

崔光艳,姜增华,王假真,等. 2 种养殖模式下罗氏沼虾肌肉营养成分的比较[J]. 江苏农业科学,2018,46(9):212-214.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.09.051

## 2 种养殖模式下罗氏沼虾肌肉营养成分的比较

崔光艳<sup>1</sup>, 姜增华<sup>2</sup>, 王假真<sup>3</sup>, 胡兆明<sup>3</sup>, 魏文志<sup>1</sup>

(1. 扬州大学动物科学与技术学院, 江苏扬州 225009; 2. 江苏省扬州市水产生产技术指导站, 江苏扬州 225009;

3. 扬州高邮湖生态渔业有限公司, 江苏扬州 225009)

**摘要:**对湖泊养殖和池塘养殖的罗氏沼虾肌肉的常规营养成分、氨基酸含量和脂肪酸含量进行比较分析。结果发现,湖泊养殖罗氏沼虾粗脂肪含量低于池塘养殖,灰分含量高于池塘养殖( $P < 0.05$ );2 种养殖模式的罗氏沼虾氨基酸总量(TAA)、必需氨基酸(EAA)含量和鲜味氨基酸(DAA)含量均无显著性差异( $P > 0.05$ ),根据氨基酸评分(AAS)可知,湖泊和池塘养殖的罗氏沼虾第一限制性氨基酸均为苏氨酸,第二限制性氨基酸均为蛋氨酸+胱氨酸;根据化学评分(CS)可知,湖泊养殖和池塘养殖罗氏沼虾第一限制性氨基酸均为蛋氨酸+胱氨酸,第二限制性氨基酸均为苏氨酸。湖泊养殖和池塘养殖的罗氏沼虾的必需氨基酸指数(EAAI)接近,分别为 65.31、65.92;湖泊养殖和池塘养殖的罗氏沼虾饱和脂肪酸( $\Sigma$ SFA)、单不饱和脂肪酸( $\Sigma$ MUFA)和多不饱和脂肪酸( $\Sigma$ PUFA)总量均没有显著差异( $P > 0.05$ );但湖泊养殖罗氏沼虾中二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA)均显著高于池塘养殖( $P < 0.05$ )。从蛋白质营养角度来看,湖泊养殖和池塘养殖罗氏沼虾相似;从脂肪营养角度来看,湖泊养殖罗氏沼虾高于池塘养殖。

**关键词:**罗氏沼虾;养殖模式;营养成分;氨基酸;脂肪酸

**中图分类号:** S966.12 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)09-0212-03

罗氏沼虾(*Macrobrachium rosenbergii*)为世界上个体最大的淡水虾,因具有壳薄体肥、肉质鲜嫩、营养价值高、食性广、生长快、养殖周期短等优点<sup>[1]</sup>而市场前景广阔。自 1976 年我国引入罗氏沼虾养殖以来,得到了迅速的发展。在江苏省高邮市,养殖池塘面积达到了 1 万  $\text{hm}^2$  以上,产量 4 500  $\text{kg}/\text{hm}^2$  以上,成为高邮市水产养殖的主导产业,形成了完整的产业链<sup>[2]</sup>。由于高邮市是南水北调的源头,传统的池塘养殖密度高,大量投饵,水体富营养化严重,因此需要新的罗氏沼虾养殖模式。

高邮湖位于江苏中部,紧邻高邮市,是江苏第三大淡水湖泊。高邮湖一直以网围养殖河蟹为主,受过水性湖泊特点和近年来河蟹市场价格不稳定等多方面的影响,湖区养殖渔民效益不理想。罗氏沼虾为海水中繁殖、淡水中生长的适高温虾,不能在高邮湖中自然繁殖和越冬,不会改变湖区土著虾类遗传结构。因此,尝试在高邮湖利用河蟹网围养殖罗氏沼虾,已经取得了成功<sup>[3]</sup>。本研究的目的在于对高邮湖网围养殖罗氏沼虾的营养成分和营养价值进行分析和评价,并和池塘养殖罗氏沼虾进行比较,为进一步进行罗氏沼虾的湖泊养殖提供指导。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料与样品处理

湖泊养殖罗氏沼虾来自于扬州高邮湖生态渔业有限公司,为高邮湖 2.0  $\text{hm}^2$  网围中养殖,放养密度 4 500 尾/ $\text{hm}^2$ ,

以投喂颗粒饲料为主,规格( $62.63 \pm 21.52$ ) g/尾。池塘养殖罗氏沼虾从池塘养殖渔民处购得,养殖池塘面积 0.67  $\text{hm}^2$ ,放养密度 120 万尾/ $\text{hm}^2$ ,以投喂颗粒饲料为主,规格( $17.99 \pm 9.33$ ) g/尾。取罗氏沼虾腹部肌肉,滤纸吸干肌肉表面的水分后,取鲜样测定粗水分、粗蛋白、粗脂肪和粗灰分含量,同时另取鲜样经真空冷冻干燥至恒质量,然后碾磨、混匀,用于氨基酸和脂肪酸组成的测定。每组随机取雌、雄罗氏沼虾各 5 尾。

#### 1.2 营养成分测定方法

水分含量测定采用 105  $^{\circ}\text{C}$  烘干法(GB 5009.3—2010《食品中水分的测定》);粗蛋白含量测定采用凯氏定氮法(GB 5009.5—2010《食品中蛋白质的测定》);粗脂肪含量测定采用无水乙醚法(GB/T 14772—2008《食品中粗脂肪的测定》);粗灰分含量测定采用 550  $^{\circ}\text{C}$  灼烧法(GB 5009.4—2010《食品中灰分的测定》)。采用高效液相色谱仪测定氨基酸含量,17 种氨基酸含量的测定采用酸水解法。气相色谱法测定脂肪酸含量,参照 Folch 等方法用三氯甲烷-甲醇浸提脂肪,提取的脂肪用 14% 三氟化硼溶液进行甲酯化,用正己烷溶液静止分层,取上清后使用 Agilent7890A 型气相色谱仪分析<sup>[4]</sup>。以混合脂肪酸的甲酯标准品作定性,以峰面积归一法计算各脂肪酸相对含量。

#### 1.3 营养品质评价方法

依据 FAO/WHO 1973 年建议的必需氨基酸评分标准模式(% ,干质量)<sup>[5]</sup>和全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸模式(% ,干质量)<sup>[6]</sup>分别计算氨基酸评分(AAS)<sup>[7]</sup>、化学评分(CS)<sup>[8]</sup>和必需氨基酸指数(EAAI)<sup>[9]</sup>,公式如下:

$$\text{AAS} = \text{样品某氨基酸含量}(\%, \text{干质量}) / \text{FAO/WHO 标准模式中同种氨基酸含量}(\%, \text{干质量});$$

$$\text{CS} = \text{样品某氨基酸含量}(\%, \text{干质量}) / \text{全鸡蛋蛋白质中}$$

收稿日期:2016-12-12

基金项目:江苏省水产三新工程(编号:Y2015-23、D2014-11)。

作者简介:崔光艳(1990—),女,江苏灌云人,硕士研究生,从事水产动物营养与生态研究。

通信作者:魏文志,副,博士,教授,从事生物饵料与水环境的教学与研究。E-mail:wzwei@yzu.edu.cn。

同种氨基酸含量(% ,干质量);

$$EAAI = [ (100A/AE) \times (100B/BE) \times (100C/CE) \times \cdots \times (100H/HE) ] / n。$$

式中:*n* 为比较的必需氨基酸个数;*A*、*B*、*C*、 $\cdots$ 、*H* 为样品中各必需氨基酸含量(% ,干质量);*AE*、*BE*、*CE*、 $\cdots$ 、*HE* 为全鸡蛋蛋白质相对应的必需氨基酸含量(% ,干质量)。

1.4 数据分析

试验结果以“平均值 ± 标准差”表示,采用 SPSS18.0 软件对试验数据进行独立样本 *t* 检验,*P* < 0.05 为差异显著。

2 结果与分析

2.1 一般营养成分

研究发现,湖泊养殖和池塘养殖的罗氏沼虾肌肉水分、粗蛋白、粗脂肪、粗灰分含量分别为 78.63%、77.52%、17.42%、18.14%、1.01%、2.47%、1.28%、1.19% (表 1)。统计分析显示,湖泊养殖罗氏沼虾肌肉粗脂肪含量显著低于池塘养殖 (*P* < 0.05),而粗灰分含量则显著高于池塘养殖 (*P* < 0.05),2 种养殖模式的罗氏沼虾肌肉水分和粗蛋白含量没有显著差异 (*P* > 0.05)。

表 1 2 种养殖模式罗氏沼虾肌肉常规营养组成

群体	含量(% ,鲜质量)			
	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗灰分
湖泊养殖	78.63 ± 1.41	17.42 ± 0.84	1.01 ± 0.33a	1.28 ± 0.08a
池塘养殖	77.52 ± 1.01	18.14 ± 1.09	2.47 ± 0.63b	1.19 ± 0.07b

注:同列数据中不同字母表示差异显著(*P* < 0.05)。

2.2 氨基酸组成及营养评价

研究发现,罗氏沼虾肌肉中的氨基酸共测得 17 种,其中 9 种人体必需氨基酸(EAA)包括苏氨酸(thr)、缬氨酸(val)、蛋氨酸(met)、异亮氨酸(ile)、亮氨酸(leu)、苯丙氨酸(phe)、赖氨酸(lys)、组氨酸(his)和精氨酸(arg);8 种非必需氨基酸(NEAA)包括天冬氨酸(asp)、谷氨酸(glu)、丝氨酸(ser)、甘氨酸(gly)、脯氨酸(pro)、丙氨酸(ala)、酪氨酸(tyr)和半胱氨酸(cys)。17 种氨基酸中含量较高的 4 种分别为谷氨酸、精氨酸、天冬氨酸和亮氨酸。比较 2 种养殖模式罗氏沼虾 17 种氨基酸含量,湖泊养殖的甘氨酸、组氨酸和赖氨酸的含量显著低于池塘养殖 (*P* < 0.05),其余氨基酸的含量之间没有显著差异 (*P* > 0.05) (表 2)。2 种养殖模式的罗氏沼虾氨基酸

总量、必需氨基酸和鲜味氨基酸含量无显著性差异 (*P* > 0.05),湖泊养殖的罗氏沼虾肌肉中必需氨基酸、鲜味氨基酸占氨基酸总量比率与池塘养殖也没有显著差异 (*P* > 0.05)。

表 2 2 种养殖模式罗氏沼虾肌肉氨基酸组成及含量

氨基酸	含量(% ,干质量)	
	湖泊养殖	池塘养殖
天冬氨酸 <sup>Δ</sup>	7.41 ± 0.49	7.53 ± 0.36
谷氨酸 <sup>Δ</sup>	11.30 ± 0.83	11.25 ± 0.69
甘氨酸 <sup>Δ</sup>	3.65 ± 0.28a	4.13 ± 0.30b
丙氨酸 <sup>Δ</sup>	4.29 ± 0.16	4.29 ± 0.20
丝氨酸	2.53 ± 0.16	2.62 ± 0.23
脯氨酸	3.12 ± 0.30	3.36 ± 0.22
酪氨酸	2.96 ± 0.29	2.90 ± 0.11
胱氨酸	0.24 ± 0.02	0.26 ± 0.02
组氨酸 <sup>*</sup>	1.52 ± 0.07a	1.68 ± 0.13b
精氨酸 <sup>*</sup>	7.60 ± 0.68	7.90 ± 0.79
苏氨酸 <sup>*</sup>	2.35 ± 0.19	2.37 ± 0.10
缬氨酸 <sup>*</sup>	3.66 ± 0.19	3.61 ± 0.15
蛋氨酸 <sup>*</sup>	2.33 ± 0.13	2.28 ± 0.08
异亮氨酸 <sup>*</sup>	3.45 ± 0.16	3.47 ± 0.12
亮氨酸 <sup>*</sup>	6.47 ± 0.39	6.55 ± 0.25
苯丙氨酸 <sup>*</sup>	3.40 ± 0.26	3.40 ± 0.11
赖氨酸 <sup>*</sup>	5.76 ± 0.42a	6.26 ± 0.31b
氨基酸总量	72.89 ± 3.57	73.50 ± 2.43
必需氨基酸	27.54 ± 1.44	27.99 ± 0.91
鲜味氨基酸	27.36 ± 1.60	27.38 ± 1.76
必需氨基酸/氨基酸总量	37.72 ± 1.05	37.61 ± 0.95
鲜味氨基酸/氨基酸总量	37.46 ± 0.83	36.98 ± 0.81

注:Δ 为鲜味氨基酸,“\*”为必需氨基酸;同行中具不同字母表示差异显著(*P* < 0.05),无字母表示差异不显著(*P* > 0.05)。下同。

2.3 营养品质评价

将表 2 中的数值换算成氨基酸标准含量(mg/g N)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,结果见表 3。根据氨基酸评分(AAS),湖泊和池塘养殖罗氏沼虾的第一限制性氨基酸均为苏氨酸,湖泊和池塘养殖第二限制性氨基酸均为蛋氨酸 + 胱氨酸;根据化学评分(CS),湖泊养殖和池塘养殖罗氏沼虾第一限制性氨基酸均为蛋氨酸 + 胱氨酸,第二限制性氨基酸均为苏氨酸。湖泊养殖和池塘养殖的罗氏沼虾的必需氨基酸指数(EAAI)分别为 65.31、65.92,二者差异不大(表 3)。

表 3 2 种养殖模式罗氏沼虾肌肉营养品质评价

必需氨基酸	氨基酸标准含量(mg/g N)				湖泊养殖		池塘养殖	
	湖泊养殖	池塘养殖	FAO/WHO 评分模式	鸡蛋蛋白	AAS	CS	AAS	CS
异亮氨酸	216	217	250	331	0.86	0.65	0.87	0.66
亮氨酸	404	409	440	534	0.92	0.76	0.93	0.77
赖氨酸	360	391	340	441	1.06	0.82	1.15	0.89
苏氨酸	147	148	250	292	0.59	0.50	0.59	0.51
缬氨酸	229	226	310	410	0.74	0.56	0.73	0.55
蛋氨酸 + 胱氨酸	161	159	220	386	0.73	0.42	0.72	0.41
苯丙氨酸 + 酪氨酸	398	394	380	565	1.05	0.70	1.04	0.70
必需氨基酸指数	65.31	65.92						

2.4 脂肪酸组成及营养评价

2 种养殖模式罗氏下的沼虾含有 3 种饱和脂肪酸(SFA),3 种单不饱和脂肪酸(MUFA)和 5 种多不饱和脂肪酸(PUFA) (表 4)。3 种单不饱和脂肪酸中,湖泊养殖的罗氏沼

虾肉豆蔻酸含量显著高于池塘养殖 (*P* < 0.05),其他 2 种差异不显著 (*P* > 0.05)。2 种养殖模式 3 种单不饱和脂肪酸含量差异不显著 (*P* > 0.05)。多不饱和脂肪酸中,湖泊养殖罗氏沼虾亚油酸、α - 亚麻酸、二十碳四烯酸含量显著低于池塘

养殖( $P<0.05$ ),但二十碳五烯酸、二十二碳六烯酸含量显著高于池塘养殖( $P<0.05$ )。

表 4 2 种养殖模式罗氏沼虾肌肉脂肪酸组成及含量

脂肪酸	含量(%)	
	湖泊养殖	池塘养殖
肉豆蔻酸 C14 : 0	1.41 ± 0.40a	0.93 ± 0.11b
棕榈酸 C16 : 0	23.75 ± 2.67	21.88 ± 1.85
硬脂酸 C18 : 0	10.93 ± 0.61	11.27 ± 1.78
Σ SFA	36.10 ± 3.54	34.07 ± 3.48
棕榈油酸 C16 : 1n - 7	3.01 ± 0.82	2.22 ± 0.55
油酸 C18 : 1n - 9	20.01 ± 2.93	20.17 ± 1.77
二十碳一烯酸 C20 : 1n - 9	5.04 ± 0.92	4.35 ± 1.34
Σ MUFA	28.70 ± 1.06	26.74 ± 1.82
亚油酸 C18 : 2n - 6	10.37 ± 1.77b	14.84 ± 1.43a
α - 亚麻酸 C18 : 3n - 3	1.84 ± 0.26b	4.40 ± 0.40a
二十碳四烯酸 C20 : 4n - 6	4.60 ± 1.26b	6.92 ± 0.85a
二十碳五烯酸 C20 : 5n - 3 (EPA)	12.59 ± 1.06a	9.93 ± 0.86b
二十二碳六烯酸 C22 : 6n - 3 (DHA)	4.48 ± 0.59a	3.10 ± 0.50b
Σ PUFA	33.87 ± 5.02	39.19 ± 4.91

注:SFA 为饱和脂肪酸,MUFA 为单不饱和脂肪酸,PUFA 为多不饱和脂肪酸。

3 讨论与结论

一般认为,活动空间大,能量消耗就会增加,特别是脂类的消耗,导致水产动物肌肉中脂肪含量低<sup>[10]</sup>。从一般营养成分比较来看,湖泊养殖罗氏沼虾肌肉粗脂肪含量低于池塘养殖的罗氏沼虾( $P<0.05$ ),是因为湖泊养殖罗氏沼虾活动范围大(2.0 hm<sup>2</sup>),而池塘养殖罗氏沼虾活动范围小(0.67 hm<sup>2</sup>)。唐雪等认为,粗灰分含量与 Ca<sup>2+</sup> 的吸收量有关<sup>[11]</sup>。一般水体中 Ca<sup>2+</sup> 的含量高,则甲壳中沉积的 Ca<sup>2+</sup> 含量也高<sup>[12]</sup>,湖泊养殖因为罗氏沼虾放养密度低,相对而言,水体中每尾罗氏沼虾可利用的 Ca<sup>2+</sup> 含量高,引起湖泊养殖罗氏沼虾粗灰分含量高于池塘养殖的罗氏沼虾( $P<0.05$ )。

蛋白质的营养价值体现在氨基酸组成与含量,特别是必需氨基酸的组成与含量。和其他组织相比,肌肉的氨基酸含量高而且相对稳定,这是由肌肉的相对保守性决定的<sup>[13]</sup>。如花鲢的生活环境、食物来源及活动空间等的不同对其肌肉氨基酸总量组成的影响很小,同种鱼在不同年龄或在某一生长阶段摄食含不同饲料蛋白和能量的饲料,其肌肉氨基酸组成也基本稳定<sup>[14]</sup>。湖泊和池塘养殖罗氏沼虾氨基酸总量和必需氨基酸总量无显著差异( $P>0.05$ );根据 AAS,湖泊和池塘养殖罗氏沼虾的第一、第二限制性氨基酸分别为苏氨酸和蛋氨酸+胱氨酸;根据 CS,湖泊养殖和池塘养殖罗氏沼虾第一、第二限制性氨基酸分别为蛋氨酸+胱氨酸和苏氨酸,EAAI 分别为 65.31 和 65.92,差异不大,说明 2 种养殖模式的蛋白质营养价值相似。动物蛋白质的鲜美在一定程度上取决于其鲜味氨基酸(谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸、丙氨酸)的组成与含量,2 种养殖模式鲜味氨基酸总量无显著差异( $P>0.05$ ),说明 2 种模式鲜美程度接近。

脂质是机体的主要能量贮存物质和能量来源之一,其中多不饱和脂肪酸是生物体繁殖和生长所必需的,不仅能在食物加热时产生香味,还具有降血脂、降血压和抗肿瘤等功能,能降低心血管疾病的发生率<sup>[15]</sup>。EPA 和 DHA 具有促进脑细

胞生长、维持脑细胞生理功能、减少血栓的形成、预防心脑血管塞及老年性痴呆等作用<sup>[16-17]</sup>,是人类和动物生长发育的必需脂肪酸<sup>[18]</sup>。已有研究表明,生活环境、食物来源及活动空间等的不同影响着脂肪酸的组成,受影响的脂肪酸以不饱和脂肪酸为主,饱和脂肪酸的影响相对较小<sup>[19]</sup>。本试验中,湖泊养殖的罗氏沼虾亚油酸、α - 亚麻酸、二十碳四烯酸含量显著低于池塘养殖罗氏沼虾( $P<0.05$ ),但人体必需的 EPA 和 DHA 含量均显著高于池塘养殖罗氏沼虾( $P<0.05$ ),说明湖泊养殖的罗氏沼虾营养价值更高。

参考文献:

[1] 邓平平,戴习林,臧维玲,等. 罗氏沼虾形态性状对体重的影响[J]. 江苏农业科学,2012,40(7):205-211.

[2] 董学洪. 高邮市罗氏沼虾产业存在的问题及发展对策[J]. 科学养鱼,2014(11):3-4.

[3] 蔡媛媛,沈春忠,王假真,等. 高邮湖大规格罗氏沼虾网围养殖技术及效益分析[J]. 水产养殖,2016(3):25-26.

[4] Folch J, Lees M, Stanley G S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue[J]. Journal of Biological Chemistry,1957,226(1):497-509.

[5] FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. Energy and protein requirements(52)[M]. Rome: FAO Nutrition Meeting Report Series,1973:40-73.

[6] 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:人民卫生出版社,1991:30-31.

[7] Bano Z, Rajarathnam S. Pleurotus mushroom as a nutritious food [M]//The Tropical Mushroomsbiological Nature and Cultivation Methods. Hongkong:The Chinese University Press,1982:363-380.

[8] FAO. Amino acid content of foods and biological data on proteins [J]. Food Policy and Food Sci Serv,1970(24):5-6.

[9] 邴旭文,蔡宝玉,王利平. 中华倒刺鲃肌肉营养成分与品质评价[J]. 中国水产科学,2005,12(2):211-215.

[10] 颜孙安,姚清华,林香信,等. 不同养殖模式大黄鱼肌肉营养成分比较[J]. 福建农业学报,2015,30(8):736-744.

[11] 唐雪,徐钢春,徐跑,等. 野生与养殖刀鲚肌肉营养成分的比较分析[J]. 动物营养学报,2011,23(3):514-520.

[12] 李树国,崔海鹏,朱善央. 河蟹和罗氏沼虾幼体对海水中 K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup> 的需要量[J]. 水产科学,2007,26(10):587-588.

[13] 韩现芹,宋文平,姜巨峰,等. 雌雄细鳞斜颌鲴不同部位蛋白质营养价值的比较与评价[J]. 广东海洋大学学报,2013,33(3):33-40.

[14] 陈建明,叶金云,沈斌乾,等. 野生和池塘养殖花鲢肌肉营养成分的比较分析[J]. 上海水产大学学报,2007,16(1):87-91.

[15] 许星鸿,刘翔,阎斌伦. 日本对虾肌肉营养成分分析与品质评价[J]. 食品科学,2011,32(13):297-301.

[16] 王珊珊,李秋,徐田彬,等. N-3 多不饱和脂肪酸的生理功能特性及应用[J]. 中国食物与营养,2009(10):51-54.

[17] Bell M V, Henderson R J, Sargent J R. Minireview the role of polyunsaturated fatty acids in fish [J]. Comparative Biochemistry and Physiology,1986,83B(4):711-719.

[18] 庄平,宋超,章龙珍. 舌虾虎鱼肌肉营养成分与品质的评价[J]. 水产学报,2010,34(4):559-564.

[19] 马爱军,刘新富,翟毓秀,等. 野生及人工养殖半滑舌鳎肌肉营养成分分析研究[J]. 海洋水产研究,2006,27(2):49-54.