

杂色蛤软体部营养成分分析及评价

董辉, 王颀*, 刘亚琼, 范婧芳, 孙剑锋, 牟建楼

(河北农业大学食品科技学院, 河北保定 071001)

摘要: 测定分析了杂色蛤软体部的营养成分。结果表明, 杂色蛤软体部(鲜样)中水分、粗灰分、粗蛋白和粗脂肪的质量分数分别为 82.70%、2.63%、9.63% 和 0.54%。杂色蛤软体部(干样)中含有 18 种氨基酸, 总量为 52.86%, 其中必需氨基酸(EAA)总量为 21.58%, 占氨基酸总量的 40.82%, 必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(W_{EAA}/W_{NEAA})为 88.23%, 构成比例符合 FAO/WHO 规定的优质蛋白质标准, 鲜味氨基酸(DAA)总量为 18.89%, 占氨基酸总量的 35.74%。杂色蛤软体部的限制性氨基酸为(甲硫氨酸+胱氨酸)、异亮氨酸和色氨酸, 必需氨基酸指数(EAAI)为 73.83。脂肪酸中多不饱和脂肪酸(PUFA)占 29.74%, 其中 EPA 和 DHA 共占 PUFA 的 67.82%, ω -3PUFA 的含量丰富且明显高于 ω -6 PUFA 的含量。矿物元素比例合理, 微量元素中 Fe 和 Se 含量较丰富, 维生素中 V_A 、 V_{B2} 和 V_{B5} 含量较丰富。表明杂色蛤软体部具有较高的食用价值与保健作用。

关键词: 杂色蛤; 软体部; 营养成分; 营养评价

中图分类号: S 965

文献标识码: A

杂色蛤 (*Ruditapes variegata*) 又称花蛤、沙蚬子, 隶属帘蛤目 (Veneroida)、帘蛤科 (Veneridae)、蛤仔属 (*Ruditapes*), 是一种埋栖型生活滤食海水的双壳贝类, 为我国近海四大养殖贝类之一^[1]。杂色蛤在我国南北海区均有分布, 近几年来, 在辽宁、山东、福建等沿海省市的滩涂海域捕捞和养殖产量增长迅速, 目前山东省养殖面积达到 5 万多 hm^2 , 产量达 100 多万 t, 辽宁丹东东港市每年出口日本 100~200 t。杂色蛤具有生长快、适应力强、肉味鲜美等特点, 可加工成多种产品, 如: 冻煮 IQF(单冻)杂色蛤肉, 生开块冻杂色蛤肉, 生开漂烫杂色蛤肉, 盐渍杂色蛤肉, 风味杂色蛤肉干, 调味杂色蛤肉酱等, 深受消费者欢迎, 但目前对杂色蛤的研究主要集中于外套膜^[1], 养殖^[2], 农药残留^[3]等方面, 关于杂色蛤软体部营养成分的系统分析和评价鲜有报道。为进一步开发利用杂色蛤资源, 提高其附加值, 本文对杂色蛤软体部做了比较全面的营养成分测定分析, 并与波纹巴菲蛤 (*Paphia undulata*)^[4]、皱肋文蛤 (*Meretrix*

lyrata)^[5]、青蛤 (*Cyclina sinensis*)^[5] 等多种双壳贝类进行比较, 为杂色蛤的深加工和综合利用提供基础理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

杂色蛤由秦皇岛市海东青食品有限公司提供, 运回后于实验室暂养 1 d, 平均壳长为 (3.57 ± 0.53) cm, 平均体重为 (7.31 ± 1.84) g。

1.2 样品处理

暂养吐沙后, 将杂色蛤随机分为 3 组, 每组 100 个样本, 去壳取每组样本的软体部混合作为一个样品, 磨碎, 混匀。样品分为两份, 一份做水分、粗脂肪、粗蛋白和粗灰分的测定, 另一份做氨基酸、脂肪酸、矿质元素以及维生素的测定。

1.3 营养成分测定方法

水分含量按照 105 °C 常压恒温干燥法测定^[6]; 粗脂肪含量按照氯仿甲醇法测定^[6]; 粗蛋白含量按照微量凯式定氮法测定^[6]; 粗灰分含量

收稿日期: 2010-10-08

修回日期: 2010-12-09

资助项目: 国家海洋公益性行业科研专项(200805046)

通讯作者: 王颀, Tel: 0312-7528188, E-mail: wj591010@163.com

按照 550 °C 干法灰分法测定^[6]。

氨基酸测定方法 样品的前处理(除色氨酸外)采用盐酸水解法:取新鲜样品 1 g,放入试管并加入 6 mol/L 优级纯盐酸,经超声和抽真空后封口,110 °C 烘箱内水解 14 h,静置 30 min,取上清液 1 mL 于 80 ~ 90 °C 的水浴锅内旋转蒸发至干,加入 0.1 mol/L 的 HCl 2 mL 回溶过滤,加入 pH 9.0 的碳酸盐缓冲液 200 μL 和 60 mol/L 的 2,4-二硝基氯苯 50 μL 充分混匀,90 °C 水浴避光衍生 1.5 h,加入 10% 的冰乙酸 50 μL,蒸馏水定容至 1 mL 过滤,取 10 μL 上清液在 Agilent 1200 高效液相色谱仪上机分析 17 种氨基酸,色氨酸使用荧光分光光度法测定。

高效液相色谱条件:美国 Kromat 公司的 C18 柱(250 mm × 4.6 mm × 5 μm),柱温为 40 °C,流动相 A 为乙腈,流动相 B:0.03 mol/L 醋酸盐缓冲液(pH 5.2),检测波长为 360 nm,流速为 1 mL/min,进样量为 10 μL。

脂肪酸测定方法 参考刘哲等^[7]的 GC/MS 色谱法。

称取氯仿甲醇法所得的粗脂肪 0.1 g 于 10 mL 带塞试管中,加氯仿甲醇法所得的粗脂肪 0.1 g 于 10 mL 带塞试管中,加入 5% 氢氧化钾-甲醇溶液 2 mL,震荡摇匀,60 °C 水浴皂化 30 min,冷却后,加入 1 mL 14% 三氟化硼乙醚溶液,振摇;60 °C 水浴 2 min,冷却至室温后,置于 20 mL 离心管中,加 2 mL 正己烷,以 4 000 r/min 离心 10 min,取上清液,加入少许无水硫酸钠干燥,用 0.5 μm 有机相过滤膜过滤,取滤液 1 μL 在 Agilent 7890A-5975C 气质联用仪上测定分析,由计算机按面积归一化法自动计算脂肪酸各组分相对含量。

气相色谱条件:美国 Agilent 公司 HP-INNOWAX 石英毛细管柱(19091N-133),30 mm × 0.25 mm × 0.25 μm;柱流量为 1 mL/min;进样口温度为 250 °C;分流比为 20:1;柱温为 180 °C 保持 5 min,再以 2 °C/min 的速度升到 230 °C 保持 3 min;载气为 N₂。

质谱条件:接口温度为 250 °C;采集方式为全扫描;扫描区域为 40 ~ 500 amu;EI 为 70 eV;离子源温度为 230 °C;质量分析器为四级杆,温度 150 °C。

矿质元素测定方法 钾、钠、镁、铁、铜、锌、

锰和钙采用火焰原子吸收分光光度法测定,硒采用荧光分光光度法测定。

维生素测定方法 维生素 A 和 E 测定采用高效液相色谱法^[8];维生素 B₂ 和 B₅ 测定采用荧光法^[9]。

1.4 营养品质评价方法

根据 1973 年 FAO/WHO 建议的每克氨基酸评分标准模式^[10] 和鸡蛋蛋白质评分标准模式^[11] 按以下公式计算氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)^[12-13]:

$$AAS = \frac{aa}{AA(\text{FAO/WHO})}; \quad CS = \frac{aa}{AA(\text{Egg})}$$

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{100A}{AE} \times \frac{100B}{BE} \times \frac{100C}{CE} \times \cdots \times \frac{100H}{HE}}$$

式中,aa 表示待评蛋白质氨基酸含量(mg/g N);AA(FAO/WHO):FAO/WHO 评分标准模式中同种氨基酸含量(mg/g N);AA(Egg)表示全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(mg/g N);mg/g N 为每克氮中氨基酸的毫克数[已测得的样品粗蛋白中必需氨基酸含量(g/100 g, dry) × 62.5];n 表示比较的氨基酸数;A, B, C, ..., H 表示待评蛋白质氨基酸含量(mg/g N);AE, BE, CE, ..., HE 表示全鸡蛋蛋白质的氨基酸含量(mg/g N)。

1.5 试验结果统计分析方法

试验结果用 SPSS 11.0 统计软件进行生物学统计,描述性统计值使用平均值 ± 标准差(mean ± SD)表示。

2 结果

2.1 基本营养成分

杂色蛤软体部的基本营养成分与其他贝类比较结果显示(表 1),杂色蛤的水分含量较高,与美洲帘蛤相当,低于近江牡蛎,略高于太平洋牡蛎、波纹巴菲蛤、皱肋文蛤和青蛤;粗蛋白含量高于近江牡蛎,与波纹巴菲蛤相接近,低于太平洋牡蛎、皱肋文蛤、青蛤和美洲帘蛤;粗脂肪含量显著低于所列其他贝类;灰分含量与太平洋牡蛎相接近,低于美洲帘蛤,高于其他 4 种贝类;说明杂色蛤是一种低脂肪、矿物质含量较丰富的蛤类资源。

2.2 氨基酸组成分析

用高效液相色谱仪对杂色蛤软体部鲜样(FS)进行了氨基酸分析,并根据鲜样中水分含量和粗蛋白含量,换算出每 100 克干样和粗蛋白的

氨基酸含量(表2)。结果表明,杂色蛤软体部氨基酸种类齐全,共检测出了18种水解氨基酸,从氨基酸组成上看,谷氨酸(Glu)含量最高,其次为天冬氨酸(Asp),胱氨酸(Cys)含量最低,这一组

成特点与美洲帘蛤^[14]、长江口河蚶(*Corbicula fluminea*)^[16]、南海珍珠贝肉^[17]、日本海神蛤(*Panopea japonica*)^[18]一致。

表1 杂色蛤与其他几种贝类基本营养成分比较

Tab. 1 The content of general nutrients compositions of *R. variegata* and some other bivalves

样品 sample	% , fresh weight			
	水分 moisture	粗蛋白 crude protein	粗脂肪 crude fat	粗灰分 crude ash
杂色蛤 <i>R. variegata</i>	82.70 ± 0.73	9.63 ± 0.76	0.54 ± 0.25	2.63 ± 0.47
波纹巴菲蛤 ^[4] <i>P. undulata</i>	81.15 ± 0.22	9.94 ± 0.27	1.03 ± 0.01	1.88 ± 0.22
皱肋文蛤 ^[5] <i>M. lyrata</i>	81.17 ± 0.77	13.05 ± 0.23	1.14 ± 0.07	1.88 ± 0.09
青蛤 ^[5] <i>C. sinensis</i>	81.39 ± 0.41	11.82 ± 0.04	1.42 ± 0.55	2.02 ± 0.20
美洲帘蛤 ^[14] <i>Mercenaria mercenaria</i>	82.87	10.40	0.96	3.22
近江牡蛎 ^[4] <i>Crassostrea rivularis</i>	88.33 ± 0.27	9.14 ± 0.11	1.22 ± 0.01	2.14 ± 0.16
太平洋牡蛎 ^[15] <i>Crassostrea gigas</i>	77.15 ± 1.23	11.52 ± 0.18	1.95 ± 0.44	2.72 ± 0.26

表2 杂色蛤软体部的氨基酸组成及其含量

Tab. 2 The contents of amino acids in edible part of *R. variegata*

氨基酸 amino acids	g/100 g		
	鲜样中含量 contents of fresh sample	干样中含量 contents of dry sample	粗蛋白中含量 contents of crude protein
天冬氨酸 Asp *	0.84 ± 0.01	4.88 ± 0.03	8.77 ± 0.17
谷氨酸 Glu *	1.45 ± 0.09	8.39 ± 0.18	15.07 ± 0.24
组氨酸 His	0.46 ± 0.02	2.70 ± 0.06	4.85 ± 0.07
丝氨酸 Ser	0.34 ± 0.02	2.01 ± 0.07	3.61 ± 0.05
精氨酸 Arg	0.71 ± 0.03	4.12 ± 0.08	7.40 ± 0.08
甘氨酸 Gly *	0.43 ± 0.01	2.49 ± 0.07	4.47 ± 0.09
苏氨酸 Thr **	0.51 ± 0.02	2.93 ± 0.05	5.26 ± 0.05
脯氨酸 Pro	0.62 ± 0.01	3.56 ± 0.06	6.40 ± 0.07
丙氨酸 Ala *	0.54 ± 0.03	3.13 ± 0.18	5.62 ± 0.05
缬氨酸 Val **	0.58 ± 0.02	3.39 ± 0.06	6.09 ± 0.06
甲硫氨酸 Met **	0.22 ± 0.01	1.25 ± 0.05	2.25 ± 0.04
胱氨酸 Cys **	0.08 ± 0.01	0.44 ± 0.04	0.79 ± 0.02
色氨酸 Trp **	0.08 ± 0.01	0.49 ± 0.04	0.88 ± 0.05
亮氨酸 Leu **	0.74 ± 0.04	4.29 ± 0.07	7.71 ± 0.07
苯丙氨酸 Phe **	0.28 ± 0.02	1.63 ± 0.06	2.93 ± 0.05
异亮氨酸 Ile **	0.35 ± 0.01	2.01 ± 0.04	3.61 ± 0.06
赖氨酸 Lys **	0.54 ± 0.03	3.13 ± 0.05	5.62 ± 0.07
酪氨酸 Tyr **	0.35 ± 0.02	2.02 ± 0.06	3.63 ± 0.02
氨基酸总量 W_{TAA}	9.14 ± 0.23	52.86 ± 0.44	94.96 ± 0.79
必需氨基酸总量 W_{EAA}	3.73 ± 0.07	21.58 ± 0.19	38.77 ± 0.33
半必需氨基酸总量 W_{HEAA}	1.17 ± 0.02	6.82 ± 0.04	12.25 ± 0.13
非必需氨基酸总量 W_{NEAA}	4.23 ± 0.09	24.46 ± 0.19	43.94 ± 0.43
鲜味氨基酸总量 W_{DAA}	3.27 ± 0.08	18.89 ± 0.16	33.94 ± 0.39
W_{EAA}/W_{TAA}	40.82	40.82	40.82
W_{EAA}/W_{NEAA}	88.23	88.23	88.23
W_{DAA}/W_{TAA}	35.74	35.74	35.74

注: ** 为必需氨基酸, * 为鲜味氨基酸。

Notes: ** means essential amino acids(EAA), * means delicious amino acids(DAA).

干样中氨基酸的总含量为 52.86%,其中必需氨基酸(Ile, Leu, Lys, Met + Cys, Phe + Tyr, Thr, Val, Trp)含量为 21.58%;半必需氨基酸(His, Arg)含量为 6.82%;非必需氨基酸(Asp, Glu, Ser, Gly, Ala, Pro)含量为 24.46%。样品的鲜美程度是由呈味氨基酸的组成和含量所决定^[19],样品中除谷氨酸外,天冬氨酸、丙氨酸、甘氨酸的含量也较高,这 4 种氨基酸属于鲜味氨基酸,含量为 18.89%,占氨基酸总量的 35.74%。其中谷氨酸和天冬氨酸是呈鲜味的特征氨基酸^[20],样品中二者的含量最高,分别为 8.39% 和 4.88%,占氨基酸总量的 15.87% 和 9.23%;而甘氨酸和丙氨酸是呈甘味的特征氨基酸^[20],样品中二者的含量分别为 2.49% 和 3.13%,占氨基酸总量的 4.72% 和 5.93%,使得杂色蛤具有明显海产贝类的鲜美品质。表 2 还显示,杂色蛤软体部必需氨基酸占总氨基酸的比值(W_{EAA}/W_{TAA})为 40.82%,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(W_{EAA}/W_{NEAA})为 88.23%。根据 FAO/WHO 的理想模式,质量较好的蛋白质其组成氨基酸的 W_{EAA}/W_{TAA} 为 40% 左右, W_{EAA}/W_{NEAA} 在 60% 以上^[21],因此,杂色蛤软体部氨基酸组成符合上述指标要求,即氨基酸平衡效果较好,是一种优质的

蛋白质。

2.3 必需氨基酸营养评价

从食品营养学角度来看,食品中蛋白质的质量十分重要。食品蛋白质的营养价值在很大程度上取决于它们为体内合成含氮化合物所提供的必需氨基酸的量及比例。根据 1973 年联合国粮农组织(FAO)规定的人体必需氨基酸均衡模式和鸡蛋蛋白质评分标准模式为标准,用氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)对杂色蛤的蛋白质氨基酸进行评价(表 3)。

由表 3 中的 AAS 可知,杂色蛤的第一限制性氨基酸为甲硫氨酸+胱氨酸,与南海珍珠贝肉^[17]的限制性氨基酸相同。第二限制性氨基酸为异亮氨酸,与山女鳟(*Oncorhynchus masou*)^[22]相同。由 CS 可知,杂色蛤的第一限制性氨基酸为甲硫氨酸+胱氨酸,第二限制性氨基酸为色氨酸,与黄斑篮子鱼(*Siganus oramins*)^[23]相同。因此,甲硫氨酸+胱氨酸、色氨酸和异亮氨酸为杂色蛤的限制性氨基酸。

杂色蛤软体部的 EAAI 为 73.83,略低于长江口河蚬的 EAAI(75.50)^[16],明显高于美洲帘蛤 EAAI(67.91)^[14]。

表 3 杂色蛤软体部蛋白质必需氨基酸组成的评价

必需氨基酸 EAA	FAO 评分模式 FAO evaluation mode	鸡蛋蛋白 egg protein	杂色蛤 <i>R. variegata</i>	氨基酸分 AAS	化学分 CS
异亮氨酸 Ile	250	331	226	0.90	0.68
亮氨酸 Leu	440	534	482	1.10	0.90
赖氨酸 Lys	340	441	351	1.03	0.80
甲硫氨酸+胱氨酸 Met + Cys	220	386	190	0.86	0.49
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe + Tyr	380	565	410	1.08	0.73
苏氨酸 Thr	250	292	329	1.32	1.13
缬氨酸 Val	310	441	381	1.23	0.86
色氨酸 Trp	60	106	55	0.92	0.52
EAAI		100			73.83

2.4 脂肪酸的组成和营养评价

杂色蛤软体部脂肪由 20 种脂肪酸组成(表 4),其中包括 7 种饱和脂肪酸(SFA),6 种单不饱和脂肪酸(MUFA)和 7 种多不饱和脂肪酸(PUFA)。三者间含量关系为 $\sum MUFA < \sum PUFA < \sum SFA$,与长江口河蚬^[16]相同。与青蛤^[5]、皱肋文蛤^[5]相比,杂色蛤 SFA 占软体部脂肪酸总量的 46.12%,高于青蛤(29.37%)、皱肋文蛤(34.26%),SFA 中软

脂酸(C16:0)含量最高,为 26.85%,高于青蛤(15.75%)、皱肋文蛤(18.06%);MUFA 占软体部脂肪酸总量的 24.14%,高于青蛤(11.40%)、皱肋文蛤(14.54%),其中棕榈油酸(C18:1 ω 9)含量最高,为 7.97%,高于青蛤(3.66%)、皱肋文蛤(6.04%);PUFA 中 $\sum \omega$ -3PUFA 占脂肪酸总量的 25.48%,明显高于 $\sum \omega$ -6 PUFA(3.09%),其中含量最高的为 DHA,其次为 EPA,二者占

PUFA 的 67.82%, 占脂肪酸总量的 20.17%, 接近于青蛤 (22.39%) 和皱肋文蛤 (19.42%)。DHA 和 EPA 作为人体必需脂肪酸, 具有降血压, 促进平滑肌收缩和防止动脉硬化等多种生理功能, 因此杂色蛤可以作为人们获取 DHA 和 EPA 的食物来源。

表 4 杂色蛤软体部脂肪酸组成
Tab. 4 The contents of fatty acids in edible part of *R. variegata* %

脂肪酸 fatty acids	含量 content	脂肪酸 fatty acids	含量 content
C14:0	3.94 ± 0.17	C22:1 ω 9	0.94 ± 0.02
C15:0	0.48 ± 0.05	Σ MUFA	24.14 ± 0.51
C16:0	26.85 ± 0.23	C18:2 ω 6c	0.92 ± 0.17
C17:0	1.99 ± 0.13	C20:2	1.17 ± 0.45
C18:0	6.97 ± 0.23	C18:3 ω 6	0.74 ± 0.09
C21:0	3.97 ± 0.52	C18:3 ω 3	5.31 ± 0.27
C23:0	1.92 ± 0.15	C20:3 ω 6	1.43 ± 0.11
Σ SFA	46.12 ± 1.21	C20:5 ω 3(EPA)	9.94 ± 0.32
C14:1	0.53 ± 0.07	C22:6 ω 3(DHA)	10.23 ± 0.33
C16:1	7.92 ± 0.23	Σ PUFA	29.74 ± 0.97
C17:1	0.94 ± 0.05	EPA + DHA	20.17 ± 0.32
C18:1 ω 9	7.97 ± 0.11	Σ ω -3PUFA	25.48 ± 0.61
C20:1 ω 9	5.84 ± 0.23	Σ ω -6PUFA	3.09 ± 0.05

2.5 矿物质含量及营养评价

杂色蛤软体部的矿物质含量与其他贝类比较结果显示(表 5), 杂色蛤软体部常量元素含量最高的是 Na, 其次依次是 K、Mg 和 Ca, 微量元素含量最高的是 Fe, 其次是 Zn、Mn、Cu、Se, 与丽文蛤 (*Meretrix lusoria*) 的矿物质分布相似。杂色蛤干样中 K、Mg 和 Fe 的含量均高于美洲帘蛤、丽文蛤和长江口河蚶, Na、Ca 的含量低于美洲帘蛤, 高于丽文蛤和长江口河蚶, Mn 的含量低于丽文蛤, 高于美洲帘蛤, Cu 的含量低于丽文蛤和长江口河蚶, 高于美洲帘蛤, Zn 的含量均低于 3 种贝类, Se 的含量显著高于丽文蛤和长江口河蚶。因此, 杂色蛤可作为人们补充 Ca、Fe、Se 的食物来源。

2.6 维生素含量及营养评价

杂色蛤软体部的 V_{B5} 含量最高, 其次为 V_E (表 6)。 V_A 的含量高于大珠母贝 (*Pinctada maxima*) 和黑珠母贝 (*Pinctada nigra*), 低于美洲帘蛤, V_{B2} 的含量低于美洲帘蛤, 高于大珠母贝和黑珠母贝, V_{B5} 的含量高于美洲帘蛤。 V_A 具有促进生长发育和增强免疫力等功能; V_{B2} 具有增进视

力, 减轻眼睛疲劳等功能; V_E 能抵抗自由基的侵害, 预防癌症和心肌梗死; 含量最多的 V_{B5} 包括烟酸和烟酰胺, 烟酸在体内转变为烟酰胺后才具有活性, 烟酰胺是辅酶 I (NAD) 和辅酶 II (NADP) 的组成成分, 在体内氧化还原反应中发挥着重要作用^[14]。

表 5 杂色蛤与其他几种贝类矿物质和微量元素含量比较
Tab. 5 The contents of mineral element and trace element in edible part of *R. variegata* and some other bivalves mg/100 g, dry weight

元素 minerals	杂色蛤 <i>R. variegata</i>	美洲帘蛤 ^[14] <i>M. mercenaria</i>	丽文蛤 ^[24] <i>M. lusoria</i>	长江口河蚶 ^[16] <i>C. fluminea</i>
K	1 591.91	1 118.25	568.1	822.5
Na	2 079.20	2 404.50	1 430	537.8
Mg	475.72	430.83	151.1	91.4
Ca	399.65	675.56	104.1	35.3
Fe	35.43	13.14	9.59	17.56
Mn	2.25	1.35	12.71	-
Cu	1.16	0.79	17.25	5.01
Zn	7.86	12.52	14.82	12.44
Se	0.445	-	0.135	0.028

表 6 杂色蛤与其他几种贝类维生素含量比较
Tab. 6 The contents of vitamins in *R. variegata* and some other bivalves mg/kg, dry weight

维生素 vitamins	杂色蛤 <i>R. variegata</i>	美洲帘蛤 ^[14] <i>M. mercenaria</i>	大珠母贝 ^[17] <i>P. maxima</i>	黑珠母贝 ^[17] <i>P. nigra</i>
A	1.33	2.0	0.19	0.16
B ₂	7.51	25.2	3.33	2.70
B ₅	109.83	98.4	-	-
E	29.48	-	-	-

3 结论

杂色蛤软体部的粗蛋白含量为 9% 左右, 含有人体所需的 8 种必需氨基酸和 2 种半必需氨基酸。必需氨基酸占氨基酸总量的 40.82%, 鲜味氨基酸占 35.74%, 限制性氨基酸为甲硫氨酸 + 胱氨酸、异亮氨酸和色氨酸, 氨基酸指数 (EAAI) 为 73.83, 氨基酸组成较为均衡, 是一种富含优质蛋白质的贝类。杂色蛤软体部粗脂肪含量很低, 仅为 0.5% 左右, 富含多不饱和脂肪酸 (PUFA), 并且 ω -3PUFA 的含量明显高于 ω -6 PUFA 的含量, DHA 和 EPA 含量丰富, 二者共占 PUFA 的 67.82%, 具有较高的食用价值与保健作用。杂色蛤软体部矿物质与微量元素含量较丰富, 铁和硒

含量较高。此外,其维生素 A、维生素 B₂和维生素 B₅含量也比较丰富。因此,杂色蛤是一种具有较高开发利用价值的优良贝类。

参考文献:

- [1] 范瑞青,姜明,高澜,等. 杂色蛤仔外套膜的扫描电镜观察[J]. 电子显微学报, 2003, 22(6): 504-505.
- [2] 朱振乐. 杂色蛤与对虾混养技术[J]. 水产科学, 2001, 20(4): 28.
- [3] GUO J Y, ZENG E Y, WU F C, *et al.* Organochlorine pesticides in seafood products from southern China and health risk assessment [J]. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 2007, 26(6): 1109-1115.
- [4] 刘书成,李德涛,高加龙,等. 近江牡蛎等3种贝类的脂类成分分析[J]. 水产学报, 2009, 33(4): 666-671.
- [5] 刘书成,李德涛,高加龙,等. 三种贝类的脂类成分及其营养价值评价[J]. 营养学报, 2009, 31(4): 414-416.
- [6] 大连轻工业学院, 郑州轻工业学院, 华南理工大学, 等. 食品分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2009: 75-79, 148-150, 221-224, 99-103.
- [7] 刘哲, 邵东宏, 张玉斌, 等. 甘肃金鳞肌肉脂肪酸组成及营养价值分析[J]. 营养学报, 2009, 31(6): 604-605.
- [8] GB/T 12388-1990 食物中维生素 A 和维生素 E 的测定方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1997: 222-225.
- [9] BARAMPAMA Z, SIMARD R E. Effects of soaking, cooking and fermentation on composition, *in-vitro* starch digestibility and nutritive value of common beans[J]. *Plant Foods Hum Nutr*, 1995, 48(4): 349-365.
- [10] FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. Energy and protein requirements [R]. FAO Nutrition Meeting Report Series, 1973, 52: 40-73.
- [11] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物成分表(全国代表值)[M]. 北京: 北京人民卫生出版社, 1991: 30-31.
- [12] 尹洪滨, 姚道霞, 孙中武, 等. 黑龙江鲢形目鱼类的肌肉营养组成分析[J]. 营养学报, 2006, 28(5): 438-441.
- [13] 冀德伟, 李凌云, 史雨红, 等. 光唇鱼的肌肉营养组成与评价[J]. 营养学报, 2009, 31(3): 298-303.
- [14] 杨建敏, 邱盛尧, 郑小东, 等. 美洲帘蛤软体部营养成分分析及评价[J]. 水产学报, 2003, 27(5): 495-498.
- [15] CRUZ-ROMERO M C, KERRY J P, KELLY A L. Fatty acids, volatile compounds and colour changes in high-pressure-treated oysters (*Crassostrea gigas*) [J]. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2008, 9(1): 54-61.
- [16] 庄平, 宋超, 章龙珍. 长江口河蚬营养成分的分析与评价[J]. 营养学报, 2009, 31(3): 304-306.
- [17] 李来好, 刁石强, 陈培基, 等. 南海珍珠贝肉的营养成分分析与评价[J]. 水产学报, 1999, 23(4): 392-397.
- [18] 李春艳, 阎磊, 王品虹, 等. 日本海神蛤营养成分分析与评价[J]. 营养学报, 2008, 30(1): 113-116.
- [19] 沈仁权, 顾其敏, 李泳棠, 等. 基础生物化学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1980: 83-85.
- [20] 章超桦, 吴红棉, 洪鹏志, 等. 马氏珠母贝肉的营养成分及其游离氨基酸组成[J]. 水产学报, 2000, 24(2): 180-184.
- [21] 邴旭文, 蔡宝玉, 王利平. 中华倒刺鲃的肌肉营养成分与品质的评价[J]. 中国水产科学, 2005, 12(2): 211-215.
- [22] 孙中武, 尹洪滨. 六种冷水鱼肌肉营养组成分析与评价[J]. 营养学报, 2004, 26(5): 386-388, 392.
- [23] 庄平, 宋超, 章龙珍, 等. 黄斑篮子鱼肌肉营养成分与品质的评价[J]. 水产学报, 2008, 32(1): 77-83.
- [24] 陈华絮. 雷州市沿海几种贝类营养成分的分析[J]. 中国食物与营养, 2006(7): 49-51.

Analysis and evaluation of nutritive composition in edible part of *Ruditapes variegata*

DONG Hui, WANG Jie* , LIU Ya-qiong, FAN Jing-fang, SUN Jian-feng, MU Jian-lou
(College of Food Science & Techniques, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China)

Abstract: Currently, the research on *Ruditapes variegata* has focused on breeding, mantle tissues, pesticide residues, etc. There has rarely been reported about comprehensive nutrition analysis and evaluation of *Ruditapes variegata*. In this paper, general nutrients (moisture, crude ash, crude protein and crude fat), amino acids, fatty acids, mineral elements as well as vitamins in edible part of *R. variegata* were investigated. The examination results showed that the contents of moisture, crude ash, crude protein and crude fat in fresh edible part of *R. variegata* were 82.70%, 2.63%, 9.63% and 0.54%, respectively. The content of crude fat was lower than *Cyclina sinensis*, *Mercenaria mercenaria*, *Ostrea rivularis*, etc. Eighteen common amino acids were found in the edible part of *R. variegata*. In dry sample, the total content of amino acids (TAA) was 52.86%; the contents of essential amino acids (EAA), half-essential amino acids (HEAA) and nonessential amino acids (NEAA) were 21.58%, 6.82% and 24.46%, respectively; the content of delicious amino acids (DAA) was 18.89%. The ratio of total essential amino acids to total amino acids (W_{EAA}/W_{TAA}) was 40.82%, and the ratio of total essential amino acids to total nonessential amino acids (W_{EAA}/W_{NEAA}) was 88.23%. It was clear that the constitutional rate of the essential amino acids met the Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization (FAO/WHO) Standards. According to nutrition evaluation in amino acids score (AAS), the first limited amino acid was Met + Cys and the second limited amino acid was Ile. According to nutrition evaluation in chemical score (CS), the first limited amino acid was Met + Cys and the second limited amino acid was Trp. The essential amino acids index (EAAI) was 73.83, which was much higher than *M. mercenaria* (67.91). Twenty common fatty acids were found in the edible part of *R. variegata*, including 7 saturated fatty acids (SFA), 6 mono-unsaturated fatty acids (MUFA) and 7 poly unsaturated fatty acids (PUFA). The contents of SFA, MUFA and PUFA were 46.12%, 24.14% and 29.74%, respectively. In PUFA, the contents of EPA and DHA were totally 67.82%; the content of ω -3PUFA was rich, which was much higher than ω -6PUFA. The composition of mineral elements in the edible part of *R. variegata* was reasonable. The trace elements such as Fe and Se were richer than those in *Meretrix lusoria* and *Corbicula fluminea*. The contents of V_A and V_{B2} in vitamins were richer than *Pinctada maxima* and *P. margaritifera*; the content of V_{B5} in vitamins was richer than *M. mercenaria*. In conclusion, this investigation indicated that *R. variegata* is a nutritive and delicious shellfish, and it could be a potential aquaculture species.

Key words: *Ruditapes variegata*; edible part; nutritional composition; nutritional evaluation

Corresponding author: WANG Jie. E-mail: wj591010@163.com