

# 广西北部湾3种贝类中主要呈味物质的测定及呈味作用评价

陈德慰, 苏 键, 刘小玲, 颜栋美, 林 莹  
(广西大学轻工与食品工程学院, 广西 南宁 530004)

**摘 要:** 测定广西北部湾牡蛎(*Crassostrea rivularis*)、文蛤(*Meretrix meretrix*)和波纹巴非蛤(*Paphia undulata*) 3种贝类中的呈味核苷酸(AMP、GMP、IMP)、糖原等非挥发性呈味物质的含量, 并采用味道强度值和等价鲜味值(或味精当量)评价这些非挥发性呈味物质的呈味作用鲜味强度。结果表明: 牡蛎、文蛤和波纹巴非蛤的味精当量分别为3.2、1.9、2.7g MSG/100g, 对应的味精当量的味道强度值分别是106.7、63.3、90, 均远大于1, 是其呈强烈鲜味的主要原因。

**关键词:** 贝类; 非挥发性呈味成分; 呈味评价

## Taste Evaluation of Non-volatile Taste Compounds in Bivalve Mollusks from Beibu Gulf, Guangxi

CHEN De-wei, SU Jian, LIU Xiao-ling, YAN Dong-mei, LIN Ying  
(Institute of Light Industry and Food Engineering, Guangxi University, Nanning 530004, China)

**Abstract:** Major non-volatile taste active compounds in oyster (*Crassostrea rivularis*), clam (*Meretrix meretrix*) and paphia (*Paphia undulata*) were determined, which included free amino acids, nucleotides and so on. Taste impact of the main non-volatile taste compounds were evaluated by taste active value (TAVs) methods; umami intensity of bivalve mollusks were evaluated by equivalent umami concentration (EUC) methods. The EUC were oyster (3.2 g MSG/100 g meat), clam (1.9 g MSG/100 g meat) and paphia (2.7 g MSG/100 g meat), respectively. TAVs of all EUC were great than one, which meant they contributed to the strong umami taste of oyster, clam and paphia.

**Key words:** bivalve mollusks; non-volatile taste active compounds; flavor evaluation

中图分类号: TS254.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)10-0165-04

水产品的风味主要由气味和滋味组成。气味指的是具有挥发性的含香化合物, 滋味指的是不具有挥发性的呈味活性物质。国外已经有许多学者对水产品的风味物质进行了广泛的研究。Kani等<sup>[1]</sup>研究了椭圆形鱿鱼(*Sepioteuthis lessoniana*)外套膜肌肉中的呈味活性成分, 得到了甘氨酸、丙氨酸、谷氨酸、AMP、甘氨酸甜菜碱、K<sup>+</sup>和Na<sup>+</sup>等11种呈味活性物质对该种鱿鱼的呈味有重要贡献的结果; Sekiwa等<sup>[2]</sup>采用气相色谱(gas chromatography, GC)和GC-质谱(mass spectrometer, MS)联用技术初步确定了经过煮制的丽文蛤(*Meretrix lusoria*)混合物中的特色风味成分; Morita等<sup>[3]</sup>同样采用GC-MS技术研究了pH值和贝类肌

肉(外套膜肌、内收肌)等因素对煮制扇贝(*Patinopecten yessoensis*)产生香气的影响。

国内也有许多研究人员已经开展了关于水产品风味方面的研究。赵辉等<sup>[4]</sup>分析了新鲜海鳗的营养成分及其风味物质后, 尤其指出IMP对海鳗的鲜味有重要贡献, 甘氨酸、赖氨酸和丙氨酸是主要的游离氨基酸; 章超桦等<sup>[5]</sup>在研究翡翠贻贝肉的食品化学特性时提到了对鲜味有贡献的IMP和对甜味、甘味有贡献的呈味游离氨基酸; 杨文鸽等<sup>[6]</sup>通过研究缢蛏冰藏保活期间呈味物质的变化, 指出游离氨基酸、AMP、糖原和甜菜碱对于缢蛏鲜味风味起到重要作用。这些学者的研究虽然都提到了贝类中的主要呈味物质具有呈味作用, 但是并没有对这些物

收稿日期: 2011-05-10

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2008BAD94B03); 广西科技攻关项目(0996033; 0992004-2A; 10100025); 广西自然科学基金项目(0991033)

作者简介: 陈德慰(1975—), 男, 副教授, 博士, 研究方向为水产品加工与保鲜。E-mail: chendw@gxu.edu.cn

质的呈味作用做出具体的评价。

本实验主要分析贝类中的非挥发性呈味成分, 这些成分都是水溶性的小分子化合物, 主要包括两类化合物, 分别是含氮化合物和不含氮化合物。含氮化合物有游离氨基酸、核苷酸、有机碱和一些相关的化合物等; 不含氮化合物有糖类、有机酸和无机化合物(不包括维生素、矿物质和色素)<sup>[7]</sup>。采用味道强度值(taste active value, TAV)和味精当量(equivalent umami concentration, EUC)的方法评价广西3种贝类(牡蛎、文蛤及波纹巴非蛤)的非挥发性呈味物质, 呈味核苷酸AMP、GMP、IMP、糖原等的呈味作用。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料、试剂与仪器

广西常见贝类牡蛎(*Crassostrea rivularis*)、文蛤(*Meretrix meretrix*)、波纹巴非蛤(*Paphia undulata*) 广西南宁市购。

IMP(规格5g)、AMP(规格1g)、GMP标准品(规格1g) 美国Sigma公司; 葱酮、雷氏盐、葡萄糖均为分析纯。

1100 高效液相色谱仪 美国Agilent公司; PHS-29A 数显酸度计 上海精密科学仪器有限公司; UV-2802H 型紫外-可见分光光度计 上海尤尼克仪器有限公司; TAS-990AFG 原子吸收分光光度计 北京普析通用仪器有限责任公司; TG16W 台式高速离心机 中国科学院武汉科学仪器厂。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 样品的处理

2010年4月初购买文蛤、牡蛎、波纹巴非蛤并运至实验室。清洗后, 手工去壳, 去内脏, 然后将贝肉匀浆, 分别贮藏于-18℃以下备用。

#### 1.2.2 指标测定

核苷酸: 称取含5.00g肌肉的匀浆液, 加入25mL 0.6mol/L 高氯酸溶液, 搅拌2min使其均匀, 5000r/min离心10min, 取上清液, 沉淀用10mL 0.6mol/L 高氯酸溶液再次洗涤、离心, 合并两次上清液, 此液作为提取液。用1mol/L KOH溶液调节提取液pH值为6.5~6.8之间, 用去离子水定容至100mL。采用高效液相色谱仪(high performance liquid chromatography, HPLC)进行分析<sup>[8]</sup>。

TAV: TAV定义为样品中呈味物质的测定值与呈味物质的味阈值之比<sup>[9]</sup>。通常认为, 当TAV大于1时, 该种呈味物质对于样品的呈味有显著影响。并且数值越大, 贡献越大。相反, 当比值小于1时, 说明该呈味物质对呈味贡献不大, 呈味作用不显著。

氨基酸与核苷酸协同效应(味精当量): EUC表示的是呈味核苷酸与鲜味氨基酸混合物协同作用所产生的鲜味强度相当于所产生的鲜味强度所需单一味精的量<sup>[9]</sup>。它们之间的关系是最先由Yamaguchi和Yoshikawa等提出的, 并用下面的方程表示:  $EUC = \sum a_i b_i + 1218 (\sum a_i b_i) / (\sum a_i) (\sum b_i)$ 。式中: EUC是味精当量/(g MSG/100g);  $a_i$ 为鲜味氨基酸(Asp或Glu)的量/(g/100g);  $b_i$ 为鲜味氨基酸相对于MSG的相对鲜度系数(Glu为1; Asp为0.077);  $a_j$ 为呈味核苷酸(5'-AMP、5'-IMP、5'-GMP、5'-XMP)的量/(g/100g);  $b_j$ 为呈味核苷酸相对于IMP的相对鲜度系数(5'-AMP为0.18、5'-IMP为1、5'-GMP为2.3、5'-XMP为0.61); 1218是协同作用常数。

糖原: 采用葱酮比色法<sup>[10]</sup>测定。

钾、钠: 采用原子吸收分光光度法<sup>[11]</sup>测定。

### 1.2.3 数据处理

利用统计软件SPSS 11.5对实验数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 贝肉中一些呈味核苷酸的测定及对味道的影响

牡蛎、文蛤及波纹巴非蛤肌肉中呈味核苷酸的含量及TAV值见表1。

表1 牡蛎、文蛤和波纹巴非蛤肌肉中AMP、GMP和IMP含量( $n=3$ )、味道阈值及TAV

Table 1 Content, taste threshold and TAVs of AMP, GMP and IMP in oyster, clam and paphia meat

呈味核苷酸	含量/(mg/100g)			味觉阈值/(mg/100g)	TAV		
	牡蛎	文蛤	波纹巴非蛤		牡蛎	文蛤	波纹巴非蛤
AMP	ND	14.8 ± 0.0	ND	50	—	0.3	—
GMP	11.8 ± 1.2 <sup>a</sup>	ND	5.3 ± 0.2 <sup>b</sup>	12.5	1.0	—	0.4
IMP	ND	ND	6.6 ± 0.0	25	—	—	0.3

注: 同一行中肩标字母相同表示均值间差异不显著( $P > 0.05$ ), 字母不同则表示差异显著( $P < 0.05$ ); ND表示未检出; “—”表示因为未测出而未计算。下同。味觉阈值指在水溶液中的阈值<sup>[9]</sup>, 表2同。

从表1可知, 牡蛎中呈味核苷酸GMP的含量较文蛤中的AMP低, 但是由于GMP的味觉阈值较小, 因而其TAV能够达到1.0, 说明GMP对牡蛎的鲜味有直接的贡献。而文蛤中的AMP和波纹巴非蛤中的GMP、IMP的TAV值均远小于1, 说明它们对于文蛤、波纹巴非蛤的呈味没有直接的作用。同时, 相比较于其他的水产品(如缢蛏<sup>[6]</sup>中AMP含量为45mg/100g、IMP含量为2.2mg/100g, 大闸蟹<sup>[8]</sup>中AMP含量为75.3mg/100g、GMP含量为2.3mg/100g、IMP含量为34.4mg/100g), 这3种贝类中的AMP含量较低, 甚至没有检测出。牡蛎中仅仅检测出了GMP, 含量对比大闸蟹的要高出一些, 牡

蛎中 GMP 对于呈味的直接贡献要比大闸蟹中 GMP 对呈味的直接贡献大。虽然波纹巴非蛤中的 IMP 含量为缢蛏 IMP 含量的 3 倍,但是由于它们的 IMP 含量均远远低于味觉阈值,因此,IMP 对于波纹巴非蛤和缢蛏的呈味没有直接的贡献。

有研究<sup>[12]</sup>曾提到 GMP 和 IMP 都具有强烈的鲜味,GMP 味道强度约是 IMP 的 2.3 倍。Fukey 等<sup>[13]</sup>在研究一种人工模拟合成的经过煮制的对虾混合物时,证实了 AMP 与 IMP 有协同作用。Kawai 等<sup>[14]</sup>采用量值估计(magnitude estimation)的方法评价了 IMP 与 L- $\alpha$ -氨基酸共存时混合物的呈味强度,IMP 与 L-Ala、L-Glu、L-Asp 等氨基酸共存时能够提高食品的鲜味。虽然本实验中的 3 种核苷酸含量都较低,TAV 值也显示只有牡蛎中的 GMP 对贝肉呈味有直接的贡献作用,但是这些呈味核苷酸与呈味游离氨基酸共存时能够产生协同效应,增强贝肉的鲜味,利用味精当量法可以评价这种协同效应。

## 2.2 氨基酸与核苷酸的协同效应考察

呈味游离氨基酸与呈味核苷酸共存时能够产生协同效应,牛磺酸、甘氨酸、丙氨酸、谷氨酸和精氨酸是 3 种贝类中的主要游离氨基酸<sup>[15]</sup>。从表 2 可知,甘氨酸、丙氨酸对 3 种贝类的甜味有直接贡献,谷氨酸对贝类鲜味有直接贡献。但是文蛤中游离甘氨酸 TAV 为 0.8,略小于 1,说明其对贝肉的甜味没有明显的贡献。缢蛏<sup>[6]</sup>中游离的丙氨酸的含量(15.3mg/g)远高于甘氨酸(0.7mg/g)和谷氨酸(1.6mg/g);而在翡翠贻贝<sup>[5]</sup>中游离的甘氨酸的含量(6.84mg/g)远高于丙氨酸(0.76mg/g)和谷氨酸(0.72mg/g)。可见,牡蛎、文蛤及波纹巴非蛤中游离的甘氨酸、丙氨酸和谷氨酸含量之和相对缢蛏、翡翠贻贝较低,但是 3 种游离氨基酸含量之间绝对差值不大,3 种游离氨基酸对于 3 种贝类的甜味和鲜味都有贡献。精氨酸能够赋予海鲜一个适宜的整体风味<sup>[7]</sup>,文蛤和波纹巴非蛤中的游离精氨酸的 TAV 值分别为 1.5 和 2.3,说明精氨酸对这两种贝肉的呈味有贡献作用。

牡蛎、文蛤及波纹巴非蛤的鲜味氨基酸及呈味核苷酸结果见表 3。根据 1.2.2 节的味精当量计算公式可以计算出牡蛎、文蛤和波纹巴非蛤肌肉的 EUC 分别是 3.2、1.9、2.7g MSG/100g。牡蛎 EUC 的意义是每 100g 牡蛎

肌肉所具有的鲜味强度相当于 3.2g 味精产生的鲜味强度,文蛤和波纹巴非蛤的 EUC 意义同上。而味精的味觉阈值是 0.03g/100mL<sup>[8]</sup>,通过简单计算可知,牡蛎、文蛤和波纹巴非蛤肌肉味精当量的 TAV 值分别为 106.7、63.3 和 90,它们的 TAV 值均远大于 1,因此可以说明牡蛎、文蛤和波纹巴非蛤的肌肉具有强烈的鲜味。但是与经过煮制的大闸蟹肌肉的鲜味(TAV = 140)<sup>[8-9]</sup>相比,这些贝类肌肉的鲜味还是略低于大闸蟹的鲜味。

表 3 牡蛎、文蛤及波纹巴非蛤肌肉中的鲜味氨基酸和呈味核苷酸

Table 3 Value of  $a_i$ ,  $b_i$ ,  $a_j$  and  $b_j$  in oyster, clam and paphia meat

品种	数值	氨基酸		数值	核苷酸		
		Glu	Asp		AMP	GMP	IMP
牡蛎		0.092	0.043		ND	0.0118	ND
文蛤	$a_i$ (g/100g)	0.096	0.021	$a_i$ (g/100g)	0.0148	ND	ND
波纹巴非蛤		0.16	0.028		ND	0.0053	0.0066
	$b_i$	1	0.077	$b_i$	1	2.3	0.18
牡蛎		0.092	0.003		—	0.027	—
文蛤	$ab_i$	0.096	0.002	$ab_i$	0.0148	—	—
波纹巴非蛤		0.16	0.002		—	0.012	0.001

## 2.3 贝肉中糖原、甜菜碱的含量及对味道的影响

表 4 牡蛎、文蛤和波纹巴非蛤肌肉中的糖原含量

Table 4 Glycogen content of oyster, clam and paphia meat

	含量/(mg/100g)			味觉阈值 / (mg/100g)	TAV		
	牡蛎	文蛤	波纹巴非蛤		牡蛎	文蛤	波纹巴非蛤
糖原	1.7(0.1) <sup>a</sup>	0.63(0.02) <sup>b</sup>	1.0(0.1) <sup>c</sup>	0.86	2.0	0.7	1.2

注:味觉阈值借鉴参考文献[8]。表 5 同。

由表 4 可知,牡蛎、文蛤和波纹巴非蛤肌肉中糖原的 TAV 值分别为 2.0、0.7 和 1.2。说明糖原对于牡蛎、波纹巴非蛤的肌肉有呈味作用。文蛤的 TAV 值小于 1,说明糖原对于文蛤肌肉的呈味没有直接的贡献。

文献[16]显示,牡蛎中甜菜碱的含量高达 570mg/100g,分别是文蛤和波纹巴非蛤含量的 1.7 倍和 1.5 倍。牡蛎、文蛤和波纹巴非蛤中甜菜碱的含量分别为 TAV 值分别是 2.3、1.3 和 1.5。说明甜菜碱对于这 3 种贝类肌

表 2 牡蛎、文蛤和波纹巴非蛤的主要游离氨基酸及其味道强度值<sup>[15]</sup>

Table 2 Content, taste active value of major free amino acids in oyster, clam and paphia<sup>[15]</sup>

氨基酸	含量/(mg/g)			味道阈值 / (mg/g)	TAV			味道 特征
	牡蛎	文蛤	波纹巴非蛤		牡蛎	文蛤	波纹巴非蛤	
谷氨酸(Glu)	0.92 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	0.96 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	1.60 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	0.3	3.1	3.2	5.3	鲜味(+)
甘氨酸(Gly)	1.39 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>	1.04 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	4.16 $\pm$ 0.04 <sup>c</sup>	1.3	1.1	0.8	3.2	甜味(+)
丙氨酸(Ala)	1.12 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>	2.50 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>	1.76 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>	0.6	1.9	4.2	2.9	甜味(+)
精氨酸(Arg)	0.23 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	0.74 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>	1.13 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>	0.5	0.5	1.5	2.3	苦味/甜味(+)
牛磺酸(Tau)	6.13 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>	4.47 $\pm$ 0.50 <sup>b</sup>	6.60 $\pm$ 0.10 <sup>a</sup>	—	—	—	—	—

肉的甜味有直接的影响。与其他水产品(如南美白对虾 179~268mg/100g)<sup>[17]</sup>相比,这3种贝类拥有较高的甜菜碱含量。因此,可以认为牡蛎、文蛤和波纹巴非蛤是能够提供丰富甜菜碱的食物来源。

## 2.4 贝肉中钾、钠的含量及其对味道的影响

表5 牡蛎、文蛤和波纹巴非蛤肌肉中的钾、钠含量  
Table 5 Potassium and sodium content of oyster, clam and paphia meat

元素	含量/(mg/100g)			味觉阈值/ (mg/100g)	TAV		
	牡蛎	文蛤	波纹巴非蛤		牡蛎	文蛤	波纹巴非蛤
钾	7.95 ± 0.50 <sup>a</sup>	8.35 ± 0.75 <sup>a</sup>	8.81 ± 0.92 <sup>a</sup>	130	0.1	0.1	0.1
钠	6.73 ± 0.72 <sup>a</sup>	23.65 ± 3.37 <sup>b</sup>	24.99 ± 3.12 <sup>b</sup>	45	0.2	0.5	0.6

牡蛎、文蛤和波纹巴非蛤肌肉中钾和钠的TAV值都小于1,说明他们对于牡蛎、文蛤和波纹巴非蛤的咸味没有明显的贡献。而平时人们在食用贝类时,一般在煮制时都会加入食盐来增加咸味或在生食的时候使用调味品伴着吃。因此,牡蛎、文蛤和波纹巴非蛤中钾和钠的含量对于味道的影响变得不是那么的重要,而咸味也不是人们主要关心的贝类水产品的风味。

## 3 结 论

呈味核苷酸AMP、GMP和IMP与谷氨酸和天冬氨酸能产生协同效应,牡蛎、文蛤和波纹巴非蛤的味精当量分别为3.2、1.9、2.7g MSG/100g;味精当量的TAV值分别是106.7、63.3、90,均远大于1,是牡蛎、文蛤和波纹巴非蛤具有强烈的鲜味的原因。

牡蛎、文蛤及波纹巴非蛤糖原的TAV值分别为2.0、0.7、1.2。糖原对牡蛎和波纹巴非蛤肌肉的甜味有直接贡献,而对文蛤肌肉的甜味贡献不大。3种贝类肌肉中K<sup>+</sup>和Na<sup>+</sup>的含量较低,TAV远小于1,对贝类肌肉的呈味没有直接的贡献。

## 参考文献:

- [1] KANI Y, YOSHIKAWA N, OKADA S, et al. Taste-active components in the mantle muscle of the oval squid *Sepioteuthis lessoniana* and their effects on squid taste[J]. Food Research International, 2008, 41(4): 371-379.
- [2] SEKIWA Y, KUBOTA K, KOBAYASHI A. Characteristic flavor components in the brew of cooked clam (*Meretrix lusoria*) and the effect of storage on flavor formation[J]. J Agric Food Chem, 1997, 45(3): 826-830.
- [3] MORITA K, KUBOTA K, AISHIMA T. Investigating sensory characteristics and volatile components in boiled scallop aroma using chemometric techniques[J]. Food Chemistry, 2002, 78(1): 39-45.
- [4] 赵辉, 徐大伦, 周星宇, 等. 新鲜海鳗营养成分及其风味物质分析[J]. 食品科学, 2010, 31(20): 278-281.
- [5] 章超桦, 洪鹏志, 邓尚贵, 等. 翡翠贻贝肉的食品化学特性及其在海鲜调味料的应用[J]. 水产学报, 2000, 24(3): 267-270.
- [6] 杨文鸽, 徐大伦, 孙翠玲, 等. 缢蛏冰藏保活期间呈味物质的变化[J]. 中国食品学报, 2009, 9(3): 181-186.
- [7] SHAHIDI F. Flavor of meat, meat products and seafoods[M]. Great Britain: St Edmundsbury Press, 1997.
- [8] 陈德慰. 熟制大闸蟹风味及冷冻加工技术的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2007.
- [9] CHEN Dewei, ZHANG Min. Non-volatile taste active compounds in the meat of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*)[J]. Food Chemistry, 2007, 104(3): 1200-1205.
- [10] CARROLL N V, LONGLEY R W, ROE J H. The determination of glycogen in liver and muscle by use of anthrone reagent[J]. The Journal of Biological Chemistry, 1956, 220(2): 583-593.
- [11] GB/T 5009.91 — 2003 食品中钾、钠的测定[S].
- [12] SOLDI T, BLANK I, HOFMANN T. (+)-(S)-Alapyridaine — A general taste enhancer[J]. Chem Senses, 2003, 28(5): 371-379.
- [13] FUKE S, UEDA Y. Interactions between umami and other flavor characteristics[J]. Trends in Food Science and Technology, 1996, 7(12): 407-411.
- [14] KAWAI M, OKIYAMA A, UEDA Y. Taste enhancements between various amino acids and IMP[J]. Chem Senses, 2002, 27(8): 739-745.
- [15] CHEN Dewei, SU Jian, LIU Xiaoling, et al. Amino acid profiles of bivalve mollusks from Beibu Gulf, China[J]. Journal of Aquatic Food Product Technology, 2012. DOI:10.1080/10498850.2011.604820.
- [16] 陈德慰, 苏健, 颜栋美, 等. 广西北部湾常见水产品中甜菜碱含量测定及呈味效果评价[J]. 现代食品科技, 2011, 27(4): 468-472.
- [17] 王士稳, 梁萌青, 林洪, 等. 海水和淡水养殖凡纳滨对虾呈味物质的比较分析[J]. 海洋水产研究, 2006, 27(5): 79-81.