

## 罗氏沼虾“南太湖2号”选育群体肌肉营养品质分析

高 强<sup>1,2</sup>, 杨国梁<sup>1,2\*</sup>, 王军毅<sup>1,2</sup>, 张宇飞<sup>1,2</sup>, 陈雪峰<sup>1,2</sup>,  
官金华<sup>2</sup>, 叶少群<sup>2</sup>, 张海鹏<sup>2</sup>

(1. 浙江省淡水水产研究所, 浙江 湖州 313001;

2. 浙江南太湖淡水水产种业有限公司, 浙江 湖州 313001)

**摘要:** 对罗氏沼虾选育新品种——“南太湖2号”与非选育群体的肌肉营养成分及营养品质进行了分析比较。研究表明,罗氏沼虾“南太湖2号”肌肉中粗灰分含量与非选育群体差异不显著( $P > 0.05$ ),蛋白质含量显著高于非选育群体( $P < 0.05$ ),肌肉粗脂肪和水分含量显著低于非选育群体( $P < 0.05$ );“南太湖2号”和非选育群体的氨基酸组成基本一致,均测定出含有17种氨基酸,其构成比例符合联合国粮农组织/世界卫生组织(FAO/WHO)的标准。“南太湖2号”的总氨基酸含量、必需氨基酸含量和鲜味氨基酸含量均显著高于非选育群体( $P < 0.05$ ),根据氨基酸评分(AAS)和化学评分(CS)计算结果,第一限制性氨基酸均为异亮氨酸;“南太湖2号”肌肉中多不饱和脂肪酸(PUFA)、二十碳五烯酸(EPA)及二十二碳六烯酸(DHA)的总量分别为 $41.34\% \pm 0.54\%$ 和 $28.09\% \pm 0.45\%$ ,显著高于非选育群体( $P < 0.05$ ); $\omega_3$ PUFA含量显著高于非选育群体( $P < 0.05$ ),而 $\omega_6$ PUFA含量差异不显著( $P > 0.05$ )。实验结果说明,罗氏沼虾“南太湖2号”的营养品质明显优于非选育群体。

**关键词:** 罗氏沼虾;“南太湖2号”;家系选育;营养品质

**中图分类号:** Q 463.99; S 963

**文献标识码:** A

罗氏沼虾(*Macrobrachium rosenbergii*)又名马来西亚大虾,为世界上个体最大的淡水虾。我国于1976年引入罗氏沼虾进行养殖,在我国已经大规模进行推广养殖,已成为我国淡水虾中的主要养殖品种,具有重要的营养价值和经济价值<sup>[1]</sup>。但由于养殖生产中亲本长期得不到更新和改良,多代近交繁殖造成了生长速度下降、病害增多、肉质松软、口感差,这些都严重制约了罗氏沼虾养殖产业的健康可持续发展<sup>[2]</sup>。为此,浙江省淡水水产研究所在中国水产科学研究院黄海水产研究所及全国水产技术推广总站的指导下,从2006年开始运用“水产动物多性状复合育种技术”对罗氏沼虾进行遗传改良<sup>[3-4]</sup>。经过连续4年的大规模家系选育和生长对比测试,获得了我国第一个经全国水产原种和良种审定委员会审定

的罗氏沼虾选育新品种——“南太湖2号”(品种登记号:GS-01-001-2009),并通过生长对比测试和示范推广表明,罗氏沼虾“南太湖2号”的生长速度和成活率都显著高于未经选育的罗氏沼虾群体。本研究对同环境条件饲养下的罗氏沼虾“南太湖2号”和非选育群体的肌肉营养成分进行了测定,并应用方差分析等数理统计学方法对营养成分的差异性进行了比较,旨在为罗氏沼虾种质改良提供参考,从而推动罗氏沼虾育苗、养殖和加工等产业的健康可持续发展。

### 1 材料与方 法

#### 1.1 试验材料

罗氏沼虾“南太湖2号”为国家罗氏沼虾遗传育种中心实验基地(浙江南太湖淡水水产种

收稿日期:2010-08-27 修回日期:2010-11-07

资助项目:浙江省重大科技专项项目(2007C12059);科技部农业科技成果转化资金项目(2007GB2C200124);湖州市科技攻关项目(2007GN06)

通讯作者:杨国梁, Tel:0572-2043905, E-mail: ygl0572@163.com

业有限公司)通过连续四代家系选育而获得的一个罗氏沼虾新品种(品种登记号:GS-01-001-2009),由“南太湖 2 号”A 和“南太湖 2 号”B 两个扩繁群体组成;作为对照的罗氏沼虾非选育群体购自湖州市某罗氏沼虾商业育苗场。

## 1.2 试验方法

**标记及分组方法** 罗氏沼虾 3 个群体仔虾标准化培育至规格为(2.5±0.5) cm 时,采用不同颜色的可视嵌入性荧光标记(VIE)进行区分,一共标记了 13 500 尾虾(3 个群体各标记了 4 500 尾),然后进行同塘饲养管理,一共放养了 3 个池塘(即 3 个平行试验组),安排专人进行饲养管理。

**取样方法** 经过 103 d 饲养后,根据不同群体的 VIE 颜色分别从 3 个池塘中随机进行取样,每个池塘每个群体分别随机取 30 尾罗氏沼虾,先用纱布将虾体抹干,然后去除虾壳、附肢、鳃、胃等非肌肉部分,在冰浴的条件下用剪刀将肌肉剪成肉糜,然后将不同群体肌肉样品分成两份,一份作一般营养成分测定用,另一份置于-20℃冰箱保存,待测氨基酸和脂肪酸。

**样品检测方法** 肌肉水分测定采用 GB 5009.3-85 恒温干燥法;粗灰分测定采用 GB/T 6438-92 灼烧法;粗蛋白采用 GB/T 6432-94 凯氏微量定氮法;粗脂肪采用 GB/T 6433-94 索氏抽提法;肌肉氨基酸依照 GB/T 5009.124-2003 方法测定;脂肪酸含量采用 GB/T 5009.168-2003 气相色谱法测定。

**营养品质评价方法** 根据 WHO/FAO<sup>[5]</sup> 1973 年建议的必需氨基酸评分标准模式(% , dry)及全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸模式(% , dry)进行必需氨基酸指数(EAAI)、氨基酸分(AAS)和化学分(CS)<sup>[6]</sup>计算,公式如下:

$$AAS = \frac{\text{待测蛋白质中某种必需氨基酸含量}(\%)}{\text{FAO/WHO 评分模式中某种必需氨基酸含量}(\%)}$$

$$CS = \frac{\text{待评蛋白质中某种必需氨基酸含量}(\%)}{\text{鸡蛋蛋白质中某种必需氨基酸含量}(\%)}$$

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{Lys(t)}{Lys(s)} \times 100 \times \frac{Met(t)}{Met(s)} \times 100 \times \dots \times \frac{Val(t)}{Val(s)} \times 100}$$

式中, $n$ 为比较的氨基酸数; $t$ 为试验蛋白质的氨基酸; $s$ 为标准蛋白质的氨基酸;FAO为世界粮农组织;WHO为世界卫生组织。

## 1.3 数据处理

采用 SPSS 17.0 软件包对数据进行处理,在单因素方差分析法处理的基础上,采用最小显著极差法(LSD)进行统计分析,测定和分析的结果均以平均值±标准差(mean±SD)表示, $P < 0.05$ 为具有显著性差异。

## 2 结果

### 2.1 一般营养成分比较

罗氏沼虾“南太湖 2 号”和非选育群体肌肉中水分、粗蛋白、粗脂肪和粗灰分测定结果表明(表 1)，“南太湖 2 号”肌肉水分含量和粗脂肪含量均显著低于非选育群体( $P < 0.05$ )；“南太湖 2 号”的粗蛋白含量显著高于非选育群体( $P < 0.05$ )；“南太湖 2 号”与非选育群体肌肉粗灰分含量差异不显著( $P > 0.05$ )；“南太湖 2 号”的两个扩繁群体间各营养指标差异不显著( $P > 0.05$ )。通过表 1 的常规营养成分比较表明,罗氏沼虾“南太湖 2 号”在肉质方面明显优于非选育群体。

### 2.2 肌肉氨基酸组成及含量

罗氏沼虾“南太湖 2 号”和非选育群体肌肉中氨基酸组成见表 2,除了色氨酸(Typ)在酸水解过程中被破坏未测定以外,分别测出了 17 种常见氨基酸,其中包括人体必需的 7 种必需氨基酸(EAA)、2 种半必需氨基酸(HEAA)和 8 种非必需氨基酸(NEAA)。将测得的氨基酸组成进行比较,结果表明,罗氏沼虾“南太湖 2 号”肌肉中各氨基酸含量均高于非选育群体,其中“南太湖 2 号”的 4 种 EAA(Thr、Leu、Val 和 Lys)、1 种 HEAA(His)和 6 种 NEAA(Asp、Glu、Gly、Cys、Tyr、Pro)的含量显著高于非选育群体( $P < 0.05$ )；“南太湖 2 号”与非选育群体的氨基酸总量、必需氨基酸总量和鲜味氨基酸总量也存在显著性差异( $P < 0.05$ )。在所测得的 17 种氨基酸中,都是谷氨酸(Glu)含量最高,分别占 2.10%、2.24%和 2.25%,谷氨酸(Glu)不仅是鲜味氨基酸,它还是脑组织生化代谢中的重要氨基酸,参与多种生理活性物质的合成。其次均为赖氨酸(Lys)、天门冬氨酸(Asp)和精氨酸(Arg),而胱氨酸(Cys)含量最低,分别占 0.31%、0.36%和 0.33%。

表 1 罗氏沼虾 3 群体肌肉营养成分含量

群体 population	水分 moisture	粗蛋白 crude protein	粗脂肪 crude fat	粗灰分 crude ash
“南太湖 2 号”A “South Tailake No. 2” A	75.12 ± 0.24 <sup>a</sup>	19.56 ± 0.33 <sup>b</sup>	1.72 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.55 ± 0.03 <sup>a</sup>
“南太湖 2 号”B “South Tailake No. 2” B	74.98 ± 0.37 <sup>a</sup>	19.75 ± 0.33 <sup>b</sup>	1.69 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.53 ± 0.02 <sup>a</sup>
非选育群体 non-selected population	76.75 ± 0.48 <sup>b</sup>	18.34 ± 0.53 <sup>a</sup>	2.08 ± 0.09 <sup>b</sup>	1.57 ± 0.05 <sup>a</sup>

注:同一列中具不同字母标记的值表示差异显著( $P < 0.05$ )。

Notes: Data marked with different letters in a column mean significant difference ( $P < 0.05$ ).

表 2 罗氏沼虾 3 群体肌肉氨基酸组成及含量

氨基酸 amino acid	非选育群体 non-selected population	“南太湖 2 号”A “South Tailake No. 2” A	“南太湖 2 号”B “South Tailake No. 2” B
天门冬氨酸* Asp	1.67 ± 0.06 <sup>a</sup>	1.78 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.83 ± 0.03 <sup>b</sup>
苏氨酸 Thr	0.56 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.59 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.62 ± 0.01 <sup>b</sup>
丝氨酸 Ser	0.55 ± 0.04	0.59 ± 0.03	0.59 ± 0.04
谷氨酸* Glu	2.10 ± 0.01 <sup>a</sup>	2.24 ± 0.07 <sup>b</sup>	2.25 ± 0.08 <sup>b</sup>
甘氨酸* Gly	0.85 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.94 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.90 ± 0.02 <sup>ab</sup>
丙氨酸* Ala	0.95 ± 0.05	0.99 ± 0.05	1.05 ± 0.06
胱氨酸 Cys	0.31 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.36 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.33 ± 0.01 <sup>ab</sup>
缬氨酸 Val	0.81 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.87 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.90 ± 0.03 <sup>b</sup>
甲硫氨酸 Met	0.34 ± 0.01	0.37 ± 0.01	0.37 ± 0.03
异亮氨酸 Ile	0.54 ± 0.01	0.58 ± 0.01	0.57 ± 0.03
亮氨酸 Leu	0.96 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.03 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.03 ± 0.03 <sup>b</sup>
酪氨酸 Tyr	0.65 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.70 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.69 ± 0.02 <sup>b</sup>
苯丙氨酸 Phe	0.85 ± 0.02	0.87 ± 0.04	0.86 ± 0.02
赖氨酸 Lys	1.73 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.84 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.86 ± 0.02 <sup>b</sup>
组氨酸 His	0.38 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.43 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.43 ± 0.01 <sup>b</sup>
精氨酸 Arg	1.22 ± 0.04	1.29 ± 0.04	1.29 ± 0.02
脯氨酸 Pro	0.58 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.63 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.61 ± 0.02 <sup>ab</sup>
总氨基酸 TAA	15.04 ± 0.29 <sup>a</sup>	16.10 ± 0.34 <sup>b</sup>	16.16 ± 0.34 <sup>b</sup>
必需氨基酸 EAA	7.39 ± 0.14 <sup>a</sup>	7.86 ± 0.19 <sup>b</sup>	7.91 ± 0.13 <sup>b</sup>
鲜味氨基酸 DAA	5.56 ± 0.13 <sup>a</sup>	5.96 ± 0.13 <sup>b</sup>	6.03 ± 0.17 <sup>b</sup>
$W_{EAA}/W_{TAA}$ (%)	49.14	48.93	49.10
$W_{EAA}/W_{NEAA}$ (%)	96.63	95.83	96.45

注:  $W_{EAA}$  为必需氨基酸总量,  $W_{TAA}$  为氨基酸总量,  $W_{NEAA}$  为非必需氨基酸总量, \* 为鲜味氨基酸; 在同一行中, 上标字母不同, 表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

Notes:  $W_{EAA}$  is total essential amino acids,  $W_{TAA}$  is total amino acids,  $W_{NEAA}$  is total nonessential amino acids, \* is the amino acids relating to taste; Within a row, values with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

水产动物味道鲜美程度主要取决于肌肉中游离鲜味氨基酸 (Glu、Asp、Gly、Ala) 的组成和含量, 鲜味氨基酸中的谷氨酸 (Glu) 和天门冬氨酸 (Asp) 为呈鲜味的特征氨基酸<sup>[7]</sup>, 其中谷氨酸 (Glu) 的鲜味最强, 而甘氨酸 (Gly) 和丙氨酸 (Ala) 是呈甘味的特征氨基酸。“南太湖 2 号”A

和“南太湖 2 号”B 的鲜味氨基酸总量分别为 5.96% 和 6.03%, 显著高于非选育群体鲜味氨基酸总量 (5.56%), 理论上讲, 罗氏沼虾“南太湖 2 号”的总体鲜味程度要明显的好于国内未经选育的养殖群体 ( $P < 0.05$ )。

罗氏沼虾“南太湖 2 号”A、“南太湖 2 号”B

和非选育群体肌肉中必需氨基酸占总氨基酸的比值 ( $W_{EAA}/W_{TAA}$ ) 分别为 48.93%、49.10% 和 49.14%,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值 ( $W_{EAA}/W_{NEAA}$ ) 分别为 95.83%、96.45% 和 96.63%。根据 FAO/WHO 的理想模式,质量较好的蛋白质其组成的氨基酸的  $W_{EAA}/W_{TAA}$  为 40% 左右,  $W_{EAA}/W_{NEAA}$  在 60% 以上<sup>[8]</sup>。本研究中,罗氏沼虾“南太湖 2 号”和非选育群体肌肉中氨基酸的组成都符合上述指标的要求,即氨基酸平衡效果较好。

### 2.3 肌肉营养价值

将罗氏沼虾“南太湖 2 号”和非选育群体的氨基酸含量换算成每克氮中含氨基酸毫克数(乘以 62.50%)后,与 FAO/WHO 建议的氨基酸评分

标准模式和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式进行比较,分别计算出各组的氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI),结果见表 3。从表 3 中可以得出,以 AAS 进行评价时,各群体的第一限制性氨基酸均为异亮氨酸(Ile),第二限制性氨基酸均为亮氨酸(Leu);采用 CS 值来评价时,第一限制性氨基酸也都是异亮氨酸(Ile),第二限制性氨基酸均为甲硫氨酸和胱氨酸(Met + Cys)。由此可以得出,罗氏沼虾的限制性氨基酸主要是异亮氨酸、亮氨酸、甲硫氨酸和胱氨酸。罗氏沼虾“南太湖 2 号”和非选育群体都是赖氨酸的氨基酸分(AAS)和化学分(CS)最高。罗氏沼虾“南太湖 2 号”和非选育群体间的必需氨基酸指数(EAAI)差异不显著( $P > 0.05$ )。

表 3 罗氏沼虾三群体肌肉必需氨基酸组成评价

**Tab. 3 Evaluation of muscle EAA of three populations of *M. roosebergii* mg/g, on N basis**

必需氨基酸 essential amino acids	FAO 评分模式 FAO evaluation mode	鸡蛋蛋白 egg protein	非选育群体 non-selected population		“南太湖 2 号”A “South Tailake No. 2” A		“南太湖 2 号”B “South Tailake No. 2” B	
			AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS
			Ile	250	331	0.58 *	0.43 *	0.59 *
Leu	440	534	0.59 **	0.49	0.59 **	0.49	0.58 **	0.48
Lys	340	441	1.37	1.06	1.36	1.05	1.36	1.05
Met + Cys	220	386	0.82	0.47 **	0.82	0.47 **	0.82	0.47 **
Phe + Tyr	380	565	1.06	0.72	1.05	0.71	1.02	0.69
Thr	250	292	0.62	0.53	0.60	0.51	0.62	0.53
Val	310	410	0.72	0.55	0.72	0.55	0.74	0.56
必需氨基酸指数 essential amino acid index			57.65		57.64		57.68	

注: \* 表示第一限制性氨基酸; \*\* 第二限制性氨基酸。

Notes: \* the first limited amino acid; \*\* the second limited amino acid.

### 2.4 肌肉脂肪酸组成比较

罗氏沼虾“南太湖 2 号”和非选育群体肌肉中都含有 21 种脂肪酸(表 4),即包括 6 种饱和脂肪酸(SFA)、5 种单不饱和脂肪酸(MUFA)和 10 种多不饱和脂肪酸(PUFA)。从脂肪酸组成上看,罗氏沼虾“南太湖 2 号”的 SFA 和 MUFA 含量均显著低于非选育群体( $P < 0.05$ );“南太湖 2 号”的  $\omega_3$ PUFA 和 PUFA 总含量都显著高于非选育群体( $P < 0.05$ ),“南太湖 2 号”与非选育群体之间的  $\omega_6$ PUFA 含量差异不显著( $P > 0.05$ )。

EPA 和 DHA 是多不饱和脂肪酸,主要存在于水产动物脂肪内,现已发现自然界中仅硅藻、红藻和褐藻等可以自身合成 EPA 和 DHA,水产动物则是通过食物链的富集作用形成的<sup>[9]</sup>。随着

其药理作用和临床应用的研究发现,EPA 和 DHA 已被称为人和其他动物生长发育的必需脂肪酸<sup>[10]</sup>。在本研究中,“南太湖 2 号”A 和“南太湖 2 号”B 的 EPA 及 DHA 含量都显著高于非选育群体( $P < 0.05$ ),但“南太湖 2 号”A 和“南太湖 2 号”B 间 EPA 及 DHA 含量差异不显著( $P > 0.05$ );罗氏沼虾“南太湖 2 号”的 EPA 和 DHA 总含量(28.10%)显著高于非选育群体(23.37%)( $P < 0.05$ );罗氏沼虾选育群体和非选育群体肌肉中 EPA 和 DHA 总含量均明显高于日本沼虾(*Macrobrachium nipponense*)<sup>[11]</sup>和南美蓝对虾(*Penaeus stylirostris*)<sup>[12]</sup>,表明罗氏沼虾具有较高的营养价值,尤其是经过家系选育的新品种具有更优质的营养品质。

表 4 罗氏沼虾三群体肌肉脂肪酸组成及含量  
Tab.4 Muscle fatty acids profiles of three populations of *M. roosebergii*

脂肪酸 fatty acid	非选育群体 non-selected population	“南太湖 2 号” A “South Tailake No. 2” A	“南太湖 2 号” B “South Tailake No. 2” B
C12:0	1.84 ± 0.09	1.71 ± 0.06	1.67 ± 0.03
C14:0	1.22 ± 0.05	1.1 ± 0.04	1.09 ± 0.03
C16:0	18.69 ± 0.29	16.28 ± 0.23	16.2 ± 0.55
C17:0	1.17 ± 0.05	1.21 ± 0.05	1.25 ± 0.06
C18:0	5.62 ± 0.14	4.98 ± 0.06	5.04 ± 0.06
C20:0	3.97 ± 0.08	4.27 ± 0.05	4.41 ± 0.19
Σ SFA	32.52 ± 0.25 <sup>b</sup>	29.55 ± 0.40 <sup>a</sup>	29.66 ± 0.70 <sup>a</sup>
C16:1 (n=7)	11.4 ± 0.14	9.07 ± 0.08	9.07 ± 0.12
C17:1	1.61 ± 0.03	1.65 ± 0.06	1.66 ± 0.04
C18:1 (n=9)	11.47 ± 0.17	10.92 ± 0.03	10.92 ± 0.03
C18:1 (n=6)	3.60 ± 0.04	3.72 ± 0.04	3.64 ± 0.08
C20:1 (n=9)	1.41 ± 0.03	1.48 ± 0.04	1.51 ± 0.04
Σ MUFA	29.49 ± 0.23 <sup>b</sup>	26.85 ± 0.06 <sup>a</sup>	26.79 ± 0.06 <sup>a</sup>
C18:3 (n=3)	0.57 ± 0.06	0.61 ± 0.02	0.62 ± 0.01
C20:5 (n=3)	13.66 ± 0.05	15.67 ± 0.36	15.49 ± 0.56
C22:4 (n=3)	1.29 ± 0.04	1.45 ± 0.04	1.40 ± 0.05
C22:5 (n=3)	2.30 ± 0.04	3.10 ± 0.02	3.16 ± 0.05
C22:6 (n=3)	9.71 ± 0.30	12.5 ± 0.14	12.53 ± 0.14
Σ ω <sub>3</sub> PUFA	27.54 ± 0.41 <sup>a</sup>	33.32 ± 0.48 <sup>b</sup>	33.21 ± 0.53 <sup>b</sup>
C16:2 (n=6)	0.80 ± 0.02	0.85 ± 0.04	0.82 ± 0.04
C18:2 (n=6)	1.04 ± 0.04	0.52 ± 0.01	0.51 ± 0.02
C20:2 (n=6)	0.72 ± 0.16	1.29 ± 0.03	1.29 ± 0.06
C20:4 (n=6)	4.49 ± 0.04	4.20 ± 0.07	4.26 ± 0.05
C22:3 (n=6)	1.06 ± 0.05	1.20 ± 0.04	1.19 ± 0.02
Σ ω <sub>6</sub> PUFA	8.12 ± 0.10 <sup>a</sup>	8.06 ± 0.09 <sup>a</sup>	8.0 ± 0.15 <sup>a</sup>
Σ PUFA	35.65 ± 0.32 <sup>a</sup>	41.38 ± 0.40 <sup>b</sup>	41.29 ± 0.68 <sup>b</sup>
EPA + DHA	23.37 ± 0.35 <sup>a</sup>	28.17 ± 0.44 <sup>b</sup>	28.02 ± 0.47 <sup>b</sup>
Σ ω <sub>3</sub> : Σ ω <sub>6</sub>	3.39 ± 0.09 <sup>a</sup>	4.14 ± 0.10 <sup>b</sup>	4.11 ± 0.01 <sup>b</sup>

注: Σ SFA 为饱和脂肪酸; Σ MUFA 为单不饱和脂肪酸; Σ PUFA 为多不饱和脂肪酸; 在同一行中, 上标字母不同, 表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

Notes: Σ SFA is total percentage of saturated fatty acids; Σ MUFA is total percentage of mono-unsaturated fatty acids; Σ PUFA is total percentage of poly-unsaturated fatty acids; Within a row, values with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

### 3 讨论

随着人们生活水平的提高, 罗氏沼虾的品质已成为罗氏沼虾良种选育的重要指标之一, 将与养殖产品的价值和养殖业的效益密切相关。目前, 罗氏沼虾遗传育种的目标主要集中在生长速度和成活率两大指标<sup>[13-14]</sup>, 对于罗氏沼虾营养品质改良的选育未见报道。为此, 我们对罗氏沼虾不同选育群体的肌肉营养成分进行了比较研究。本研究表明, 罗氏沼虾“南太湖 2 号”除粗灰分含量与非选育群体差异不显著外, 粗蛋白、水分和粗

脂肪营养价值均显著优于非选育群体, 从总体上看, 罗氏沼虾营养结构为高蛋白、低脂肪型水生动物。另外, 本研究中罗氏沼虾“南太湖 2 号”的粗蛋白含量较郭慧等<sup>[15]</sup>研究的结果高, 说明对罗氏沼虾通过多代大规模家系选育能够提高其相关营养品质, 同时也证明了虾类肉质的遗传变异较低<sup>[16]</sup>, 需要进行连续多代选择才能获得较好的遗传进展<sup>[17]</sup>。

蛋白质作为构成生命物质的基础, 是反映肌肉营养品质的一个重要指标, 而蛋白质营养价值取决于氨基酸的含量与组成, 特别是人体必需氨

氨基酸含量的高低和构成比例<sup>[18]</sup>。在本研究中,罗氏沼虾各群体肌肉中必需氨基酸占氨基酸总量的比例基本一致,均显著高于 WHO/FAO 标准(35.38%),略高于全鸡蛋蛋白质标准(48.08%),罗氏沼虾这一比例略低于黑尾近红鮠(*Ancherythroculter nigrocauda*)<sup>[19]</sup>,而高于日本沼虾<sup>[11]</sup>、凡纳滨对虾(*Penaeus vannamei*)<sup>[12]</sup>、丁鲋(*Tinca tinca*)<sup>[20]</sup>、凤鲚(*Coilia mystus*)、刀鲚(*C. ecten*)和湖鲚(*C. ectenes taihuensis*)<sup>[21]</sup>等水产动物,但罗氏沼虾“南太湖 2 号”肌肉中必需氨基酸含量和鲜味氨基酸含量均显著高于非选育群体,这一组成特点同大黄鱼(*Larimichthys crocea*)不同家系的研究结果相似<sup>[22-23]</sup>。另外,罗氏沼虾三个群体肌肉中的赖氨酸含量都很高,这一结果同白甲鱼(*Onychostoma sima*)<sup>[24]</sup>、日本沼虾<sup>[11]</sup>、南美蓝对虾和凡纳滨对虾<sup>[12]</sup>等水产动物的研究报道结果相似,这对于以谷物食品为主的膳食者来说,也可以弥补谷物食品中赖氨酸的不足,从而提高人体对蛋白质的利用率<sup>[25]</sup>。由此可见,罗氏沼虾是一种蛋白质营养价值较高的水产经济虾类,尤其是经过多代选育后的“南太湖 2 号”的肌肉营养价值更高。

在本研究中,罗氏沼虾肌肉中均检测出了 21 种脂肪酸,但罗氏沼虾非选育群体的脂肪酸含量组成(PUFA > SFA > MUFA)有别于“南太湖 2 号”、人工养殖的中华鲟(*Acipenser sinensis*)<sup>[26]</sup>、黑鲈(*Dicentrarchus labrax*)<sup>[27]</sup>等水产动物脂肪酸含量组成(PUFA > MUFA > SFA),这说明通过选择育种使罗氏沼虾肌肉脂肪酸组成发生了一定的变化,单不饱和脂肪酸含量有所上升。罗氏沼虾“南太湖 2 号” $\omega_3$ PUFA 与  $\omega_6$ PUFA 的比值显著大于非选育群体,主要是因为“南太湖 2 号”肌肉中  $\omega_3$ PUFA 含量显著高于非选育群体,其中 EPA 和 DHA 含量尤为突出,表明罗氏泥虾“南太湖 2 号”的食用价值和保健作用大于非选育群体。另外,罗氏沼虾“南太湖 2 号”脂肪酸中 PUFA 含量也显著高于非选育群体。这些结果表明,通过大规模家系选育进行罗氏沼虾品质改良是可行的,罗氏沼虾多代选育后的营养价值显著高于非选育群体。

林利民等<sup>[22]</sup>认为大黄鱼不同家系之间主要营养成分指标存在一定差异,遗传因素决定了可通过家系选择进行大黄鱼肉质改良。在本研究

中,罗氏沼虾“南太湖 2 号”和非选育群体都是采用 VIE 标记后在相同饲养环境、使用相同的饲料、同期饲养的结果,而且分析采用了综合样品,排除了个体间差异。因此,群体间的差异代表了遗传差异。罗氏沼虾“南太湖 2 号”与非选育群体间的营养品质差异大于郭慧等<sup>[15]</sup>的研究结果,这也说明经过多代的科学选育,罗氏沼虾营养品质的遗传变异得到了加强,多代选育可使有利于提高营养品质的变异逐步积累,并有可能最终固定下来,形成新的品系,从而达到改良罗氏沼虾营养品质的目的。但罗氏沼虾肉质营养成分受遗传因素的影响是缓慢的,完成罗氏沼虾肉质改良工程将需要较多世代和较长的时间。

#### 参考文献:

- [1] 谢忠明. 淡水经济虾类养殖技术[M]. 北京:中国农业出版社,2002:1-87.
- [2] 李星云,张海琪,朱俊杰,等. 罗氏沼虾浙江养殖群体与缅甸自然群体遗传差异的 RAPD 分析[J]. 水产学报,2004,28(4):360-365.
- [3] 杨国梁,王军毅,高强,等. 罗氏沼虾大规模家系构建与培育技术研究[J]. 海洋水产研究,2008,29(3):62-66.
- [4] 罗坤,孔杰,杨国梁,等. 应用动物模型对罗氏沼虾育种值估计的差别分析[J]. 海洋水产研究,2008,29(3):85-91.
- [5] FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. Energy and protein requirements [M]. Rome: FAO Nutrition Meeting Report Series,1973:52.
- [6] PELLETT P L, YONG V R. Nutritional Evaluation of protein foods [M]. Japan: The United National University Publishing Company,1980:26-29.
- [7] 郡司笃孝,刘纯洁,张绢婷(译). 食品添加剂手册[M]. 北京:中国展望出版社,1988:157-160.
- [8] 李正忠. 花粉、灵芝与珍珠中必需氨基酸的定量测定与分析比较[J]. 氨基酸和生物资源,1988,17(4):41-43.
- [9] 邴旭文,张宪中. 斑驳尖塘鳢肌肉营养成分与品质的评价[J]. 中国海洋大学学报,2006,36(1):107-111.
- [10] 尹洪滨,孙中武,沈希顺,等. 山女鳊肌肉营养成分分析[J]. 水生生物学报,2004,28(5):577-580.
- [11] 庄平,宋超,章龙珍. 长江口安氏白虾与日本沼虾营养成分比较[J]. 动物学报. 2008,54(5):822-829.
- [12] 邴旭文,王进波. 池养南美蓝对虾与南美白对虾肌

- 肉营养品质的比较[J]. 水生生物学报, 2006, 30(4): 453-458.
- [13] 王军毅, 杨国梁, 高强, 等. 罗氏沼虾“南太湖1号”选育群体的生长性能与养殖效益分析[J]. 水产养殖, 2008(4): 7-10.
- [14] 杨国梁, 孔杰, 高强, 等. 罗氏沼虾不同养殖条件下的生长和存活率相关分析[J]. 海洋水产研究, 2008, 29(3): 74-79.
- [15] 郭慧, 陈立侨, 杨国梁, 等. 罗氏沼虾三群体间肌肉营养品质的比较[J]. 湛江海洋大学学报, 2006, 4(26): 49-53.
- [16] GJEDREM T. Genetic variation in quantitative traits and selective breeding in fish and shellfish [J]. *Aquaculture*, 1983, 33(1-4): 51-72.
- [17] 吴仲庆. 水产生物遗传育种学[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 2000(3): 146-200.
- [18] 邴旭文, 蔡宝玉, 王利平. 中华倒刺鲃肌肉营养成分与品质的评价[J]. 中国水产科学, 2005, 12(2): 211-215.
- [19] 谭德清, 王剑伟, 但胜国. 黑尾近红鲷含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 水生生物学报, 2004, 28(3): 240-246.
- [20] 黄峰, 苏德学, 田永胜, 等. 丁鲷的含肉率及其营养价值的分析[J]. 动物学杂志, 2004, 39(1): 76-79.
- [21] 刘凯, 段金荣, 徐东坡, 等. 长江下游产卵期凤鲚、刀鲚和湖鲚肌肉生化成分及能量密度[J]. 动物学杂志, 2009, 44(4): 118-124.
- [22] 林利民, 王秋荣, 王志勇, 等. 不同家系大黄鱼肌肉营养成分的比较[J]. 中国水产科学, 2006, 13(2): 286-291.
- [23] 李明云, 郑岳夫, 管丹东, 等. 大黄鱼四家系肌肉营养成分差异及品质选育分析[J]. 水产学报, 2009, 33(4): 632-638.
- [24] 周兴华, 郑曙明, 吴青, 等. 白甲鱼肌肉营养成分与品质的评价[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2007, 29(8): 123-128.
- [25] 严安生, 熊传喜, 钱健旺, 等. 鳊鱼含肉率及鱼肉营养价值研究[J]. 华南农业大学学报, 1995, 14(1): 80-84.
- [26] 庄平, 宋超, 章龙珍, 等. 中华鲟幼鱼饵料生物及人工饲料的蛋白质和脂肪酸营养价值评价[J]. 水产学报, 2009, 33(3): 496-502.
- [27] ALASALVAR C, TAYLOR K D A, ZUBCOV E, *et al.* Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition[J]. *Food Chemistry*, 2002, 79(2): 145-150.

## Analysis on muscle nutritive quality of a selected strain of *Macrobrachium rosenbergii*, “South Tailake No. 2”

GAO Qiang<sup>1,2</sup>, YANG Guo-liang<sup>1,2\*</sup>, WANG Jun-yi<sup>1,2</sup>, ZHANG Yu-fei<sup>1,2</sup>,  
CHEN Xue-feng<sup>1,2</sup>, GONG Jin-hua<sup>2</sup>, YE Shao-qun<sup>2</sup>, ZHANG Hai-peng<sup>2</sup>

(1. Zhejiang Institute of Freshwater Fisheries, Huzhou 313001, China;

2. Zhejiang South Tailake Freshwater Fish Breeding Co., Ltd, Huzhou 313001, China)

**Abstract:** A comparison study of the muscle nutritive composition and quality between the new selected strain of *Macrobrachium rosenbergii*, “South Tailake No. 2” and the non-selected population was carried out. The results showed that there was no significant difference of the crude ash content between the “South Tailake No. 2” and the non-selected population ( $P > 0.05$ ). The muscle crude protein of the “South Tailake No. 2” was significantly higher than that of the non-selected population ( $P < 0.05$ ), and muscle crude fat and moisture were significantly lower ( $P < 0.05$ ); Muscle amino acid profiles were basically similar between the “South Tailake No. 2” and non-selected population by analyzing 17 amino acids, which were in accordance with the FAO/WHO Standard. Significantly higher levels of total amino acids, total essential amino acids (EAA) and total amino acids relating to taste in the muscle of the “South Tailake No. 2” were observed compared with those of the non-selected population ( $P < 0.05$ ). Based on the nutritional evaluation by amino acids score (AAS) and chemical score (CS), isoleucine was identified as it first limiting amino acid; Of muscle fatty acids profile, the percentages of total polyunsaturated fatty acids (PUFA) and EPA + DHA of the “South Tailake No. 2” were  $41.34\% \pm 0.54\%$  and  $28.09\% \pm 0.45\%$  respectively. The percentages of total PUFA, EPA + DHA and total  $\omega_3$ PUFA of the “South Tailake No. 2” were significantly higher than those of the non-selected population ( $P < 0.05$ ), while the percentage of total  $\omega_6$ PUFA was not of significant difference between the two groups ( $P > 0.05$ ). In conclusion, the nutritive quality of the “South Tailake No. 2” is more favorable, which is intrinsic to genetic factors. Thus muscle quality improvement of *Macrobrachium rosenbergii* by family selection seems feasible.

**Key words:** *Macrobrachium rosenbergii*; “South Tailake No. 2”; family selection; nutritive quality

**Corresponding author:** YANG Guo-liang. E-mail: ygl0572@163.com