

不同体质量鲢肌肉中主要滋味物质的研究

贾 丹 刘敬科 孔进喜 熊善柏 赵思明

华中农业大学食品科技学院/国家大宗淡水鱼加工技术研发分中心(武汉), 武汉 430070

摘要 以 1.0~3.0 kg/尾的鲢为材料,通过滋味活性值(taste active value, TAV)和味精当量(equivalent umami concentration, EUC)2 种滋味表征方法,研究加热对不同体质量鲢肌肉的游离氨基酸和核苷酸的影响。结果表明:不同体质量鲢肌肉游离氨基酸以牛磺酸(Tau)、组氨酸(His)、甘氨酸(Gly)为主,加热导致鲢肌肉中游离氨基酸含量降低。鲢肌肉中组氨酸(His)贡献的苦味明显,谷氨酸(Glu)对鲜味有所贡献,甘氨酸(Gly)和丙氨酸(Ala)对甜味有所贡献。不同体质量鲢肌肉中的核苷酸类物质以肌苷酸(IMP)和肌苷(HxR)为主,加热对鲢肌肉中核苷酸类物质含量影响显著。加热导致鲢肌肉中肌苷酸(IMP)和一磷酸腺苷(AMP)的 TAV 均有所下降,而次黄嘌呤(Hx)的 TAV 有所上升,但对鲜味贡献明显的仍是 IMP。熟鲢肌肉的 EUC 随着体质量的增加,呈现先上升后下降的趋势,在 2.0 kg 时达到最大为 31.57 g MSG/100 g。

关键词 鲢; 游离氨基酸; 核苷酸; 滋味活性值; 味精当量; 食品风味

中图分类号 TS 254.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2013)03-0124-06

鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)是我国重要的淡水鱼类之一,年产量约 338 万 t。生鲜的鲢肌肉腥味较重,非挥发性滋味物质的呈味特性难以被人们感受到,加热产生的滋味物质增加了鱼肉的可口性而被人们所喜爱^[1-2]。鱼肉滋味物质主要包括肌肉蛋白质水解产生的游离氨基酸和小分子肽以及核酸降解产生的核苷酸等,其滋味并不是这些物质的简单累积,它们之间的协同作用使整体鲜味增强^[3]。为了更加客观地反映食品的滋味特征,在滋味研究方面引入了滋味活性值(taste active value, TAV),该方法很好地表征了河蟹^[4]、香菇^[5]等食品中的滋味呈味特征。但滋味活性值只能反映单一化合物对食品风味的贡献,在描述滋味物质的协同效应方面还存在不足,为此 Beluhan 等^[6]采用味精当量(equivalent umami concentration, EUC)很好地表征了香菇等食品的整体鲜味强度。鉴于不同体质量下鱼体的蛋白质、脂肪、水分、灰分具有较大的差别^[7],体质量与鱼体能量代谢、营养状况、生长速率、理化特性等密切相关^[8]。笔者以鲢为材料,研究不同体质量鲢肌肉加热前后游离氨基酸、核苷酸类物质的变化,以期揭示不同体质量鲢肌肉滋味的差异,

为养殖和加工提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)。购于武汉市华中农业大学农贸市场。选取体质量分别为 1.00±0.08、1.50±0.10、2.00±0.13、2.50±0.19、3.00±0.21 kg 的活鱼(均来自于同一鱼塘)运到实验室,立即将其宰杀,去除鱼鳞、内脏、鳃部,清洗,取鱼背部肌肉,均匀地分为 2 份。1 份用于对照,另 1 份放于蒸锅内蒸煮 30 min,自然冷却(5 min)到室温,立即进行分析测定。每个体质量的鲢样品均来自 3 条不同的鱼。

2) 试验试剂。高氯酸,GR,购自天津市东方化工厂;磷酸、氢氧化钠,AR,购自天津化学试剂有限公司;硫酸,AR,购自武汉市亚泰化工试剂有限公司;三氟乙酸,AR,购自 Sigma 公司;三乙胺、甲醇,AR,购自国药集团化学试剂有限公司。

3) 主要仪器和设备。5-50 氨基酸自动分析仪(日本日立);600E 液相色谱仪(美国 Waters);FJ-2000 高速分散均质机(上海标准模具厂);低速台式

收稿日期: 2012-02-20

基金项目: 现代农业产业技术体系专项(CARS-46-23)、国家“十二五”科技支撑计划项目(2013BAD19B10)

贾 丹,博士研究生,研究方向: 水产品加工及贮藏。E-mail: jiadan@webmail.hzau.edu.cn

通讯作者: 熊善柏,教授,研究方向: 水产品加工保鲜理论与技术创新。E-mail: xionsb@mail.hzau.edu.cn

离心机(上海安亭仪器制造厂);BS-2102分析天平(德国 Sartorius);微量进样器(上海安亭微量进样器厂)。

1.2 试验方法

1)游离氨基酸含量。游离氨基酸含量采用氨基酸自动分析仪(日本日立)。

2)核苷酸的测定。称取5.0 g左右样品至离心管中,加入30 mL 5%高氯酸溶液,用高速均质机匀浆2次,每次20 s(10 000 r/min);再用10 mL的5%高氯酸溶液洗涤均质机的刀具2次,洗液并入离心管中,冷冻离心(4℃,1 000 r/min×10 min)后吸取上清液;用10 mL 5%高氯酸溶液洗涤沉淀物,离心,合并2次上清液,调节pH至6.5;用高纯水定容至100 mL,经0.25 μm滤膜过滤,取20 μL滤液进样分析。HPLC的主要色谱条件参照文献[3]。

3)TAV和EUC的计算方法。参照文献[4]的方法进行计算。TAV(taste active value,滋味活性值)=滋味物质的浓度/该物质的阈值,TAV反映了单一化合物对滋味的贡献,TAV小于1表示该物质对滋味贡献不大;TAV大于1,表示该化合物对滋味影响显著,且数值越大,贡献越大。

EUC(equivalent umami concentration,味精当量,g MSG/100 g)。EUC = $\sum a_i b_i + 1\ 218 (\sum a_i b_i) / (\sum a_j b_j)$,式中: a_i ,鲜味氨基酸的含量,g/100 g; b_i ,鲜味氨基酸相对谷氨酸钠(MSG)的相对鲜度系数(Glu,1;Asp,0.077); a_j ,呈味核苷酸的含量,g/100 g; b_j ,呈味核苷酸相对IMP的相对鲜度系数(IMP,1;GMP,2.3;AMP,0.18),1 218是协同作用常数。

1.3 数据处理

采用Excel和SASV8.1进行数据处理和分析,采用ANOVA进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同体质量鲢肌肉加热前后的游离氨基酸含量

不同体质量鲢肌肉加热前后游离氨基酸含量的变化见表1。由表1可知,鲢肌肉中主要的游离氨基酸为Tau、His和Gly。1.0~2.5 kg生鲜鲢肌肉中游离氨基酸总量随体质量增加而增大,在3.0 kg时含量降低。不同体质量鲢肌肉中UAA总含量从高到低依次为2.5、2.0、1.5、3.0、1.0 kg;SAA总含量从高到低依次为1.5、3.0、1.0、2.0、2.5 kg;BAA总含量从高到低依次为2.5、2.0、3.0、1.5、1.0 kg。不同体质量生鲜鲢肌肉中Glu、Gly、Arg、Cys-s、

Phe、Lys和Pro含量相差较大,它们的变异系数都在20%以上。加热可导致游离氨基酸含量降低,加热对Glu、Gly、Arg、Cys-s、Lys和Pro等影响较大,下降范围都在20%以上。

不同体质量鲢肌肉加热前后呈味氨基酸的TAV见图1。由图1-A可知,不同体质量鲢肌肉中Glu的TAV差别比较大,1.0~2.5 kg体质量生鲜肌肉中Glu的TAV从1.03增加到3.78,而体质量达到3.0 kg则降为1.19,可见Glu单体贡献的鲜味受体质量影响较大。加热后1.0 kg体质量鲢肌肉中Glu的TAV降到1以下,对鲜味贡献不大,其他体质量下TAV变化都小于1,受加热影响不大。不同体质量鲢肌肉加热前后Asp的TAV均小于1,其单体对鲜味贡献也不大。由图1-B可知,Gly和Ala的TAV大于1,为主要的SAA。不同体质量鲢肌肉中Gly和Ala的TAV变化小于0.2,对甜味影响不大;加热后它们的TAV变化也较小,对甜味影响较小。由图1-C可知,His的TAV随体质量的变化其差别较大,从高到低依次为2.5、2.0、1.5、3.0和1.0 kg,TAV介于15.66~24.61之间,His在不同体质量下对苦味的贡献差别较大。加热后His的TAV降低都大于1,苦味贡献明显降低。Lys的TAV受体质量的影响不大,加热对其贡献的苦味影响较小。生鲜和熟鲢肌肉游离氨基酸的TAV在不同体质量下分布相一致。

2.2 不同体质量鲢肌肉加热前后的核苷酸类物质含量

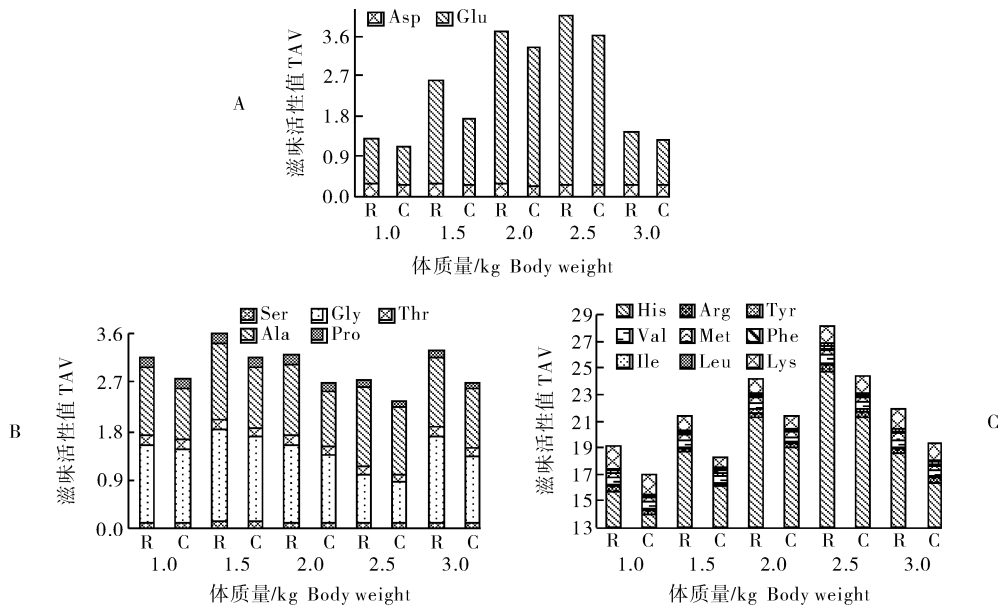
鲢肌肉中核苷酸类物质含量随体质量的不同而差异显著(表2)。由表2可知,核苷酸类物质在不同体质量下均以IMP和HxR为主,IMP含量在体质量为1.0 kg时达到最高,为10 136.7 mg/kg(干基),其他体质量下,鲢肌肉中IMP含量从高到低依次为2.5、3.0、2.0、1.5 kg,介于5 650~7 115 mg/kg(干基)之间,加热后鲢肌肉中IMP的含量明显降低。体质量不同其降解程度不同,在1.0~3.0 kg体质量下,分别降低了64.16%、37.52%、58.47%、66.09%、61.07%。

鲢肌肉中HxR的含量从高到低对应的体质量依次为2.0、1.5、3.0、1.0、2.5 kg,含量介于2 240~3 680 mg/kg(干基)之间。加热后HxR的含量显著增加,从高到低对应的体质量依次为2.0、1.0、1.5、3.0、2.5 kg,含量介于3 145~4 538 mg/kg(干基)之间。此外,加热导致Hx的含量增加,ADP和AMP的含量降低。

表 1 不同体质量鲢肌肉加热前后游离氨基酸含量(干基)¹⁾

游离氨基酸 FAA	体质量/Body weight														
	1.0 kg			1.5 kg			2.0 kg			2.5 kg			3.0 kg		
	R	C	R	R	C	R	R	C	R	R	C	R	R	C	
Asp	278.1±1.6 abA	250.7±0.7 ab	302.0±8.0 aA	254.9±1.1 aB	232.3±2.5 ab	280.0±8.8 abA	266.8±11.2 bA	237.1±11.5 ab	266.8±11.2 bA	237.1±11.5 ab	256.4±4.1 bA	236.2±9.3 ab			
Glu	308.4±0.6 eA	280.3±1.4 eB	687.8±16.6 cA	447.6±15.1 cB	930.5±15.1 bB	1 027.2±13.0 bA	1 135.1±13.8 aA	1 015.8±13.5 ab	1 135.1±13.8 aA	1 015.8±13.5 ab	356.0±10.4 dA	312.6±7.0 dB			
∑UAA	586.5±0.7 dA	511.0±6.5 eB	989.8±14.2 cA	702.5±1.0 cB	1 162.8±10.3 bB	1 307.2±24.0 bA	1 401.9±16.0 aA	1 252.9±11.7 ab	1 401.9±16.0 aA	1 252.9±11.7 ab	612.4±6.6 dA	548.8±9.0 dB			
Ser	142.3±0.8 bA	115.8±1.2 dB	189.0±13.4 aA	177.4±0.9 aA	130.2±1.3 cB	160.9±0.3 bA	146.7±5.8 bA	123.2±1.2 cB	146.7±5.8 bA	123.2±1.2 cB	160.8±1.0 bA	149.7±3.9 bB			
Gly	1 866.2±7.3 cA	1 776.4±10.6 bB	2 195.6±13.5 aA	2 034.1±22.9 ab	1 658.2±18.4 cB	1 865.5±11.6 cA	1 157.4±15.1 dA	1 003.9±17.6 cB	1 157.4±15.1 dA	1 003.9±17.6 cB	2 082.7±12.9 bA	1 597.4±10.6 dB			
Thr	542.4±0.9 aA	461.7±9.6 ab	506.6±1.0 bA	418.3±5.9 bB	396.6±26.6 bcB	455.5±5.7 cA	396.6±26.6 bcB	422.7±1.7 dA	422.7±1.7 dA	367.5±10.7 cB	468.7±17.5 cA	402.9±9.6 bB			
Ala	753.1±1.0 cA	589.7±14.0 cB	846.1±10.5 bA	693.1±9.6 bB	610.6±15.0 cB	787.1±1.5 cA	610.6±15.0 cB	887.3±16.1 aA	887.3±16.1 aA	757.5±16.3 ab	770.8±8.3 cA	662.9±12.7 bB			
Pro	521.3±1.3 bA	487.9±12.1 bB	590.5±6.0 aA	558.7±4.1 ab	485.2±18.4 bB	518.1±13.6 bA	485.2±18.4 bB	326.7±11.1 dA	326.7±11.1 dA	295.9±6.1 cB	371.4±5.6 cA	327.8±8.7 cB			
∑SAA	3 825.3±4.1 bcA	3 431.5±10.0 bB	4 327.8±12.2 aA	3 881.6±10.4 ab	3 280.8±26.6 cB	3 787.1±17.3 cA	3 280.8±26.6 cB	2 940.8±10.4 dA	2 940.8±10.4 dA	2 548.0±12.4 cB	3 854.4±13.4 bA	3 140.7±10.2 dB			
His	3 131.4±6.0 dA	2 791.6±16.0 dB	3 726.7±11.1 cA	3 206.6±21.0 cB	3 793.7±28.1 bB	4 244.5±33.3 bA	3 793.7±28.1 bB	4 921.3±10.4 aA	4 921.3±10.4 aA	4 249.9±24.1 ab	3 699.4±40.5 cA	3 272.3±16.7 cB			
Arg	205.3±1.9 bA	177.3±7.2 bB	132.5±3.6 dA	105.1±3.9 dB	143.8±1.3 bB	199.3±8.3 bA	143.8±1.3 bB	267.2±7.2 aA	267.2±7.2 aA	247.7±7.9 ab	176.8±1.0 cA	154.8±2.2 cB			
Tyr	113.5±0.7 dA	99.2±0.6 dB	133.5±1.0 bA	113.6±4.7 bB	132.3±1.2 ab	150.7±5.1 aA	132.3±1.2 ab	123.4±0.9 cA	123.4±0.9 cA	102.4±0.4 cdB	140.4±2.8 bA	110.3±3.7 bcB			
Val	195.3±2.5 bA	176.0±6.0 bcB	214.8±9.2 bA	181.7±0.7 bB	163.4±0.2 cB	198.8±9.0 bA	163.4±0.2 cB	243.9±0.4 aA	243.9±0.4 aA	226.5±1.2 ab	218.1±8.3 bA	190.0±7.7 bB			
Met	106.6±1.1 bA	104.0±4.0 abA	108.6±1.0 bA	95.7±1.2 bB	117.9±2.1 aA	128.8±7.6 aA	117.9±2.1 aA	133.6±0.2 aA	133.6±0.2 aA	107.5±0.7 abB	132.6±7.0 aA	111.1±8.8 abB			
Phe	81.8±0.6 bA	55.5±1.0 dB	87.7±2.1 bA	71.1±0.1 cB	63.8±0.3 bA	128.3±5.1 aA	63.8±0.3 bA	83.1±0.1 bA	83.1±0.1 bA	76.9±0.8 ab	89.4±2.9 bA	80.2±2.4 aA			
Ile	82.3±0.4 dA	65.5±0.7 bB	88.7±1.2 cdA	74.0±0.9 ab	84.2±2.8 cB	99.7±0.8 bcA	84.2±2.8 cB	113.7±1.2 abA	113.7±1.2 abA	105.8±0.9 ab	120.9±8.9 aA	108.6±3.0 ab			
Leu	346.1±0.3 bA	272.6±0.7 bB	363.4±7.8 bA	319.6±9.8 ab	192.7±0.7 cB	347.6±8.7 bA	192.7±0.7 cB	401.8±14.1 aA	401.8±14.1 aA	311.8±1.7 ab	376.9±10.0 abA	320.2±3.4 ab			
Lys	841.8±0.3 aA	750.9±0.9 ab	501.7±0.3 cA	392.3±3.3 cB	406.3±10.7 cB	507.7±4.6 cA	406.3±10.7 cB	699.7±13.9 bA	699.7±13.9 bA	601.2±1.3 bB	673.6±16.7 bA	600.5±25.1 bB			
∑BAA	5 104.1±0.9 eA	4 492.6±3.7 cB	5 357.6±42.4 dA	4 559.7±9.9 dB	5 098.1±22.5 bB	6 005.4±15.6 bA	5 098.1±22.5 bB	6 987.7±15.3 aA	6 987.7±15.3 aA	6 029.7±17.4 ab	5 628.1±11.3 cA	4 948.0±18.5 cB			
Tau	4 898.9±23.1 eA	4 318.2±16.7 dB	5 850.9±33.5 dA	4 985.6±10.0 cB	5 826.2±26.2 bB	6 301.9±46.0 cA	5 826.2±26.2 bB	6 785.2±28.4 bA	6 785.2±28.4 bA	6 002.9±19.6 ab	6 881.5±41.0 aA	6 051.4±38.4 ab			
Cys-s	293.5±0.7 bA	231.5±1.5 bB	334.1±12.7 aA	315.3±9.7 ab	245.1±2.8 bB	260.6±0.8 cA	245.1±2.8 bB	167.2±1.5 dA	167.2±1.5 dA	142.3±0.2 cB	180.7±8.3 dA	153.5±8.6 cB			
∑OAA	5 192.4±6.6 eA	4 549.7±2.1 dB	6 185.0±13.8 dA	5 300.9±36.7 cB	6 562.5±6.7 cA	6 071.3±15.5 bB	6 562.5±6.7 cA	6 952.4±10.1 bA	6 952.4±10.1 bA	6 145.2±11.6 abB	7 062.2±11.0 aA	6 204.9±47.4 ab			
∑FAA	14 708.3±26.0 eA	12 984.8±29.2 eB	16 860.2±14.6 dA	14 444.7±19.5 dB	17 662.2±46.6 bA	15 613.1±49.5 bB	17 662.2±46.6 bA	18 282.9±13.0 aA	18 282.9±13.0 aA	15 975.8±23.4 ab	17 156.9±24.7 cA	14 842.2±59.6 cB			

1) FAA: Free amino acids; UAA: 鲜味氨基酸 Umami amino acids; SAA: 甜味氨基酸 Sweet amino acids; BAA: 苦味氨基酸 Bitter amino acids; OAA: 非呈味氨基酸 Other amino acids; R: 生鲢肌肉 Raw silver carp muscle; C: 熟鲢肌肉 Cooked silver carp muscle; 不同大写字母表示生鲜和熟鲢肌肉在相同的体质量下有显著性差异($P < 0.05$); 不同小写字母表示生鲜或熟鲢肌肉在不同体质量下有显著性差异($P < 0.05$)。Different capitals in the raw and cooked silver carp muscle represent significant differences in the same body weight ($P < 0.05$). Different lowercases in the raw and cooked silver carp muscle represent significant differences in different body weight ($P < 0.05$). 下表同 The same as below.



A; UAA, 鲜味氨基酸 Umami amino acids; B; SAA, 甜味氨基酸 Sweet amino acids; C; BAA, 苦味氨基酸 Bitter amino acids; R; 生
鲜鲢肌肉 Raw silver carp muscle; C; 熟鲢肌肉 Cooked silver carp muscle; 下同 The same as below.

图 1 不同体质量鲢肌肉加热前后呈味氨基酸的 TAV

Fig. 1 TAV of taste amino acids of raw and cooked silver carp muscle of different body weight

表 2 不同体质量鲢肌肉加热前后核苷酸类物质的含量(干基)

Table 2 Nucleotide concentrations of raw and cooked silver carp muscle in different body weight (Dry matter) mg/kg

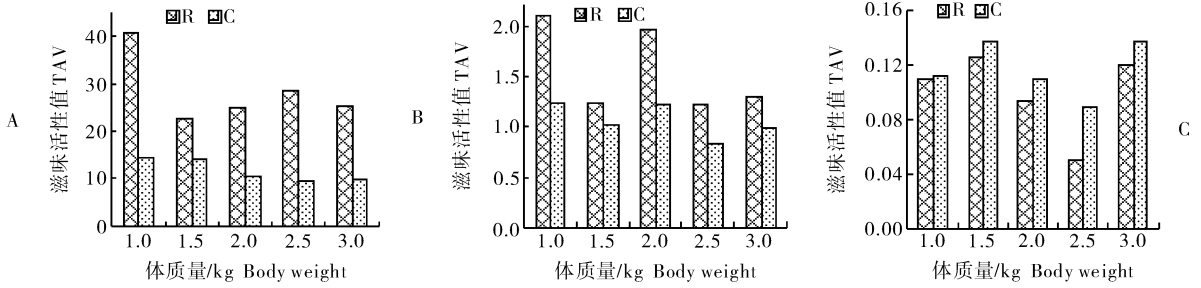
核苷酸 Nucleotide		体质量 Body weight				
		1.0 kg	1.5 kg	2.0 kg	2.5 kg	3.0 kg
Hx	R	131.1±2.8 cA	150.4±3.0 aB	112.1±1.8 dA	60.2±1.2 eB	143.9±5.5 bB
	C	134.4±4.3 bA	164.1±2.9 aA	131.1±12.2 bA	107.2±8.4 cA	164.1±6.4 aA
IMP	R	10 136.7±525.3 aA	5 652.6±163.8 dA	6 287.3±91.9 cA	7 114.1±132.7 bA	6 350.6±186.9 cA
	C	3 630.5±127.8 aB	3 536.6±232.6 aB	2 615.9±44.9 bB	2 412.1±91.5 cB	2 439.7±70.3 bcB
HxR	R	2 250.4±134.6 cB	3 519.2±75.8 aB	3 679.0±57.8 aB	2 240.7±29.2 cB	2 690.2±171.3 bB
	C	3 905.3±115.0 bA	3 804.3±112.0 bA	4 537.5±157.2 aA	3 145.5±75.2 dA	3 528.1±113.3 cA
AMP	R	1 043.5±72.2 aA	618.8±27.7 cA	975.0±12.4 bA	613.6±12.6 cA	648.1±25.1 cA
	C	620.5±10.9 aB	510.0±6.6 bB	603.5±16.4 aB	414.7±102.2 cB	494.4±9.1 bcB
ADP	R	348.5±14.0 aA	265.6±33.9 aA	212.5±5.7 cA	215.6±13.2 cA	231.1±2.6 cA
	C	217.1±5.4 aB	211.5±5.3 aA	178.5±4.1 cB	191.9±9.3 bA	176.3±0.6 cB
总计 Total	R	13 910.1±748.9 aA	10 206.6±304.2 cA	11 265.9±169.6 bA	10 244.2±188.9 cA	10 064.0±391.5 cA
	C	8 507.8±263.4 aB	8 226.6±359.5 bB	8 066.4±234.8 bB	6 271.3±286.7 cB	6 802.6±199.7 dB

不同体质量鲢肌肉加热前后呈味核苷酸的 TAV 见图 2。由图 2-A 可知,不同体质量下,鲢肌肉中 IMP 的 TAV 从高到低依次为 1.0 kg (40.55)、2.5 kg(28.46)、3.0 kg(25.40)、2.0 kg (25.15)、1.5 kg(22.61),IMP 对鲜味的贡献差别明显。加热后鲢肌肉中 IMP 的 TAV 降低,熟鲢肌肉中 IMP 的 TAV 随体质量的增加从 14.52 降到 9.76,贡献的鲜味差别明显。由图 2-B 可知,不同体质量的鲢肌肉的 AMP 的 TAV 差别小于 1,鲜味的贡献差别不大,鲢肌肉加热后 AMP 的 TAV

相差也小于 1,可见,在不同体质量下 AMP 单体对鲜味的贡献不大。由图 2-C 可知,不同体质量下加热前后鲢肌肉中 Hx 的 TAV 都小于 1,对苦味贡献不大。

2.3 不同体质量鲢肌肉加热前后的 EUC

不同体质量鲢肌肉中鲜味物质的 EUC 见图 3。由图 3 可知,1.0~2.5 kg 之间的生鲜鲢肌肉随体质量增加 EUC 从 41.51 增加到 101.80 g MSG/100 g,但是到 3.0 kg 下降为 29.64 g MSG/100 g。加热会导致不同体质量鲢肌肉的 EUC 的下降。熟鲢肌



A: IMP 肌苷酸 Inosinic acid; B: AMP 一磷酸腺苷 Adenosine monophosphate; C: Hx 次黄嘌呤 Hypoxanthine.

图 2 不同体质量鲢肌肉加热前后呈味核苷酸类物质的 TAV

Fig. 2 TAV of taste nucleotides of raw and cooked silver carp muscle in different body weight

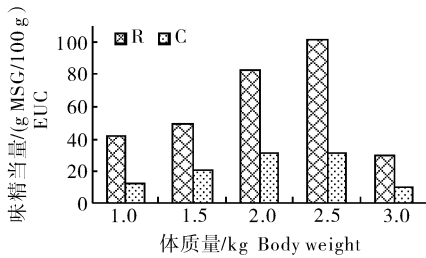


图 3 不同体质量鲢肌肉加热前后 EUC

Fig. 3 EUC of raw and cooked silver carp muscle in different body weight

肉的 EUC 在随体质量的增加呈先上升后下降的趋势,在 2.0 kg 时达到最大为 31.57 g MSG/100 g。

3 讨论

不同体质量鲢肌肉的游离氨基酸含量从高到低依次为 Tau、His、Gly,且它们的含量均在 1 000 mg/kg 以上。惠心怡等^[9]报道了鲢肌肉中主要的游离氨基酸成分从高到低依次为 His、Tau、Gly、Lys,这和本试验结果有一定的差别,这可能是由于地域、饲料等差异引起的^[10-11]。不同体质量的鲢肌肉的游离氨基酸含量也存在差异,这和 Siddiqui 等^[12]的研究结果相一致。钱云霞等^[13]报道了 1.2、265、1 065 g 体质量鲢肌肉中 Pro 和 Cys-s 含量受体质量影响较大。鱼体游离氨基酸含量差异可能是不同体质量的鱼体在生长过程对蛋白质消化降解以及氨基酸代谢能力不同造成的^[14]。加热后肌肉中游离氨基酸含量均降低,这主要是因为蛋白质热变性时汁液流失造成的^[15],这与乌蛤^[16]、虹鳟^[17]、扇贝^[18]等加热后游离氨基酸含量的变化一致。加热前后鲢肌肉中的 His 对苦味有直接的贡献,且对苦味的贡献较大;Glu 对鲜味有贡献,Asp 对鲜味没有直接贡献但其与核苷酸的协同作用而提高整体鲢肌肉的整体鲜味强度;而 Gly 和 Ala 对甜味有贡献。

不同体质量鲢肌肉中核苷酸类物质均以 IMP 和 HxR 为主,鲢肌肉中核苷酸类物质随体质量的不同而存在差异的原因是复杂的,可能是因为不同体质量鱼体的营养积累、能量代谢^[19]以及鱼体在运输以及宰杀过程中的应激反应等能力有差异^[10-11]。不同体质量的鲢在加热后其肌肉中 IMP 含量减少而 HxR 和 Hx 含量上升,这主要是因为 IMP 的热稳定性较差,在受热过程中容易降解,HxR 和 Hx 含量的上升和 IMP 的降解有关^[3]。加热导致鲢肌肉 IMP 和 AMP 的 TAV 值均有所下降,Hx 的 TAV 上升,IMP 对鲜味的贡献最大,Kawai 等^[20]认为 IMP 和 Ala、Glu、Asp 等氨基酸共存时能够提高食品的整体鲜味。因此,2.0 kg 鲢肌肉加热后 EUC 达到最大为 31.57 g MSG/100 g。

参 考 文 献

- [1] 陈德慰,苏键,刘小玲,等.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[J].食品科学,2012,33(10):165-168.
- [2] 杨玉平,熊光权,焦春海,等.顶空固相微萃取与气相色谱-质谱联用分析白鲢鱼体中的挥发性成分[J].湖北农业科学,2012(21):4876-4879.
- [3] LIU J K,ZHAO S M,XIONG S B,et al. Influence of re-cooking on volatile and non-volatile compounds found in silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) [J]. Fisheries Science, 2009, 75(4):1067-1075.
- [4] CHEN D W,ZHANG M. Non-volatile taste active compounds in the meat of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) [J]. Food Chemistry, 2007, 104(3):1200-1205.
- [5] CHIANG P D,YEN C T,MAU J L. Non-volatile taste components of canned mushrooms [J]. Food Chemistry, 2006, 97(3):431-437.
- [6] BELUHAN S,RANOGAJEC A. Chemical composition and non-volatile components of Croatian wild edible mushrooms [J]. Food Chemistry, 2011, 124(3):1076-1082.

- [7] 冯晓宇,陆清儿,童朝明,等. 丁鱼岁不同生长阶段肌肉脂肪酸和微量营养元素的比较[J]. 水产科学, 2006, 25(2): 59-61.
- [8] 朱耀强,李道友,赵思明,等. 饲喂蚕豆对斑点叉尾鲴生长性能和肌肉品质的影响[J]. 华中农业大学学报, 2012, 31(6): 771-777.
- [9] 惠心怡,王锡昌,陶宁萍. 构成白鲢鱼肉土腥味的可溶性风味成分分析[J]. 中国食品学报, 2006, 6(1): 189-194.
- [10] MISHIMA T, NONAKA T, OKAMOTO A, et al. Influence of storage temperatures and killing procedures on post-mortem changes in the muscle of horse mackerel caught near Nagasaki Prefecture, Japan[J]. Fisheries Science, 2005, 71(1): 187-194.
- [11] DURAN A, ERDEMLI U, KARAKAYA M, et al. Effects of slaughter methods on physical, biochemical and microbiological quality of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and mirror carp *Cyprinus carpio* filleted in pre-, in- or post-rigor periods[J]. Fisheries Science, 2008, 74(5): 1146-1156.
- [12] SIDDIQUI A Q, SIDDIQUI A H. Variation in the free amino acid content of skeletal muscle of *Ophicephalus punctatus* (Bloch) [J]. Journal of Fish Biology, 1977, 10(2): 185-189.
- [13] 钱云霞,杨文鸽. 不同龄期养殖鲈鱼的生化组成[J]. 宁波大学学报, 2002, 15(1): 15-18.
- [14] 滕瑜,郭晓华,苑德顺,等. 不同规格鲚类的生化组成及营养价值比较[J]. 渔业科学进展, 2010, 31(4): 120-125.
- [15] CHIOU T K, TSAI C Y, LAN H L. Chemical, physical and sensory changes of small abalone meat during cooking[J]. Fisheries Science, 2004, 70(5): 867-874.
- [16] YNEDA C, KASAMATSU C, HATAE K, et al. Changes in taste and textural properties of the foot of the Japanese cockle (*Fulvia mutica*) by cooking and during storage [J]. Fisheries Science, 2002, 68(5): 1138-1144.
- [17] BAUCHART C, CHAMBON C, MIRAND P P, et al. Peptides in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) muscle subjected to ice storage and cooking[J]. Food Chemistry, 2007, 100(4): 1566-1572.
- [18] ABE T, MIYASHITA K. Heat treatment of scallop adductor muscle using superheated steam[J]. Journal of Food Science, 2007, 72(6): E345-E350.
- [19] YADA O, TSUCHIMOTO M, WANG Q, et al. Differences of muscle fiber type and temporal change of K-value among parts toward depth of dorsal muscle in carp (cultured) [J]. Fisheries Science, 2000, 66(1): 147-152.
- [20] KAWAI M, OKIYAMA A, UEDA Y. Taste enhancement between various amino acids and IMP[J]. Food Senses, 2002, 27(8): 739-745.

Main taste compounds in silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) muscles of different body weights

JIA Dan LIU Jing-ke KONG Jin-xi XIONG Shan-bai ZHAO Si-ming

College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University/
National R&D Branch Center for Conventional Freshwater Fish Processing (Wuhan),
Wuhan 430070, China

Abstract The free amino acids and nucleotides were analyzed in raw and cooked silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) muscles of different body weight (1.0-3.0 kg) using TAV (taste active value) and EUC (equivalent umami concentration) methods. The results showed that Tau, His and Gly were the main free amino acids in silver carp muscle, and their concentrations decreased after cooking. Histidine significantly contributed to the bitter taste, Glu contributed to the major umami taste, while Gly and Ala contributed to the sweet taste. The nucleotide concentrations in fish muscles of different body weights mainly dominated by IMP and HxR, and there were significant differences in nucleotide concentrations between raw and cooked muscles. The TAV of IMP and AMP decreased after cooking, while the TAV of Hx increased, and the major umami taste was still contributed by IMP. The EUC showed a trend of increasing followed by decreasing, with increasing body weight. And it reached the maximum (31.57 g MSG/100 g) at 2.0 kg for cooked fish muscle.

Key words silver carp; free amino acid; nucleotide; taste active value; equivalent umami concentration; food flavor

(责任编辑:陆文昌)