

盐度对鲈鱼稚、幼鱼发育阶段氨基酸的影响

杨山¹, 王艳², 刘涛¹, 胡先成¹, 陈炜¹

(1. 重庆师范大学 生命科学学院, 动物生物学重庆市市级重点实验室, 重庆 401331; 2. 河北工业大学 城市学院, 天津 300130)

摘要: 为揭示鲈鱼(*Lateolabrax japonicus*)稚、幼鱼在淡化过程中氨基酸的组成及含量的变化规律, 本实验在 15.00、7.50 及 0.00 共 3 个盐度梯度下, 用氨基酸全自动分析仪对鲈鱼稚、幼鱼氨基酸的组成及含量进行了测定和分析。结果表明, 实验中, 3 个盐度组的总氨基酸含量均逐渐增加, 且它们之间没有显著性差异; 实验中 15.00 盐度的必需氨基酸总量略呈下降趋势, 而 7.50 盐度组和 0.00 盐度组均呈上升趋势, 3 个盐度之间存在显著性差异($P>0.05$); 除脯氨酸外, 3 个盐度组中其他的非必需氨基酸含量及总的非必需氨基酸含量也均无显著差异。

关键词: 鲈鱼(*Lateolabrax japonicus*); 稚鱼; 幼鱼; 盐度; 氨基酸

中图分类号: Q945 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2016)03-0017-06

doi: 10.11759/hyxx20140913001

水体盐度是影响鱼类生长的重要环境因素之一^[1], 盐度的变化会对养殖对象造成渗透调节胁迫, 进而影响其生存、生长、发育、繁殖等。鲈鱼(*Lateolabrax japonicus*)又称七星鲈、海鲈、赛花, 属鲈形目(Perciformes)、鲈科(Serranidae)、鲈鱼属(*Lateolabrax*), 为广温、广盐性、凶猛的肉食性经济鱼类。通常生活在近岸浅海, 也有直接进入半咸水、淡水的, 在盐度为 5.00~38.00 的海水中均能生存生长, 经驯化后也可在淡水中生长。其具有肉质细嫩、生长速度快、适合于各种形式的养殖等优点, 而成为当今海水鱼类养殖的主要品种之一。目前有关鲈鱼增养殖方面的研究及报道较多^[2-9], 也有一些鲈鱼淡水养殖方面的报道^[10-11], 有关鲈鱼生化组成及其营养代谢方面的研究也比较多^[12-20]。但有关鲈鱼早期发育过程中生化组分变化及其营养代谢的研究较少^[21-22], 特别是有关鲈鱼淡化过程中盐度对其稚、幼鱼阶段生化指标影响的研究报道就显得更少^[23-24]。本实验主要研究淡化过程中鲈鱼稚、幼鱼氨基酸的组成及含量的变化, 揭示不同盐度下鲈鱼稚、幼鱼氨基酸的差异, 旨在为尽早实施鲈鱼的淡化养殖提供营养生理学方面的基础资料, 并为其配合饲料的研制提供参考依据。

1 材料与方 法

1.1 材料的获取

实验材料为厦门集美大学在 20.00 盐度海水中

进行人工孵化的鲈鱼仔鱼, 发育到稚鱼阶段后养殖于 15.00 盐度的海水中, 稚鱼平均体质量为 0.0949 ± 0.0094 g, 平均体长为 $1.93 \text{ cm} \pm 0.10 \text{ cm}$ 。空运回重庆后, 将鲈鱼稚鱼饲养于用海盐配制的盐度为 15.00 的人工海水中, 期间投喂冰冻的摇蚊(*Chironomid midg*)幼虫, 且每天吸污 2 次, 保持水质清洁, 溶氧保持在 4.5 mg/L 以上, 水温为 10.8~16.8℃, 驯化后的稚鱼按 15.00、7.50、0.00 共 3 个盐度梯度进行淡化实验, 水体大小为 15 L, 开始实验时的放养密度为 20 尾/L, 各盐度水体中鲈鱼稚鱼的存活率在 75%~95%。

1.2 取样和样品处理

15.00、7.50 及 0.00 共 3 个盐度梯度的每个盐度都设了 3 个平行组。在稚鱼发育阶段每 3 天取一次样, 发育到幼鱼阶段后每间隔 6 d 左右取 1 次样, 取样时间为实验后 3、6、9、17、23 d, 每次取样时随机抽取 10 尾稚、幼鱼, 共设 3 个平行组, 用滤纸吸干稚、幼鱼体表水分, 然后用电子天平称质量(精确

收稿日期: 2014-09-13; 修回日期: 2015-05-05

基金项目: 重庆市科委自然科学基金(7877); 重庆市教委科学技术研究项目(040807); 重庆市科技创新能力建设项目(2010CA1010)

[Foundation: Chongqing Science and Technology Commission, No.7877; Chongqing Municipal Education Commission Natural Science and Technology Research Project, No.040807; Chongqing Science and Technology Innovation Capacity Building Project, No. 2010CA1010]

作者简介: 杨山(1993-), 女, 重庆渝北人, 硕士研究生, 主要从事鱼类发育生物学研究, E-mail: yangshancq@qq.com; 胡先成, 通信作者, 电话: 15902360018, E-mail: hww@cqnu.edu.cn

至 0.1 mg), 样品保存于 -70°C 低温冰箱中, 待测。

1.3 分析方法

将整个待测样品放入玻璃水解管内, 加入 6 mol/L 的盐酸 10 mL, 将水解管抽真空 10 min, 然后充入高纯氮气; 再抽真空充氮气, 重复 3 次后, 在充氮气状态下封口, 将已封口的水解管放在 110°C 的恒温干燥箱内水解 22 h, 冷却后打开水解管, 将水解液过滤后, 用去离子水定容至 50 mL。吸取 1 mL 滤液于 5 mL 容量瓶中, 用真空干燥器在 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ 干燥, 残留物用 1~2 mL 去离子水溶解, 再干燥, 反复进行两次, 最后蒸干, 用 1 mL pH2.2 的柠檬酸钠缓冲液溶解, 用美国法玛西亚公司的 Bichrom 20 氨基酸全自动分析仪测定样品的氨基酸。

1.4 数据处理

实验结果以“平均值 \pm 标准误”(Mean \pm SD)表示, 用 SPSS17 软件对数据进行方差分析, 并进行 Duncan 多重比较, 显著性水平设置为 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

不同盐度下鲈鱼稚、幼鱼氨基酸的组成和含量见表 1。在所有检测的氨基酸中, 除色氨酸 Trp 在样品的水解过程中被破坏外, 共检测到 16 种氨基酸, 其中有必需氨基酸(EAA)9 种, 非必需氨基酸(NEAA)7 种。结果表明, 实验 3 d 时, 15.00、7.50 及 0.00 盐度组 3 个盐度组稚、幼鱼的总氨基酸含量分别为 10.45、8.58 和 9.43, 其中以 15.00 盐度组稚、幼鱼为最高, 7.50 组最低; 之后, 3 个盐度组稚、幼鱼的总氨基酸含量均逐渐增加, 至实验结束时, 7.50 盐度的鲈鱼稚、幼鱼的总氨基酸含量最高, 为 12.04, 其次为 0.00 盐度组, 15.00 盐度组最低。但实验过程中, 3 个盐度组之间的总氨基酸含量没有显著性差异。

结果显示, 15.00 盐度组稚、幼鱼的必需氨基酸总量略呈下降趋势, 而 7.50 盐度组和 0.00 盐度组均呈上升趋势(表 1)。实验 3 d 时, 3 个盐度之间除异亮氨酸、苯丙氨酸外, 其他 7 种必需氨基酸含量均无显著性差异, 必需氨基酸总量也没有显著性差异, 15.00、7.50 及 0.00 盐度组必需氨基酸总量分别为 5.25、4.20 和 4.52, 以 15.00 盐度组最高, 7.50 盐度组最低; 至实验 16 d 时, 3 个盐度之间除异亮氨酸、亮氨酸和赖氨酸外, 其他 6 种必需氨基酸含量无差异, 但必需氨基酸总量出现显著性差异($P>0.05$), 其中以 0.00 盐度组必需氨基酸含量最高, 为 5.68, 其次是

7.50 盐度, 15.00 盐度组最低; 至实验结束时, 除异亮氨酸和赖氨酸外, 3 个盐度之间的其他 7 种必需氨基酸仍无差异, 在必需氨基酸总量上以 7.50 盐度组最高, 为 6.11, 其次为 0.00 盐度组, 15.00 盐度组最低, 3 个盐度之间存在显著性差异($P>0.05$)。

实验中, 除脯氨酸外, 3 个盐度组之间的其他非必需氨基酸含量及总的非必需氨基酸含量差异不显著。15.00 盐度组和 0.00 盐度组的脯氨酸含量均呈上升趋势, 而 7.50 盐度组的脯氨酸含量呈下降趋势。实验 3 d 时, 15.00、7.50 及 0.00 盐度组的脯氨酸含量分别为 0.27、0.38 和 0.35, 其中 0.00 盐度组脯氨酸含量最高, 15.00 盐度组的脯氨酸含量最低且与 7.50 盐度组之间有显著性差异($P<0.05$); 在实验 16 d 时, 0.00 盐度组的脯氨酸含量明显高出其他两个盐度组; 至实验结束时, 0.00 盐度组的脯氨酸含量仍为最高, 其次为 15.00 盐度组, 7.50 盐度组最低, 但 3 个盐度组之间无显著性差异。

3 讨论与结论

3.1 盐度对鲈鱼稚、幼鱼氨基酸总量的影响

有一些学者已对养殖和野生的鲈鱼成体和不同龄期鲈鱼的氨基酸进行了研究^[12-15], 因此关于鲈鱼成鱼氨基酸组成及含量的研究资料已比较丰富。一般认为, 鱼类不同发育阶段对氨基酸的需求随其年龄的增加而下降, 稚鱼的需要量通常要高于幼鱼, 这已在鲫(*Carassius auratus*)中得到了证实^[25], 本实验也验证了这一说法。与成鱼对比, 3 个盐度组中鲈鱼稚、幼鱼的氨基酸含量均较低。此外, 有研究认为当鱼类对各种氨基酸需要量的比例与鱼类饲料中所含有的可消化吸收的各种氨基酸比例相近即达到氨基酸平衡时, 就能满足鱼类对氨基酸的需要^[26-27]。Kanazawa^[28]用几种不同的蛋白源来饲养牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)稚鱼, 取得了良好的生长效果, 因为这些蛋白源所提供的氨基酸和鱼体组织的氨基酸组成相近, 类似的结果也见于香鱼(*Plecoglossus altivelis*)^[29]。本实验揭示了鲈鱼稚、幼鱼发育阶段氨基酸的动态变化规律, 为鲈鱼稚、幼鱼人工饲料的配置提供了参考数据。

鱼体总氨基酸包括蛋白质和其他大分子聚合的氨基酸(PAA)、游离氨基酸库中的游离氨基酸(FAA), 结果显示 3 个盐度组总氨基酸并没有差异, 且均呈增加趋势, 说明稚、幼鱼阶段, 无论是在海水或者是在淡水中养殖的鲈鱼, 其鱼体组织均在快速增长

表 1 不同盐度下鲈鱼稚、幼鱼氨基酸的组成及含量(%，湿质量)

Tab.1 Composition and content of amino acids of juvenile and larval *Lateolabrax japonicus* at different salinities (%，wet weight)

氨基酸(%)	实验 3 d			实验 6 d		
	盐度			盐度		
	15.00	7.50	0.00	15.00	7.50	0.00
天冬氨酸 Asp	1.07±0.21 ^a	0.88±0.10 ^a	1.02±0.13 ^a	0.94±0.14 ^a	0.91±0.26 ^a	1.04±0.17 ^a
苏氨酸* Thr	0.47±0.09 ^a	0.34±0.04 ^a	0.42±0.05 ^a	0.39±0.06 ^a	0.38±0.10 ^a	0.43±0.07 ^a
丝氨酸 Ser	0.47±0.09 ^a	0.31±0.04 ^b	0.42±0.05 ^{ab}	0.40±0.06 ^a	0.32±0.09 ^a	0.41±0.07 ^a
谷氨酸 Glu	1.50±0.29 ^a	1.21±0.14 ^a	1.34±0.17 ^a	1.61±0.24 ^a	1.32±0.38 ^a	1.37±0.22 ^a
甘氨酸 Gly	0.66±0.13 ^a	0.62±0.07 ^a	0.69±0.09 ^a	0.65±0.10 ^a	0.60±0.17 ^a	0.71±0.12 ^a
丙氨酸 Ala	0.66±0.15 ^a	0.62±0.07 ^a	0.69±0.09 ^a	0.68±0.10 ^a	0.59±0.17 ^a	0.75±0.12 ^a
蛋氨酸* Met	0.86±0.17 ^a	0.71±0.08 ^a	0.75±0.09 ^a	0.89±0.13 ^a	0.76±0.22 ^a	0.80±0.13 ^a
缬氨酸* Val	0.26±0.05 ^a	0.21±0.02 ^a	0.23±0.03 ^a	0.26±0.04 ^a	0.23±0.07 ^a	0.20±0.03 ^a
异亮氨酸* Ile	0.42±0.08 ^a	0.32±0.04 ^{ab}	0.30±0.04 ^b	0.44±0.06 ^a	0.42±0.12 ^a	0.35±0.06 ^a
亮氨酸* Leu	0.82±0.16 ^a	0.68±0.08 ^a	0.76±0.09 ^a	0.88±0.13 ^a	0.77±0.22 ^a	0.77±0.13 ^a
酪氨酸 Tyr	0.46±0.09 ^a	0.37±0.04 ^a	0.40±0.05 ^a	0.42±0.06 ^a	0.38±0.10 ^a	0.44±0.07 ^a
苯丙氨酸* Phe	0.57±0.11 ^a	0.36±0.04 ^{ab}	0.46±0.06 ^b	0.47±0.07 ^a	0.50±0.14 ^a	0.54±0.09 ^a
组氨酸* His	0.29±0.06 ^a	0.28±0.03 ^a	0.24±0.03 ^a	0.27±0.04 ^a	0.27±0.08 ^a	0.22±0.04 ^a
赖氨酸* Lys	0.85±0.17 ^a	0.67±0.08 ^a	0.71±0.09 ^a	0.85±0.13 ^a	0.77±0.22 ^a	0.75±0.12 ^a
精氨酸* Arg	0.72±0.14 ^a	0.63±0.07 ^a	0.64±0.08 ^a	0.72±0.11 ^a	0.71±0.20 ^a	0.68±0.11 ^a
脯氨酸 Pro	0.27±0.05 ^a	0.38±0.04 ^b	0.35±0.04 ^{ab}	0.32±0.05 ^a	0.21±0.06 ^a	0.49±0.08 ^b
氨基酸总量	10.45±2.04 ^a	8.58±1.00 ^a	9.43±1.17 ^a	10.19±1.50 ^a	9.11±2.60 ^a	9.94±1.62 ^a
必需氨基酸总量	5.25±0.83 ^a	4.20±0.39 ^a	4.52±0.56 ^a	5.17±0.62 ^a	4.80±1.09 ^a	4.74±0.77 ^a
非必需氨基酸总量	5.20±1.12 ^a	4.38±0.57 ^a	4.91±0.61 ^a	5.02±0.82 ^a	4.31±1.40 ^a	5.02±0.82 ^a

氨基酸(%)	实验 16 d			实验 23 d		
	盐度			盐度		
	15.00	7.50	0.00	15.00	7.50	0.00
天冬氨酸 Asp	1.08±0.15 ^a	1.14±0.16 ^a	1.13±0.14 ^a	0.94±0.15 ^a	1.16±0.06 ^a	1.14±0.23 ^a
苏氨酸* Thr	0.52±0.07 ^a	0.51±0.07 ^a	0.46±0.06 ^a	0.40±0.06 ^a	0.43±0.02 ^a	0.43±0.09 ^a
丝氨酸 Ser	0.58±0.08 ^a	0.54±0.07 ^a	0.42±0.05 ^a	0.40±0.06 ^a	0.41±0.02 ^a	0.42±0.09 ^a
谷氨酸 Glu	1.56±0.21 ^a	1.54±0.22 ^a	1.53±0.11 ^a	1.30±0.20 ^a	1.73±0.09 ^a	1.62±0.33 ^a
甘氨酸 Gly	0.67±0.09 ^a	0.73±0.10 ^a	0.68±0.08 ^a	0.69±0.11 ^a	0.85±0.04 ^a	0.87±0.18 ^a
丙氨酸 Ala	0.82±0.11 ^b	0.78±0.11 ^a	0.77±0.09 ^a	0.79±0.12 ^a	0.92±0.05 ^a	0.80±0.16 ^a
蛋氨酸* Met	0.73±0.10 ^a	0.83±0.12 ^a	0.89±0.11 ^a	0.75±0.12 ^a	1.02±0.05 ^a	0.96±0.20 ^a
缬氨酸* Val	0.26±0.04 ^a	0.28±0.04 ^a	0.27±0.03 ^a	0.22±0.03 ^a	0.28±0.01 ^a	0.23±0.05 ^a
异亮氨酸* Ile	0.34±0.05 ^a	0.32±0.05 ^a	0.49±0.06 ^b	0.28±0.04 ^a	0.48±0.02 ^b	0.36±0.07 ^a
亮氨酸* Leu	1.08±0.15 ^a	0.80±0.11 ^b	0.89±0.11 ^{ab}	0.85±0.13 ^a	0.97±0.05 ^a	0.99±0.20 ^a
酪氨酸 Tyr	0.43±0.06 ^a	0.43±0.06 ^a	0.51±0.06 ^a	0.37±0.06 ^b	0.55±0.03 ^a	0.46±0.09 ^{ab}
苯丙氨酸* Phe	0.43±0.06 ^a	0.53±0.08 ^a	0.59±0.07 ^a	0.50±0.08 ^a	0.64±0.03 ^a	0.65±0.13 ^a
组氨酸* His	0.27±0.04 ^a	0.27±0.04 ^a	0.30±0.04 ^a	0.32±0.03 ^a	0.35±0.18 ^a	0.30±0.06 ^a
赖氨酸* Lys	0.88±0.12 ^a	1.02±0.15 ^a	1.02±0.12 ^a	0.79±0.12 ^a	1.09±0.06 ^b	0.74±0.15 ^a
精氨酸* Arg	0.72±0.10 ^a	0.75±0.11 ^a	0.77±0.09 ^a	0.64±0.10 ^a	0.85±0.04 ^a	0.80±0.16 ^a
脯氨酸 Pro	0.32±0.04 ^a	0.31±0.04 ^a	0.58±0.07 ^b	0.35±0.05 ^a	0.31±0.02 ^a	0.39±0.08 ^a
氨基酸总量	10.67±1.44 ^a	10.77±1.53 ^a	11.31±1.36 ^a	9.46±1.47 ^a	12.04±0.62 ^a	11.16±2.28 ^a
必需氨基酸总量	5.22±0.57 ^a	5.31±0.61 ^{ab}	5.68±0.68 ^b	4.63±0.59 ^a	6.11±0.25 ^b	5.47±1.12 ^{ab}
非必需氨基酸总量	5.46±0.81 ^a	5.46±0.86 ^a	5.63±0.68 ^a	4.83±0.82 ^a	5.92±0.34 ^a	5.70±1.17 ^a

注: (1)所有的数值均为平均值±标准差; (2)相同指标中带不同上标的字母表示差异显著($P < 0.05$); “*”为必需氨基酸

(蛋白的沉积), 而稚、幼鱼的生长主要是通过合成蛋白质增加鱼体的重量, 稚、幼鱼的生长速度很快, 因此, 应根据鲈鱼稚、幼鱼发育阶段的氨基酸特点而相应增加饵料中的氨基酸含量, 以使其有足够的外源营养来满足代谢的需要, 进而提高其存活率和生长率。尽管 3 个盐度组中稚、幼鱼总氨基酸的含量没有显著差异, 但从表 1 可以看出, 7.50 盐度组的总氨基酸量稍高于 15.00 盐度组和 0.00 盐度组。

3.2 盐度对鲈鱼稚、幼鱼必需氨基酸含量的影响

鱼类对蛋白质的需要, 实际上是对必需氨基酸和非必需氨基酸混合比例的数量需要。因此, 鱼体必需氨基酸的组成常被认为是鱼类对必需氨基酸需求的依据。现已证明, 蛋白质水解可生成 20 余种氨基酸, 其中 10 种为鱼类必需氨基酸: 苏氨酸 Thr、蛋氨酸 Met、缬氨酸 Val、色氨酸 Trp、异亮氨酸 Ile、亮氨酸 Leu、苯丙氨酸 Phe、组氨酸 His、赖氨酸 Lys 和精氨酸 Arg。本研究中, 3 个盐度组的鲈鱼稚、幼鱼均测得 9 种必需氨基酸, 本实验中的鲈鱼处于稚、幼鱼发育阶段, 与成鱼体内必需氨基酸的含量相比, 其含量较低。在必需氨基酸总量上, 15.00 盐度组稚、幼鱼的必需氨基酸总量略呈下降趋势, 而 7.50 盐度组和 0.00 盐度组均呈上升趋势, 且实验结束时以 7.50 盐度组最高, 为 6.11, 其次为 0.00 盐度组, 15.00 盐度组最低且与 7.50 盐度组有显著差异($P>0.05$)。

已有研究证明 7.50 盐度为接近于鲈鱼稚、幼鱼的生理最适盐度^[23, 30], 且在该盐度中生长的稚、幼鱼其体重也大于 15.00 盐度组和 0.00 盐度组。一般认为, 淡水脊椎动物排泄大量氨, 海产脊椎动物多数排泄尿素, 且大多是由氨基酸代谢产生的, 这些尿素被保留在体内以维持高的渗透压^[31]。对虹鳟 (*Oncorhynchus mykiss*) 而言, 盐度不论比血液渗透压高或低, 都会增加氨的毒性^[32]。可见, 盐度能够影响氨基酸在体内的代谢, 7.50 盐度组稚、幼鱼所面临的盐度胁迫压力小于 15.00 组和 0.00 盐度组, 因此将从外源营养获得的氨基酸更多的用于构件自身组织, 促进生长、增加自身体质量; 而 0.00 盐度组和 15.00 盐度组稚、幼鱼分别面临低渗胁迫和高渗胁迫, 因而将大量的从外源营养获得的蛋白质和氨基酸作为代谢能源或者将其用于调节体内外渗透压平衡。

3.3 盐度对鲈鱼稚、幼鱼非必需氨基酸含量的影响

在实验中测得 3 个盐度组鲈鱼稚、幼鱼的非必

需氨基酸总量没有显著差异。但非必需氨基酸中的脯氨酸在不同盐度组中有差异。15.00 盐度组和 0.00 盐度组稚、幼鱼的脯氨酸含量均呈上升趋势, 而 7.50 盐度组的脯氨酸含量呈下降趋势。Dalla Via^[33]在盐度 10~50 内得到凡纳滨对虾 (*Litopenaeus vannamei*) 和日本对虾 (*Penaeus japonicus*) 体内自由氨基酸随盐度呈线性的变化, 主要的自由氨基酸为甘氨酸、牛磺酸、精氨酸、脯氨酸和丙氨酸, 但主要的渗透压效应物为甘氨酸、脯氨酸和丙氨酸。可见, 脯氨酸在渗透压调节中发挥着一定作用, 当稚鱼在淡化适应过程中脯氨酸也起到了一定的调节作用。由于广盐性海洋硬骨鱼类体内的渗透压要低于海水渗透压, 但高于淡水渗透压, 因此可能会含有更多的渗透压调节物质。在实验 16 d 时, 0.00 盐度组和 15.00 盐度组的脯氨酸含量呈上升趋势可能就是这个问题。因为 15.00 盐度接近鲈鱼稚、幼鱼的生态盐度适应点, 相比 0.00 盐度所受到的胁迫要小, 而 7.50 盐度又接近稚、幼鱼的生理适应盐度, 所以, 0.00 盐度组的脯氨酸会高于其他两组。至 23 d 时, 各盐度组鲈鱼的脯氨酸含量已无差异, 说明鲈鱼稚、幼鱼能够生活在较低盐度甚至是淡水中, 但在养殖时还是应该注意将稚鱼投放到低盐度时短期内的胁迫作用。

参考文献:

- [1] Gilles B, Patrick P. How should salinity influence fish growth?[J]. *Comp Biochem Physiol, C*, 2001, 130: 411-423.
- [2] 李星云, 赵志东, 陈国年, 等. 花鲈人工繁殖的研究[J]. *水产科技情报*, 1996, 23(2): 61-65.
Li mingyun, Zhao zhidong, Chen guonian, et al. Study on artificial breeding of sea bass, *Lateolabrax japonicus*[J]. *Journal of Fisheries Science and Technology Information*, 1996, 23(2): 61-65.
- [3] 竺俊全, 陈惠群. 花鲈人工育苗技术[J]. *水产科学*, 2002, 21(13): 20-23.
Zhu Junquan, Chen huiqun. The artificial rearing technique of *Lateolabrax japonicus*[J]. *Journal of Fisheries Science*, 2002, 21(13): 20-23.
- [4] 吴光宗, 杨东莱, 庞鸿艳, 等. 鲈鱼早期发育阶段的形态特征[J]. *海洋科学*, 1984, 8(3): 43-46.
Wu Guangzong, Yang Donglai, Pang Hongyan, et al. The Characteristic of the early development stages of the perch *Lateolabrax japonicus*[J]. *Journal of Marine Sciences*, 1984, 3: 43-46.
- [5] 万瑞景, 陈瑞盛. 渤海鲈鱼的生殖习性及其早期发育特征的研究[J]. *海洋水产研究*, 1988, 9: 203-210.
Wan ruijing, Chen ruisheng. Study on the reproductive habits and characteristics of the early development of

- the bass in Bohai Sea[J]. Marine Fisheries Research, 1988, 9: 203-210.
- [6] 胡先成, 曹双俊, 周忠良, 等. 花鲈的胚胎发育和仔鱼发育[J]. 水产科技情报, 1995, 22(5): 195-198.
Hu xiancheng, Cao shuangjun, Zhou zhongliang, et al. Embryonic and larval development of *Lateolabrax japonicus*[J]. Journal of Fisheries Science and Technology Information, 1995, 22(5): 195-198.
- [7] 阮树会, 曲永琪, 苏纪宏, 等. 花鲈稚幼鱼生长的初步研究[J]. 海洋湖沼通报, 2001, 1: 37-40.
Ruan Shuhui, Qu Yongqi, Su Jihong, et al. Study on the growth of juvenile and young *Lateolabrax* sp.[J]. Transactions of Oceanology and Limnology, 2001, 1: 37-40.
- [8] 张雅芝, 郑金宝, 谢仰杰, 等. 花鲈仔、稚、幼鱼摄食习性与生长的研究[J]. 海洋学报, 1999, 21(5): 110-119.
ZhangYazhi, Zheng Jingbao, Xie Yangjie, et al.The feeding habits and growth of larval, juvenile and young *Lateolabrax japonicus*[J].Actia Oceanologica Sinica, 1999, 21(5): 110-119.
- [9] 王永新, 陈建国, 孙帼英. 温度和盐度对花鲈胚胎及前期仔鱼发育影响的初步报告[J]. 水产科技情报, 1995, 22(2): 42-57.
Wang Yongxin, Chen Jianguo, Sun Guoying.Effects of temperature and salinity on embryo and early larvae development in common sea bass, *Lateolabrax japonicus*[J].Fisheries Science & Technology Information, 1995, 22(2): 42-57.
- [10] 严天鹏, 曾明江. 鲈鱼淡水养殖技术[J]. 中国水产, 1998, 8: 23-24.
Yan Tianpeng, Zeng Mingjiang. Perch freshwater aquaculture technology[J].China Fisheries, 1998, 8: 23-24.
- [11] 赵文翰. 花鲈淡水养殖技术[J]. 齐鲁渔业, 2003, 20(6): 20-22.
Zhao wenhan. The freshwater aquaculture technique of *Lateolabrax japonicus* [J]. Shandong Fisheries, 2003, 20(6): 20-22.
- [12] 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.
Qian Yunxia, Yang Wenge. Biochemical composition of cultured *Lateolabrax japonicus* at different age[J]. Journal of Ningbo University (ness), 2002, 15(1): 15-18.
- [13] 王远红, 吕志华, 高天翔, 等. 中国花鲈与日本花鲈营养成分的研究[J]. 海洋水产研究, 2003, 24(2): 35-39.
Wang Yuanhong, Lü Zhihua, Gao Tianxiang, et al. Research on nutritional components of *Lateolabrax* sp. and *L. japonicus*[J]. Marine Fisheries Research, 2003, 24(2): 35-39.
- [14] 王远红, 吕志华, 高天翔, 等. 不同海域中国花鲈营养成分的比较研究[J]. 青岛海洋大学学报, 2003, 33(4): 531-536.
Wang Yuanhong, Lü Zhihua, Gao Tianxiang, et al. Comparative analysis of nutritional components of *Lateolabrax* sp. in different sea areas[J]. Journal of Ocean University of Qingdao, 2003, 33(4): 531-536.
- [15] 郑重莺, 郑斌. 鲈鱼肌肉氨基酸含量及组成的分析[J]. 浙江科技学院学报, 2003, 15: 73-74, 99.
Zheng Chongying, Zheng Bin. Analysis of amino acid in muscle of *lateolabrax japonicus*[J]. Journal of Zhejiang University of Science and Technology, 2003, 15: 73-74, 99.
- [16] 钱云霞, 陈惠群, 孙江飞. 饥饿对养殖鲈鱼血液生理生化指标的影响[J]. 中国水产科学, 2002, 9(2): 133-137.
Qian Yunxia, Chen Huiqun, Sun Jiangfei. Effects of starvation on hematological and blood biochemical indices in cultured *Lateolabrax japonicus*[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2002, 9(2): 133-137.
- [17] 李燕, 艾庆辉, 麦康森, 等. 鲈鱼对组氨酸需求量的研究[J]. 中国海洋大学学报, 2011, 41(3): 31-36.
Li Yan, Ai Qinghui, Mai Kangsen, et al. Dietary histidine requirement of juvenile Japanese seabass[J]. Periodical of Ocean Univeristy China, 2011, 41(3): 31-36.
- [18] 常青, 梁萌青, 王家林, 等. 花鲈对常用饲料原料中氨基酸和磷的利用率研究[J]. 海洋水产研究, 2004, 25(2): 35-40.
Chang Qing, Liang Mengqing, Wang Jialin, et al. Available amino acid and phosphorus of various feed ingredients for Japanese sea bass (*Lateolabrax* sp.)[J]. Marine Fisheries Research, 2004, 25(2): 35-40.
- [19] 胡亮, 王兰梅, 薛敏, 等. 蛋白质水平和混合动物蛋白替代鱼粉水平对花鲈生长性能和体成分的影响[J]. 动物营养学报, 2010, 22(4): 1113-1121.
Hu Liang, Wang Lanmei, Xue Min, et al. Effects of protein levels and substitution levels of blended animal proteins to fish meal on growth performance and body composition of Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*)[J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2010, 22(4): 1113-1121.
- [20] 许建和, 徐加涛, 林永健, 等. 海水和淡水养殖花鲈肌肉脂肪酸组成和含量分析[J]. 食品科学, 2010, 31(14): 209-211.
Xu Jianhe, Xu Jiatao, Lin Yongjian, et al. Fatty acid composition of the muscle of *Lateolabrax japonicus* (cuvier) grown in seawater and freshwater[J]. Food Science, 2010, 31(14): 209-211.
- [21] 何志刚, 艾庆辉, 麦康森, 等. 鲈幼鱼对饲料中苏氨酸的需要量[J]. 水产学报, 2012, 36(1): 124-131.
He Zhigang, Ai Qinghui, Mai Kangsen, et al. Dietary threonine requirement of juvenile Japanese seabass(*Lateolabrax japonicus*) [J]. Journal of Fisheries of Chiina, 2012, 36(1): 124-131.
- [22] 楼宝, 史会来, 骆季安, 等. 饥饿和再投喂对鲈幼鱼生长和生化组成的影响[J]. 大连水产学院学报, 2008,

- 23(3): 173-178.
Lou Bao, Shi Huilai, Luo Jian, et al. Effects of starvation and refeeding on growth and biochemical composition of common sea-perch *Lateolabrax japonicus*[J]. Journal of Dalian Fisheries University, 2008, 23(3): 173-178.
- [23] 王艳, 胡先成, 罗颖. 盐度对鲈鱼稚鱼的生长及脂肪酸组成的影响[J]. 重庆师范大学学报, 2007, 24(2): 62-66.
Wang Yan, Hu Xiancheng, Luo Ying. Effects of salinity on growth and fatty acids composition of juvenile *Lateolabrax japonicus*[J]. Journal of Chongqing Normal University(Natural Science Edition), 2007, 24(2): 62-66.
- [24] 王艳, 胡先成, 韩强. 不同盐度条件下饥饿及恢复摄食鲈稚鱼脂肪酸的组成[J]. 水产科学, 2008, 27(7): 334-339.
Wang Yan, Hu Xiancheng, Han Qiang. Composition of fatty acids in starved and refeeding juvenile sea perch *Lateolabrax japonicus* under different salinities[J]. Fisheries Science, 2008, 27(7): 334-339.
- [25] FiogbéD, Kestemont P. An assessment of the protein and amino acid requirements in goldfish (*Carassius auratus*) larvae [J]. J Appl Ichthyol, 1995, 11: 282-289.
- [26] Ketola H G. Amino acid nutrition of fishes : requirements and supplementations of diets[J]. Comp Biochem Physiol, 1982, 73B: 17-24.
- [27] 钱雪桥, 崔奕波, 解绶启, 等. 养殖鱼类饲料蛋白需要量的研究进展[J]. 水生生物学报, 2002, 26 (4): 410-416.
Qian Xueqiao, Cui Yibo, Xie Shouqi, et al. A review on dietary protein requirement for aquaculture fishes[J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2002, 26 (4): 410-416.
- [28] Kanazawa A. Effects of docosahexaenoic acid and phospholipids on stress tolerance of fish[J]. Aquaculture, 1997, 155: 129-134.
- [29] Kanazawa A. Formulated microdiets [M]. Tokyo: Japan International Cooperation Agency, 1988, 132-146.
- [30] 王艳, 胡先成. 不同盐度下鲈鱼稚鱼鳃的显微结构观察[J]. 海洋科学, 2009, 33(12): 138-141.
Wang Yan, Hu Xiancheng. Microscopical observation on the gill structure of juvenile *Lateolabrax japonicus* under different salinities[J]. Marine Sciences, 2009, 33(12): 138-141.
- [31] 赵维信. 鱼类生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1994, 142-156.
Zhao Weixin. Fish Physiology[M]. Beijing: Higher Education Press, 1994, 142-156.
- [32] 张东鸣, 余涛, 周景祥, 等. 氨态氮在渔业生产中的作用评述[J]. 吉林农业大学学报, 1999, 21 (3): 124-128.
Zhang Dongming, Yu Tao, Zhou Jingxiang, et al. Function of ammonium-nitrogen in fishery production[J]. Journal of Jilin Agricultural University, 1999, 21 (3): 124-128.
- [33] Dalla Via G J. Salinity responses of the juvenile shrimp *Penaeus japonicus* II. Free amino acids [J]. Aquac, 1986, 55: 307-316.

Effect of salinity on composition and content of amino acid profiles of juvenile and larval *Lateolabrax japonicus*

YANG Shan¹, WANG Yan², LIU Tao¹, HU Xian-cheng¹, CHEN Wei¹

(1. Chongqing Key Laboratory of Animal Biology, College of Life Sciences, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China; 2. City College, Hebei University of Technology, Tianjin 300130, China)

Received: Sept. 13, 2014

Key words: *Lateolabrax japonicus*; juvenile fish; larval fish; salinity; amino acid

Abstract: To determine the variation laws for the composition and content of amino acids in juvenile and larval sea bass (*Lateolabrax japonicus*) during desalination processes, in this study, we used an amino acid automatic analyzer to measure and analyze the composition and content of amino acids at three ambient salinities, including 15.00, 7.50, and 0.00. The results show that the total contents of the amino acids at different salinities increase gradually and the differences were not significant in this experiment. The total essential amino acids (EAA) decreased at a salinity of 15.00, but the total EAA increased at salinities of 7.50 and 0.00. The differences in the total EAAs were significant for the three different salinities. In addition, the differences in the total non-essential amino acids, and in every non-essential amino acid except proline, were not significant at different salinities.

(本文编辑: 谭雪静)