

多棘海盘车用作新型海洋食品原料的可行性研究

王长云 顾谦群 周 鹏

(青岛海洋大学, 青岛 266003)

摘 要 多棘海盘车(*Asterias amurensis*)在中国沿海居民中有长期食用的历史,其可食部为生殖腺(海星黄),但有麻辣感。海星黄含蛋白质达15.46%,其氨基酸组成齐全,必需氨基酸间比例合理。海星黄还富含微量元素、维生素、脂肪等营养元素,脂质中不饱和脂肪酸含量尤为丰富。海星黄麻辣味可能由硫酸酯甾体皂甙引起,大部分可通过脱麻辣味及脱毒操作除去。急性毒性试验中,小鼠灌胃8和12 g/kg脱毒的海星黄,未见毒性反应;短期喂养试验(12 g/kg, 30 d)也未见毒性反应。两项试验中,小鼠肝、心、肾、肺和脾均未见异常。建议人的最大无毒剂量1 g/kg,最大允许摄入量0.5 g/kg。海星黄经脱麻辣味及脱毒、调味等步骤,制得2种食品,具有较好的口感且营养丰富。海星壳所含蛋白质主要为胶原蛋白,以胃蛋白酶促溶蛋白为主,具有典型胶原蛋白氨基酸组成特点,可在食品工业用作明胶。初步结论为,多棘海盘车可用作高营养、无毒、加工利用性好的新型海洋食品原料。

关键词 多棘海盘车, 海洋食品, 资源开发

多棘海盘车(*Asterias amurensis*)(以下简称海星),又名星鱼,属棘皮动物门海星纲^[1],为海生底栖动物,广泛分布于浅海,资源量丰富,但尚未被开发利用。它主要摄食瓣鳃类动物,对贝类养殖业造成危害^[2]。海星生殖腺俗称海星黄,营养丰富,沿海居民早有食用,香鲜但有麻辣感。将海星用作食品加工原料国内外报道尚少。近些年我国生产的海胆黄罐头远销日本等国,而海星黄的鲜美程度和营养价值与海胆黄相当,资源量也远大于后者,其开发前景十分广阔。曾有人对山东烟台近海的罗氏海盘车进行过食用研究^[3]。本文对黄渤海资源量丰富的海星作为新型海洋食品原料的可行性进行了分析,以为海星资源的开发利用提供有效途径。

1 材料与方法

1.1 海星

1997年5月(海星排卵前期)由青岛海洋大学太平角养殖试验场提供。

收稿日期:1998-11-23

1.2 方法

1.2.1 营养成分测定 蛋白质:凯氏定氮法;脂肪:索氏抽提法;总糖:斐林试剂法;灰分:灰化法;水分:常压干燥法;微量元素:电感耦合等离子体发射光谱法(PLASMA-300型电耦合等离子体发射光谱仪);氨基酸:酸水解后用HITACHI 835-50型氨基酸自动分析仪测定(其中色氨酸由样品经碱水解后用比色法测得);脂肪酸:气相色谱法(HP-5880A型气相色谱仪);脂溶性维生素:高效液相色谱法(HITACHI 655-61型高效液相色谱仪);磷脂:高效液相色谱法(HITACHI 655-35型高效液相色谱仪);B族维生素: V_{B1} 和 V_{B2} 分别按GB 12390-90和GB 12391-90^[4]规定方法测定;胶原蛋白:参照文献^[5]方法提取并测定;皂甙:参照文献^[6,7]方法提取并测定。

1.2.2 脱麻辣、脱毒及毒理学研究 脱麻辣及脱毒:将煮熟海星浸于脱麻辣及脱毒溶液中,20 min后取出,清水漂洗10 min。毒理学实验按食品新资源毒理学研究方法^[8]进行。急性毒性实验:30只昆明种小鼠随机分为3组,每组10只,雌雄各半。以

海星黄均浆(400 mg/ml)灌胃 8 g/kg(受试组 1)和 12 g/kg(受试组 2), 2 周。对照组灌以生理盐水(0.6 ml/只·d)。观察小鼠摄食、活动、生长及毒性反应。实验结束后, 解剖, 取出肝、心、肾、肺、脾观察。短期喂养试验: 剂量 12 g/kg, 30 d, 其它同急毒试验。

1.2.3 海星黄食品制作工艺及感官评定 新鲜海星用水洗净(冻藏品先空气解冻), 蒸煮(100℃, 5 min)。脱麻辣味及脱毒后, 漂洗, 剔除幽门盲囊、胃等其它内脏, 分离获得海星黄。按配方加入调味料, 复合薄膜真空包装(50 g/袋), 反压杀菌(121℃, 20' - 30' - 20'), 制成海星黄软包装食品。由感官评定小组(10 人, 男女各半, 均为味觉敏感者)进行感官评定。麻辣味评分: A, 强; B, 较强; C, 中; D, 弱; E, 无麻辣味。海星黄食品感官评分: 色泽 30 分, 香气 30 分, 口感 30 分, 形态 10 分(总分 100 分)。各评分为评定小组的平均值。

2 结果与分析

2.1 营养成分分析

将海星粗略分为内脏和体壁 2 部分。海星内脏以生殖腺为主(精巢或卵巢, 以下简称海星黄), 呈半流体的泥黄小米穗状, 有海腥气味, 重量约占鲜海星的 25%。在排卵前, 内脏饱满, 生殖腺肥厚, 可食部分比例相对较高, 可达 30%。海星体壁(以下简称海星壳)口面为黄褐色, 反口面呈蓝紫色; 质厚, 有棘及叉棘, 煮熟后呈红、紫及黄混合色。海星壳约占鲜海星体重的 75%。

2.1.1 一般营养成分 海星黄含有丰富的蛋白质(15.46%)和脂肪(10.97%), 并含有一定量碳水化合物和矿物质。海星、海胆和海参同属棘皮动物, 海星黄的蛋白质、脂肪含量比海胆黄和海参的都高(表 1)。海星壳中除水分外, 主要含有矿物质及蛋白质, 含少量碳水化合物, 脂肪含量很低。因此, 对整个海星而言, 脂肪主要在黄中, 矿物质主要在壳中。

2.1.2 氨基酸 海星黄所含氨基酸种类齐全, 其中必需氨基酸占氨基酸总量 47.33%。与 FAO/WHO 推荐氨基酸模式比较^[9], 其必需氨基酸间比例较为合理, 其中, Val 和 Thr 含量较高(表 2)。海星黄中还含有丰富的 Tau(牛磺酸, 达 7.5 μg/mg)。因此海星黄可谓是一种优质蛋白源。海星壳含有的氨基酸种类也较齐全, 但 Gly 含量较高, Ala 及酸性氨基酸 Asp、Glu 等含量次之; 含硫氨基酸 Cys、Met 含量

较低; His、Tyr 含量也较低(表 2); 但其亚氨基酸 Pro 和 HyPro 含量相对较高, 后者在其它蛋白质中尤为少见。海星壳氨基酸的组成符合胶原蛋白氨基酸的组成特点。提取分离获得的酸溶胶原蛋白(ASC, 得率 0.45%)和胃蛋白酶促溶胶原蛋白(PSC, 得率 2.48%)最为典型(表 2)。因此, 以海星壳为原料提取胶原蛋白, 或进一步制成明胶用于食品或医药工业, 具有现实意义。有报道海星胶原蛋白可用于制作海参代用品^[10]。

表 1 海星一般营养成分^[11]

	水份 water	蛋白质 protein	脂肪 fat	碳水化合物 carbohydrate	灰份 ash
海星黄 gonad	69.80	15.46	10.97	2.32	1.21
海星壳 wall	76.00	7.70	1.40	2.00	13.90
海胆黄 gonad of sea urchin	57.60	12.50	7.20	14.90	7.80
海参 body wall of sea cucumber	83.00	14.90	0.90	0.40	0.80

表 2 海星蛋白质氨基酸分析

Table 2 Amino acids of protein in *A. amurensis*

	mg/100 mg 蛋白质 protein			
氨基酸 amino acid	海星黄 gonad	海星壳 body wall	ASC acid soluble collagen	PSC pepsin soluble collagen
天门冬氨酸 Asp	8.85	6.89	5.90	5.97
苏氨酸 Thr	6.01	3.39	2.53	2.30
丝氨酸 Ser	3.53	4.55	6.09	5.44
谷氨酸 Glu	11.95	11.98	9.66	9.45
甘氨酸 Gly	6.02	14.43	32.43	30.60
丙氨酸 Ala	3.99	5.01	11.00	11.30
胱氨酸 Cys	0.90	0.36	0.02	0.04
蛋氨酸 Met	3.49	1.23	1.03	0.97
缬氨酸 Val	10.05	4.18	2.22	2.47
异亮氨酸 Ile	5.55	2.89	1.70	1.65
亮氨酸 Leu	7.37	5.01	1.78	1.98
酪氨酸 Tyr	2.86	2.02	0.50	0.65
苯丙氨酸 Phe	5.91	2.34	0.38	0.50
赖氨酸 Lys	7.62	4.18	1.40	1.46
组氨酸 His	2.03	1.23	0.25	0.44
精氨酸 Arg	5.02	4.87	5.55	5.92
色氨酸 Try	1.33	—	—	—
脯氨酸 Pro	3.02	2.27	9.47	10.14
羟脯氨酸 HyPro	—	5.30	6.00	6.40
羟赖氨酸 HyLys	—	—	0.50	0.45
总 和 Total	95.50	82.14	98.41	98.13

2.1.3 其它 海星黄富含不饱和脂肪酸, 其中高不饱和脂肪酸占总脂肪酸的 21.21%, EPA(C_{20:5})和 DHA(C_{22:6})分别占 10.57% 和 3.61%(表 3); 脂溶

性维生素含量丰富, V_A , V_E 含量较高, 并含一定量 V_D 和 V_K (表 4); B 族维生素中 V_{B1} (0.03 mg/100g) 和 V_{B2} (0.04 mg/100g) 含量较高; 含有较多的磷脂成分, 以脑磷脂(PE)为主, 并有一定量磷脂酰丝氨酸(PS)和少量卵磷脂(PC)(表 4); 必需微量元素种类较全, 其中 Zn, Fe, Se, Cu 等元素含量较高(表 5)。

表 3 海星黄油脂脂肪酸含量

Table 3 Fatty acids in the gonads of *A. amurensis* %

脂肪酸 fatty acid	含量 content	脂肪酸 fatty acid	含量 content
$C_{12:0}$	0.31	$C_{18:3}$	1.32
$C_{14:0}$	4.65	$C_{18:4}$	0.31
$C_{16:0}$	6.40	$C_{20:3}$	2.89
$C_{16:1}$	6.16	$C_{20:4}$	0.88
$C_{18:0}$	0.51	$C_{20:5}$	10.57
$C_{18:1}$	2.76	$C_{22:3}$	0.82
$C_{18:2}$	1.04	$C_{22:5}$	0.81
$C_{20:2}$	22.76	$C_{22:6}$	3.61
$C_{22:2}$	0.59		

表 4 海星黄脂溶性维生素及磷脂分析

Table 4 Vitamins and phospholipids in the gonads of *A. amurensis*

				mg/100g		
V_A^*	V_D	V_E	V_K	PE	PS	PC
905.00	0.83	6.30	0.42	1 162.03	26.54	2.03

* μg 视黄醇当量 μg retinol equivalent.

表 5 海星黄与海参微量元素比较

Table 5 Comparison of trace elements between *A. amurensis* gonad and sea cucumber

	Cu	Fe	Zn	Ni	Mn	Se*	Cr
海星黄 starfish gonad	0.32	14.31	9.64	0.09	0.12	54.80	0.03
海参 body wall of sea cucumber	0.05	13.20	0.63	-	0.76	63.93	-

* $\mu\text{g}/100\text{g}$

2.2 麻辣味及毒性分析

2.2.1 脱麻辣及脱毒 海星黄煮熟可直接食用, 但有麻辣后味, 因此若作为食品原料, 需先脱去这些影响感官的滋味或气味。此外, 海星中还含有毒性成分(可能是皂甙), 多食可能产生毒性反应^[12]。有人用稀碱溶液处理以脱去麻辣味及毒性成分^[3]。本研究以碱处理法为主, 辅以其它方法, 脱去海星黄麻辣味及毒性成分。结果表明, 0.2%~0.3% 的自配溶液脱麻辣及脱毒效果较好, 麻辣味已基本消除(综合评分由 A 降为 E); 而粗总皂甙含量由 0.077% 下降至 0.026%。

2.2.2 海星黄毒理学研究 急性毒性试验未发现小鼠中毒或死亡。海星黄 2 个剂量组小鼠生长状况均良好, 健壮, 活泼, 体色有光泽; 摄食量与对照组的相当, 显示海星黄对小鼠摄食状况无不良影响; 其体重增长率略高于对照组 ($P < 0.05$), 提示海星黄营养价值较高, 具促进生长的作用; 其内脏肝、心、肾、肺、脾均未见异常, 表明无毒性作用(表 6)。根据食品毒理学评定程序^[8], 饲喂动物剂量达 10 g/kg 以上而无毒性反应, 即可认为该物品实际无毒, 也不再需要做慢性毒性试验。海星黄剂量达 12 g/kg 而无中毒症状, 可以认为其无毒, 食用安全。短期喂养试验也未发现毒性反应及其它异常现象, 表明无毒性积累作用(表 6)。因此, 根据实验结果及评价程序, 可初步判断脱毒后的海星黄基本无毒。按 10 g/kg 剂量推算, 本文建议人的最大无毒剂量为 1 g/kg, 人的最大摄入量为 0.5 g/kg。

在沿海居民长期食用海星的历史中, 罕有因食用过多或误食有毒种类而出现中毒症状的。毒性皂甙是其毒性实质。海星皂甙主要存在于胃及幽门盲囊中(约占 62%), 生殖腺中仅占 11%^[6]。其含量随

表 6 小鼠毒性试验观察结果

Table 6 The result of toxin test on rats

项目 item	组别 group	摄食量增长率/% rate of feeding increase	体重增长率/% rate of weight gain	肝 liver	心 heart	肾 kidney	肺 lung	脾 spleen
急毒试验 acute test	对照组 control	39.18 $\pm$ 3.56	36.83 $\pm$ 2.28	normal	normal	normal	normal	normal
	受试组 1 group-1	41.32 $\pm$ 5.19	40.08 $\pm$ 3.02*	normal	normal	normal	normal	normal
	受试组 2 group-2	40.32 $\pm$ 4.50	39.61 $\pm$ 2.53*	normal	normal	normal	normal	normal
短期喂养试验 short term feeding	对照组 control	90.87 $\pm$ 8.76	106.73 $\pm$ 8.83	normal	normal	normal	normal	normal
	受试组 subject	93.81 $\pm$ 7.95	107.66 $\pm$ 9.86	normal	normal	normal	normal	normal

* $P < 0.05$, compared to control.

季节变化较为明显, 春季含量最高, 5~6 月大幅度下降, 7~10 月仅微量存在, 11 月开始上升^[6]。海星有

无毒性及毒性大小与种属有关。多棘海盘车属低毒种类,可以食用^[10]。本文提取分离获得粗皂甙,并经定性反应及 TLC 鉴定,表明其为含多种组分的硫酸酯甙体皂甙。经硅胶层析分离,获得 2 种主要组分。UV 分析表明,所得海星皂甙在 246.3 nm 有最大吸收。IR 分析表明,分子中具有硫酸酯甙体皂甙的特征基团(详见另文)。根据实验结果,本文建议粗总皂甙下降 60% 以上可认为脱毒符合食用安全要求。有关海星不同性别、不同地域毒性的区别,以及慢性毒性试验及人体试食试验有待研究。

2.3 海星黄食品制作及评价

结合海星黄的营养组成和性状,配制了 2 种风味类型的海星黄食品。配方 I 为清蒸型,具有海星黄自然海鲜风味;配方 II 为酱型,有与海胆酱相似风味。2 种食品的蛋白质及脂肪含量较高,营养丰富;感官评定较好,除略有麻辣感外,色泽、香气、口感及外形评分都较高(表 7)。因此,海星黄具有可加工利用性。麻辣味可进一步研究脱去或通过调味改善。

表 7 海星黄食品一般营养成分分析和感官评分

Table 7 Nutrient composition and organoleptic investigation of the starfish gonad foods

营养成分/% nutrient	food I	food II	感官评分/分 palatability	food I	food II
水份 water	68.83	74.06	色泽 color	28.50	28.00
蛋白质 protein	17.10	10.96	香气 odor	27.40	26.30
脂肪 fat	11.93	8.98	口感 taste	24.70	23.90
碳水化合物 carbohydrate	0.21	4.48	外观 appearance	7.50	7.30
灰份 ash	1.93	1.52	总分 total	88.10	85.50

3 讨论

海星种类繁多,在世界各海域均有分布,垂直分布于潮间带至水深 6 000 m 处,生活在各种底质。

世界上已报道的种类超过 1 000 种,我国沿海也有 100 多种^[10]。多棘海盘车是黄渤海沿岸最常见的海星之一,蕴藏量很大,大群落常填满海沟或铺满部分海底,捕捞时常大量挂网,且多生活在潮间带到水深 40 m 的沙或岩石底,易捕捞采集;其生长繁殖迅速,再生能力极强,进行人工养殖是可行的;考虑到季节性(产卵季节具有更高的利用价值),冻藏 1 年以上的海星制成食品或添加剂是可行的。因此,多棘海盘车用作食品原料,具有现实性。

参 考 文 献

- 1 廖玉麟,孙松.我国药用棘皮动物(Ⅱ)-海星纲.中国海洋药物,1988(1-2):61~67
- 2 Johnson D. Seastar fight gains momentum. Update on the northern Pacific seastar *Asterias amurensis*. Aust Fish, 1994, 53:25~29
- 3 徐均望.海星生殖腺的营养与食用研究.大连水产学院学报,1991,6(1):29~33
- 4 GB 12390-90,食物中硫胺素(维生素 B₁)的测定方法;GB 12391-90,食物中核黄素的测定方法.
- 5 Sato K, Yoshinaka R, Seto M, et al. Isolation of types I and V collagens from carp muscle. Comp Biochem Physiol, 1988, 90B:115
- 6 Garneau F X, Harvey C, Simard J L, et al. The distribution of astersaponins in various body components of the starfish *Leptasterias polaris*. Comp Biochem Physiol, 1989, 92B:411~416
- 7 张毅中.棘皮动物中皂甙的分布及其分离提取.海洋药物,1983(2):109~117
- 8 卫生部卫生监督司. GB 15193 1~94. 食品安全性毒理学评价程序. 1994. 1~26
- 9 FAO/WHO, Energy and protein requirements. Rome: Food and Agric Org the UN. 1973, 63
- 10 郭承华.海星资源的开发利用.生物学通报,1989(1):7
- 11 中国医学科学院卫生研究所编著.食物成分表.北京:科学出版社,1987.59
- 12 Iorizzi M, De Riccardis F, Minale L, et al. Starfish saponins. 52. Chemical constituents from the starfish *Echinaster brasiliensis*. J Nat Prod Lloydia, 1993, 56:2 149~2 162

Starfish *Asterias amurensis*—A potential seafood resource

Wang Changyun Gu Qianqun Zhou Peng

(Ocean University of Qingdao, Qingdao 266003)

Abstract The possibility of using *Asterias amurensis*, a kind of starfish distributing in the Yellow Sea and Bohai Sea of China with abundant resources unexploited, as a new kind of seafood resources was investigated. Starfish has long been used as a kind of seafood by the residents along the coast in Chinese history. The gonads of starfish are edible but with pungent taste. The results of nutrient analysis showed that the gonads was a high

— quality protein resource with a high protein content of 15.46% (weigh, in fresh), in which exist a variety of amino acids with an equitable ratio between all the necessary amino acids. The gonad was also rich in trace elements, vitamins and lipids, especially in unsaturated fatty acids. The pungent taste of the gonads was likely caused by asterosaponins. The major asterosaponins, a kind of steroid saponin sulfate, in the gonads could be driven out by depungent detoxin treatment. No toxic reaction of depungent gonads was found in the acute toxicity test on rats at doses of 8 g/kg and 12 g/kg. And no toxic reaction was found in short term feeding test on rats at 12 g/kg for 30 d. Abnormal changes were not found in the livers, hearts, kidneys, lungs, and spleens of the rats during the tests of both acute toxicity and short term feeding. It is suggested that the maximum no-toxin dose for human is under 1 g/kg, and the maximum take-in dose is under 0.5 g/kg. Two kinds of food prepared from the gonads treated with dependency and detoxin method and with flavor had high nutritive value and good palatability in color, odor, taste, and appearance. The majority of the protein from the body walls of starfish was collagen protein mainly composed of pepsin soluble collagen with a typical amino acid composition of collagen. The collagen could be utilized as gelatin in food industry. It is concluded preliminarily that *A. amurensis* can be used as a new kind of raw material of toxin-free seafood for its high nutritive value and good processability.

Key words *Asterias amurensis*, seafood, resource exploitation

欢迎订阅《海洋与湖沼》

《海洋与湖沼》是由中国海洋湖沼学会主办的国家一级学术期刊,于1957年创刊,系海洋湖沼科技领域综合性的学术刊物。以报道基础科学、应用基础研究论文为主,同时重视应用研究、开发研究成果的发表;论文涉及水圈范围内的物理学、化学、地质学、环境学、生物学等学科及其分支学科的研究报告、研究简报、高新技术、学术争鸣、综述、学术简讯、科学家简介、书评等栏目。

据中国科学引文数据库所公布的资料,在国内科技期刊引文频次最高的500名排行榜中,本刊1996年列第35名,1997年列第31名,均为本学科领域首位。国际上有SCI、CA、SA、JICS、PJK等五大检索系统引文收录本刊。1988~1996年获省部级以上优秀科技期刊奖8项,最高为国家二等奖。

本刊为双月刊,每期112页,单月出版,国内外公开发行。每期定价12元,全年72元(含邮费)。国内统一刊号:CN37-1149/P,国外发行代号:BM69,国内邮发代号:2-421。全国各地邮局办理订阅手续,如漏订或补订当年和过期期刊,请直接向本刊编辑部订阅,地址:青岛市南海路7号,邮政编码:266071;联系电话:(0532) 2879062-2528;E-mail:bsun@ms.qdio.ac.cn