

白色霞水母蛋白抗氧化活性的初步研究

李翠萍^{1,2}, 于华华¹, 陈晓琳^{1,2}, 刘松¹, 冯金华^{1,2}, 李鹏程¹

(1. 中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039)

摘要: 通过羟自由基清除作用、超氧自由基清除作用、还原能力和金属螯合能力等抗氧化活性实验,测定了白色霞水母蛋白的抗氧化活性。实验结果表明:白色霞水母蛋白具有较高的清除羟自由基的能力,蛋白质量浓度为 41 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 时,清除率可达 85%;白色霞水母蛋白对超氧阴离子的清除作用较弱,蛋白质量浓度为 77.7 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 时,清除率 < 50%;白色霞水母蛋白有较强的还原能力,但没有螯合能力;白色霞水母蛋白的抗氧化活性受温度影响不大,且巯基含量不是影响抗氧化活性的主要因素。

关键词: 白色霞水母(*Cyanea nozakii* Kishinouye); 蛋白; 抗氧化活性

中图分类号: Q17

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2008)07-0065-06

活性氧包括超氧阴离子($\text{O}_2^{\cdot -}$)、羟自由基($\cdot\text{OH}$)、多种有机氧自由基($\text{RO}\cdot$, $\text{ROO}\cdot$)、单线态氧($^1\text{O}_2$)、无机和有机过氧化物(H_2O_2 , ROOH)等,它们有很强的生物活性。正常情况下,机体中过多的自由基会被抗氧化防御系统有效的清除,少量的自由基对于细胞的分裂、分化、生长、消炎解毒起积极的作用;而一旦平衡被破坏,机体中过量自由基无法被及时清除,则会引起蛋白质变性、酶失活、多糖降解、DNA 链断裂、生物膜结构损伤、细胞解体乃至机体病变和死亡。多项研究结果表明,肿瘤发生、辐射致癌、心脑血管疾病、器官的缺血再灌注、药物中毒、人体衰老等过程都涉及到自由基和活性氧^[1]。已有研究表明,自由基和活性氧是细胞癌变的原始引发机制^[2]。

常用人工合成的抗氧化剂如二丁基羟基甲苯(BHT)、丁基羟基茴香醚(BHA)、丙二醇(PG)来降低活性氧的危害,但研究表明,BHA 和 BHT 能损伤肝脏甚至引起癌症^[3~5],且这些抗氧化剂的水溶性差,在乳化系统和粉末系统中表现不出良好的抗氧化能力。所以,近年来对天然抗氧化剂的研究越来越多,已经从谷类、蔬菜、水果及植物种子、叶子、根等部位分离出多种具有抗氧化活性的物质^[6],这些活性物质包括多酚、含氮化合物、多糖和胡萝卜素等^[7],用天然蛋白质作为抗氧化剂也已引起人们的兴趣。目前,对抗氧化活性肽的研究主要集中在一些陆源蛋白上,如牛奶中的蛋白、豆类蛋白都有抗氧化活性^[8,9]。近年来,随着海洋生物技术的发展,不断从海洋生物中发现一些具有抗氧化活性的化合物,如海藻多糖、壳聚糖及其衍生物等^[10,11],但从海洋蛋白资源中获取具有抗氧化活性蛋白质的研究报

道很少,只有海蜇蛋白的抗氧化活性的报道^[12,13],其它水母蛋白的抗氧化活性还未见报道。

从海洋生物中寻找新的天然抗氧化剂、新的抗衰老药物已成为海洋药物研究的重要目标之一。水母蛋白是一类结构新颖独特的蛋白,具有多种生物活性,如:酶活性,溶血活性,心脏毒性,肝脏毒性,肌肉毒性等^[14~18]。白色霞水母(*Cyanea nozakii* Kishinouye)属刺胞动物门(Cnidaria),钵水母纲(Scyphomedusae),旗口水母目(Semaeostomae),霞水母科(Cyaneidae),霞水母属(*Cyanea*)。该水母是一种大型浮游生物,中胶层较薄,食用价值低。我国辽宁、江苏、浙江、福建、广东沿海均有分布,其中以江浙沿海分布范围最广^[19]。本实验中采用化学法研究了白色霞水母蛋白对超氧阴离子自由基、羟自由基的清除作用,并对白色霞水母蛋白的还原能力、螯合能力进行了测定和初步研究。对白色霞水母蛋白资源的充分利用和天然抗氧化剂的开发具有一定的意义。

1 材料和方法

1.1 白色霞水母蛋白制备

白色霞水母于 2007 年 8 月采集于青岛第一海水浴场附近海域,触手沿口腕人工切除后,立即于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冷冻保存,备用。称取一定量冷冻的水母触手,

收稿日期: 2007-09-17; 修回日期: 2008-03-18

基金项目: 山东省中青年科学家科研奖励基金项目(2006B 07003)

作者简介: 李翠萍(1980),女,山东胶南人,博士,从事海洋活性物质的研究, E-mail: licuiping@ms.qdio.ac.cn; 李鹏程,通讯作者,博士,教授,博士生导师,电话: 0532 82898707, pcli@qdio.ac.cn

在冷冻状态下匀浆,然后加入磷酸缓冲液(20 mmol/L, pH7.4),其质量浓度为1 g/L,超声波破碎(4次,15 s,每次间隔30 s),然后高速冷冻离心(13 000 r/min, 4℃, 20 min),所得到的上清液为白色霞水母蛋白(CP),弃除残渣。以牛血清白蛋白(BSA)作标准,用Bradford法^[20]测定,得到CP的初始浓度 C_0 (mg/mL)。

1.2 白色霞水母蛋白对羟自由基($\cdot\text{OH}$)的清除作用

$\cdot\text{OH}$ 由 $\text{EDTANa}_2\text{-Fe(II)-H}_2\text{O}_2$ 体系产生,由于 $\cdot\text{OH}$ 具有使番红花褪色的功能,因此,根据褪色程度用比色法^[21]来测定 $\cdot\text{OH}$ 的含量。向试管中依次加入1.0 mL CP(浓度分别为3.8, 11.3, 18.9, 26.4, 34, 41.6 $\mu\text{g/mL}$), 0.5 mL EDTA-Fe溶液(2 mmol/L), 1 mL 磷酸缓冲液(150 mmol/L, pH7.4), 1 mL 番红花溶液(360 $\mu\text{g/mL}$), 最后加入1 mL 过氧化氢(3%), 混匀, 37℃水浴中反应30 min后,测定反应体系在520 nm处的吸光度。空白组用1 mL 磷酸缓冲液(20 mmol/L, pH7.4)替代供试样品,对照组分别用1 mL 磷酸缓冲液(20 mmol/L, pH7.4)和1 mL 磷酸缓冲液(150 mmol/L, pH7.4)替代样品和过氧化氢。每个浓度重复3次。实验结果用清除率 E 表示:

$$E = (A_{\text{样品}} - A_{\text{空白}}) \times 100 / (A_{\text{对照}} - A_{\text{空白}})。$$

1.3 白色霞水母蛋白对超氧阴离子自由基($\text{O}_2\cdot$)的清除作用

采用PMS(吩嗪硫酸甲酯, 现用现配)-NADH(还原性辅酶I)-NBT(硝基四氮唑蓝)体系来测定CP对超氧阴离子自由基的清除作用^[22]。向试管中依次加入0.5 mL NADH(78 $\mu\text{mol/L}$), 0.5 mL NBT(50 $\mu\text{mol/L}$), 0.5 mL PMS(10 $\mu\text{mol/L}$), 以及体积分别为0.05, 0.2, 0.35, 0.5, 0.65, 0.8 mL的CP(0.34 mg/mL), 最后分别加入不同体积的Tris-HCl缓冲液使体系总体积为3.0 mL。混匀后,采用分光光度法在560 nm波长下测定反应液的吸光度。空白组用相同体积的Tris-HCl缓冲液替代供试样品和NADH,对照组用相同体积Tris-HCl缓冲液替代供试样品。每个浓度重复3次。清除率的表示同1.2。

1.4 白色霞水母蛋白还原能力的测定

CP还原能力的测定参照Yen等^[23]的方法。3.5 mL含有不同浓度的蛋白样品的磷酸缓冲液(0.2 mol/L, pH6.6)中,加入2.5 mL 1%的铁氰化

钾,得到的混合物在50℃下放置20 min,然后加入2.5 mL 三氯乙酸(10%), 5 000 r/min离心10 min。取上清液2.5 mL,加入2.5 mL蒸馏水和0.5 mL 0.1%的三氯化铁,700 nm处测吸光度。每个浓度重复3次。吸光度值越大,表明还原能力越强。

1.5 金属螯合能力的测定

白色霞水母蛋白对二价铁离子的螯合能力测定参考Dinis等^[24]的方法。不同浓度的样品(3.5 mL)中,分别加入0.10 mL 2 mmol/L的 FeCl_2 和0.40 mL 5 mmol/L的ferrozine,摇匀,在室温下放置10 min,在562 nm处测定吸光度,每个浓度重复3次,蒸馏水代替样品作为空白。

螯合百分率用 C 表示:

$$C = (A_{\text{空白}} - A_{\text{样品}}) \times 100 / A_{\text{空白}}$$

1.6 温度对抗氧化活性的影响

白色霞水母蛋白分别在20, 40, 60, 80℃下放置10, 20, 30, 40, 50, 60 min。然后按照1.2、1.3所述方法测定超氧阴离子和羟自由基的清除能力。

清除比用 R 表示: $R = E_1 / E_0 \times 100$

式中, E_0 为未加热的CP的清除率, E_1 为加热的CP的清除率。

1.7 巯基的测定

根据Ellman法^[25]测定巯基含量。吸取白色霞水母蛋白溶液200 μL 分别置于10 mL比色管中,各加Tris-HCl缓冲液使体积为2.50 mL,再加入0.025 mL DNTB,摇匀后,于412 nm波长处测定吸光度。

2 结果与分析

2.1 羟自由基的清除作用

图1为白色霞水母蛋白对羟自由基的清除作用。由图1可见,CP对羟自由基有清除作用,随着质量浓度的增加,清除能力迅速提高。CP对羟自由基的清除能力远比常用的抗氧化剂维生素C和甘露醇强,CP的 EC_{50} (抑制50%自由基的生成或者清除50%已生成自由基的有效质量浓度)不到30 $\mu\text{g/mL}$,而维生素C和甘露醇的 EC_{50} 分别为1 907, 4 536 $\mu\text{g/mL}$ ^[12]。在活性氧自由基中,羟自由基最活泼,它能损伤所接触到的所有生物分子,如某些蛋白质,核酸,不饱和脂肪酸等,这些损伤能引起衰老、癌症和其它疾病^[26]。白色霞水母蛋白具有很强的清除羟自由基的作用,可作为潜在的抗氧化剂来减缓羟自由基对人体的伤害。

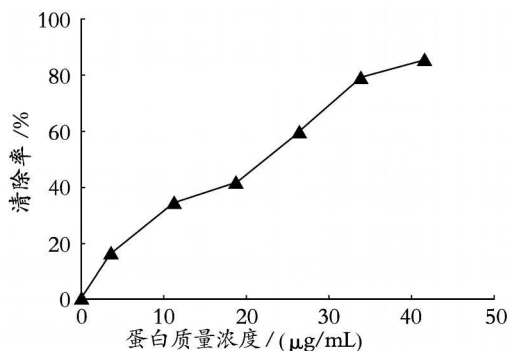


图1 白色霞水母蛋白对羟自由基的清除作用

Fig.1 Scavenging effect of CP on hydroxyl radical

2.2 超氧阴离子的清除作用

在活性氧自由基中,超氧阴离子自由基产生最早,虽然它的氧化性相对较弱,但它可以歧化生成活性较强的活性氧自由基如单线态氧自由基,羟自由基和过氧化氢,并且还能引发脂质过氧化^[27,28]。在PMS/NADH-NBT体系中,PMS与NADH生成超氧阴离子,超氧阴离子与NBT反应,生成紫色产物,在560 nm处有最大吸收,若样品与超氧阴离子反应会减少紫色物质的产生,其吸光值将会降低,因此吸光值愈低,表明样品清除超氧阴离子的能力愈强。CP对超氧阴离子的清除作用如图2所示。图2表明,CP对超氧阴离子的清除能力随浓度的增加而增大,但是清除率增加的幅度不大,当蛋白质质量浓度从4.9 μg/mL增大到77.7 μg/mL时,清除率从41.9%增大到48.6%,变化很小。CP的EC₅₀约为80 μg/mL,而BHA,BHT,维生素E的EC₅₀分别为31,61,88 μg/mL^[29]。海蜇蛋白的EC₅₀是48.91 μg/mL^[12]。可见CP对超氧阴离子的清除作用较弱。

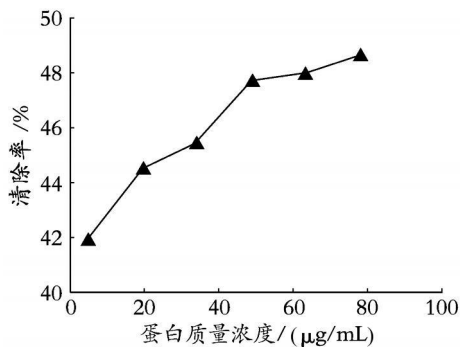


图2 白色霞水母蛋白对超氧阴离子的清除作用

Fig.2 Scavenging effect of CP on superoxide anion radical

2.3 还原能力的测定

在Fe³⁺-Fe²⁺反应体系中,700 nm处的吸光度越大,表明还原能力越强(图3)。由图3可见,CP的

还原能力较强,且还原能力随着质量浓度的增大而升高,成较好的线性关系,相关系数为0.996。当蛋白质质量浓度为25.3 μg/mL时,吸光度A₇₀₀为0.056,当质量浓度提高到152 μg/mL时,吸光度A₇₀₀可达到0.67,相当于约10 μg/mL的BHA在这个反应体系中的还原能力。该水母蛋白的抗氧化活性可能与其较强的还原能力有关。而海蜇蛋白的还原能力很低,在浓度155 μg/mL时,A₇₀₀为0.002^[12]。

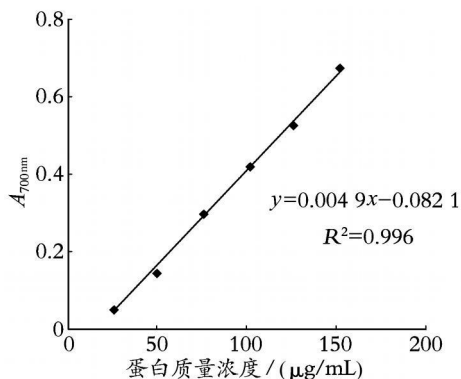


图3 白色霞水母蛋白还原能力的测定

Fig.3 Reductive power of CP

2.4 金属螯合能力的测定

图4为白色霞水母蛋白螯合能力的测定。由图4可见,白色霞水母蛋白的螯合百分率不超过1.6%,且并未随着浓度的增大而升高,由此可以推断白色霞水母蛋白没有螯合能力。所以可以判断白色霞水母蛋白的抗氧化活性与螯合能力无关。

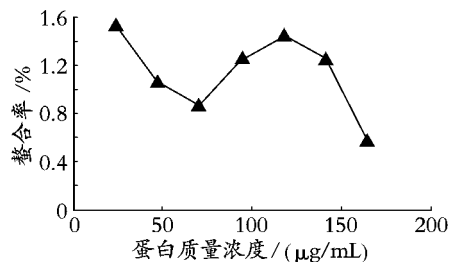


图4 白色霞水母蛋白螯合能力的测定

Fig.4 Metal chelating effect of CP

2.5 温度对抗氧化活性的影响

温度是影响蛋白质生物活性的主要因素,图5为温度对CP清除羟自由基和超氧阴离子的影响,结果表明温度对CP的抗氧化活性影响不大。图5a表明,培育温度在60、80℃时,CP清除羟自由基的能力升高。60℃时,清除比在104%~111%之间,80℃时的清除比在120%左右。培育温度在20、40℃时,CP清除羟自由基能力有所降低。培育温度在40、60、

80℃时,随着时间的增长,清除比变化不大,数值基本呈直线分布。各培育温度下的 CP 清除活性顺序为: 80℃ > 60℃ > 20℃ > 40℃。图 5b 表明,对超氧阴离子来说,20, 40℃时,清除比都有所增加,但幅度相差不大,其中 40℃时的清除比略微大于 20℃时,两个温度下的清除比大约在 120% 左右,且 CP 清除活性随着时间的变化无明显规律。在 60, 80℃下清除比在 100% 左右,其中在 80℃时的清除比最低。温度对自由基清除作用的影响机理还需要进一步研究。

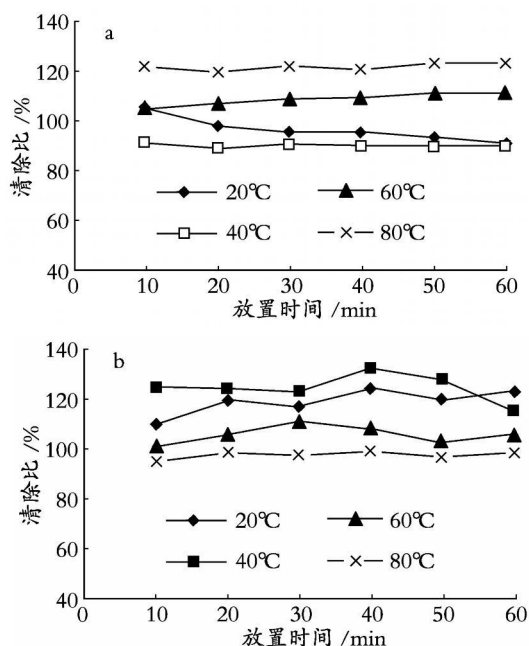


图 5 温度对白色霞水母蛋白清除羟自由基 (a) 和超氧阴离子 (b) 的影响

Fig. 5 The effects of temperature on scavenging effect of CP on hydroxyl radical (a) and superoxide anion radical (b)

2.6 温度对巯基含量的影响

巯基是蛋白很重要的抗氧化成份,较其它一些基团更易于被氧化,因此,通过比较温度对白色霞水母蛋白巯基含量的影响与温度对蛋白抗氧化性的影响(图 6)是否一致,来研究蛋白的抗氧化性是否是由巯基决定的。从图 6 可以看出,蛋白中巯基含量受温度的影响较大,随着温度的升高而减少。在 20℃, 40℃时,巯基含量相差不大;当温度升至 60℃, 80℃时巯基含量明显减少,其中在 80℃时,巯基含量最少,几乎不存在了,可能是因为巯基在较高温度下比较容易氧化而造成含量减少。但是在 60℃, 80℃时该蛋白对羟自由基的清除作用却明显高于 20℃, 40℃时,因此蛋白的抗氧化活性不是主要由巯基含量决定的。

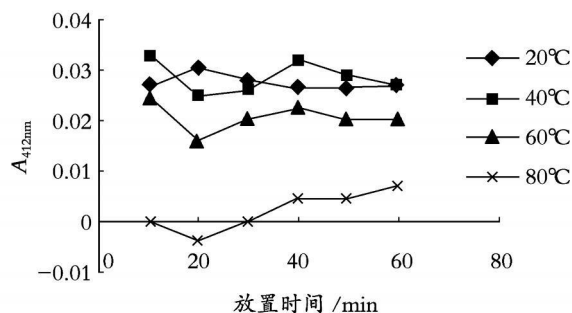


图 6 温度对白色霞水母蛋白中巯基含量的影响

Fig. 6 The effects of temperature on hudrousulfide group of CP

4 讨论

抗氧化剂的抗氧化机理分为多种,如阻止链引发,与作为催化剂的二价金属离子反应,降解过氧化物,还原能力和清除自由基等。对白色霞水母蛋白的还原能力和螯合能力测定表明,该蛋白具有较强的还原能力,但没有螯合能力。所以可以初步推测水母蛋白的抗氧化机理主要是清除已经产生的自由基,此外还与还原能力有关。

活性氧自由基能损坏蛋白,然而机体内的有些抗氧化剂属于蛋白,并且这些蛋白在抗氧化防御体系中起着重要作用。饮食中缺少蛋白不仅影响抗氧化酶的合成而且还会降低组织中抗氧化剂的浓度,从而削弱机体的抗氧化能力^[30,31]。蛋白质的抗氧化活性与巯基的含量和蛋白酶如:过氧化歧化酶,过氧化氢酶,过氧化物酶等有关^[32]。此外,还与组成蛋白的氨基酸种类,氨基酸在蛋白序列中的位置及蛋白的疏水性有关^[33]。其中巯基含量和酶的活性对温度非常敏感,而温度对霞水母蛋白的抗氧化活性影响不大,所以推测水母蛋白的抗氧化性主要与蛋白中所含的氨基酸的种类,及其在蛋白序列中的位置或蛋白的疏水性有关。但对于白色霞水母蛋白作为一类新型的抗氧化物的分子机制及其性质,究竟是一种功能性蛋白还是一种新的酶,还有待于进一步验证。

致谢:感谢高尚武老师和张芳老师对该水母种属的鉴定。

参考文献:

- [1] Cuzzocrea S, Riley D, Caputi A P, *et al.* Antioxidant therapy: a new pharmacological approach in shock, inflammation, and ischemia/ reperfusion injury [J]. **Pharmacol Rev**, 2001, 53: 135-139.
- [2] Pang Z J, Chen Y, Zhou M. The effect of polysaccharide krestin on GPx gene expression in macrophages [J]. **Acta biochimica et Biophysica Sinica**, 1999, 31(3): 284-288.
- [3] Grice H C. Safety evaluation of butylated hydroxyani-

- sole from the perspective of effects on forestomach and oesophageal squamous epithelium [J]. **Food Chem Toxicol**, 1988, 26: 717-723.
- [4] Williams G M, Iatropoulos M J, Whysner J. Safety assessment of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene as antioxidant food additives [J]. **Food Chem Toxicol**, 1999, 37: 1 027-1 038.
- [5] Witschi H P. Enhanced tumour development by butylated hydroxytoluene (BHT) in the liver, lung and gastrointestinal tract [J]. **Food Chem Toxicol**, 1986, 24: 1 127-1 130.
- [6] Ramarathnam N, Osawa T, Ochi H, *et al.* The contribution of plant food antioxidants to human health [J]. **Trends Food Sci Technol**, 1995, 6: 75-82.
- [7] Velioglu Y S, Mazza G, Gao L, *et al.* Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products [J]. **J Agric Food Chem**, 1998, 46: 4 113-4 117.
- [8] Iskender A, Ahmet Y. Antioxidant activity of protein extracts from heat treated or thermally processed chickpeas and white beans [J]. **Food Chemistry**, 2007, 103: 301-312.
- [9] Pihlanto A. Antioxidative peptides derived from milk proteins [J]. **International Dairy Journal**, 2006, 16: 1 306-1 314.
- [10] 张全斌, 于鹏展, 周革非, 等. 海带褐藻多糖硫酸酯的抗氧化活性研究 [J]. **中草药**, 2003, 34: 824-826.
- [11] Xing R E, Yu H H, Liu S, *et al.* Antioxidant activity of differently regioselective chitosan sulfates in vitro [J]. **Bioorg Med Chem**, 2005, 13(4): 1 387-1 392.
- [12] Yu H H, Liu X G, Xing R E, *et al.* In vitro determination of antioxidant activity of proteins from jellyfish *Rhopilema esculentum* [J]. **Food Chem**, 2006, 95: 123-130.
- [13] Yu H H, Liu X G, Xing R E, *et al.* Radical scavenging activity of protein from tentacles of jellyfish *Rhopilema esculentum* [J]. **Bioorg Med Chem Lett**, 2005, 15: 2 659-2 664.
- [14] Li C P, Yu H H, Liu S, *et al.* Factors affecting the protease activity of venom from jellyfish *Rhopilema esculentum* Kishinouye [J]. **Bioorg Med Chem Lett**, 2005, 15(24): 5 370-5 374.
- [15] Yu H H, Li C P, Li R G, *et al.* Factors influencing hemolytic activity of venom from the jellyfish *Rhopilema esculentum* Kishinouye [J]. **Food Chem Toxicol**, 2007, 45(7): 1 173-1 178.
- [16] Nevalainen T J, Pouravuori H J, Quinn R J, *et al.* Phospholipase A2 in Cnidaria [J]. **Comp Biochem Physiol**, 2004, 139B: 731-735.
- [17] Ramasamy S, Isbister G K, Seymour J E, *et al.* The in vivo cardiovascular effects of an Australasian box jellyfish (*Chiropsalmus* sp.) venom in rats [J]. **Toxicol**, 2005, 45(3): 321-327.
- [18] Radwan F F Y, Gershwin L, Burnett J W. Toxicological studies on the nematocyst venom of *Chrysaora achlyos* [J]. **Toxicon**, 2000, 38: 1 581-1 591.
- [19] 仲霞铭, 汤建华, 刘培廷. 霞水母 (*Cyanea nozakii* Kishinouye) 暴发与海洋生态之关联性探讨 [J]. **现代渔业信息**, 2004, 19(3): 123-130.
- [20] Bradford M M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding [J]. **Anal Biochem**, 1976, 72: 248-254.
- [21] 王巨存, 邢国胜, 胡文铎, 等. 有机锗 Ge 132 对氧自由基和由羟自由基诱导的脂质过氧化的影响 [J]. **中国药理学杂志**, 1994, 29(1): 23-25.
- [22] Gülcin İsatı G., Beydemir S, *et al.* Comparison of antioxidant activity of clove (*Eugenia caryophyllata* Thunb) buds and lavender (*Lavandula stoechas* L.) [J]. **Food Chem**, 2004, 87: 393-400.
- [23] Yen G C, Duh P D. Antioxidative properties of methanolic extracts from peanut hulls [J]. **J Am Oil Chem Soc**, 1993, 70: 383-386.
- [24] Dinis T C P, Madeira V M C, Almeida L M. Action of phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate, and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxyl radical scavengers [J]. **Arch Biochem Biophys**, 1994, 315: 161-169.
- [25] Ellman, G D. Tissue sulfhydryl groups [J]. **Ach Biochem Biophys**, 1959, 82(1): 70-77.
- [26] Arouma O I. Free radicals, oxidative stress, and antioxidants in human health and disease [J]. **J Am Oil Chem Soc**, 1998, 75: 199-212.
- [27] Dahl M K, Richardson T. Photogeneration of superoxide anion in serum of bovine milk and in model systems containing riboflavin and amino acid [J]. **J Dairy Sci**, 1978, 61: 400-407.
- [28] Meyer A S, Isaksen A. Application of enzymes as food antioxidants [J]. **Trends Food Sci Technol**, 1995, 6(9): 300-304.
- [29] Oktay M, Gülin Gülini, Küfrevioğlu İ. Determination of in vitro antioxidant activity of fennel (*Foeniculum vulgare*) seed extracts. **Lebensw Wiss [J]. Technol**, 2003, 36: 263-271.
- [30] Sies H. Glutathione and its role in cellular functions [J]. **Free Radical Biol Med**, 1999, 27: 916-921.
- [31] Fang Y Zh, Yang Sh, Wu GY. Free radicals, antioxidants, and nutrition [J]. **Nutrition**, 2002, 18: 872-879.
- [32] 任国谱, 余兵, 李顺灵. 蛋白质及其衍生物的抗氧化性能 [J]. **中国油脂**, 1997, 22(4): 47-50.
- [33] Iskender A, Ahmet Y. Antioxidant activity of protein extracts from heat treated or thermally processed chickpeas and white beans [J]. **Food Chem**, 2007, 103: 301-312.

Study on the antioxidant activity of the proteins from jellyfish *Cyanea nozakii* Kishinouye

LI Cui-ping^{1,2}, YU Hua-hua¹, CHEN Xiao-lin^{1,2}, LIU Song¹, FENG Jin-Hua^{1,2},
LI Peng-cheng¹

(1. Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Received: Sep. , 17, 2007

Key words: *Cyanea nozakii* Kishinouye; protein; antioxidant activity

Abstract: In this study, the antioxidant activity of proteins from jellyfish, *Cyanea nozakii* Kishinouye, was determined by various antioxidant assays, including hydroxyl radical scavenging, superoxide anion radical scavenging, reducing power and metal chelating activity. The proteins showed a strong scavenging activity on hydroxyl radical and the scavenging effect was 85% at the concentration of 41 $\mu\text{g/mL}$. However, the proteins had a low scavenging effect on superoxide anion radical, and the scavenging effect of the proteins didn't reach 50% at the concentration of 77.7 $\mu\text{g/mL}$. The proteins showed a strong reducing power, but had no metal chelating activity. The radical scavenging activity was stable at a high temperature. The results showed that the hydrosulfide contained in CP wasn't the mainly factor on the antioxidant activity.

(本文编辑: 康亦兼)