

不同地理群体日本蟳非特异性免疫及抗氧化酶活力的比较

丁金强^{1,2}, 刘 萍¹, 李 健¹, 王清印^{1*}, 陈 萍¹, 高保全¹

(1. 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 山东 青岛 266071;

2. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306)

摘要: 为探索不同地理群体日本蟳的免疫水平, 实验对大连黑石礁、莱州湾、海州湾和象山 4 个地理群体日本蟳的肝胰腺、肌肉、血清和鳃组织中的抗氧化以及与非特异性免疫相关的酶活性进行分析, 并对其在不同群体间的酶活差异进行了比较。结果表明, 所检测的各种酶在日本蟳各组织中均存在, 但是不同群体间不同酶活性有所差异。大连群体日本蟳的血清 ACP、AKP、LSZ 酶活均显著高于海州湾群体 ($P < 0.05$), 与其它两个群体没有显著性差异; 大连群体日本蟳肝胰腺和血清 MDA 含量显著高于海州湾群体 ($P < 0.05$), 而在肌肉和鳃组织中没有显著性差异 ($P > 0.05$); 大连群体日本蟳肝胰腺和鳃组织中的 SOD、GSH-px 和 CAT 酶活显著高于海州湾群体 ($P < 0.05$), 其活性以大连群体最高, 莱州湾群体次之, 海州湾群体最低。通过对日本蟳 4 个地理群体间免疫相关酶活的差异比较, 发现不同地理群体日本蟳免疫水平存在差异, 研究结果为日本蟳种质资源的研究提供数据支持。

关键词: 日本蟳; 非特异性免疫; 抗氧化酶; 酶活

中图分类号: Q 55; S 917.4

文献标志码: A

日本蟳 (*Charybdis japonica*) 是我国重要的海洋经济蟹类, 隶属梭子蟹科 (Portunidae)、蟳属, 主要分布于日本到马来西亚的太平洋西海岸沿海区域, 栖居于沙质、泥沙质或有水草的浅海水域水底, 属沿岸定居性种类^[1-2]。因其肉质细嫩、味道鲜美, 深受广大消费者的喜爱。随着过度捕捞、环境恶化等原因导致日本蟳种质资源下降, 以及人们对其需求量的增大, 日本蟳的资源增殖工作得到重视, 工厂化育苗和养殖研究工作得到开展。国内外对日本蟳的研究主要集中在基础生物学^[3], 生理生化^[4-5], 营养饲料及生物遗传^[6-8]等方面, 关于日本蟳免疫方面, 国内专家围绕硫酸铜^[8]、三唑磷^[9]等毒素及免疫增强剂^[10]对日本蟳体内组织保护酶系统的影响进行了初步的研究。本实验室收集了大连黑石礁、莱州湾、海州湾和象山 4 个地理群体的日本蟳, 开展日本蟳生长、抗逆性状的选育研究, 通过分析这 4 个不同地理群体

的日本蟳非特异性免疫相关酶活, 比较不同群体间免疫功能的差别, 旨在为日本蟳种质资源的科学开发、利用及优良品种的培育提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 实验材料

实验所用的日本蟳于 2010 年分别采自辽宁大连黑石礁 (DL)、山东莱州湾 (LZ)、江苏海州湾 (HZ) 和浙江象山 (XS) 4 个海区。所有日本蟳活体运回实验室后, 清除头胸甲附着物, 进行 24 h 暂养。从各群体中随机取规格一致且健康的日本蟳 20 只用于实验, 平均体质量为 (46.8 ± 5.2) g。

1.2 取 样

用无菌注射器, 从实验日本蟳的心脏位置采血, 置于加有抗凝剂的 1.5 mL 无菌离心管中, 5 000 r/min, 4 °C 离心 10 min, 取其上层血清进行分装, 置于 -80 °C 保存备用。

收稿日期: 2012-05-10 修回日期: 2012-09-10

资助项目: 国家“八六三”高技术研究发展计划 (2012AA10A409); 国家虾产业技术体系专项 (CARS-47); 山东省科技发展计划项目 (2011GHY11526)

通信作者: 王清印, E-mail: qywang@public.qd.sd.cn

采集肌肉、鳃和肝胰腺,低温保存;取样时称量所取组织重量,肌肉、鳃和肝胰腺样品分别加入5倍、8倍和10倍体积的0.1 mol/L的磷酸钾盐缓冲液(pH 6.4)进行低温研磨,离心(5 000 r/min, 4 °C) 10 min,取其上清进行分装, -80 °C保存备用。

1.3 酶活测定

制备样品时进行大量分装,避免样品的反复冻融。实验所用试剂均采自南京建成生物研究所生产的试剂盒,严格按照试剂盒的具体方法进行。

酸性磷酸酶(ACP)和碱性磷酸酶(AKP)活性测定采用磷酸苯二钠法^[11];溶菌酶(LSZ)以溶壁微球菌冻干粉为底物,采用Hultmark等^[12]的方法改进进行;丙二醛(MDA)的测定采用硫代巴比妥酸(TBA)法;超氧化物歧化酶(SOD)采用黄嘌呤氧化法;过氧化氢酶(CAT)活性的测定采用钼酸铵法;谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-px)采用5-二硫代硝基苯甲酸(DTNB)法;蛋白含量的测定全部采用考马斯亮兰法。

1.4 数据处理

数据用SPSS 17.0软件进行单因素方差分析(One-way ANOVA),结果用mean ± SD表示,以

$P < 0.05$ 表示差异显著。

2 结果

2.1 非特异性免疫相关酶活性的比较

日本鳎 ACP 酶活在不同组织中的分布不同,其在鳃中的分布最多,肝胰腺其次,血清中分布最低。各群体间肝胰腺、肌肉和鳃中的 ACP 差异不显著($P > 0.05$),但大连群体日本鳎血清 ACP 酶活与海州湾群体差异显著($P < 0.05$),大连群体的酶活最高,海州湾群体的酶活最低(表1)。

表2反映了不同地理群体日本鳎各组织 AKP 酶活,AKP 酶活以肝胰腺组织中最高,肌肉组织次之,血清中最低。大连群体肝胰腺 AKP 酶活显著高于莱州湾群体和海州湾群体($P < 0.05$);大连群体肌肉和血清 AKP 酶活显著高于海州湾群体($P < 0.05$);大连群体鳃组织 AKP 酶活最高,但与其它3个群体差异不显著($P > 0.05$)。

LSZ 酶活在日本鳎的4个组织中分布不同(表3),血清 > 鳃 > 肝胰腺 > 肌肉。海州湾群体肝胰腺和肌肉组织 LSZ 酶活最低,但与其它3个群体差异不显著($P > 0.05$);大连群体鳃和血清 LSZ 酶活与海州湾群体差异显著($P < 0.05$)。

表1 日本鳎4个不同地理群体间 ACP 酶活的比较
Tab.1 The ACP activities in 4 stocks of *C. japonica*

	大连群体 DL	莱州湾群体 LZ	海州湾群体 HZ	象山群体 XS
肝胰腺/(U/g prot) hepatopancreas	49.87 ± 8.12 ^a	46.10 ± 5.69 ^a	51.99 ± 7.04 ^a	51.05 ± 5.33 ^a
肌肉/(U/g prot) muscle	17.51 ± 0.83 ^a	15.96 ± 1.97 ^a	15.76 ± 1.87 ^a	17.07 ± 2.33 ^a
鳃/(U/g prot) gill	58.21 ± 6.33 ^a	49.71 ± 9.28 ^a	48.61 ± 7.02 ^a	57.70 ± 9.93 ^a
血清金氏单位/100 mL serum	7.22 ± 0.97 ^b	6.61 ± 0.42 ^{ab}	6.25 ± 0.41 ^a	6.81 ± 0.55 ^{ab}

注:同一行中不同的上标字母表示差异性显著($P < 0.05$),下表同。

Notes: Means in the same line with a different superscript letters indicate difference at $P < 0.05$, the same as below.

表2 日本鳎4个不同地理群体间 AKP 酶活的比较
Tab.2 The AKP activities in 4 stocks of *C. japonica*

	大连群体 DL	莱州湾群体 LZ	海州湾群体 HZ	象山群体 XS
肝胰腺/(U/g prot) hepatopancreas	104.16 ± 14.50 ^c	70.86 ± 11.98 ^b	57.61 ± 6.20 ^a	63.63 ± 5.74 ^{ab}
肌肉/(U/g prot) muscle	5.88 ± 0.27 ^b	5.07 ± 0.91 ^{ab}	4.98 ± 0.70 ^a	5.59 ± 0.70 ^{ab}
鳃/(U/g prot) gill	7.76 ± 1.14 ^a	7.95 ± 1.06 ^a	7.31 ± 0.89 ^a	7.80 ± 0.71 ^a
血清金氏单位/100 mL serum	3.49 ± 0.63 ^b	2.56 ± 0.57 ^{ab}	1.72 ± 0.36 ^a	3.01 ± 0.85 ^{ab}

2.2 抗氧化酶活性的比较

从表4中可以看出,日本鳎MDA酶活在各组织中的分布不同,其中在肝胰腺中活性最高,鳃次之,肌肉和血清中活性相差不大。大连群体日

本鳎肝胰腺MDA酶活显著低于海州湾群体($P < 0.05$);4个群体肌肉和鳃MDA酶活没有显著性差异($P > 0.05$),但海州湾群体血清MDA酶活最高,显著高于其它3个群体($P < 0.05$)。

表 3 日本鳎 4 个不同地理群体间 LSZ 酶活的比较
Tab.3 The LSZ activities in 4 stocks of *C. japonica*

	大连群体 DL	莱州湾群体 LZ	海州湾群体 HZ	象山群体 XS
肝胰腺/(U/g prot) hepatopancreas	0.87 ± 0.06 ^a	0.89 ± 0.11 ^a	0.86 ± 0.09 ^a	0.94 ± 0.11 ^a
肌肉/(U/g prot) muscle	0.56 ± 0.05 ^a	0.55 ± 0.06 ^a	0.52 ± 0.08 ^a	0.54 ± 0.06 ^a
鳃/(U/g prot) gill	1.24 ± 0.19 ^b	1.11 ± 0.08 ^{ab}	1.05 ± 0.09 ^a	1.10 ± 0.10 ^{ab}
血清金氏单位/100 mL serum	3.06 ± 0.15 ^b	2.89 ± 0.16 ^{ab}	2.64 ± 0.17 ^a	2.79 ± 0.15 ^{ab}

表 4 日本鳎 4 个不同地理群体间 MDA 酶活的比较
Tab.4 The MDA activities in 4 stocks of *C. japonica*

	大连群体 DL	莱州湾群体 LZ	海州湾群体 HZ	象山群体 XS
肝胰腺/(U/g prot) hepatopancreas	22.73 ± 3.69 ^a	23.45 ± 2.65 ^{ab}	25.45 ± 3.65 ^b	23.38 ± 3.82 ^{ab}
肌肉/(U/g prot) muscle	2.5 ± 0.11 ^a	2.5 ± 0.16 ^a	2.7 ± 0.21 ^a	2.6 ± 0.16 ^a
鳃/(U/g prot) gill	4.8 ± 0.94 ^a	4.7 ± 0.87 ^a	5.1 ± 0.71 ^a	5.1 ± 0.82 ^a
血清金氏单位/100 mL serum	2.93 ± 0.74 ^a	2.25 ± 0.21 ^a	4.06 ± 1.13 ^b	2.88 ± 0.38 ^a

SOD 酶活在日本鳎的 4 个组织的分布见表 5,以肝胰腺中活性最高,血清次之,鳃中最低。大连群体日本鳎肝胰腺 SOD 酶活最高,显著高于海州湾群体 ($P < 0.05$);大连群体日本鳎鳃组织

SOD 酶活显著高于其它 3 个群体 ($P < 0.05$);4 个群体的肌肉和血清中 SOD 酶活群体间差异不显著 ($P > 0.05$),但数值上以大连群体的酶活性最高。

表 5 日本鳎 4 个不同地理群体间 SOD 酶活的比较
Tab.5 The SOD activities in 4 stocks of *C. japonica*

	大连群体 DL	莱州湾群体 LZ	海州湾群体 HZ	象山群体 XS
肝胰腺/(U/g prot) hepatopancreas	117.09 ± 7.24 ^b	97.13 ± 6.20 ^{ab}	81.72 ± 5.10 ^a	90.93 ± 6.10 ^{ab}
肌肉/(U/g prot) muscle	60.83 ± 5.08 ^a	58.10 ± 4.12 ^a	57.35 ± 4.14 ^a	58.32 ± 5.08 ^a
鳃/(U/g prot) gill	42.30 ± 3.23 ^b	41.86 ± 2.12 ^a	38.86 ± 2.09 ^a	39.96 ± 3.17 ^a
血清金氏单位/100 mL serum	72.54 ± 7.27 ^a	69.78 ± 6.28 ^a	71.25 ± 8.24 ^a	71.70 ± 6.34 ^a

日本鳎各组织中 GSH-px 酶活在血清中的活性最高,肌肉中的活性最低(表 6)。大连群体肝胰腺和肌肉 GSH-px 酶活显著高于海州湾群体

($P < 0.05$);大连群体日本鳎鳃和血清 GSH-px 酶活最高,显著高于海州湾群体和象山群体 ($P < 0.05$)。

表 6 日本鳎 4 个不同地理群体间 GSH-px 酶活的比较
Tab.6 The GSH-px activities in 4 stocks of *C. japonica*

	大连群体 DL	莱州湾群体 LZ	海州湾群体 HZ	象山群体 XS
肝胰腺/(U/g prot) hepatopancreas	84.83 ± 5.50 ^b	75.32 ± 7.73 ^{ab}	23.54 ± 4.20 ^a	64.15 ± 7.81 ^{ab}
肌肉/(U/g prot) muscle	56.77 ± 2.70 ^b	34.90 ± 3.83 ^{ab}	22.48 ± 2.61 ^a	43.00 ± 3.64 ^{ab}
鳃/(U/g prot) gill	120.05 ± 8.59 ^b	65.44 ± 9.83 ^a	73.00 ± 5.88 ^a	64.42 ± 6.74 ^a
血清金氏单位/100 mL serum	325.33 ± 25.50 ^c	300.84 ± 12.02 ^{bc}	314.23 ± 15.70 ^b	257.34 ± 9.07 ^a

CAT 酶活在肝胰腺中最高,鳃组织次之,血清中最低(表 7)。对每个组织进行不同群体之间 CAT 酶活的比较发现,大连群体肝胰腺、鳃和血

清 CAT 酶活显著高于海州湾群体 ($P < 0.05$),其他群体间没有显著性差异 ($P > 0.05$)。

表 7 日本鳎 4 个不同地理群体间 CAT 酶活的比较
Tab.7 The CAT activities in 4 stocks of *C. japonica*

	大连群体 DL	莱州湾群体 LZ	海州湾群体 HZ	象山群体 XS
肝胰腺/(U/g prot) hepatopancreas	15.30 ± 1.54 ^b	12.16 ± 1.20 ^{ab}	8.30 ± 0.86 ^a	12.15 ± 1.24 ^{ab}
肌肉/(U/g prot) muscle	7.12 ± 0.99 ^a	7.11 ± 1.20 ^a	6.99 ± 0.99 ^a	7.07 ± 0.92 ^a
鳃/(U/g prot) gill	10.74 ± 1.18 ^b	9.78 ± 0.75 ^b	6.13 ± 0.86 ^a	7.07 ± 0.84 ^a
血清金氏单位/100 mL serum	8.57 ± 0.41 ^c	3.92 ± 0.71 ^b	2.15 ± 0.43 ^a	4.21 ± 0.70 ^b

3 讨论

3.1 日本鳎的非特异性免疫

甲壳动物的体内不能产生免疫球蛋白,其防御系统缺乏获得性免疫,但他们所具有的非特异性免疫可以识别并清除异物,保持机体内外平衡^[13]。细胞免疫和体液免疫是甲壳动物免疫系统的主要组成部分,两者密切联系,其中血细胞是一些重要体液免疫因子的提供者,而细胞免疫又受到体液因子的介导和影响。当外来异物对甲壳动物进行入侵时,特有的识别因子会进行识别,然后将信息反馈给血细胞,诱导血细胞合成特异的免疫因子,最后经过一系列的免疫反应杀灭外来病原体,从而达到免疫的目的^[14]。

3.2 日本鳎不同地理群体间非特异性免疫酶活分析

当外来病原体经过吞噬作用进入机体后,与细胞内的溶酶体融合,最终将各种水解酶消化分解^[15]。ACP、AKP、LSZ 等都是非特异免疫系统中重要的水解酶。ACP 和 AKP 是生物体内重要的两种代谢调控酶,直接参与磷酸基团的转移,在免疫反应中发挥重要作用^[16-18]。同时,它们也是甲壳动物溶酶体酶的重要组成部分^[19],通过形成水解酶体系作用于体外异物,致其裂解死亡,从而起到机体防御的功能^[13]。LSZ 作为生物体内一种重要的非特异性免疫因子^[20],在机体免疫过程中不但能催化细菌细胞壁水解,致使细菌溶解死亡,而且还可诱导其他免疫因子的合成,协同其他免疫因子共同抵制外来病菌的入侵,是甲壳动物免疫系统重要免疫酶之一^[21]。实验表明,ACP 和 AKP 两种酶的活力在 4 种组织中的变化趋势基本一致,活性大小为肝胰腺 > 鳃 > 肌肉 > 血清,这说明日本鳎 4 种组织中均存在这两种酶,且主要在肝胰腺中发挥作用。卢彤岩等^[22]对哲罗鱼的研究发现,ACP 和 AKP 与机体的年龄不同有关

系,同时受环境影响较大。而 LSZ 在血清中的活性最高,鳃次之,肌肉的活性最低。通过不同群体之间的比较可以发现,3 种酶以大连群体的活性最高,莱州湾次之,而海州湾群体的活性最低,说明大连群体的非特异性酶活性总体要高于海州湾群体,推测大连群体对外界环境变化的应激能力强于其它 3 个群体。

3.3 日本鳎不同地理群体间抗氧化酶活性分析

在外来病原侵袭机体时,呼吸爆发和其它免疫过程中产生的大量活性氧($1O_2$ 、 H_2O_2 、 O_2^- 、 $-OH$ 等)就会在细胞内累积,这些活性氧在杀灭病原的同时也会破坏宿主细胞,对细胞造成严重的伤害。为了避免这些活性氧对宿主细胞的损伤,生物体内产生了一系列的抗氧化体系,而抗氧化酶体系是其中的一种,其中 SOD、CAT、GSH-px、MDA 是抗自由基反应的主要酶系。MDA 是脂质过氧化物的主要分解产物,具有很强的生物毒性,间接的反映出细胞的受损程度^[23],其含量的测定常与 SOD 和 CAT 的测定配合使用^[24]。研究中发现,大连群体的 MDA 活性较其它 3 个群体低,说明大连群体细胞受损的程度低,生物膜系统的防御能力较强。SOD 能够清除生物体内的 O_2^- ,让 O_2^- 发生歧化,生成过氧化氢(H_2O_2)和氧气(O_2),而 CAT 和 GSH-px 两种酶可以将 SOD 的作用产物 H_2O_2 还原成水,三者的联合使用可以有效防止生物细胞受自由基的损伤^[25]。实验发现,日本鳎的 SOD、GSH-px 和 CAT 在不同组织中的活性有所差异,SOD 和 CAT 均以肝胰腺中的活性最高,而 GSH-px 在血清中的活性最高,与陈萍等^[26]对三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)的研究结果有所差异,这可能是生物种类和环境等因素不同所造成的;此外,SOD 活性在肝胰腺中高于鳃和肌肉,与王春琳等^[8]的研究结果不一致,究其原因可能因为样品、实验条件、实验方法等不同而造成的,具体原因需要作进一步研究进

行论证。SOD 和 CAT 两种酶,之所以在肝胰腺中的活性高是由于肝胰腺中积累了大量的脂肪酸,需要较强的抗氧化酶^[27]。同时,对日本螯不同地理群体间的比较发现,大连群体的 SOD、GSH-px 和 CAT 活性最高,而在海州湾群体中活性最低,从中可以推测,在受外界环境影响时,大连群体的日本螯具有较高的抵抗力,莱州湾群体和象山群体次之,而海州湾群体的抵抗力最低。

参考文献:

- [1] 俞存根,宋海棠,姚光展. 东海日本螯的数量分布和生物学特性[J]. 上海水产大学学报,2005,14(1):40-45.
- [2] Smith P J, Webber W R, Mcveagh S M, et al. DNA morphological identification of an invasive swimming crab, *Charybdis japonica* (A. Milne-Edwards 1861), in New Zealand waters[J]. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 2003, 37(4):753-762.
- [3] 叶孙忠,张壮丽,叶泉土. 福建南部沿海日本螯的生物学特性[J]. 福建水产,2002,15(4):18-21.
- [4] 宋微微,王春琳,宋超霞,等. 日本螯同工酶组织特异性及生化遗传分析[J]. 水利渔业,2006,26(5):17-20.
- [5] 杨玲玲,樊廷俊,丛日山,等. 日本螯酚氧化酶的分纯化及其部分生物化学性质研究[J]. 海洋科学,2008,32(2):29-35.
- [6] 叶茂,申望,王日昕,等. 日本螯 (*Charybdis japonica*) 微卫星位点的分离及遗传多样性分析[J]. 海洋与湖沼,2011,42(1):86-93.
- [7] 宋春妮,李健,刘萍,等. 日本螯 4 个野生群体遗传多样性的微卫星分析[J]. 水产学报,2011,35(7):985-991.
- [8] 王春琳,丁爱侠. 硫酸铜蓄积对日本螯体内保护酶系统的影响[J]. 大连水产学院学报,2005,20(4):278-282.
- [9] 丁爱侠,王春琳. 三唑磷蓄积对日本螯体内保护酶系统的影响[J]. 南方水产,2006,2(2):56-60.
- [10] 樊廷俊,于苗苗,杨玲玲,等. 四种免疫促进剂对日本螯酚氧化酶和血细胞的影响[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版,2009,39(3):421-428.
- [11] Kruzel M, Morawiecka B. Acid phosphatase of potato tubers (*Solanum tuberosum* L). Purification, properties, sugar and amino acid composition[J]. Acta Biochimica Polonica, 1982, 29(3-4):321-330.
- [12] Hultmark D, Steiner H, Rasmuson T. Studies on the method of lysozyme measurement in serum [J]. European Journal of Biochemistry, 1980, 106(6):7-16.
- [13] 马寨璞,张繁霜,佟霁坤. 甲壳动物免疫系统概述及其图论表示[J]. 安徽农业科学,2011,39(1):291-294.
- [14] Lee S Y, Soderhall K. Early event in crustacean innate immunity [J]. Fish & Shellfish Immunology, 2002, 12(5):421-437.
- [15] 陈寅儿,王国良,金珊,等. 三疣梭子蟹患“乳化病”后几种保护酶活力的变化[J]. 水产科学,2006,25(9):448-451.
- [16] 艾春香,陈立侨,高露娇,等. Vc 对河蟹血清和组织中超氧化物歧化酶及磷酸酶活性的影响[J]. 台湾海峡,2002,21(4):431-438.
- [17] 魏炜,张洪渊,石安静. 育珠蚌酸性磷酸酶活力与免疫反应关系的研究[J]. 水生生物学报,2001,25(4):413-415.
- [18] Muta T, Iwanaga S. The role of hemolymph coagulation in innate immunity [J]. Current Opinion in Immunology, 1996, 8(1):41-47.
- [19] Yukio Y, Eizo N. Comparative studies on particulate acid phosphatases in sea urchin eggs [J]. Comparative Biochemistry and Physiology-Part B: Comparative Biochemistry, 1982, 71(4):563-567.
- [20] Ellis A E. Immunity to bacteria in fish [J]. Fish & Shellfish Immunology, 1999, 9(4):291-308.
- [21] 郑清梅,吴锐全,叶星. 水生动物溶菌酶的研究进展[J]. 上海水产大学学报,2006,15(4):483-487.
- [22] 卢彤岩,郭德文,赵吉伟,等. 哲罗鱼不同组织 SOD、CAT、ACP 和 AKP 活力的比较研究[J]. 水产学杂志,2010,23(4):10-13.
- [23] Mathew S, Kumar K A, Anandan R, et al. Changes in tissue defence system in white spot syndrome virus (WSSV) infected *Penaeus monodon* [J]. Comparative Biochemistry and Physiology-Part C: Toxicology & Pharmacology, 2007, 145(3):315-320.
- [24] 叶继丹,韩友文,赵吉伟,等. 噻乙醇对鲤肝脏抗氧化酶系统的影响[J]. 水产学报,2004,28(3):231-235.
- [25] 祁克宗,王林安. 自由基和生物抗氧化系统理论与外科学的关系(综述)[J]. 安徽农业大学学报,1996,23(2):171-174.
- [26] 陈萍,李建,李吉涛,等. 不同地理群体三疣梭子蟹非特异性免疫功能的比较[J]. 中国农学通报,2008,24(11):496-499.
- [27] Winston G W, Di Giulio R T. Prooxidant and antioxidant mechanism in aquatic organisms [J]. Aquatic Toxicology, 1991, 19(2):137-161.

Comparison of nonspecific immunity and the activities of antioxidant enzymes in different populations of *Charybdis japonica*

DING Jinqiang^{1,2}, LIU Ping¹, LI Jian¹, WANG Qingyin^{1*}, CHEN Ping¹, GAO Baoquan¹

(1. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China;

2. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: *Charybdis japonica* is an important economic crab, very popular in Chinese coastal cities. But in recent years, the germplasm resources have been declining, and the work of resources proliferation already received great concern. With the development of artificial breeding and farming, the study of disease development and prevention and control measures is inevitable. Currently, few studies have related to the immune aspects of *C. japonica*. In order to explore the immune status, the non-specific immune function was studied in four populations of *C. japonica* from Dalian, Laizhou Bay, Haizhou Bay and Xiangshan. Four types of tissues (muscle, gill, hepatopancreas and serum) and seven immunity related enzymes (ACP, AKP, LSZ, MDA, SOD, CAT and GSH-px) were detected. The results showed that the seven kinds of enzymes all exist in the four detected tissues, and the activities were different in different groups. The serum ACP, AKP and LSZ activities of Dalian was significantly higher than that of Haizhou Bay population ($P < 0.05$), and there was no significant difference among other populations ($P > 0.05$). The MDA content varied from different tissues. Dalian population was significantly higher than Haizhou Bay population in hepatopancreas and serum ($P < 0.05$), but there were no significant differences in other tissues ($P > 0.05$). For the SOD, CAT and GSH-px activity of hepatopancreas and gill, Dalian population and Haizhou Bay population have shown significant difference ($P < 0.05$). The results of the immunity enzyme activities are quite correlated with those of nonspecific immunity abilities of preventing disease and disease resistance evaluation.

Key words: *Charybdis japonica*; nonspecific immunity; antioxidantase; enzyme activities

Corresponding author: WANG Qingyin. E-mail: qywang@public.qd.sd.cn