

## 牡蛎肽对酒精性肝损伤与体力疲劳的影响

江新辉<sup>1</sup>, 江敏<sup>2</sup>, 江铭福<sup>1</sup>, 蓝登杭<sup>1</sup>, 温海兰<sup>2</sup>, 郑加彬<sup>2</sup>, 江秋萍<sup>2</sup>,  
兰成木<sup>2</sup>, 张国强<sup>3</sup>, 刘海霞<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup> 福建大众健康生物科技有限公司 福州 350000

<sup>2</sup> 福州日兴水产食品有限公司 福州 350000

<sup>3</sup> 江南大学未来食品科学中心 江苏无锡 214122)

**摘要** 研究牡蛎肽对酒精性肝损伤和体力疲劳的影响。采用液相色谱测定牡蛎肽的分子质量和氨基酸含量,并通过动物实验研究牡蛎肽缓解小鼠酒精性肝损伤和体力疲劳的作用。设置低(0.25 g/kg bw)、中(0.5 g/kg bw)、高(1.0 g/kg bw)3个剂量组,以及模型对照组。研究结果显示:牡蛎肽的分子质量<1 500 u 的占比 85%;氨基酸总量为 58.44 g/100g;体内实验结果显示,缓解酒精性肝损伤实验中,3个剂量组小鼠肝脏的丙二醛(MDA)、甘油三酯(TG)含量显著低于对照组,谷胱甘肽(GSH)含量显著高于对照组。肝脏组织病理切片结果显示,高剂量组小鼠肝脏组织病理损伤有不同程度的改善;缓解体力疲劳动物实验中,中、高剂量组的小鼠游泳时间显著提升,3个剂量组小鼠血乳酸、血清尿素含量与对照组相比显著性下降。结论:牡蛎肽的分子质量较小,氨基酸含量较高,具有缓解酒精性肝损伤和体力疲劳的作用。

**关键词** 牡蛎肽; 分子质量; 氨基酸; 酒精性肝损伤; 缓解体力疲劳

**文章编号** 1009-7848(2024)07-0201-07 **DOI:** 10.16429/j.1009-7848.2024.07.020

牡蛎,又称蚝,广泛分布于世界各地的海岸线附近,属于海洋双壳类动物。在众多海洋贝类中,牡蛎具有分布范围广、食物链较短、生长速度快以及产量较高等特点,是重要海洋生物资源之一<sup>[1]</sup>。在我国,牡蛎资源非常丰富,其在养殖海洋贝类中的产量占比达到 40%,是我国海洋贝类中产量最高的种类<sup>[2]</sup>。

牡蛎富含蛋白质,低脂肪,是多种维生素和矿物质的良好来源,并且含有丰富的氨基酸、牛磺酸和肝糖原等<sup>[3]</sup>,不仅可使肝脏的机能大大提升,提高肝脏的排毒能力,还能够减少乳酸的积累,从而有助于加快消除疲劳。牡蛎是我国卫生部门首次认可的同时具有药用和食用价值的海洋资源产品,作为一种营养物质,它不仅可以提供合成肌肉蛋白质所需的基础物质,促进肌肉生长与恢复,还可以作为一种调控物质或调控因素促进机体发育。从海洋产品中提取的活性肽成分,能够与多种分子,如激素、细胞因子以及生长因子等进行交互作用,并且能够与特定的转录因子发生相互作用,从而激活基因表达,并实现对机体各种生理活性

调控的目的<sup>[4]</sup>。牡蛎含有大量优质蛋白,能够用于制备活性肽。牡蛎肽是通过将肽分子生物技术应用用于牡蛎加工而得到的产物,完全保留了牡蛎的营养成分。研究发现,牡蛎提取物或蛋白酶解物具有抗氧化活性<sup>[5-6]</sup>,抗炎和调节免疫<sup>[7-8]</sup>,降血压<sup>[9]</sup>,抗疲劳<sup>[10]</sup>,抗酒精性肝损伤<sup>[11]</sup>,改善学习与记忆<sup>[12]</sup>等功能。

本研究中,通过分子质量分布和氨基酸组成确定牡蛎肽的基本构成,并通过构建酒精性肝损伤和急性疲劳两种动物实验模型,探究牡蛎肽缓解酒精性肝损伤和体力疲劳的保护作用。在酒精性肝损伤的模型下,检测还原型谷胱甘肽(GSH)、丙二醛(MDA)、甘油三酯(TG)在肝组织中的水平,观察肝脏切片,研究其对酒精性肝损害的防护效果。在急性疲劳模型下通过测定游泳时间、肝糖原、血乳酸及血清尿素,探究牡蛎肽对体力疲劳的影响。以此为牡蛎肽在功能食品中的应用提供更多的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

牡蛎肽,福建大众健康生物科技有限公司;肝糖原测定试剂盒、乳酸测定试剂、丙二醛(MDA)、

收稿日期: 2023-11-06

第一作者: 江新辉,男,本科

通信作者: 刘海霞 E-mail: 1637706086@qq.com

还原型谷胱甘肽(GSH)、甘油三酯(TG)试剂盒、尿素测定试剂盒,南京森贝伽生物科技有限公司;1 nmol/ $\mu$ L的17种氨基酸标准品(天冬氨酸、组氨酸、谷氨酸、丝氨酸、甘氨酸、苏氨酸、丙氨酸、精氨酸、酪氨酸、胱氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、脯氨酸、甲硫氨酸、半胱氨酸、色氨酸)、细胞色素C(Mw 12 384 u)、抑肽酶(Mw 6 500 u)、杆菌肽(Mw 1 422 u)、乙氨酸-乙氨酸-酪氨酸-精氨酸(Mw 451 u)、乙氨酸-乙氨酸-乙氨酸(Mw 189 u),Sigma公司;甲醇、乙腈均为色谱纯级,美国TEDIA公司;四氢呋喃、三乙胺、盐酸、结晶乙酸钠、三氟乙酸均为分析纯级,生工生物工程(上海)股份有限公司;OPA、FMOC,美国安捷伦公司。

## 1.2 仪器与设备

BS420全自动生化分析仪,迈瑞医疗器械公司;1510全波长酶标仪,赛默飞世尔科技公司;BIOSEN C-Line乳酸葡萄糖分析仪,宜得孚医疗器械有限公司;CM1950冰冻切片机,德国徕卡病理系统公司;Agilent1100高效液相色谱系统,美国安捷伦公司;正置显微镜,日本尼康公司。

## 1.3 实验动物

SPF级健康雄性Balb/c小鼠(18~22 g),由斯贝福(苏州)生物技术有限公司提供(许可证号为SCXK(京)2022-0006),动物质量合格证编号:202228203。本实验获得江南大学实验动物伦理委员会批准,动物伦理审批号:JN.No20220615b2200820[262]、JN.No20220615b0501020[263]。

实验动物在江南大学实验动物中心屏障设施SYXK(苏)2016-0045中饲养,饲养环境的温度为20~26℃,相对湿度为40%~70%。实验中使用的辐照灭菌饲料和垫料均由江苏省协同医药生物工程有限公司提供。

## 1.4 试验方法

1.4.1 牡蛎肽的分子质量分布分析 使用高效液相色谱仪检测牡蛎肽的分子质量分布,采用的色谱柱为TSK gel 2000 SWXL,尺寸为300 mm $\times$ 7.8 mm,流动相组成包括乙腈、水和三氟乙酸,体积比为36:64:0.1,检测波长为UV 205 nm,流速为1 mL/min,色谱柱的温度保持在30℃,样品的进样量为10  $\mu$ L。使用细胞色素C(Mw 12 384 u)、抑肽

酶(Mw 6 500 u)、杆菌肽(Mw 1 422 u)、乙氨酸-乙氨酸-酪氨酸-精氨酸(Mw 451 u)、乙氨酸-乙氨酸-乙氨酸(Mw 189 u)作为标准品,测定牡蛎肽中肽段的分布情况。在制备样品时,配制1%(m/V)牡蛎肽溶液,经13  $\mu$ m $\times$ 0.45  $\mu$ m微孔滤膜过滤后,获得进样样品。

1.4.2 氨基酸组成测定 参照《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》(GB 5009.124-2016)<sup>[13]</sup>方法。

1.4.3 对酒精性肝损伤影响的动物实验 参照《保健食品功能检验与评价方法(2022年版)》的征求意见稿中关于化学性肝损伤辅助保护作用的方案二,即采用酒精肝损伤模型的方法。

实验步骤:1)在生物安全防护的检疫实验室内,对实验动物进行为期5 d的预饲养;2)根据动物体质量,将实验动物随机分为5组,包括空白组、模型组以及低剂量组(0.25 g/kg bw)、中剂量组(0.5 g/kg bw)、高剂量组(1.0 g/kg bw)3个样品组,每组10只;3)受试样品组和模型组在给予样品前进行连续口灌胃给药,持续30 d;4)在受试样品结束时,模型组和3个样品组一次性灌胃给予50%乙醇,剂量为12 mL/kg bw,空白组给蒸馏水;5)禁食16 h后,处死动物,并取肝脏进行生化指标和病理组织检查;6)使用试剂盒法测定小鼠肝脏中丙二醛(MDA)、还原型谷胱甘肽(GSH)、甘油三酯(TG)的含量。

1.4.4 对缓解体力疲劳的动物实验 参照《保健食品检验与评价技术规范》2003版中对化学性肝损伤有辅助保护功能检验方法。

实验步骤:1)在屏障设施检疫室内进行预饲养,预饲养时间为5 d;2)根据动物体质量,将动物随机分为4组,包括溶剂对照组和低、中、高3个不同剂量的样品组(剂量同1.4.3节),每组10只;3)受试样品组和溶剂对照组均经口灌胃连续给予样品或溶剂,持续30 d;4)负重游泳实验,评估样品对体力、耐力的影响;5)血清尿素测定实验,评估样品对肝脏负荷适应能力的影响;6)肝/肌糖原测定实验,评估样品对肝脏糖原储存的影响;7)血乳酸测定实验,评估样品对乳酸代谢的影响。

## 1.5 数据处理

在对试验数据统计分析时,使用SPSS软件进

行方差齐性检验。数据以“平均值±标准差”的形式表示。 $P<0.05$  表示结果具有显著性差异。

2 结果与分析

2.1 牡蛎肽分子质量分布

如图 1 所示,牡蛎肽分子质量分布在 6 500 u 以下,占比 97%。Miao 等<sup>[10]</sup>研究发现,具有抗疲劳活性的最佳组分时,分子质量在 6 000 u 以下的牡蛎多肽,不仅能够延长小鼠在疲劳游泳实验中的持续时间,还能增加小鼠肝脏中的糖原储备量,并减少血液中的尿素氮水平。研究结果表明,多肽的抗疲劳活性主要取决于其分子质量的大小,在一定范围内,分子质量较小的多肽更容易被细胞摄取和吸收,从而有效地发挥抗疲劳活性。

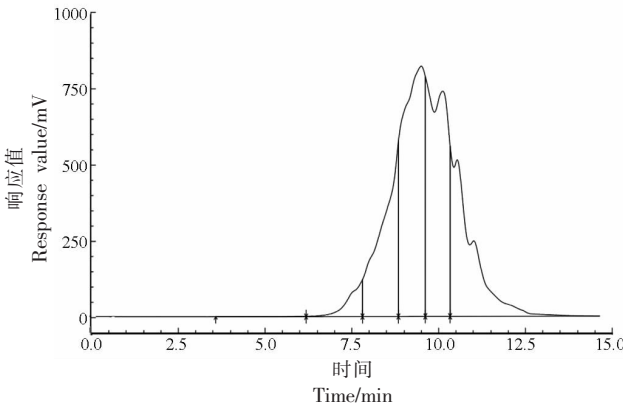
从图 1 可以看出,牡蛎肽分子质量在 450 u 以下的肽约占 50%,表明牡蛎肽主要是由 2~3 个氨基酸残基组成的小肽。寡肽尤其是二肽、三肽极易穿越小肠黏膜被机体吸收利用<sup>[14]</sup>,且容易作为机体的能量来源,维持运动耐久力,抑制或缩短体内“负氮平衡”,具有较高的营养价值<sup>[15-16]</sup>。蛋白质经水解后,产生不同分子质量分布的多肽片段,从而形成一系列不同分子质量大小的多肽混合物,且分子质量大小与生物活性密切相关。在不同研究中,具有较高抗氧化活性的肽的分子质量范围不同,而多数研究得出结论,分子质量小于 3 000 u 的多肽具有较高的生物活性<sup>[17-18]</sup>。

2.2 牡蛎肽氨基酸的含量

由表 1 可知,牡蛎肽的氨基酸总量为 58.44 g/100 g,其中谷氨酸含量最高,其次是丙氨酸和天冬氨酸。必需氨基酸含量为 18.66 g/100 g,占牡蛎肽氨基酸总量的 31.93%。

2.3 牡蛎肽对急性酒精性肝损伤的影响

酒精性肝损伤可以造成脂质代谢紊乱,尤其是在酒精代谢过程中,脂肪变性会引发肝细胞内部脂肪的积累,进而导致肝组织中 TG 水平异常<sup>[19]</sup>。并且在酒精代谢过程中,会产生过量的活性氧导致氧化应激反应,GSH 是机体抗氧化酶促防御系统的主要组成,可以提高抗氧化活性,促进活性氧的代谢,保护急性酒精性肝损伤<sup>[20]</sup>。过量的活性氧也作用于机体内的蛋白质和脂质等生物分子,造成蛋白质和脂质的氧化损伤,MDA 是脂质



注:牡蛎肽分子质量分布:>12 384 u 占比 0.024%;12 384~6 500 u 占比 2.883%;6 500~1 422 u 占比 16.958%;1 422~451 u 占比 31.404%;451~189 u 占比 27.645%;<189 u 占比 21.086%。

图 1 牡蛎肽分子质量分布

Fig.1 Molecular weight distribution of oyster peptide

表 1 牡蛎肽氨基酸成分分析

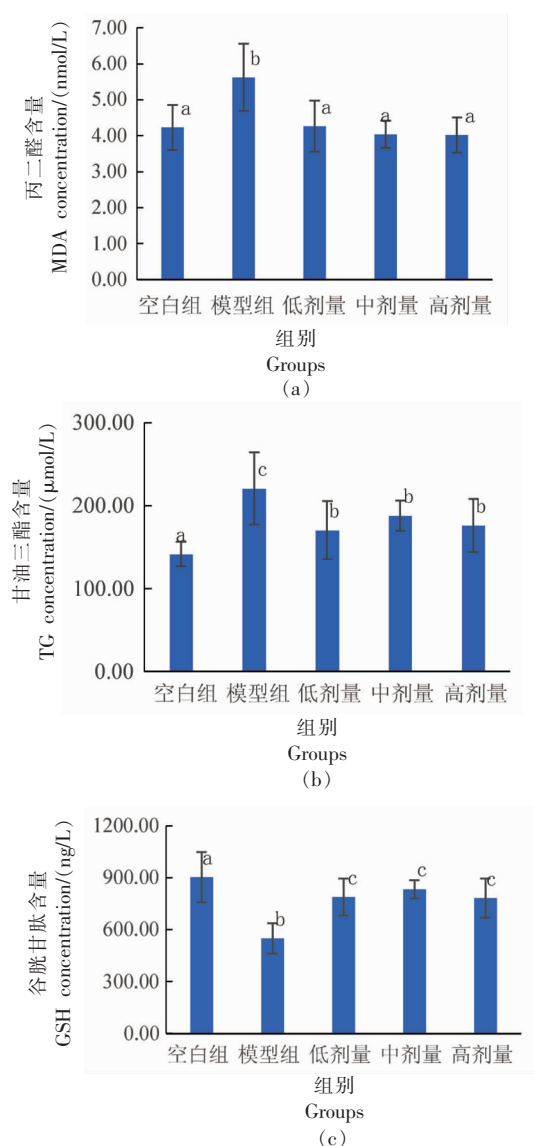
Table 1 Analysis of amino acid composition of oyster peptide

氨基酸种类	含量/(g/100g)	占氨基酸总量 百分比/%
天冬氨酸	6.09	10.42
谷氨酸	9.72	16.63
丝氨酸	2.71	4.64
甘氨酸	2.3	3.94
组氨酸	0.96	1.64
精氨酸	5.9	10.10
苏氨酸	1.53	2.62
丙氨酸	6.16	10.54
脯氨酸	4.73	8.09
酪氨酸	1.18	2.02
缬氨酸	2.8	4.79
甲硫氨酸	1.87	3.20
半胱氨酸	0.032	0.05
异亮氨酸	2.12	3.63
亮氨酸	3.62	6.19
苯丙氨酸	2.02	3.46
赖氨酸	4.24	7.26
色氨酸	0.46	0.79

过氧化的终产物,是评估脂质和蛋白氧化损伤的敏感标志物<sup>[20]</sup>。

由图 2 可知,与空白组相比,模型组小鼠肝组织中丙二醛(MDA)和甘油三酯(TG)水平显著增





注:不同小写字母表示组间差异显著( $P < 0.05$ ),下同。

图2 牡蛎肽对酒精性肝损伤小鼠肝脏MDA、TG和GSH的影响

Fig.2 Effects of oyster peptides on liver MDA, TG and GSH in acute alcoholic liver injury mice

加( $P < 0.01$ ),还原型谷胱甘肽(GSH)水平明显减少( $P < 0.01$ )。与模型组相比,低、中、高剂量组的小鼠肝组织中MDA、TG明显降低,同时肝组织中GSH水平明显增加( $P < 0.05$ )。结果说明牡蛎肽具有较好的保肝、降酶作用,可通过抗氧化和脂质过氧化来发挥保肝作用。

肝脏作为酒精代谢的主要场所,在代谢过程中产生的一系列衍生物与肝脏中的蛋白质、脂质发生相互作用,会引发炎症反应。这种炎症反应在初期可能对肝脏功能影响不大,而长此以往,炎症反应逐渐加剧,严重时会导致肝细胞的损伤,甚至出现细胞坏死、纤维化的现象。通过显微镜下对肝细胞病理切片的详细观察,可以对肝细胞的形态以及组织结构的受损程度进行评估<sup>[21]</sup>。如图3所示,利用光学显微镜对肝组织切片进行观察,空白组(图3a)小鼠肝细胞展现出清晰的细胞结构、有序的排列方式以及正常的细胞形态;模型组(图3b)中小鼠的部分肝细胞出现了炎症性细胞浸润,细胞变性和脂肪空泡形成等病理改变;与模型组(图3b)相比,高剂量组(图3c)的小鼠肝细胞在病理损伤方面表现出了不同程度的改善。

#### 2.4 牡蛎肽对缓解小鼠体力疲劳的影响

如图4所示,灌胃牡蛎肽30 d后,中、高剂量组小鼠负重游泳时间较空白组提高了3~4倍。随牡蛎肽剂量的增加,小鼠负重游泳时间延长,说明牡蛎肽的抗疲劳活性存在明显的量效关系。

#### 2.5 牡蛎肽对小鼠疲劳生理生化指标的影响

在进行高强度、长时间运动时,机体为了获得足够的能量,会通过产生大量的乳酸来满足能量需求。乳酸的含量可以反映组织供氧和代谢状态<sup>[23-24]</sup>。当机体运动强度增加时,组织供氧不足,

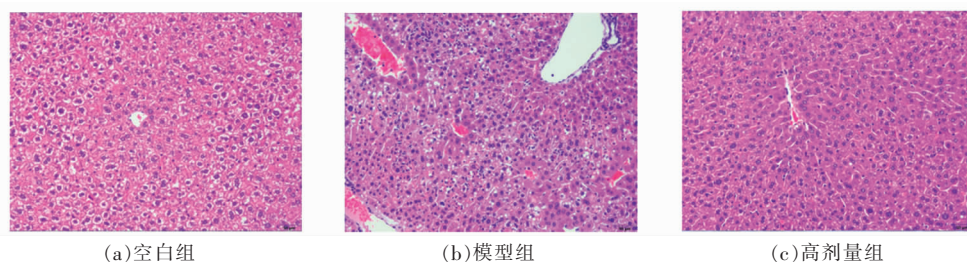


图3 小鼠的肝组织HE染色

Fig.3 Hematoxylin-eosin (HE) staining of liver tissue

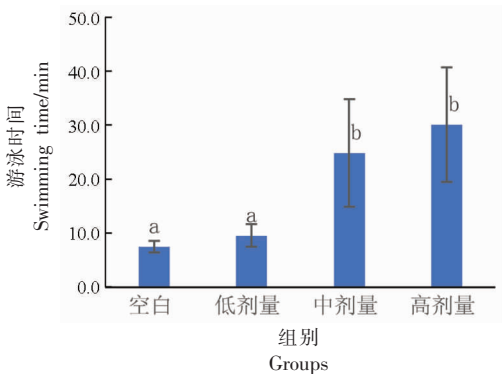


图 4 牡蛎肽对小鼠负重游泳时间的影响 (n=10)

Fig.4 Effect of oyster peptides on weight loading swimming time of mice (n=10)

导致乳酸增加。而乳酸积累会引起肌肉的疲劳和酸痛,并且可能对机体产生不良影响<sup>[25-26]</sup>。从表 2 可知,3 个剂量组的血乳酸曲线下面积,与对照组相比显著降低( $P<0.01$ ),说明 3 个样品组均显示出对乳酸代谢活动的增强作用,有助于缓解机体疲劳。Xiao 等<sup>[27]</sup>评估了牡蛎肽的抗疲劳作用及其对小鼠肠道微生物的调节作用,与对照组相比,剂量组小鼠的血乳酸水平降低 18.85%~28.74%。本

试验中 3 个剂量组与对照组相比,血乳酸曲线下面积降低了 27.48%~29.94%,与文献<sup>[27]</sup>的结果相似。

血清尿素可用于评估机体运动的疲劳程度。随着运动强度的提升,血清尿素的含量呈上升趋势。当机体对负荷的适应能力较差时,其代谢能力可能会受到影响,从而导致机体无法有效合成和排泄尿素,使血清尿素显著提高。由表 2 可知,与对照组相比,3 个剂量组的血清尿素含量显著降低,表明牡蛎肽具有有效清除血清中尿素积累的能力,这一机制在运动过程中有助于减轻对机体的损伤,从而达到缓解体力疲劳的效果。

机体糖原储备水平与运动能力有关,在运动时,将血糖维持在一定水平,可以为机体运动提供更多的能力,当机体能量需求增加时,肝糖原能够被迅速动员,并转化为葡萄糖来供给能量,从而满足机体的需求并帮助缓解体力疲劳。由表 2 可知,3 个不同剂量样品组与对照组相比,肝糖原的含量没有显著差异。结果表明,在剧烈运动导致血糖大量消耗的情况下,小鼠体内并没有足够的肝糖原分解来提供能量,从而提高小鼠运动耐力。

表 2 牡蛎肽对小鼠疲劳生理生化指标的影响 (n=10)

Table 2 Effect of oyster peptides on fatigue physiological and biochemical indicators of mice (n=10)

组别	血乳酸曲线下面积	肝糖原/(mg/g)	血清尿素/(mmol/L)
对照组	147.32 ± 48.55	37.80 ± 5.17	13.16 ± 1.32
低剂量组	105.96 ± 21.88**	39.58 ± 7.95	11.17 ± 1.48**
中剂量组	103.21 ± 18.98**	33.42 ± 5.08	10.49 ± 0.89**
高剂量组	106.83 ± 22.07**	31.58 ± 4.35	11.39 ± 1.40**

注:\*\*. 与对照组相比差异显著 ( $P<0.01$ )。

3 结论

牡蛎肽可以缓解小鼠酒精性肝损伤并提高小鼠的运动耐力,有一定的抗疲劳效果。其中,在酒精性肝损伤模型下,牡蛎肽可以降低小鼠肝组织 MDA、TG 水平,提高肝组织 GSH 水平,从肝细胞病理切片可直观看出,牡蛎肽可在一定程度上缓解病变。在游泳模型下,牡蛎肽可以增强血清中乳酸的代谢,清除血清中尿素的积累。通过研究牡蛎肽的功能和作用机制,可以为其在功能食品的应用中提供理论依据。

参 考 文 献

[1] 章超桦. 牡蛎营养特性及功能活性研究进展[J]. 大连海洋大学学报, 2022, 37(5): 719-731.  
ZHANG C H. Research progress on nutritional characteristics and bioactivities of oysters: A review[J]. Journal of Dalian Ocean University, 2022, 37(5): 719-731.

[2] 农业农村部渔业渔政管理局, 全国水产技术推广总站, 中国水产学会. 2021 中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2021: 158.  
Fishery Administration Bureau of Ministry of Agriculture and Rural Affairs, National Fisheries Tech-

- nology Extension Station, China Society of Fisheries. 2021 China fisheries statistical yearbook[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2021: 158.
- [3] 张联怡. 近江牡蛎糖原提取、纯化及化学结构研究[D]. 湛江: 广东海洋大学, 2013.
- ZHANG L Y. Study on extraction, purification and structure identification of glycogen from *Crassostrea rivularis*[D]. Zhanjiang: Guangdong Ocean University, 2013.
- [4] NIKAWA T, IKEMOTO M, SAKAI T, et al. Effects of a soybean protein diet on exercise-induced muscleprotein catabolism in rats[J]. Nutrition, 2002, 18(6): 490–495.
- [5] 叶昱辉. 近江牡蛎多肽的分离纯化及其抗氧化、抗光老化活性研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2018.
- YE Y H. Purification of *Ostrea rivularis* peptides and their antioxidant, antiphotaging activities [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2018.
- [6] UMayAPARVATHI S, MEENAKSHI S, VMALRAJ V, et al. Isolation and structural elucidation of antioxidant peptides from oyster (*Saccostrea cucullata*) protein hydrolysate[J]. Protein and Peptide Letters, 2014, 21(10): 1073–1083.
- [7] SIREGAR A S, NYIRAMANA M M, KIM E J, et al. Oyster-derived Tyr-Ala (YA) peptide prevent sipopolysaccharide/ D-galactosamine-induced acute liver failure by suppressing inflammatory, apoptotic, ferroptotic, and pyroptotic signals[J]. Marine Drugs, 2021, 19(11): 614.
- [8] LI W, XU C, ZHANG C H, et al. The purification and identification of immunoregulatory peptides from oyster (*Crassostrea hongkongensis*) enzymatic hydrolysate[J]. RSC Advances, 2019, 9(56): 32854–32863.
- [9] WANG J P, HU J N, CUI J Z, et al. Purification and identification of a ACE inhibitory peptide from oyster proteins hydrolysate and the antihypertensive effect of hydrolysate in spontaneously hypertensive rats[J]. Food Chemistry, 2008, 111(2): 302–308.
- [10] MIAO J Y, LIAO W W, et al. Anti-fatigue and anti-oxidant activities of oyster (*Ostrea rivularis*) hydrolysate prepared by compound protease[J]. Food & Function, 2018, 9(12): 6577–6585.
- [11] 张洁. 牡蛎制品的研发及其生物活性评价[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2009.
- ZHANG J. Research on preparation of oyster's functional products and evaluation of their biological activity[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2009.
- [12] 徐成. 牡蛎肉对东莨菪碱诱导学习记忆障碍的改善作用及其活性组分的研究[D]. 湛江: 广东海洋大学, 2016.
- XU C. The study of effects of oyster on attenuating learning and memory impairment induced by scopolamine and its effective components[D]. Zhanjiang: Guangdong Ocean University, 2016.
- [13] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品中氨基酸的测定: GB 5009.124–2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017: 1–19.
- The National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. Determination of amino acids in food: GB 5009.124–2016[S]. Beijing: China Standard Publishing House, 2017: 1–19.
- [14] 张卓睿, 毛迪锐, 高晗, 等. 蓝莓花青素对小鼠抗疲劳及体内抗氧化作用[J]. 食品科学, 2017, 38(21): 207–211.
- ZHANG Z R, MAO D R, GAO H, et al. Anti-fatigue and antioxidant effects of anthocyanins from blueberry in mice[J]. Food Science, 2017, 38(21): 207–211.
- [15] 陈星星, 胡晓, 李来好, 等. 抗疲劳肽的研究进展[J]. 食品工业科技, 2015, 36(4): 365–369.
- CHEN X X, HU X, LI L H, et al. Research progress of anti-fatigue peptide [J]. Science and Technology of Food Industry, 2015, 36(4): 365–369.
- [16] LI D, REN J W, ZHANG T, et al. Anti-fatigue effects of small-molecule oligopeptides isolated from *Panax quinquefolium* L. in mice[J]. Food and Function, 2018, 9(8): 4266–4273.
- [17] SONG R, LIANG T X, SHEN Q, et al. The optimization of production and characterization of antioxidant peptides from protein hydrolysates of *Agrocybe aegerita*[J]. LWT-Food Science and Technology, 2020, 134: 109987.
- [18] AGRAWAL H, JOSHI R, GUPTA M. Purification, identification and characterization of two novel antioxidant peptides from finger millet (*Eleusine coracana*) protein hydrolysate[J]. Food Research International, 2019, 120: 697–707.
- [19] TESCHKE R. Alcoholic liver disease alcohol metabolism, cascade of molecular mechanisms, cel-

- lular targets, and clinical aspects[J]. *Biomedicines*, 2018, 6(4): 106.
- [20] LI S, TAN H Y, WANG N, et al. The role of oxidative stress and antioxidants in liver diseases[J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2015, 16(11): 26087–26124.
- [21] 吴名草, 郁星, 沈旭丹, 等. 葛根枳椇子植物饮料对小鼠酒精性肝损伤的保护作用研究[J]. *粮油食品科技*, 2022, 30(4): 157–163.
- WU M C, YU X, SHEN X D, et al. A study on the protective effect of Ge Gen Zhi Ju Zi plant beverage on alcoholic liver injury in mice[J]. *Grain, Oil and Food Technology*, 2022, 30(4): 157–163.
- [22] DALLE-DONNE I, ROSSI R, GIUSTARINI D, et al. Protein carbonyl groups as biomarkers of oxidative stress[J]. *Clinica Chimica Acta*, 2003, 329(1/2): 23–28.
- [23] 池爱平, 康琛喆, 郭欢欢, 等. 败酱草多糖的组成及抗疲劳与耐缺氧作用[J]. *食品科学*, 2014, 35(21): 212–215.
- CHI A P, KANG C Z, GUO H H, et al. Composition of polysaccharides from herba patriniae and their anti-fatigue and anti-hypoxia activities[J]. *Food Science*, 2014, 35(21): 212–215.
- [24] MAEBUCHI M, SAMOTO M, KOHNO M et al. Improvement in the intestinal absorption of soy protein by enzymatic digestion to oligopeptide in healthy adult men[J]. *Food Science and Technology Research*, 2007, 13(1): 45–53.
- [25] SHAHAB R L, LUTERBACHER J S, BRETHAUER S, et al. Consolidated bioprocessing of lignocellulosic to lactic acid by a synthetic fungal-bacterial consortium[J]. *Biotechnology & Bioengineering*, 2018, 115(5): 1207–1215.
- [26] HO C S, TANG Y T, KUNG W M, et al. Effect of *Coriolus versicolor* mycelia extract on exercise performance and physical fatigue in mice[J]. *International Journal of Medical Sciences*, 2017, 14(11): 1110–1117.
- [27] XIAO M F, LIN L, CHEN H P, et al. Anti-fatigue property of the oyster polypeptide fraction and its effect on gut microbiota in mice[J]. *Food & Function*, 2020, 11(10): 8659–8669.

### Effect of Oyster Peptide on Alcoholic Liver Injury and Physical Fatigue

Jiang Xinhui<sup>1</sup>, Jiang Min<sup>2</sup>, Jiang Mingfu<sup>1,2</sup>, Lan Denghang<sup>1</sup>, Wen Hailan<sup>2</sup>, Zheng Jiabin<sup>2</sup>, Jiang Qiuping<sup>2</sup>,

Lan Chengmu<sup>2</sup>, Zhang Guoqiang<sup>3</sup>, Liu Haixia<sup>1\*</sup>

<sup>(1)</sup>Fujian Public Health Biotechnology Co., Ltd., Fuzhou 350000

<sup>(2)</sup>Fujian Rixing Aquatic Food Co., Ltd., Fuzhou 350000

<sup>(3)</sup>Future Food Science Center of Jiangnan University, Wuxi 214122, Jiangsu

**Abstract** The objective of this study was to investigate the potential role of oyster peptide in alleviating alcoholic liver injury and reducing physical fatigue. The molecular weight and amino acid content were determined by liquid chromatography, respectively, and the alleviation effect of oyster peptide on mice alcoholic liver injury and physical fatigue was studied *in vivo*, set up three doses: low dose group (0.25 g/kg bw), medium dose group (0.5 g/kg bw) and high dose group (1.0 g/kg bw), and the corresponding control group. The results showed that the molecular weight of oyster peptide was 85% less than 1 500 u. The total amount of amino acid is 58.44 g/100 g. The *in vivo* findings demonstrated that the levels of MDA and TG in the livers of mice fed with three different doses of oyster peptide were significantly decreased compared to the model group. Additionally, the levels of GSH were significantly increased compared to the model group. The results of pathological sections of liver tissues suggested that, the pathological liver damage of the high-dose group was alleviated in varying degrees. In the experiments of relieving mice physical fatigue, the swimming time of the middle and high dose groups was significantly increased, and the contents of blood lactic acid and serum urea of the three dose groups were significantly decreased compared with the control group. Collectively, the oyster peptide have small molecular weights and high content of amino, which also have effects on relieving alcoholic liver injury and physical fatigue.

**Keywords** oyster peptide; molecular weight; amino acid; alcoholic liver injury; relieve physical fatigue