季节之间方格星虫非必需氨基酸含量之间差异显著 ( $P < 0.05$ ), 其中 2 和 8 月间含量差异显著, 其他月份间差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

5 个海域方格星虫谷氨酸平均含量为  $(17.34 \pm 0.61)\%$ , 最高值均出现在 8 月的山口, 谷氨酸含量约占方格星虫干体重的 18.48%; 最低值出现在 2 月的大冠沙, 谷氨酸含量占方格星虫干体重的 16.48%。山口方格星虫的谷氨酸含量平均值最高, 为  $(17.52 \pm 0.83)\%$ 。经统计分析, 5 个海域方格星虫谷氨酸含量之间差异显著 ( $P < 0.05$ ), 2 与 5 月, 5 和 11 月差异不明显 ( $P > 0.05$ ), 其他月份间差异显著 ( $P < 0.05$ )。

方格星虫氨基酸含量主要与其习性和生活水域的营养状态有关。当环境适合方格星虫生长时, 水体营养适中, 溶氧丰富, 且水温适合方格星虫的生长, 水体中单细胞藻类及各种营养物质和能量可以满足方格星虫的生长代谢需求, 从而使其氨基酸含量蓄积, 从而在 8 月表现出较高的水平。

2.3 鲜味氨基酸成分

通过测定, 北海市 5 个海域方格星虫干体中的鲜味氨基酸主要以谷氨酸、天门冬氨酸、甘氨酸和丙氨酸 4 种为主 (表 4)。5 个海域方格星虫鲜味氨基酸含量随着季节变化基本表现为先上升后下降趋势, 8 月含量均达到最高值, 2 和 11 月必需氨基酸含

表 4 北海市五个海域方格星虫干体鲜味氨基酸含量 (%)  
Table 4 Delicious amino acid content of *Sipunculus nudus* dry body at five sea areas in Beihai (%)

时间	海域	谷氨酸 Glu	甘氨酸 Gly	丙氨酸 Ala	天门冬 氨基酸 Asp	鲜味 氨基酸 总量	鲜味 氨基酸/ 氨基酸 总量 (%)
2 月	山口	9.24	5.47	5.93	5.69	26.33	46.99
	北暮	11.20	7.60	7.00	6.48	32.28	47.66
	营盘	10.51	5.43	6.66	6.31	28.91 a	47.24 a
	大冠沙	9.46	5.65	6.61	5.54	27.26	47.49
	竹林	10.32	6.31	6.42	6.11	29.16	47.18
5 月	山口	11.23	6.06	6.01	6.59	29.89	46.23
	北暮	11.54	7.63	6.76	6.65	32.58	47.42
	营盘	9.81	5.78	6.14	5.80	27.53 a	47.61 a
	大冠沙	10.60	6.25	6.60	6.22	29.67	47.78
	竹林	11.47	6.17	6.49	6.72	30.85	46.13
8 月	山口	13.33	4.83	5.27	7.35	30.78	42.67
	北暮	12.19	5.36	5.63	6.84	30.02	44.11
	营盘	12.71	5.91	5.87	6.96	31.45 a	44.61 b
	大冠沙	13.78	5.53	5.97	7.52	32.80	43.70
	竹林	12.59	5.13	5.19	7.09	30.00	43.04
11 月	山口	11.14	4.99	6.08	6.21	28.42	45.27
	北暮	11.65	6.48	6.63	6.54	31.30	46.32
	营盘	10.63	5.29	6.18	6.15	28.25 a	46.13 c
	大冠沙	10.39	5.21	6.27	5.80	27.67	45.96
	竹林	11.82	5.97	6.36	6.58	30.73	45.76

同列不同字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

量水平则相对较低。2、5 和 11 月, 北暮盐场的鲜味氨基酸含量最高; 而在 8 月, 北暮盐场含量则最低。而鲜味氨基酸/氨基酸总量值随着季节呈现出先下降后上升的趋势, 以 8 月含量最低, 与氨基酸总量、必需氨基酸含量和鲜味氨基酸含量趋势相反。

5 个海域方格星虫鲜味氨基酸含量为  $(29.79 \pm 1.84)\%$ , 最高值均出现在 8 月的大冠沙, 为 32.80%; 最低值出现在 2 月的山口, 为 26.33%。北暮方格星虫的鲜味氨基酸含量平均值最高, 为  $(31.55 \pm 1.15)\%$ 。经统计分析, 4 个季节之间方格星虫鲜味氨基酸含量无显著差异 ( $P > 0.05$ )。

5 个海域方格星虫鲜味氨基酸/氨基酸含量为  $(45.96 \pm 1.59)\%$ , 最高值均出现在 5 月的大冠沙, 为 47.78%; 最低值出现在 8 月的山口, 42.67%。营盘方格星虫的鲜味氨基酸/氨基酸含量最高, 为  $(46.40 \pm 1.35)\%$ 。经统计分析, 4 个季节之间方格星虫鲜味氨基酸/氨基酸含量显著差异 ( $P < 0.05$ )。除了 2 与 5 月差异不显著外 ( $P > 0.05$ ), 其他月份间差异均显著 ( $P < 0.05$ )。

研究表明, 鲜味氨基酸对于提高其肉质的鲜味有重要的影响, 且对于大脑功能和中枢神经系统的正常活动具有显著的影响。本次结果显示, 各采样



点方格星虫鲜味氨基酸含量均较为丰富,均值为30%,说明方格星虫具有含量相对较丰富的鲜味氨基酸,其肉质相对较为鲜美,具备潜在的食用价值。

### 3 讨论

#### 3.1 氨基酸组成特征

邱金海等(2009)认为,水产品的氨基酸较畜牧产品更易被吸收。因此,水产品是人们更为适宜的蛋白源,水产品中富含的蛋白质较畜禽产品更易被人体消化和吸收。评价某些水产品的营养价值及其肉质品质,不仅要从其氨基酸的总量和鲜味氨基酸含量进行分析,也要对其组成以及之间的比例进行比较,从而获得更为优质的食品蛋白源。本次研究在测定方格星虫各氨基酸含量的基础上,对于其必需氨基酸(TEAA)的含量、必需氨基酸/非必需氨基酸(TEAA/TNEAA)、必需氨基酸/氨基酸总量(TEAA/TAA)等值进行了计算。TEAA/TAA 值约为35%,EAA/NEAA 值约为54%,接近于FAO/WHO的理想模式。各采样点方格星虫干体中的鲜味氨基酸主要以谷氨酸、天门冬氨酸、甘氨酸和丙氨酸4种为主,鲜味氨基酸平均含量为30%。可以认为,方格星虫是非常优质的蛋白食品。

#### 3.2 不同因素对方格星虫氨基酸组成的影响

水产动物氨基酸的组成受多种因素的影响,如种类、年龄、地域、季节以及营养状况等。氨基酸含量变化趋势表明不同的生长时期,不同海域方格星虫体内的氨基酸含量不同,其体内的营养成分含量也会随着不同的生长阶段而异。

本研究中,不同海域方格星虫氨基酸含量主要与大小、苗种质量及其所处的生活水域和底质的营养状态有关。本次调查的5个海域其中北暮盐场的方格星虫为天然苗种,方格星虫均较成熟,而其他海域均为人工苗种,每年大量采捕和放苗,导致方格星虫生长表现缓慢,可能也是导致氨基酸含量较低的原因之一,同时可能是北暮盐场海域方格星虫样品的氨基酸含量表现最高的缘故。采集的方格星虫大小为10~15 g,每个海域的方格星虫体质量有所不同,说明方格星虫可能处于不同生长发育阶段。有研究表明,不同发育的发育阶段,方格星虫体内的营养成分含量不同(董兰芳等,2012)。随着方格星虫的生长发育,其营养组成发生了一定程度的变化;方格星虫体内的粗蛋白和粗脂肪含量会随着其生长呈现出增长趋势,且其体内大部分氨基酸的百分含量

也会在方格星虫生长的一定阶段内呈现出增长趋势,而水分和粗灰分、总糖则呈降低趋势。

有研究认为,水温维持在16~34℃时,方格星虫的成体会表现出较为良好的生长性状,温度维持在21~33℃时,方格星虫可以保持较好的生长状态,而水温过低(<8℃)或过高(>39℃)时,方格星虫生长活力降低,摄食活动减少,甚至造成成体死亡(曾志南等,2008,2010),而且水温过高或过低会造成水体中浮游生物量发生一定程度的变化,主要以单细胞藻类和悬浮性小颗粒有机碎屑为食的方格星虫因无法得到满足其生长能量需求的饵料而造成体内营养成分减少,严重时可能造成虫体死亡。方格星虫属于暖水性物种,对于外界水温环境变化非常敏感,调查周期中的2和11月,海域水温相对较低,方格星虫的活力下降,摄食活动减少,进而对营养物质的利用效率较低,导致转化为生长能的效率降低,因此造成体内营养成分含量相对较低。同时,水温较低时,水体中浮游植物含量较少,进而可能造成水体溶氧相对减少,从而影响方格星虫的生长发育,使其营养成分含量减少。而当生长环境水温升高时,水体中单细胞藻类及各种营养物质增多,单细胞藻类光合作用使水体中溶氧丰富,水体营养状态适宜以满足方格星虫的能量需要,且相对较高的水温适合方格星虫的生长,从而使方格星虫在8月份氨基酸含量表现出较高的水平。

北暮盐场海域方格星虫样品的氨基酸含量最高,说明北暮盐场的水环境和底质状态相对更好。方格星虫可以得到更多的饵料以满足自身生长的能量需求及营养需求,导致方格星虫体内氨基酸含量相对较高。同时北暮盐场海域的沉积物含量相对于其他采样点可能较高,一些腐烂的碎屑和有机质可以为底栖动物方格星虫提供更多的食物来源,从而使其氨基酸含量表现为较高水平,因此各个海域的底质沉积物值得进一步取样调查分析。相同时期不同采样点的方格星虫干体氨基酸的含量表现之所以不同,表明不同地点水质中营养成分的不同会造成其方格星虫氨基酸的差异,这可为分析各海域水质和底质情况及方格星虫规模化养殖提供一定的基础数据和理论依据。

### 4 结论

广西北海北暮海域的氨基酸平均含量最高,达(68.02±0.50)%。5个海域方格星虫干体氨基酸含

量、必需氨基酸和非必需氨基酸含量随着季节变化,表现出先上升后下降的趋势。2、5 和 11 月,北暮盐场的氨基酸含量最高,而在 8 月却出现最低值,可能与北暮盐场的底质环境和方格星虫苗种有关。共检出 16 种氨基酸,以谷氨酸含量最高,占方格星虫干体质量平均值为 $(17.34\pm0.61)\%$ 。

#### 参考文献

- 陈细香,林秀雁,卢昌义,等. 2008. 方格星虫属动物的研究进展. 海洋科学, **32**(6): 66-70.
- 董兰芳,张琴,董潼,等. 2012. 不同生长发育阶段方格星虫氨基酸组成的研究. 南方水产科学, **8**(5): 60-64.
- 郭学武,李复雪. 1993. 光裸星虫生殖周期的研究. 热带海洋, **12**(2): 69-75.
- 兰国宝,廖思明,阎冰. 2007. 水温对方格星虫幼体发育及变态的影响. 水产学报, **31**(5): 633-638.
- 兰国宝,阎冰,廖思明. 2003. 方格星虫胚胎与幼体发育的研究. 热带海洋学报, **22**(6): 70-75.
- 兰国宝,阎冰. 2002. 方格星虫繁殖生物学研究. 水产学报, **26**(6): 50-53.
- 李凤鲁,孔庆兰,史贵田,等. 1990. 中国沿海方格星虫属(星虫动物门)的研究. 青岛海洋大学学报, **20**(1): 93-99.
- 李凤鲁. 1982. 西沙群岛星虫类研究. 山东海洋学院学报, **12**(2): 57-71.
- 李凤鲁. 1985. 广东大鹏湾星虫类的初步研究. 山东海洋学院学报, **15**(3): 59-66.
- 李珂娴,沈先荣,何颖,等. 2012. 方格星虫多糖对小鼠免疫功能的影响. 中国海洋药物, **31**(1): 46-49.
- 刘永强,黄岛平,陈建红,等. 2012. 广西北部湾方格星虫氨基酸组成与营养价值评价. 安徽农业科学, **40**(27): 13401-13402.
- 邱金海,林星. 2009. 美洲黑石斑鱼营养成分分析与营养价值评价. 水生态学杂志, **6**(2): 107-112.
- 王庆恒,杜晓冬,黄洪艳,等. 2005. 湛江地区光裸星虫的生殖细胞发育和生殖周期. 湛江海洋大学学报, **25**(1): 5-9.
- 吴斌. 1999. 光裸方格星虫生殖细胞及胚胎发育. 广西科学, **6**(3): 222-226.
- 曾志南,刘伟斌,林向阳,等. 2008. 光裸方格星虫成体对温盐耐受研究. 福建水产, **30**(4): 1-6.
- 曾志南,刘伟斌,林向阳,等. 2010. 光裸方格星虫初期海球幼体对温度和盐度的耐受试验. 福建水产, **32**(1): 14-18.
- 张桂和,李理,赵谋明,等. 2008. 方格星虫营养成分分析及抗疲劳作用研究. 营养学报, **30**(3): 318-320.
- 章超桦,铃木健,吉江由美子. 1999. 沙虫干呈味及功能成分研究. 湛江海洋大学学报, **20**(1): 24-27.
- Cutler EB, Dean HK, Saiz-Salinas JI. 2001. Sipuncula from Antarctic waters. *Proceedings of the Biological of Society of Washington*, **114**: 861-880.
- Ha NTT, Nhuan MT, Ngoc NT, *et al.* 2007. The distribution of peanut-worm (*Sipunculus nudus*) in relation with geo-environmental characteristics. *VNU Journal of Science, Earth Sciences*, **23**: 110-115.
- Lunetta DG, Farina E, Manione R. 2004. *Sipunculus nudus*: Particulate components of the coelomic fluid and its relationship with brown bodies. *Italian Journal of Zoology*, **71**: 191-199.
- Meglitsch PA, Schram FR. 1991. *Invertebrate Zoology*. Oxford: Oxford University Press.

---

**作者简介** 刘旭佳,女,1986年生,硕士,助理研究员,从事养殖生态学研究。E-mail: lxu0312@126.com

**责任编辑** 李凤芹

---