

小麦低聚肽对H₂O₂所致HepG2细胞氧化损伤的保护作用

刘 艳, 张海欣, 魏 颖, 林 峰, 蔡木易*

(中国食品发酵工业研究院,北京市蛋白功能肽工程技术研究中心,北京 100015)

摘要: 分析小麦低聚肽氨基酸组成和相对分子质量分布,并对其保护过氧化氢所致人肝癌细胞(HepG2)氧化损伤的作用进行了研究。首先采用不同浓度小麦低聚肽作用HepG2细胞4 h,然后用150 μmol/L过氧化氢氧化损伤细胞4 h,以细胞存活率、细胞内活性氧(ROS)及丙二醛(MDA)含量评价小麦低聚肽对HepG2细胞的保护作用。结果表明,小麦低聚肽相对分子质量小于1 000的组分高达93.44%,谷氨酸及脯氨酸含量较高;小麦低聚肽具有增加细胞存活率、抑制细胞内ROS生成、降低细胞内MDA含量的活性,对减少HepG2细胞的氧化应激及提高细胞抗氧化能力具有较好的作用效果。本研究从细胞水平上揭示了小麦低聚肽对过氧化氢所致的肝脏损伤具有一定的预防保护作用。

关键词: 小麦低聚肽;HepG2细胞;过氧化氢;氧化损伤

中图分类号: TS201.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2015)06—0599—06

Protective Effect of Wheat Oligopeptides on Hydrogen Peroxide-Induced HepG2 Cell Injury

LIU Yan, ZHANG Haixin, WEI Ying, LIN Feng, CAI Muyi*

(Beijing Engineering Research Center of Protein & Functional Peptides, China National Research Institute of Food and Fermentation Industries, Beijing 100015, China)

Abstract: Amino acid composition and molecular weight distribution of wheat oligopeptides (WOP) were analyzed, and the protective effect of WOP on hydrogen peroxide (H₂O₂)-induced HepG2 cell oxidative injury was investigated. After treated with different concentrations of WOP for 4 h, HepG2 cells were injured by 150 μmol/L of H₂O₂ for 4h, and then the cell viability and contents of intracellular reactive oxygen species (ROS) and malondialdehyde (MDA) were determined. Results showed that the percentage of WOP with molecular weight below 1,000 Da reached up to 93.44% and the contents of glutamic acid, glutamine and proline were relatively high. Furthermore, WOP increased the cell viability and inhibited the production of intracellular ROS and MDA, indicating beneficial effects of WOP on the reduction of oxidative stress and the improvement of cell antioxidant capacity. Thus, WOP could protect liver cells against the injury caused by peroxides.

Keywords: wheat oligopeptides, HepG2 cells, H₂O₂, oxidative injury

收稿日期:2014-07-11

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划项目(2012BAD33B04-02);国家863计划项目(2013AA102205-02);科技北京百名领军人才培养工程项目(Z131110000513026);北京市科技计划项目(Z131100003113010)。

作者简介:刘艳(1986-),女,内蒙古乌海人,工学硕士,工程师,主要从事功能性食品研究。E-mail:liuyan39259@163.com

*通信作者:蔡木易(1962-),男,北京人,教授级高级工程师,主要从事功能食品研究。E-mail:caimuyi@vip.sina.com

小麦低聚肽是以小麦谷朊粉为原料,经过酶解、提纯等步骤加工制得,具有均衡的氨基酸组成的肽类混合物。其水溶性好、稳定性高、易于消化吸收、蛋白质含量高^[1]。大量研究表明,小麦低聚肽具有免疫调节^[2]、保护肠黏膜^[3]、抗氧化^[4]等多种功能活性。

过氧化氢是一种重要的活性氧,极易透过细胞膜,其具有易于获得及性质相对稳定的特点,因而成为研究细胞氧化损伤的重要工具^[5]。虽然 HepG2 细胞是一种肿瘤细胞,但其所含的生物转化代谢酶与人正常肝实质细胞具有同源性,因此被广泛应用于体外实验的筛选。过氧化氢进入细胞后可形成高活性的自由基,作用于生物大分子物质,引起脂质过氧化等反应,破坏细胞结构。研究表明,机体的氧化应激及氧化损伤与炎症^[6]、免疫力降低^[7]、衰老^[8]、动脉粥样硬化^[9]、糖尿病^[10]、癌症^[11]等疾病的发生发展密切相关。

本实验中以小麦低聚肽为研究对象,对其氨基酸组成和相对分子质量分布进行了分析。选取 H₂O₂ 为诱导 HepG2 细胞氧化应激损伤的工具,建立肝细胞氧化损伤模型。采用此模型评价小麦低聚肽对 HepG2 细胞存活率、细胞内 ROS 及 MDA 含量的影响,旨在为小麦低聚肽在健康保健食品中的开发及利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

小麦低聚肽,样品为淡黄色粉末,由北京中食海氏生物技术有限公司提供,由浙江海氏生物技术有限公司制造。

人肝癌细胞 HepG2,购自中国医学科学院基础医学研究所细胞中心。

DMEM(高糖)培养基, Hyclone 公司产品;胎牛血清(FBS),浙江天杭生物科技有限公司产品;胰蛋白酶,PBS,双抗溶液(青霉素+链霉素),BCA 蛋白质浓度测定试剂盒(增强型),MDA 测定试剂盒,细胞裂解液,均为碧云天生物技术研究产品;DCFH-DA 荧光探针,3-(4,5-二甲基噻唑-2)-2,5-二苯基四氮唑溴盐(MTT),Sigma 公司产品;二甲基亚砜(DMSO),Amresco 公司产品;乙腈(色谱纯),美国 Fisher 公司产品;盐酸(优级纯),其他分析纯试剂,北京化工厂产品。

1.2 仪器与设备

CKX-41 型倒置相差显微镜,日本奥林巴斯公司制造;240i 二氧化碳培养箱,美国 Thermo 公司制造;AC2-6S1 型生物安全柜,新加坡 ESCO 公司制造;Spectra MR 型酶标仪,美国 Dynex 公司制造;Accuri C6 型流式细胞仪,美国 BD 生物科学仪器及软件公司制造;LC-20A 高效液相色谱仪,日本岛津公司制造;A300 型氨基酸分析仪,德国 Membrapure 公司制造;3K-15 型冷冻离心机,德国 Sigma 公司制造。

1.3 试验方法

1.3.1 氨基酸组成分析 依据 GB/T 5009.124-2003《食品中氨基酸的测定》,采用氨基酸自动分析仪对小麦低聚肽中的氨基酸组成进行测定。

1.3.2 相对分子质量分布分析 采用高效液相色谱法对小麦低聚肽相对分子质量进行分析,色谱条件如下。色谱柱:TSK gel G2000 SWXL 300 mm×7.8 mm;流动相:V(乙腈):V(水):V(三氟乙酸)=45:55:0.1;检测波长:UV 220 nm;体积流量 0.5 mL/min,柱温 30 ℃,进样体积 10 μL。4 种不同相对分子质量的肽标准品为:细胞色素 C(*M_w* 12 500),杆菌酶(*M_w* 1 450),乙氨酸-乙氨酸-酪氨酸-精氨酸(*M_w* 451),乙氨酸-乙氨酸-乙氨酸(*M_w* 189)。

1.3.3 HepG2 细胞培养 将 HepG2 细胞按 3×10⁵ 个/mL 接种于含有质是分数 10% FBS、100 U/mL 青霉素、100 μg/mL 链霉素的 DMEM(高糖)培养基中(pH 7.2),37 ℃、质量分数 5% CO₂ 及充分饱和湿度条件下孵育。待细胞融合至培养瓶的 80%后,弃去旧培养液,用 PBS 冲洗一次,加入适量质量分数 0.25%胰蛋白酶消化,按照 1:3 传代培养。

1.3.4 实验分组及药物处理 实验分为:正常对照组;损伤模型组;小麦低聚肽实验组。其中小麦低聚肽作用质量浓度为 0.05、0.1、0.5、1、5、10 g/L。将处于对数生长期、状态良好的细胞接种于培养板中孵育 24 h;待细胞生长稳定后,实验组加入含有不同浓度小麦低聚肽、不含 FBS 的 DMEM(高糖)培养基溶液,对照组及模型组均加入不含 FBS 的 DMEM(高糖)培养基溶液,孵育 4 h;弃去培养液,模型组及实验组加入不含 FBS、含有 150 μmol/L H₂O₂ 的 DMEM(高糖)培养液,对照组加入不含 FBS 的 DMEM(高糖)基础培养液,孵育 4 h;弃上清液,取细胞进行相应指标检测。

1.3.5 MTT法检测细胞存活率 调整HepG2细胞悬液浓度为1.2×10⁵个/mL,接种于96孔板,每孔加入100 μL悬液。孵育24 h待细胞完全贴壁后,分别用含有不同浓度小麦低聚肽的培养液处理细胞,每个低聚肽浓度设置5复孔,同时设不加低聚肽的对照孔及模型孔,另设调零孔,置于培养箱中孵育4 h,随后用150 μmol/L H₂O₂进行损伤处理4 h。弃上清液,每孔加入100 μL含有0.5 g/L MTT的DMEM溶液,温育4 h;去除培养液及MTT,加入DMSO 100 μL/孔,震荡使结晶物充分溶解。570 nm和630 nm双波长测定各孔光吸收值。细胞存活率:

$$r = (OD_s / OD_d) \times 100\%$$

式中,OD_s和OD_d分别为实验组与对照组的吸收值。

1.3.6 细胞内ROS含量测定^[2] 调整HepG2细胞悬液浓度为1.0×10⁵个/mL,接种于6孔板,每孔加入2 mL悬液。孵育24 h待细胞生长稳定后,按实验分组方法处理细胞。待H₂O₂损伤4 h后,弃培养液,每孔加入终浓度10 μmol/L的DCFH-DA荧光探针,37℃避光反应20 min后吸去探针,用预冷的PBS洗涤细胞2次,随后采用胰酶消化细胞,离心除去上清液,PBS重悬细胞,并采用流式细胞仪测定活细胞的ROS相对强度。

1.3.7 MDA含量测定 调整HepG2细胞悬液浓度为1.0×10⁵个/mL,接种于24孔板,每孔加入500 μL悬液。孵育24 h后,按实验分组方法处理细胞。待H₂O₂损伤4 h后,弃上清液,用PBS洗1次细胞,每孔加入100 μL细胞裂解液使细胞裂解,于4℃、1 600 g离心10 min,取上清液作为样本,参照碧云天生物技术有限公司提供的MDA测定试剂盒和BCA蛋白质浓度测定试剂盒说明书对细胞内的MDA和蛋白质进行定量。结果以nmol/mg表示。

1.4 统计学处理

实验数据使用SPSS 19.0软件进行统计处理,组间比较采用t检验,若P<0.05,两者有显著性差异;若P<0.01,两者有极显著性差异。

2 结果与分析

2.1 小麦低聚肽氨基酸组成

表1结果显示,小麦低聚肽中谷氨酸(Gln+Glu)含量最高,质量分数34.9%;其次是脯氨酸,质量分数13.05%;而碱性氨基酸含量较少。

小麦低聚肽中的谷氨酰胺是一种重要的具有

特殊营养作用的条件性必需氨基酸及肠道必需氨

表1 小麦低聚肽氨基酸含量

Table 1 Amino acid composition of WOP

氨基酸名称	质量分数/%	氨基酸名称	质量分数/%
天冬氨酸(Asp) ^a	2.94	酪氨酸(Tyr)	3.21
苏氨酸(Thr)	2.42	苯丙氨酸(Phe)	4.89
丝氨酸(Ser)	4.74	赖氨酸(Lys)	1.42
谷氨酸(Glu) ^b	34.90	组氨酸(His)	1.68
甘氨酸(Gly)	3.14	精氨酸(Arg)	3.12
丙氨酸(Ala)	2.47	脯氨酸(Pro)	13.05
缬氨酸(Val)	3.45	半胱氨酸(Cys)	0.56
甲硫氨酸(Met)	1.46	色氨酸(Trp)	0.60
异亮氨酸(Ile)	3.22		
亮氨酸(Leu)	6.52	总量	93.79

注:a 天冬氨酸+天冬酰胺(Asp+Asn);b 谷氨酸+谷氨酰胺(Glu+Gln)。

氨基酸。研究表明,谷氨酰胺在保护细胞膜的完整性、维持细胞活力及降低细胞氧化损伤方面具有积极的作用^[13]。

2.2 小麦低聚肽相对分子质量分布

小麦低聚肽主要由小分子肽构成。由表2结果可知,相对分子质量小于1 000的组分占94.33%,其中500~1 000的组分占21.10%,140~500的组分占60.55%。

表2 小麦低聚肽相对分子质量分布情况

Table 2 Relative molecular weight distribution of WOP

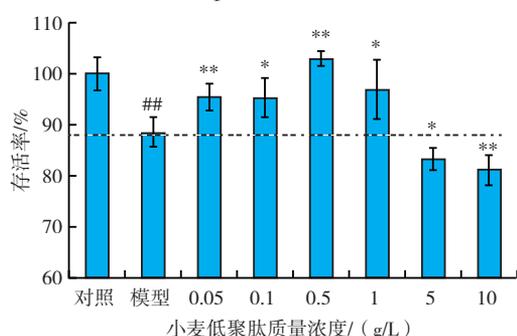
相对分子质量范围	开始时间/min	结束时间/min	重均相对分子质量	峰面积分数/%
10 000以上	8.810	13.858	11 265	0.012 0
5 000~10 000	13.858	15.377	6 505	0.104 5
3 000~5 000	15.377	16.497	3 689	0.286 7
1 000~3 000	16.497	18.905	1 475	6.078 6
500~1 000	18.905	20.425	668	21.098 9
140~500	20.425	23.216	308	60.547 7
140以下	23.216	28.792	96	11.796 5
重均相对分子质量			447.1	
相对分子质量小于1 000的组分所占比例/%			93.44	

按照氨基酸平均相对分子质量为137计算,小麦低聚肽主要由八肽以下的小分子肽段构成。研究表明,小肽的吸收具有耗能低、转运速度快、载体不易饱和等特点,吸收效率比氨基酸高,更容易、更快通过小肠薄膜被人体吸收利用,进而发挥其保健

功能^[14]。

2.3 小麦低聚肽对H₂O₂诱导的HepG2细胞存活率的影响

如图1所示,模型组细胞存活率为88.66%,与对照组相比呈显著性差异,即150 μmol/L H₂O₂作用4 h,可显著降低HepG2细胞活力。



##: $P < 0.01$, 与对照组比较; *: $P < 0.05$, 与模型组比较; **: $P < 0.01$, 与模型组比较; $n = 5$ 。

图1 小麦低聚肽对H₂O₂诱导的HepG2细胞存活率的影响

Fig.1 Effect of WOP on cell viability of HepG2 injured by H₂O₂

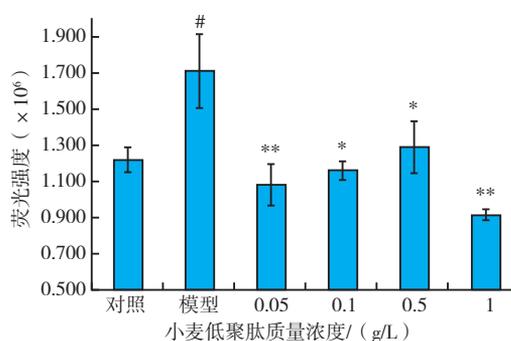
相比模型组,在H₂O₂损伤前4 h加入0.05、0.1、0.5、1 g/L的小麦低聚肽的实验组细胞存活率均有所提高,分别为95.47%、95.34%、102.93%、96.94%;而添加5 g/L及10 g/L小麦低聚肽的实验组细胞存活率比模型组低,显示出毒性作用。为了保证细胞正常生长,加样浓度应在其毒性浓度之下。因此,本研究选用0.05、0.1、0.5、1 g/L为后续实验质量浓度。

2.4 小麦低聚肽对H₂O₂诱导的HepG2细胞ROS生成的影响

模型组与对照组比较可知,150 μmol/L H₂O₂作用4 h可引起荧光强度的变化,增加了40.39%,差别具有统计学意义($P < 0.05$);加入0.05、0.1、0.5、1 g/L小麦低聚肽可降低细胞荧光强度,相比模型组分别下降了51.23%、44.50%、34.15%、64.94%,差别具有统计学意义。

需氧细胞在代谢过程中由于受到内外环境的刺激而产生一系列活性氧,包括:O₂⁻、H₂O₂及·OH等^[15]。活性氧极不稳定,中、高浓度的ROS通过细胞氧化应激反应诱导细胞凋亡甚至导致其坏死。由图2结果可知,150 μmol/L H₂O₂可显著增加细胞内活性氧的含量,而小麦低聚肽可抑制由H₂O₂引起的细胞内活性氧的增加,推测其所含部分肽段可与细胞内活性氧分子发生反应,降低细胞内活性氧的

水平。



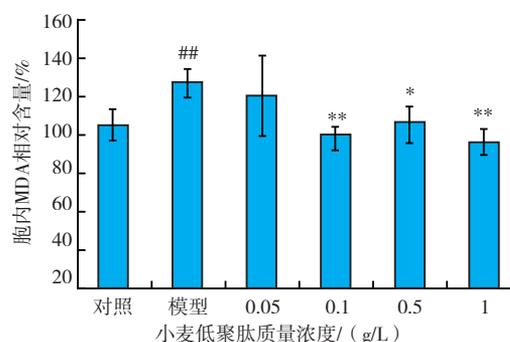
##: $P < 0.01$, 与对照组比较; *: $P < 0.05$, 与模型组比较; **: $P < 0.01$, 与模型组比较; $n = 3$ 。

图2 小麦低聚肽对H₂O₂诱导的HepG2细胞ROS生成的影响

Fig.2 Effect of WOP on ROS generation in HepG2 injured by H₂O₂

2.5 小麦低聚肽对H₂O₂诱导的HepG2细胞MDA含量的影响

需氧细胞在代谢中产生的ROS,可与生物膜的磷脂、酶和膜受体相关的多不饱和脂肪酸发生脂质过氧化反应,产生脂质过氧化产物如丙二醛。丙二醛是细胞氧化损伤的一个重要指标。图3结果显示,150 μmol/L H₂O₂作用HepG2细胞4 h后,与对照组比较,模型组细胞内MDA含量明显升高($P < 0.01$),为对照组的128.36%。在H₂O₂损伤前4 h加入0.1、0.5、1 g/L小麦低聚肽可显著降低HepG2细胞内MDA的累积,分别为对照组的100.54%、106.42%、96.88%,相比模型组下降了27.82%、21.94%、31.48%。



##: $P < 0.01$, 与对照组比较; *: $P < 0.05$, 与模型组比较; **: $P < 0.01$, 与模型组比较; $n = 3$ 。

图3 小麦低聚肽对H₂O₂诱导的HepG2细胞内MDA含量的影响

Fig.3 Effect of WOP on MDA generation in HepG2 injured by H₂O₂

汪飞^[4]研究表明,小麦低聚肽能显著降低低氧暴露大鼠心肌线粒体内MDA含量,从而有效保护低氧暴露心肌线粒体形态结构及功能。余琦^[16]研究显示,小麦低聚肽能显著降低长期低氧暴露或高原训练大鼠肠组织中MDA含量。本研究结果与上述结果相似,即小麦低聚肽可抑制脂质过氧化反应,减少丙二醛的产生。

3 结 语

在肝炎、酒精肝等多种肝病中,氧化应激是它们共同的损伤机制^[17]。H₂O₂可直接或转变为·OH作用于肝细胞^[18],引起细胞氧化损伤。本研究中对小麦低聚肽的氨基酸组成和相对分子量分布进行

了分析,并对其提高H₂O₂损伤HepG2细胞存活率、抑制细胞ROS产生、减少MDA生成作用进行了研究。研究结果表明,小麦低聚肽属于小分子肽段混合物,蛋白质含量高,富含谷氨酸、谷氨酰胺及脯氨酸;可提高H₂O₂损伤HepG2细胞存活率,抑制ROS产生及细胞内MDA累积。此研究结果表明,小麦低聚肽通过减少细胞内ROS的含量可降低氧自由基对细胞产生的损伤,通过抑制过氧化反应减少MDA生成,进而可有效保护肝脏免受氧化应激损伤。本研究成果为小麦低聚肽应用于保肝护肝及抗氧化功能食品的开发提供了理论依据,而小麦低聚肽肽段结构与保肝活性及抗氧化功能之间的关系还有待于进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 金振涛,马永庆,刘艳,等.小麦低聚肽粉中谷氨酰胺含量测定方法及其临床应用前景[J].食品与发酵工业,2011,37(11):130-134.
JIN Zhentao, MA Yongqing, LIU Yan, et al. Research of the determination method of glutamine content in wheat oligo-peptide products and discussion of relatively clinical application prospect[J]. **Food and Fermentation Industries**, 2011, 37(11):130-134. (in Chinese)
- [2] 代卉,施用晖,韩芳,等.小麦肽免疫活性及抗氧化作用的研究[J].天然产物研究与开发,2009(3):473-476.
DAI Hui, SHI Yonghui, HAN Fang, et al. Study on wheat peptides on immune modulating and antioxidant effect [J]. **Natural Product Research and Development**, 2009(3):473-476. (in Chinese)
- [3] 金其贯,余奇,金爱娜,等.模拟高原训练对大鼠小肠粘膜屏障的影响及其小麦肽的干预作用[J].西安体育学院学报,2014(2):225-230.
JIN Qiguan, SHE Qi, JIN Aina, et al. The effects of simulated altitude training on intestinal mucosa barrier in rats and the intervention of wheat peptide[J]. **Journal of Xi'an Physical Education University**, 2014(2):225-230. (in Chinese)
- [4] 汪飞.小麦肽对模拟高原训练大鼠心肌线粒体的影响及其机制的研究[D].扬州:扬州大学,2012.
- [5] 韩飞,周孟良.过氧化氢诱导HepG2细胞产生氧化应激细胞模型的建立[J].食品科学,2011,32(5):55-57.
HAN Fei, ZHOU Mengliang. An experimental HepG2 cell model of hydrogen peroxide induced DNA oxidative injury[J]. **Food Science**, 2011, 32(5):55-57. (in Chinese)
- [6] Jens Lykkesfeldt, Ove Svendsen. Oxidants and antioxidants in disease: Oxidative stress in farm animals[J]. **Veterinary Journal**, 2007, 173(3):502-511.
- [7] Da Silva R., Dos Santos-Valente E. C., Burim Scomarini F, et al. The relationship between nutritional status, vitamin A and zinc levels and oxidative stress in patients with ataxia-telangiectasia[J]. **Allergologia et Immunopathologia**, 2014, 42(4):329-335.
- [8] Elizabeth Head, Jaime Rofina, Steven Zicker. Oxidative stress, aging, and central nervous system disease in the canine model of human brain aging[J]. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, 2008, 38(1):167-178.
- [9] Anna Zampetaki, Katarzyna Dudek, Manuel Mayr. Oxidative stress in atherosclerosis: The role of microRNAs in arterial remodeling [J]. **Free Radical Biology and Medicine**, 2013, 64(9):69-77.
- [10] Luc Rochette, Marianne Zeller, Yves Cottin, et al. Diabetes, oxidative stress and therapeutic strategies[J]. **Biochimica et Biophysica Acta(BBA)-General Subjects**, 2014, 1840(9):2709-2729.
- [11] Daniela Zanini, Luana Paula Pelinson, Roberta Schmatz, et al. δ -aminolevulinatase activity in lung cancer patients and its relationship with oxidative stress[J/OL]. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, 2014, 28. DOI: 10.1016/j.biopha.2014.04.005.

- [12] 叶志华,邢雅玲,田琳琳,等.原儿茶醛对叔丁基过氧化氢损伤HepG2细胞的保护作用[J].军事医学科学院院刊,2007,31(2):126-129.
YE Zhihua, XING Yaling, TIAN Linlin, et al. Protection of protocatechuic aldehyde against HepG2 cells injury induced by tert-butyl hydroperoxide[J]. **Bulletin of the Academy of Military Medical Sciences**, 2007, 31(2):126-129. (in Chinese)
- [13] Frédéric Ziegler, Lamia Seddiki, Rachel Marion-Letellier, et al. Effects of L-glutamine supplementation alone or with antioxidants on hydrogen peroxide-induced injury in human intestinal epithelial cells[J/OL]. e-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism, 2011, 6(4):e211-e216.
- [14] 蔡木易.食源性肽研究进展[J].北京工商大学学报:自然科学版,2012,30(5):1-10.
CAI Muyi. Progress of research on food-derived peptide[J].**Journal of Beijing Technology and Business University:Natural Science Edition**, 2012, 30(5):1-10. (in Chinese)
- [15] 刘小兵,朴建华.生物活性物质的抗氧化能力评价方法及其研究进展[J].中国食品卫生杂志,2008,20(5):440-444.
LIU Xiaobing, PIAO Jianhua. Progress in evaluation methods of antioxidant capacity of bioactive substances[J]. **Chinese Journal of Food Hygiene**, 2008, 20(5):440-444. (in Chinese)
- [16] 余琦.模拟高原训练对大鼠小肠粘膜屏障的影响及其小麦肽的干预作用[D].扬州:扬州大学,2012.
- [17] Aguilar-Delfin I, López-Barrera F, Hernández-Munoz R. Selective enhancement of lipid peroxidation in plasma membrane in two experimental models of liver regeneration: Partial hepatectomy and acute CCl₄ administration[J]. **Hepatology**, 1996, 24(3):657-662.
- [18] 欧瑜,郑姗,林琳.藻蓝蛋白对体外诱导HepG2细胞损伤的保护作用[J].药物生物技术,2009,16(5):435-438.
OU Yu, ZHENG Shan, LIN Lin. Protective effects of C-Phycocyanin on hepatoma cell HepG2 injury in vitro[J]. **Pharmaceutical Biotechnology**, 2009, 16(5):435-438. (in Chinese)

会 议 信 息

会议名称(中文):第九届系统生物学国际会议

会议名称(英文): The 9th International Conference on Systems Biology (ISB 2015)

开始日期: 2015-08-20

结束日期: 2015-08-26

所在城市:上海市 黄浦区

主办单位: The International Society for Systems Biology (ISSB)、复旦大学

联系人: Ms. Lydia Chen

联系电话: +86 21 2312 3574

E-MAIL: info@2015icsb.com

会议网站: <http://www.2015icsb.com/>

会议背景介绍: The International Conference on Systems Biology (ICSB) is the annual series of conferences initiated by Hiroaki Kitano and the ISSB in Tokyo in 2000. The meetings are catalysts for international collaboration in systems biology and have recently been held in Melbourne (2014), Copenhagen (2013), Toronto (2012) and Heidelberg/Mannheim (2011).

Hosted by International Society of Systems Biology (ISSB) and Fudan University, the 16th International Conference on Systems Biology (ICSB) is taking place on August 20-26, 2015 in Shanghai, China.

We are anticipating for more than 1,000 delegates and 30 exhibitors from different countries, and will consist of approximately 100 speakers across 4 days, a 1-day pre-conference workshop and a 2-day post-conference workshop. ICSB 2015 will become a unique platform for systems biology related scientist to share their theories, and more importantly, to form alliances of further researches and applications.