



NaCl 对三疣梭子蟹消化酶活力的影响

胡毅, 潘鲁青

(中国海洋大学 海水养殖教育部重点实验室, 山东 青岛 266003)

摘要: 作者采用酶学分析方法研究了反应介质中添加 NaCl 对三疣梭子蟹 (*Portunus trituberculatus*) 中肠腺蛋白酶、胰蛋白酶、胰凝乳蛋白酶、羧肽酶 A、羧肽酶 B、淀粉酶活力的影响, 反应介质中 NaCl 浓度设置为 0、0.005、0.01、0.05、0.1、0.5、1.0 和 2.0 mol/L 8 个梯度。实验结果表明, 反应介质中添加 NaCl 对消化酶活力影响显著, 除羧肽酶 B 外, 添加 NaCl 对三疣梭子蟹消化酶均有激活作用, 且所有消化酶都有很高的耐盐性。当反应介质中 NaCl 浓度为 0.1~0.5 mol/L 时蛋白酶活力最大; 0.5 mol/L 时胰蛋白酶活力最大; 胰凝乳蛋白酶在反应介质中 NaCl 浓度为 1 mol/L 时酶活力最大; 羧肽酶 A 在反应介质中 NaCl 浓度为 0.05~0.1 mol/L 时酶活力最大; NaCl 对羧肽酶 B 有抑制作用, 在反应介质中 NaCl 浓度为 2 mol/L 的条件下, 只有未添加 NaCl 时酶活力的 60%; NaCl 在 0~2 mol/L 时对淀粉酶均有激活作用, 其最大激活能力在 0.5 mol/L 左右。

关键词: 三疣梭子蟹 (*Portunus trituberculatus*); 消化酶; NaCl

中图分类号: Q175

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2009)07-0051-06

海水是海洋动物赖以生存的环境, 海水中含大量的无机盐, 其中钠和氯离子占有绝对优势, 在盐度为 35 的海水中, 钠和氯离子占了所有无机盐质量的 85.6%, 盐度变化对海洋动物生理活动产生多方面的影响^[1,2]。但有关盐度或 NaCl 对海洋动物消化酶活性影响的研究至今仍不多见。目前国内仅汤鸿^[3]和陈品健^[4]研究了环境盐度变化对海洋动物消化酶活性的影响。NaCl 对体内消化酶直接影响的报道大多集中在对淀粉酶的激活作用上, 对其他消化酶的研究尚不多见^[5-7]。作者以三疣梭子蟹 (*Portunus trituberculatus*) 为材料, 初步研究了反应介质中添加 NaCl 对其消化酶活力的影响, 探讨了 NaCl 对三疣梭子蟹消化酶的影响机制, 为三疣梭子蟹人工配合饲料合理配制提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 实验材料

实验所用三疣梭子蟹购于青岛市南山水产品市场, 平均甲长为 11.02~11.53 cm, 平均甲宽为 5.28~5.38 cm, 体质量为 71.94~75.20 g, 放入水族箱中暂养 7 d, 水温为 20~22℃, pH 为 8.1, 日投喂杂色蛤 (*Venerupis variegata*) 两次 (按体质量的 10%)。实验前饥饿 48 h, 选用健康活泼的三疣梭子蟹, 置冰盘内解剖, 取出完整的中肠腺、胃和肠, 去除多余

组织, 剪开胃和肠, 用预冷重蒸水 (0~4℃) 将内容物冲洗掉, 用滤纸轻轻吸干水分, 分别保存于低温 (-80℃) 冰箱中。

1.2 酶液的制备

分别取湿质量 50~100mg 左右的中肠腺、胃和肠, 加入 10~15 倍体积 (V/W) 预冷重蒸水, 在冰浴中匀浆 10 min, 然后将匀浆液用 Sigma 1-15K 型高速冷冻离心机 (0~1℃) 以 10 000 r/min 离心 30 min, 取上清液作为酶液, 在 0~4℃ 低温下保存, 24 h 内分析完毕。

1.3 酶活力测定

NaCl 浓度设置为在缓冲液中加入 NaCl, 使其反应液最终浓度分别为: 0, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 2.0 mol/L。然后在此条件下测三疣梭子蟹中肠腺蛋白酶、胰蛋白酶、胰凝乳蛋白酶、羧肽酶 A、羧肽酶 B、淀粉酶的活力。每个处理重复 3 次, 取平均值。

收稿日期: 2006-05-15; 修回日期: 2009-02-23

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30100140); 天津市农业科技成果转化与推广资助项目 (07050201)

作者简介: 胡毅 (1974-), 男, 湖南涟源人, 博士, 从事水产动物营养生理学研究, 电话: 0532-82032108, E-mail: huyi740322@163.com; 潘鲁青, 通信作者, E-mail: panlq@ouc.edu.cn



消化酶活力测定如下：

蛋白酶活性测定参照《生化技术导论》的以酪蛋白为底物的福林-酚试剂显色方法^[8]，在最适 pH7.5 和最适温度 55 的条件下测定^[9]，以每分钟水解底物酪蛋白 (5 mg/L) 生成 1 μg 产物酪氨酸作为一个酶活性单位。

胰蛋白酶活力的测定：以 TAME (对甲苯磺酰-L-精氨酸甲酯) 为底物，参照《酶的测定方法》^[10]，在 25 恒温下，加入 0.2 mL 的 10 mmol/L TAME 底物溶液 (溶于 0.046 mol/L Tris, pH8.1, 内含 0.0115 mol/L CaCl₂ 的缓冲液)，2.78 mL Tris 缓冲液 (0.046 mol/L, pH8.1) 及 0.02 mL 待测酶液，以重蒸水校正吸光度，在 247 nm 波长下每隔 0.5 min 读取光密度 (A)，共读 3 min，计算每分钟 A 的增加值 (A_{247nm}/min)。酶活力单位定义为：每分钟释放 1 μmol/L 的产物时所需要的酶量。酶比活力 (单位/mg 蛋白) = $A_{247nm}/min \times 3 / (0.54 \times mg \text{ 酶}/mL \text{ 反应混合液})$ ，TAME 在 254 nm 处摩尔消光系数为 540 L/(mol·cm)。

胰凝乳蛋白酶活力的测定：以 SAPPN (琥珀酰二丙氨酸脯氨酸苯丙氨酸-对硝基苯胺) 为底物，参照 Carcia-Carreno 的方法^[11]，在 25 恒温下，加入 2.96 mL 的 1 mmol/L SAPPN 底物溶液 (溶于 pH7.8, 含 0.01 mol/L CaCl₂ 的 1 mmol/L Tris 缓冲液) 及 0.04 mL 待测酶液，以重蒸水校正吸光度，在 410 nm 波长下每隔 0.5 min 读取光密度 (A)，共读 3 min，计算出每分钟 A 的增加值 (A_{410nm}/min)。酶活力单位定义为：每分钟释放 1 μmol/L 的产物时所需要的酶量。酶比活力 (单位/mg 蛋白) = $A_{410nm}/min \times 1.5 / (8.8 \text{ mg 酶}/mL \text{ 反应混合液})$ ，SAPPN 在 410 nm 处摩尔消光系数为 8 800 L/(mol·cm)。

羧肽酶 A 活力的测定：以马尿酰苯丙氨酸为底物，参照 Carcia-Carreno 的方法^[11]，在 25 恒温下，加入 2.90 mL 的 1 mmol/L 马尿酰苯丙氨酸底物溶液 (溶于 pH7.5, 含 1.0 mol/L NaCl 和 10% 氯化锂溶液的 50 mmol/L Tris 缓冲液) 及 0.1 mL 待测酶液，以重蒸水校正吸光度，在波长为 259 nm 测定光密度，每隔半分钟读取各光密度 (A)，共读 3 min，计算每分钟 A 的增加值 (A/min)。酶活力单位定义为：每分钟释放 1 μmol/L 的产物时所需要的酶量。羧肽酶 A 比活力 (单位/mg) = $A_{259nm}/min \times 3 / (0.36 \text{ mg 酶}/mL \text{ 反应混合液})$ ，马尿酰苯丙氨酸在 259 nm 处摩尔消光系数为 360 L/(mol·cm)。

羧肽酶 B 活力的测定：以 N-马尿酰-L-精氨酸

为底物，参照 Carcia-Carreno 的方法^[11]，在 25 恒温下，加入 1.50 mL 的 2 mmol/L N-马尿酰-L-精氨酸底物溶液 (溶于重蒸水)，1.4 mL 0.05 mol/L pH7.8 Tris-冰醋酸缓冲液及 0.1 mL 待测酶液，以重蒸水校正吸光度，在波长为 254 nm 测定光密度，每隔 0.5 min 读取各光密度 (A)，共读 3 min，计算每分钟 A 的增加值 (A/min)。酶活力单位定义为：每分钟释放 1 μmol/L 的产物时所需要的酶量。羧肽酶 B 比活力 (单位/mg) = $A_{254nm}/min \times 3 / (0.36 \text{ mg 酶}/mL \text{ 反应混合液})$ ，N-马尿酰-L-精氨酸在 254 nm 处 259 nm 处摩尔消光系数为 360 L/(mol·cm)。

淀粉酶活性测定：参照《生化技术导论》，采用以可溶性淀粉为底物的 3, 5-二硝基水杨酸显色法的方法^[8]，在最适 pH7.5 和最适温度 55 的条件下测定^[9]，以每分钟催化淀粉生成 1 mg 麦芽糖为一个酶活力单位 (mg/min)。

酶液蛋白含量以牛血清蛋白做标准，用双缩脲法测定。

酶活性以比活性表示 (U/mg 蛋白)，设对照组酶活性为 100，其他实验组的酶活性以实测酶活性与对照酶活性的比值表示，并采用 ANOVA 单因素方差分析和 Duncan 多重比较进行显著性检验。

2 实验结果

2.1 NaCl 对三疣梭子蟹蛋白酶活力的影响

在实验设置浓度范围内，反应介质中添加 NaCl 对三疣梭子蟹蛋白酶活力有显著影响 ($P < 0.05$ ，图 1)。NaCl 在低浓度 0~0.5 mol/L 范围内对蛋白酶均有促进作用，其激活作用随浓度的增高而增加，在反应介质 NaCl 为 0.05~0.5 mol/L 时有最大酶活力，当 NaCl 浓度大于 0.5 mol/L 后，酶活力显著下降，但仍有很高的酶活力，在 2 mol/L NaCl 时仍有最大酶活力的 49%。

2.2 NaCl 对三疣梭子蟹胰蛋白酶、胰凝乳蛋白酶活力的影响

由图 2 可知，反应介质中 NaCl 在 0~2 mol/L 浓度下对三疣梭子蟹胰蛋白酶有显著影响，在 0~1 mol/L 范围内对蛋白酶均有促进作用，其激活作用在 0~0.5 mol/L 范围内随浓度的增高而增加，0.5 mol/L 时酶活力最大。当 NaCl 浓度大于 1 mol/L 后，酶活力显著下降，但仍有很高的酶活力，在 2 mol/L 时仍有最大酶活力的 85%。

由图 3 可见，在反应介质 NaCl 浓度为 0~0.05 mol/L 时对胰凝乳蛋白酶没有显著影响 ($P > 0.05$)，当反应



介质 NaCl 浓度大于 0.05 mol/L 时,对胰凝乳蛋白酶有激活作用,反应介质 NaCl 浓度为 1 mol/L 时酶活力达到最大值。

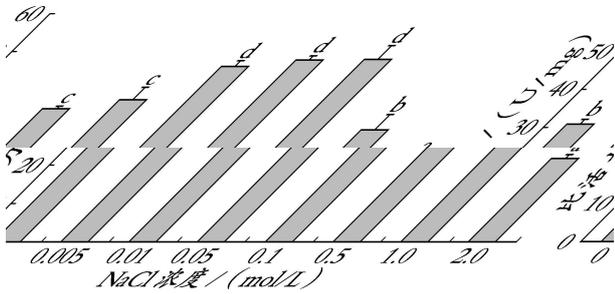


图1 NaCl 浓度对三疣梭子蟹蛋白酶活力的影响

Fig.1 The effect of NaCl on the activity of digestive protease from *Portunus trituberculatus* by adjusting the assay mixture

不同字母表示数值间差异显著 ($P < 0.05$, 图2~图6同)

Different letters indicate significant differences ($P < 0.05$, the same as Fig.2~Fig.6)

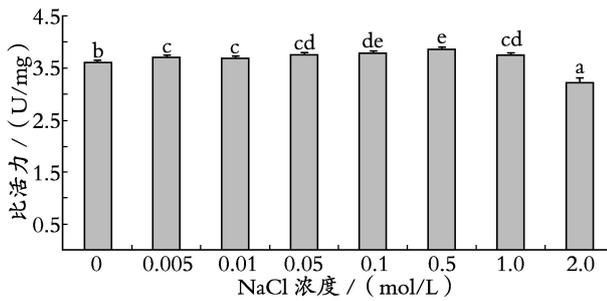


图2 NaCl 浓度对三疣梭子蟹胰蛋白酶活力的影响

Fig.2 The effect of NaCl on the activity of digestive trypsin from *Portunus trituberculatus* by adjusting the assay mixture

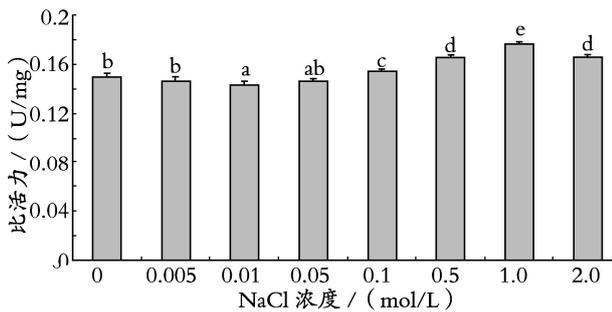


图3 NaCl 浓度对三疣梭子蟹胰凝乳蛋白酶活力的影响

Fig.3 The effect of NaCl on the activity of digestive chymotrypsin from *Portunus trituberculatus* by adjusting the assay mixture

2.3 NaCl 对三疣梭子蟹羧肽酶活力的影响

由图4可知,在实验设置浓度范围内,反应介质中添加 NaCl 对三疣梭子蟹羧肽酶 A 活力有极显

著的影响 ($P < 0.01$), 低浓度 NaCl (0~0.1 mol/L) 对羧肽酶 A 均有促进作用,其激活作用在 0~0.05 mol/L 范围内随浓度的增高而增加,在 0.05~0.1 mol/L 时有最大酶活力,其酶活力是未加 NaCl 时的 1.25 倍。在 2 mol/L 浓度下,是最大酶活力的 70%。

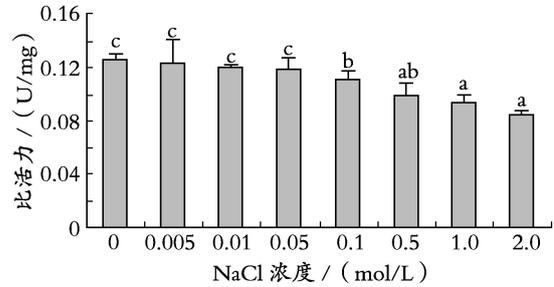


图4 NaCl 浓度对三疣梭子蟹羧肽酶 A 活力的影响

Fig.4 The effect of NaCl on the activity of digestive carboxypeptidase A from *Portunus trituberculatus* by adjusting the assay mixture

图5显示,反应介质中添加 NaCl 对三疣梭子蟹羧肽酶 B 有抑制作用,且随浓度的增加,其抑制作用也渐渐加大,但在 NaCl 浓度 2 mol/L 的条件下,仍有未加 NaCl 时酶活力的 60%。

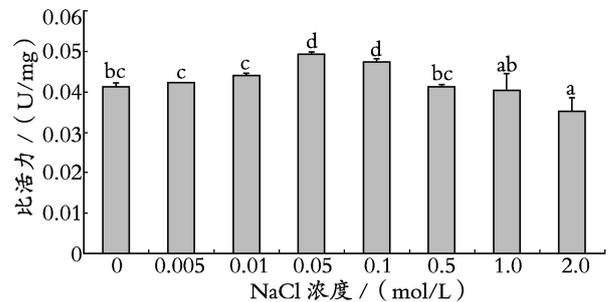


图5 NaCl 浓度对三疣梭子蟹羧肽酶 B 活力的影响

Fig.5 The effect of NaCl on the activity of digestive carboxypeptidase B from *Portunus trituberculatus* by adjusting the assay mixture

2.4 NaCl 对三疣梭子蟹淀粉酶活力的影响

图6表明,反应介质中添加 NaCl 对三疣梭子蟹淀粉酶有极显著影响 ($P < 0.01$), NaCl 浓度在 0~2 mol/L 的范围内对淀粉酶均有激活作用,其最大激活能力在 0.5 mol/L 附近,是未加 NaCl 时的 1.8 倍,在 0~0.5 mol/L 范围内其激活能力随 NaCl 浓度的增高而逐渐增大。当 NaCl 浓度大于 0.5 mol/L 后,激活能力才逐渐下降,但仍表现为激活作用,与未加 NaCl 相比,即使 2 mol/L 的 NaCl 也使淀粉酶激活了 48%。



由此可见,除羧肽酶 B 外,适当添加 NaCl 对三疣梭子蟹消化酶均有激活作用,且所有消化酶都有很高的耐盐性。

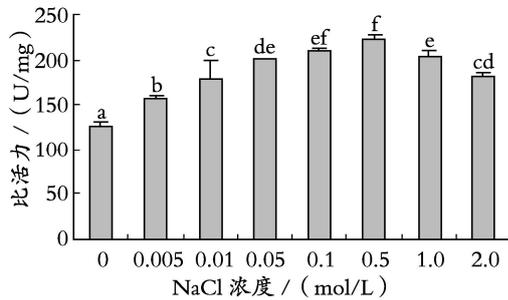


图 6 NaCl 对三疣梭子蟹淀粉酶活力的影响

Fig 6 The effect of NaCl on the activity of digestive amylase from *Portunus trituberculatus* by adjusting the assay mixture

3 讨论

目前国内关于 NaCl 对甲壳动物及其他海洋生物消化酶活性的影响报道甚少,仅汤鸿和陈品健通过体外环境盐度的改变来对锯缘青蟹幼体和真鲷幼鱼消化酶进行研究^[3, 4]。汤鸿对锯缘青蟹幼体消化酶研究发现蛋白酶和 α -淀粉酶活性均为盐度 31 时最高,脂肪酶活性以盐度 28 时最高,推测体外环境盐度的变化是通过影响动物的生理状态,例如渗透压的调节,来影响其消化酶活性^[4]。陈品健认为无机离子直接对酶产生作用可能是生活环境中盐度影响消化酶活性的主要原因^[3]。在本实验中,海水中主要成分 NaCl 对消化酶确实有显著影响,其活力随反应介质中 NaCl 浓度的变化而变化。

实验结果显示反应介质中添加 NaCl 对三疣梭子蟹消化酶活力均有显著影响,除羧肽酶 B 表现为抑制作用外,对三疣梭子蟹其它消化酶均有激活作用。NaCl 对甲壳动物消化酶的激活作用在胰凝乳蛋白酶^[12]和淀粉酶^[5-7]已有报道。Tsai^[12]认为胰凝乳蛋白酶在反应介质 NaCl 浓度为 0.4 mol/L 有最大酶活力,而本实验结果为 1mol/L 的 NaCl 对胰凝乳蛋白酶有最大激活作用。不同作者在不同甲壳动物所测的淀粉酶最大酶活力时反应介质中 NaCl 浓度不一样,当反应介质 NaCl 浓度为 0.01 mol/L 时, Blandamer 等^[5]在加州美对虾 (*Farfantepenaeus californiensis*) 和 Vega-villasante 等^[5]在三叶真蟹 (*Carcinus maenas*) 测得最大淀粉酶活力。Wojtowicz 等^[7] 和 Brockerhoff 等^[13]测得成体美国龙虾 (*Homarus americanus*) 在 NaCl 浓度为 0.05~0.1 mol/L

条件下有最大的酶促进作用,而本实验测得成体三疣梭子蟹淀粉酶在 NaCl 浓度为 0.5 mol/L 时有最大的酶激活能力。这可能是不同生物所处生活环境不同的缘故。

本实验结果表明所有消化酶均具有很高的耐盐性,这与其它学者在甲壳动物蛋白酶、淀粉酶的研究结果相似^[14, 15]。Vega-villasante 等^[15]1995 年发现加州美对虾蛋白酶即使在 2 mol/L NaCl 时仍有最大酶活力的 50%,与本实验的结果相似。但 Bisiot 等^[14]和 Vega-villasante 等^[15]结果显示 NaCl 对加州美对虾和美国龙虾的蛋白酶无激活作用,这与本实验结果不一致。甲壳动物淀粉酶也有很高的耐盐性,一些学者测得淀粉酶在 NaCl 浓度为 3 mol/L 时仍有最大酶活力的 50%^[5, 6],淀粉酶活力在本实验所取的范围内一直表现为激活作用,在反应介质 NaCl 浓度为 2 mol/L 时仍有比没有添加 NaCl 时高 48% 的酶活力。但也有一些学者测得反应介质中添加 NaCl 对甲壳动物淀粉酶活力没有明显的激活作用,他们认为这并不表示 NaCl 对淀粉酶无激活作用,而可能是在匀浆时淀粉酶活力已被激活了的缘故^[14]。由此可见,对于不同生物,反应介质中 NaCl 对消化酶的作用并不一致,这可能是长期适应不同环境的缘故。

廖永岩等^[16]2002 年发现梭子蟹在海水盐度 10~50 的范围内至少能存活 48 h 以上不致死亡,该蟹正常摄饵海水盐度范围为 15~45,最佳摄饵盐度范围为 25~35。由此可见梭子蟹有很广的盐度适应能力及很高的耐盐性。作者推测反应介质中 NaCl 对蛋白酶和淀粉酶的激活能力及高耐盐性可能是三疣梭子蟹长期适应环境的结果。海水中含大量的无机盐,通常以盐度表示 1 千克海水中所有无机盐的总质量,其中钠和氯离子占优势,在盐度为 35 的海水中,钠和氯离子占了所有盐分质量的 85.6%,如果以摩尔浓度表示,则海水中 NaCl 摩尔浓度大约为 0.5 mol/L。在多数的海洋无脊椎动物和原始鱼类(鲨、鳐)中,血液和体液的含盐量约等于海水的平均盐度^[17]。三疣梭子蟹为肉食性甲壳动物,蛋白酶为主要的消化酶,本试验三疣梭子蟹蛋白酶在 NaCl 为 0.5 mol/L 时有最大的酶活力,另一种主要消化酶 淀粉酶也表现为 0.5 mol/L 时有最大的酶活力。除羧肽酶 B 外,其他消化酶在 0.5 mol/L NaCl 附近时也表现为很大的酶活力。由此可见,最大消化酶活力与海水的盐度和体液的含盐量有一定的相关性。



Na⁺和 Cl⁻ 是水生动植物细胞外液的主要阳离子和阴离子,它们所产生的渗透浓度约占细胞外液总渗透浓度的 90%^[18]。水生动植物有充分的能力来调节体内 Na⁺和 Cl⁻的浓度:不足时,可以通过减少排出,增加吸收和储存来满足机体的需要;过多时,又可借助于水介质排出。淡水或低盐度海水中缺乏足够的 Na⁺和 Cl⁻,因此在淡水鱼虾或低盐度养殖的水产动物饲料中需要添加 NaCl 来满足需要,而海水鱼虾可以通过从海水中吸收的 Na⁺和 Cl⁻来满足机体的需要^[19]。王兴强^[19]研究发现在低盐度养殖条件下,凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*)饲料添加 0.80%氯化钠,其特定生长率显著高于添加 0.00, 3.20, 6.40 和 12.80%的氯化钠水平。Kim 等^[20]研究发现,随着饲料中氯化钠含量的升高,虹鳟鱼(*Oncorhynchus mykiss*)存活率和饲料转换效率提高,抵抗盐度胁迫的能力增强。因此,在盐度较低的河口养殖地区,可以考虑在三疣梭子蟹饵料中添加 NaCl 来提高饵料的消化能力,降低饵料成本和提高饵料利用率。其添加量及添加效果还有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 李明德. 鱼类生理学[M]. 天津:天津科技翻译出版社, 1990: 29-32.
- [2] 沈国英, 施炳章. 海洋生态学[M]. 厦门:厦门大学出版社, 1990: 45-54.
- [3] 陈品健, 王重刚. 盐度影响真鲷幼鱼消化酶活力的研究[J]. 厦门大学学报, 1998, 37(5): 754-756.
- [4] 汤鸿. 锯缘青蟹胚胎和幼体消化酶与碱性磷酸酶活力的实验研究[D]. 厦门:厦门大学海洋系, 1995.
- [5] Blandamer A. The identification of an amylases in aqueous extract of the hepatopancreas of *Carcinus maenas*[J]. **Comp Biochem Physiol**, 1992, 103B: 575-578.
- [6] Vega-villasante F, Nolasco H, Civera R. The digestive enzymes of the pacific brown shrimp *Penaeus californiensis*: Properties of amylase activity in the digestive tract[J]. **Comp Biochem Physiol**, 1993, 106B: 547-550.
- [7] Wojtowicz M B, Brockerhoff. Isolation and some properties of the digestive American lobster (*Homarus americanus*)[J]. **Comp Biochem Physiol**, 1972, 42B: 295-302.
- [8] 中山大学生化教研室. 生化技术导论 [M]. 北京:人民教育出版社, 1978. 53-55.
- [9] 胡毅, 潘鲁青. 三疣梭子蟹消化酶性质的初步研究[J]. 中国海洋大学学报, 2006, 36(4): 621-626.
- [10] 施特尔马赫(德)著; 钱嘉渊译. 酶的测定方法[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1992. 26-28.
- [11] Gacia-carreno F L, Patricia Hernandez-Cotes M. Enzymes with peptidase and proteinase activity from the digestive systems of a freshwater and a marine decapod [J]. **J Agric Food**, 1994, 42: 1 456-1 461.
- [12] Tsai I H, Chuang K L. Chymotrypsins in digestive tracts of crustacean decapods[J]. **Comp Biochem Physiol**, 1986, 85B: 235-239.
- [13] Brockerhoff H, Hoyle R J, Hwang P C. Digestive enzymes of the American lobster (*Homarus americanus*) [J]. **J Fish Res Bd Can**, 1970, 27:1 357-1 370.
- [14] Biesiot P M, Capuzzo J M. Digestive protease. Lipase and amylase activities in stage I larvae of the American lobster (*Homarus americanus*)[J]. **Comp Biochem Physiol**, 1990, 95A: 47-54.
- [15] Vega-villasante F, Nolasco H, Civera R. The digestive enzymes of the pacific brown shrimp *Penaeus californiensis* properties of protease activity in the digestive tract[J]. **Comp Biochem Physiol**, 1995, 112B: 123-129.
- [16] 廖永岩, 李晓梅. 远海梭子蟹对主要环境条件的要求 [J]. 海洋学报, 2002, 24(2): 140-145.
- [17] Lalli C M, Parsons T R 著, 张志南, 周红等译. 《生物海洋学导论》[M]. 青岛:青岛海洋大学出版社, 2000: 25-26.
- [18] Castille F L J, Lawrence A L. The effect of salinity on the osmotic, sodium and chloride concentrations in the hemolymph of euryhaline shrimp of the genus *Penaeus*[J]. **Comparative Biochemistry and Physiology A**, 1981, 68(1): 75-80.
- [19] 王兴强. 凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*)生长和生物能量学的初步研究[D]. 青岛:中国海洋大学, 2004.
- [20] Kim P K, Kim Y, Jeon J K. Enhancement of seawater adaptability by supplemented dietary salt in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*[A]. National Sun Yat-Sen University. 6th Asian Fisheries Forum Book of Abstracts[C]. China Taiwan: Asian Fisheries Society, 2001. 128.



The effects of NaCl on digestive enzyme activities of *Portunus trituberculatus*

HU Yi, PAN Lu-qing

(The Key Laboratory of Marine Culture of Ministry of Education , Ocean University of China , Qingdao 266003,China)

Received: May, 15,2006

Key words : *Portunus trituberculatus*;metal; NaCl; digestive enzyme

Abstract:The effects of NaCl on the activities of protease, trypsin, chymotrypsin, carboxypeptidase A, carboxypeptidase B and amylase of *Portunus trituberculatus* were studied by adjusting the assay mixture (0, 0.005, 0.001, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0 and 2.0 mol/L)through using enzyme analytical method. The experimental results indicated that all enzymes were activated by low NaCl concentration except for carboxypeptidase B. Within the scope of these experimental concentrations, protease has higher activities at NaCl concentration around 0.1-0.5 mol/L, trypsin has the higher activity at NaCl concentration around 0.5 mol/L, chymotrypsin has a more high activity at NaCl concentration around 1 mol/L, carboxypeptidase A has a more high activity at NaCl concentration around 0.05-0.1 mol/L, carboxypeptidase B was inhibited by NaCl, and has 60% maximum activities at 2 mol/L NaCl. NaCl activated amylase within the scope of this experimental concentrations, amylase has the highest activity at NaCl concentration around 0.5 mol/L.

(本文编辑: 谭雪静)

(上接第 9 页)

Horizontal distribution of large tintinnids in Yangtze River estuary in four cruises in 2005

ZHANG Wu-chang, WANG Ke, XIAO Tian

(Key Laboratory of Marine Ecology and Environmental Sciences, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071,China)

Received: Mar., 19,2008

Key words: Tintinnid; abundance; Yangtze River estuary

Abstract: Species composition and abundance of large tintinnids (>76 μm) in the Yangtze River estuary were studied in four seasonal cruises in 2005. Samples were taken by vertically towing a Shallow Water III plankton net from bottom to surface. Totally 11 tintinnid species were found: *Codonellopsis ostenfeldi* , *C. parva* , *Eutintinnus tenuis* ,*Favella panamensis* ,*Leprotintinnus nordqvisti* ,*Leprotintinnus* sp. ,*Tintinnopsis japonica* ,*T. karajacensis* , *T. mortensenii* , *T. radix* , and *T. schotti*. Maximum abundance of *Leprotintinnus* sp. was 32400 ind./m³ while maximum abundance of some species was lower than 200 ind./m³ (*C. parva* ,*E. tenuis* and *T. mortensenii*). And *T. japonica* mainly distributed in the area out of Yangtze River mouth in winter. *Leprotintinnus* sp. occurred in the area out of Yangtze River mouth in spring, summer and autumn. No tintinnid was found inside the Yangtze River in the four cruises.

(本文编辑:张培新)