

# 活性炭法制备栉孔扇贝高 $F$ 值寡肽的工艺优化

裴继伟<sup>1</sup>, 曹亚男<sup>2</sup>, 丁连坤<sup>1</sup>, 栾钧熙<sup>1</sup>, 刘兆胜<sup>3</sup>, 赵 芹<sup>1</sup>, 刘海梅<sup>1\*</sup>

(1. 鲁东大学食品工程学院, 烟台 264000; 2. 烟台市海洋经济研究院, 烟台 264003;

3. 深海生物科技股份有限公司, 烟台 265507)

**摘 要:** **目的** 研究活性炭脱除芳香族氨基酸工艺, 优化活性炭吸附条件。**方法** 采用  $F$  值、支链氨基酸 (branched-chain amino acids, BCAA) 保留率和芳香族氨基酸 (aromatic amino acids, AAA) 去除率 3 个指标, 通过单因素和正交实验研究温度、pH、吸附时间、固液比 4 个因素对活性炭脱除芳香族氨基酸效果的影响。**结果** 最佳吸附条件为温度 35 °C、pH 6、吸附时间 2 h、固液比 1:10, 经活性炭吸附后, 酶解液  $F$  值达到 33.22, 制备出了符合高  $F$  值要求的栉孔扇贝 (*Chlamys farreri*) 加工副产物酶解液。**结论** 该活性炭吸附脱芳技术为栉孔扇贝加工副产物的高值化应用及栉孔扇贝的综合应用提供了新的途径。

**关键词:** 栉孔扇贝加工副产物; 芳香族氨基酸; 高  $F$  值寡肽; 活性炭

## Optimization of preparation of high $F$ -value oligo-peptide from *Chlamys farreri* by activated carbon method

PEI Ji-Wei<sup>1</sup>, CAO Ya-Nan<sup>2</sup>, DING Lian-Kun<sup>1</sup>, LUAN Jun-Xi<sup>1</sup>, LIU Zhao-Sheng<sup>3</sup>,  
ZHAO Qin<sup>1</sup>, LIU Hai-Mei<sup>1\*</sup>

(1. School of Food Engineering, Ludong University, Yantai 264000, China;

2. Yantai Institute of Marine Economy, Yantai 264003, China; 3. Shandong Sci-health Co. LTD., Yantai 265507, China)

**ABSTRACT: Objective** To study the process of removing aromatic amino acids by activated carbon, optimize the adsorption conditions of activated carbon. **Methods** The effects of temperature, pH, adsorption time and solid-liquid ratio on the removal of aromatic amino acids by activated carbon were studied by single factor and orthogonal experiments with three indexes of  $F$  value, branched-chain amino acids (BCAA) retention rate and (aromatic amino acids) AAA removal rate. **Results** The optimal adsorption conditions were as follows: Temperature 35 °C, pH 6, adsorption time 2 h, solid-liquid ratio 1:10. After adsorbing by activated carbon, the  $F$  value of enzymatic hydrolysate reached 33.22, and the enzymatic hydrolysate of scallop *Chlamys farreri* with high  $F$  value was prepared successfully. **Conclusion** The activated carbon adsorption dearomatization technology provide a new way for high value application of by-products and comprehensive application of scallop *Chlamys farreri*.

**KEY WORDS:** by-products of *Chlamys farreri* processing; aromatic amino acids; high  $F$ -value oligo-peptides; activated carbon

**基金项目:** 山东省重点研发计划(医用食品)(2018YYSP009)、山东省自然科学基金(博士基金)(ZR2018BC060)、山东省自然科学基金(培养基金)(ZR2019PC058)

**Fund:** Supported by Key R & D plan of Shandong Province (medical food) (2018YYSP009), Natural Science Foundation of Shandong Province (Doctoral Foundation) (ZR2018BC060), and Natural Science Foundation of Shandong Province (Training Fund) (ZR2019PC058)

**\*通讯作者:** 刘海梅, 博士, 教授, 主要研究方向为水产品加工与综合利用。E-mail: hellen\_79@aliyun.com

**\*Corresponding author:** LIU Hai-Mei, Ph.D, Professor, Ludong University, 186 Honghongzhong Road, Zhifu District, Yantai City, Shandong Province, Tantai 264000, China. E-mail: hellen\_79@aliyun.com

## 1 引言

栉孔扇贝(*Chlamys farreri*)是我国贝类养殖的主要品种之一,其加工过程中产生了大量的加工副产物<sup>[1]</sup>,经课题组前期研究发现,这些加工副产物中含有 5.59% 的蛋白质,却未被充分利用,大部分加工成低值鱼粉或被丢弃,造成了海洋蛋白资源的浪费以及环境污染<sup>[2]</sup>。高  $F$  值寡肽是指生物蛋白利用酶解技术制备得到的由 3~9 个氨基酸残基所组成的  $F$  值大于 20 的寡肽混合物<sup>[3]</sup>,其中  $F$  值是指寡肽混合物中支链氨基酸(branched-chain amino acids, BCAA)即亮氨酸、异亮氨酸和缬氨酸与芳香族氨基酸(aromatic amino acids, AAA)即苯丙氨酸、色氨酸和酪氨酸的摩尔数比值<sup>[4]</sup>。高  $F$  值寡肽的主要特征是  $F$  值远高于人体模式中的,此特征使得该肽具有保护肝损伤、辅助治疗肝性脑病及苯丙酮尿症的作用,同时在抗疲劳、抗衰老及解酒等方面也发挥了较强的生物活性<sup>[5-7]</sup>。因此,利用栉孔扇贝加工副产物开发高  $F$  值寡肽不仅能解决贝类蛋白资源浪费和环境污染问题,也将大幅度提升贝类产品的附加值。

酶法生产高  $F$  值寡肽过程中有 2 个关键技术,一是选择合适的酶将芳香族氨基酸游离出来<sup>[8]</sup>,二是最大限度地脱除芳香族氨基酸以提高  $F$  值。在离子交换法、凝胶过滤法、膜分离法、活性炭吸附色谱法等<sup>[9,10]</sup>多种芳香族氨基酸的脱除方法中,由于活性炭法操作简单、重复性好、成本低而被广泛应用。本研究拟通过优化活性炭脱除栉孔扇贝加工副产物酶解液中芳香族氨基酸的最佳吸附条件,以提高酶解液的  $F$  值,制备出高  $F$  值寡肽溶液,以期大幅度提升栉孔扇贝加工副产物的利用价值和我国贝类综合加工利用水平,为贝类的综合利用提供新思路。

## 2 材料与方法

### 2.1 材料与试剂

栉孔扇贝(*Chlamys farreri*)(烟台红利水产市场);复合蛋白酶[酶活力 1.5 万 U/g,诺维信(中国)生物技术有限公司];风味蛋白酶[酶活力 1.5 万 U/g,北京索莱宝科技有限公司];粉末状活性炭(200 目,广东舒野活性炭有限公司);0.45  $\mu\text{m}$ 、 $\phi 10\text{ mm}$  微孔滤膜(上海兴亚净化材料厂)。

### 2.2 仪器与设备

UV-1300 紫外可见分光光度计(上海美析仪器有限公司);721G 真空泵(上海精密科学仪器有限公司);TDL-5-A 离心机(上海安亭科学仪器厂);pB-10 普及型 pH 计(赛多利斯科学仪器有限公司);L-8900 高速氨基酸分析仪(日立有限公司)。

### 2.3 方法

#### 2.3.1 高 $F$ 值寡肽酶解液制备流程

栉孔扇贝加工副产物匀浆→调整料液比 1:5(g/mL)→沸水浴 15 min→冷却→复合蛋白酶酶解(pH 7.5、50 °C 下

酶解 9 h)→灭酶 15 min→风味蛋白酶酶解(pH 7、55 °C 下酶解 9 h)→灭酶 15 min→冷却→离心(6000 r/min、15 min)取上清液→酶解液。

#### 2.3.2 芳香族氨基酸脱除效果的评价

基于支链氨基酸与芳香族氨基酸分别在波长 220、280 nm 处有最大特征吸收峰的特性,测定活性炭吸附前后酶解液在 220 nm 和 280 nm 波长处的吸光值,计算两者的比值  $F$  值、支链氨基酸保留率、芳香族氨基酸去除率来判断芳香族氨基酸的脱除效果,计算方法<sup>[11,12]</sup>如下。

$$F\text{值} = \frac{OD_{220}}{OD_{280}} \quad (1)$$

支链氨基酸保留率/% =

$$\frac{\text{活性炭吸附前酶解液 } OD_{220} - \text{活性炭吸附后酶解液 } OD_{220}}{\text{活性炭吸附前酶解液 } OD_{280}} \times 100 \quad (2)$$

芳香族氨基酸去除率/% =

$$\frac{\text{活性炭吸附前酶解液 } OD_{280} - \text{活性炭吸附后酶解液 } OD_{280}}{\text{活性炭吸附前酶解液 } OD_{280}} \times 100 \quad (3)$$

#### 2.3.3 氨基酸组成分析及 $F$ 值的计算

样液用 6 mol/L 盐酸水解 24 h,调配至上机浓度,流速 0.4 mL/min,进样量 20  $\mu\text{L}$ ,检测波长 570、440 nm,用氨基酸自动分析仪检测除色氨酸外的 16 种氨基酸的含量。色氨酸测定时,采用 NaOH 碱解处理样液 24 h,其余操作同其他 16 种氨基酸的测定方法。

按公式(4)计算寡肽液的  $F$  值:

$$F\text{值} = \frac{M(\text{Val} + \text{Ile} + \text{Leu})}{M(\text{Tyr} + \text{Phe} + \text{Trp})} \quad (4)$$

式中:Val、Ile、Tyr、Phe、Leu、Trp 分别代表每毫升中含有的氨基酸微摩尔数, $\mu\text{mol/mL}$ 。

#### 2.3.4 数据处理

采用 Excel、SAS8.1 软件绘制曲线和方差分析,以 Duncan 检验法进行显著性水平分析, $P < 0.05$  为显著, $P < 0.01$  为极显著。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同因素对活性炭吸附效果的影响

#### 3.1.1 吸附时间

芳香族氨基酸和支链氨基酸均为疏水性氨基酸,活性炭对疏水性化合物的亲和力极高,因此,活性炭对这 2 种氨基酸具有很高的吸附效率,由于芳香族氨基酸中的非极性苯环侧链还与活性炭表面上的非极性吸附位相互作用<sup>[13-15]</sup>。因此,当 BCAA 和 AAA 同时存在时,活性炭会优先吸附 AAA。但随着与芳香族氨基酸结合位点的饱和,活性炭会进一步吸附支链氨基酸,从而造成支链氨基酸的损失<sup>[15]</sup>,致使  $F$  值下降。因此,吸附时间对  $F$  值具有重要影响。调节吸附

温度为 25 °C、pH 6、固液比 1:20, 研究吸附时间(30、60、120、180、240、300 min)对活性炭吸附效果的影响如图 1 所示, 随着时间的延长, *F* 值先显著升高后显著下降 ( $P<0.05$ ), 当吸附时间达到 120 min 时, *F* 值达到最大值 12.16。同时, BCAA 保留率和 AAA 去除率也达到最高值, 分别为 78.51%和 96.92%, 说明 120 min 是活性炭的最佳吸附时间。

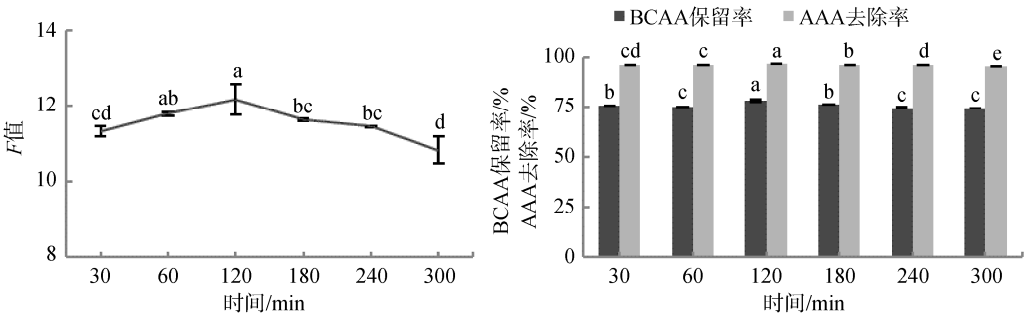
3.1.2 固液比

活性炭作为芳香族氨基酸的吸附剂, 其含量越高吸附量越大, 但是用量过大会造成支链氨基酸也被吸附, 不仅影响 *F* 值, 同时也会影响产品得率<sup>[14-16]</sup>。因此, 研究固液比对吸附效果具有重要影响。在吸附温度 30 °C、pH 6、吸附时间 2 h 下, 研究固液比(1:10、1:15、1:20、1:25、1:30、1:35)对活性炭吸附效果的影响, 结果如图 2 所示。随着活性炭与料液比例的减少, 即固液比的减少, *F* 值和 AAA 去除率显著下降 ( $P<0.05$ ), 固液比为 1:10 时这 2 个指标均达到最大值, 分别为 14.86 和 98.08。对 BCAA 保

留率而言, 在 1:15 的固液比时, BCAA 保留率最高, 并显著高于其他固液比 ( $P<0.01$ )。虽然固液比为 1:10 时 BCAA 的保留率略低于 1:15 的, 但综合这 3 个指标, 最佳固液比为 1:10。

3.1.3 pH

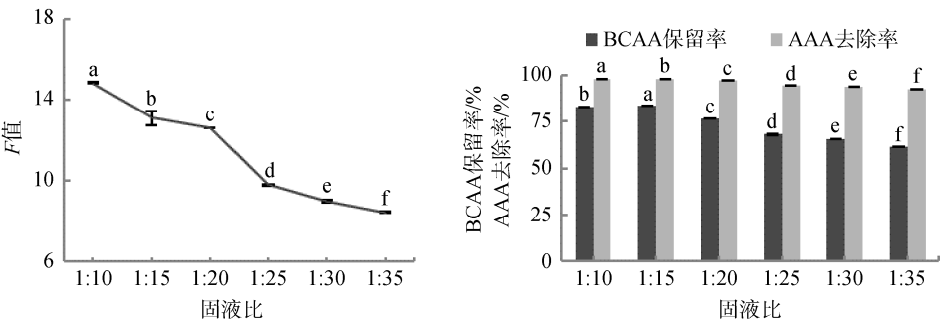
氨基酸种类不同, 其等电点就不同, 当 pH 处于等电点时是最稳定的。支链氨基酸的等电点均处于 6.5 左右, 而芳香族氨基酸的等电点在 5.5 左右, 支链氨基酸相比芳香族氨基酸在 pH 6~7 的条件下更加稳定, 不易被活性炭所吸附<sup>[14]</sup>。因此, pH 对吸附效果具有重要影响。在温度 35 °C、固液比 1:20、吸附时间 2 h 下, 研究 pH(2、3、4、5、6、7、8)对活性炭吸附效果的影响, 如图 3 所示, 随着 pH 的增大, *F* 值先显著升高 ( $P<0.05$ ), pH 在 6 时出现最大值 11.03, 在 pH 为 7 时, *F* 值为 11.00, 与 pH 6 的数值只相差 0.03, *F* 值在 pH 为 6 和 7 时无显著性差异 ( $P>0.05$ )。当 pH 为 6 时, AAA 的去除率最高, BCAA 保留率为次高值, 综合这 3 个指标, 最佳 pH 为 6。



注: 图中不同小写字母代表数据之间有显著性差异 ( $P<0.05$ )。

图 1 吸附时间对 *F* 值、支链氨基酸保留率和芳香氨基酸去除率吸附效果的影响 ( $n=3$ )

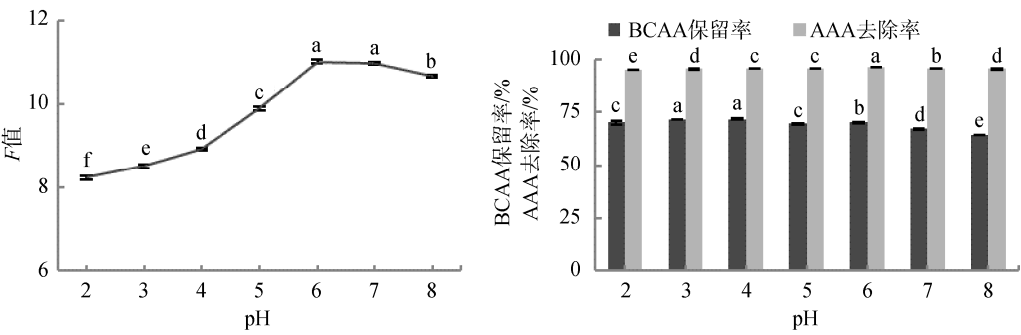
Fig.1 Effects of adsorption time on adsorption efficiency of *F* value, retention rate of branched chain amino acids and removal rate of aromatic amino acids ( $n=3$ )



注: 图中不同小写字母代表数据之间有显著性差异 ( $P<0.05$ )。

图 2 固液比对 *F* 值、支链氨基酸保留率和芳香氨基酸去除率吸附效果的影响 ( $n=3$ )

Fig.2 Effects of solid-liquid ratio on adsorption efficiency of *F* value, retention rate of branched chain amino acids and removal rate of aromatic amino acids ( $n=3$ )



注: 图中不同小写字母代表数据之间有显著性差异( $P<0.05$ )。

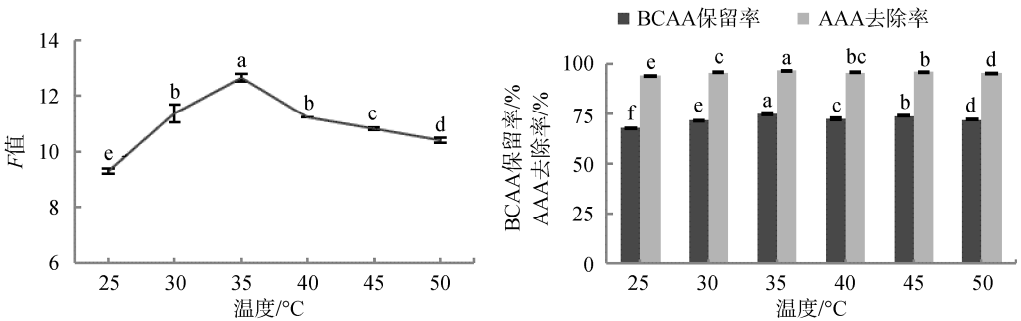
图 3 pH 对 *F* 值、支链氨基酸保留率和芳香氨基酸去除率吸附效果的影响( $n=3$ )

Fig.3 Effects of pH on adsorption efficiency of *F* value, retention rate of branched chain amino acids and removal rate of aromatic amino acids ( $n=3$ )

3.1.4 温度

在 pH 6、固液比为 1:20、吸附时间 2 h 下, 研究温度 (25、30、35、40、45、50 °C)对活性炭吸附效果的影响, 如图 4 所示, 随着温度的升高, *F* 值先显著升高后显著减小

( $P<0.05$ ), 温度在 35 °C 时出现最大值 12.68, 并显著高于其他温度( $P<0.01$ )。同时, AAA 去除率和 BCAA 保留率在 35 °C 时均达到最高值, 分别为 96.69%和 75.01%。综上所述, 最佳温度为 35 °C。



注: 图中不同小写字母代表数据之间有显著性差异( $P<0.05$ )。

图 4 温度对 *F* 值、支链氨基酸保留率和芳香氨基酸去除率吸附效果的影响( $n=3$ )

Fig.4 Effects of temperature on adsorption efficiency of *F* value, retention rate of branched chain amino acids and removal rate of aromatic amino acids ( $n=3$ )

3.2 活性炭脱除芳香族氨基酸条件的正交优化及验证

正交优化结果如表 1 所示。根据极差分析得出, 固液比、温度、pH、时间对活性炭脱芳效果的影响从大到小排序为固液比>pH>温度>吸附时间。经正交优化后, 活性炭的最佳吸附条件为 pH 7、时间 2 h、温度 35 °C、固液比 1:10。数据显示, pH 7 比 pH 6 的 *F* 值高 0.05, 但方差分析显示, pH 6 和 7 之间没有显著性差异( $P>0.05$ ), 而酶解液的 pH 为 5.2, 为了方便操作, 选用 pH 6 作为最佳 pH。活性炭正交优化实验得到的最佳吸附条件为 pH 6、时间 2 h、温度 35 °C、固液比 1:10。在此最优吸附条件下, 经验证酶解液的 *F* 值达到 14.20, 均优于正交实验结果。

3.3 氨基酸组成分析

由氨基酸组成分析表可知, 脱芳前酶解液的 *F* 值仅为 3.91, 脱芳后酶解液的 *F* 值提高了 8.5 倍达到 33.22, 远高于其 *F* 值大于 20 的要求。栉孔扇贝加工副产物酶解液依据优化的

活性炭吸附条件进行脱芳后, 成功制备得到高 *F* 值寡肽。

表 1 正交优化实验结果

| Table 1 Orthogonal optimization results |       |       |           |        |            |
|-----------------------------------------|-------|-------|-----------|--------|------------|
| 序号                                      | pH    | 温度/°C | 固液比/(g/g) | 时间/min | <i>F</i> 值 |
| 1                                       | 5     | 30    | 1:10      | 60     | 10.37±0.18 |
| 2                                       | 5     | 35    | 1:15      | 120    | 11.07±0.00 |
| 3                                       | 5     | 40    | 1:20      | 180    | 9.07±0.00  |
| 4                                       | 6     | 30    | 1:15      | 180    | 10.64±0.13 |
| 5                                       | 6     | 35    | 1:20      | 60     | 10.22±0.13 |
| 6                                       | 6     | 40    | 1:10      | 120    | 11.60±0.21 |
| 7                                       | 7     | 30    | 1:20      | 120    | 10.09±0.09 |
| 8                                       | 7     | 35    | 1:10      | 180    | 11.97±0.02 |
| 9                                       | 7     | 40    | 1:15      | 60     | 10.56±0.04 |
| K1                                      | 10.17 | 10.37 | 11.32     | 10.38  |            |
| K2                                      | 10.82 | 11.09 | 10.76     | 10.92  |            |
| K3                                      | 10.87 | 10.41 | 9.79      | 10.56  |            |
| R                                       | 0.70  | 0.68  | 1.52      | 0.54   |            |

表 2 氨基酸组成分析  
Table 2 Analysis of amino acid composition

| 氨基酸种类      | 酶解液/(μmol/mL) | 活性炭脱芳/(μmol/mL) |
|------------|---------------|-----------------|
| 天冬氨酸       | 4.662         | 4.263           |
| 苏氨酸        | 6.336         | 1.950           |
| 丝氨酸        | 2.371         | 2.086           |
| 谷氨酸        | 8.776         | 5.769           |
| 甘氨酸        | 17.200        | 8.867           |
| 丙氨酸        | 5.499         | 4.905           |
| 半胱氨酸       | 1.571         | 1.291           |
| 缬氨酸        | 4.727         | 2.713           |
| 甲硫氨酸       | 2.011         | 0.375           |
| 异亮氨酸       | 3.902         | 1.334           |
| 亮氨酸        | 5.419         | 2.066           |
| 酪氨酸        | 1.385         | 0.008           |
| 苯丙氨酸       | 1.992         | 0.176           |
| 赖氨酸        | 1.060         | 0.048           |
| 组氨酸        | 1.277         | 0.658           |
| 色氨酸        | 0.220         | 0               |
| 精氨酸        | 23.335        | 14.994          |
| 支链氨基酸摩尔数   | 14.048        | 6.113           |
| 芳香族氨基酸摩尔数  | 3.597         | 0.176           |
| <i>F</i> 值 | 3.91          | 33.22           |

4 结 论

采用 *F* 值、BCAA 保留率和 AAA 去除率作为活性炭脱芳效果的 3 个指标,探讨了活性炭吸附温度、pH、吸附时间、固液比对吸附效果的影响。经单因素和正交实验优化得到活性炭的最佳吸附条件为: 固液比 1:10、pH 6、温度 35℃、吸附时间 2 h, 吸附后酶解液 *F* 值达到 33.22。经过活性炭脱芳处理的寡肽液 *F* 值远高于高 *F* 值寡肽中 *F* 值大于 20 的要求, 成功制备得到栉孔扇贝高 *F* 值寡肽液, 为栉孔扇贝加工副产物的开发利用提供了新途径, 并为栉孔扇贝的综合利用提供了新的方向。

参考文献

[1] 孙世广, 李傲婷, 唐越, 等. 栉孔扇贝裙边酶解物及其美拉德产物特性[J]. 大连工业大学学报, 2017, 36(4): 240–244.  
Sun SG, Li AT, Tang Y, *et al.* Characterization of protein hydrolysates and its maillard reaction products from scallop *Chlamys farreri skirt* [J]. J Dalian Polytechnic Univ, 2017, 36(4): 240–244.  
[2] 孙世广. 栉孔扇贝裙边酶解物美拉德反应产物特性研究[D]. 大连: 大连工业大学, 2016.

Sun SG. Characterization of maillard reaction products of hydrolysates from scallop *Chlamys farreri skirt* [D]. Dalian: Dalian Polytechnic University, 2016.  
[3] Fischer JE, Feds RF. Hepatic encephalopathy in chronic liver failure [J]. Plenum, 1984, 36(3): 11–21.  
[4] 杨华青, 侯威, 赵磊, 等. 玉米黄粉二步酶解制备高 *F* 值寡肽的工艺优化[J]. 食品科学技术学报, 2019, 37(6): 100–107.  
Yang HQ, Hou W, Zhao L, *et al.* Optimization on preparation of high fischer ratio oligo-peptides by two-step enzymolysis from com yellow powder [J]. J Food Sci Technol, 2019, 37(6): 100–107.  
[5] Pedroche J, Yust MM, Lqari H, *et al.* Production and characterization of casein hydrolysates with a high amino acid Fischer's ratio using immobilized proteases [J]. Int Dairy J, 2004, 14(6): 527–533.  
[6] Zheng H, Zhang C, Cao W, *et al.* Preparation and characterisation of the pearl oyster (*Pinctadamartensii*) meat protein hydrolysates with a high fischer ratio [J]. Int J Food Sci Technol, 2010, 44(6): 1183–1191.  
[7] 陶静, 丁冬各, 陈荫, 等. 带鱼高 *F* 值寡肽的制备工艺及活性[J]. 水产学报, 2018, 42(10): 1648–1660.  
Tao J, Ding DG, Chen Y, *et al.* Preparation and bioactivity evaluation of high fischer ratio oligo-peptide from trichiurus japonicus [J]. J Fish China, 2018, 42(10): 1648–1660.  
[8] 王秋萍, 余新威, 童晓倩, 等. 固定化酶水解鲑鱼碎肉制备高 *F* 值寡肽的工艺优化[J]. 中国食品学报, 2017, 17(3): 113–119.  
Wang QP, Yu XW, Tong XQ, *et al.* Precess optimization of *F* ratio oligo-peptide from hydrolysates of squid minced meat by immobilized enzyme [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2017, 17(3): 113–119.  
[9] Moure F, Hoyo PD, Rendueles M, *et al.* Demineralization by ion exchange of slaughterhouse porcine blood plasma [J]. J Food Process Eng, 2008, 31(4): 16–45.  
[10] 漆倩涯. 超声辅助酶法水解杏鲍菇制备高 *F* 值寡肽液[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2017.  
Qi QY. Preparation of pleurotuseryngii *F*-measure oligopeptide using ultrasonic assisted enzymatic hydrolysis [D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2017.  
[11] 祁文翰. 鱿鱼高 *F* 值寡肽制备优化及工厂设计[D]. 舟山: 浙江海洋大学, 2017.  
Qi WH. Squid high *F* oligo-peptide preparation optimization and factory design [D]. Zhoushan: Zhejiang Ocean University, 2017.  
[12] 祁文翰, 楼康薇, 罗红宇. 高 *F* 值寡肽液中芳香族氨基酸的脱除工艺优化[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2017, 36(2): 122–128.  
Qi WH, Lou KW, Luo HY. The removal process optimization of aromatic amino acids in high *F* ratio oligo-peptide [J]. J Zhejiang Ocean Univ (Nat Sci), 2017, 36(2): 122–128.  
[13] 柳佳芸, 高思宇, 朱运平, 等. 肽酶体系生成高 *F* 值寡肽机制的探讨[J]. 中国食品学报, 2020, 20(4): 291–299.  
Liu JY, Gao SY, Zhu YP, *et al.* Studies on mechanism of high *F* ratio oligopeptides produced by endopeptidase and exopeptidases system [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2020, 20(4): 291–299.

- [14] 刘金伟. 酶法制备玉米高  $F$  值寡肽及其抗疲劳活性的研究[D]. 济南: 山东轻工业学院, 2012.

Liu JW. Research on enzymatic preparation of high  $F$  ratio oligo-peptide and its anti-fatigue action [D]. Jinan: Shandong Institute of Light Industry, 2012.

- [15] 王海轩, 谷瑞增, 张海欣, 等. 活性炭吸附分离玉米低聚肽中芳香族氨基酸的研究[J]. 食品工业, 2016, 37(9): 71-74.

Wang HX, Gu RZ, Zhang HX, *et al.* Study on application of the adsorptionaromatic amino acid of active carbon from corn oligo peptide [J]. Food Ind, 2016, 37(9): 71-74.

- [16] 吴警涛, 田亚平. 超声纳滤及多酶水解集成制备酵母高  $F$  值寡肽[J]. 食品工业科技, 2019, 40(18): 194-206.

Wu JT, Tian YP. Synthesis of yeast high  $F$  value oligo peptide by ultrasonic filtration and multienzyme hydrolysis [J]. Sci Technol Food Ind, 2019, 40(18): 194-206.

(责任编辑: 王 欣)

## 作者简介



裴继伟, 硕士研究生, 主要研究方向为水产品加工与综合利用。  
E-mail: 2438699643@qq.com



刘海梅, 博士, 教授, 主要研究方向为水产品加工与综合利用。  
E-mail: hellen\_79@aliyun.com

## 食品加工工艺优化及应用研究

随之人类对自身健康的关注及生活水平的提高, 加工食品因保持其原色、原味及食品营养成分的优越性备受关注。越来越多的新工艺新方法应用于食品加工业, 尤其是多种工艺的综合利用, 对食品行业的发展起到了巨大的推动作用。

鉴于此, 本刊特别策划“食品加工工艺优化及应用研究”专题, 主要围绕加工工艺优化(提取工艺优化、配方优化、纯化优化、制备优化、响应面法优化等)、食品加工的综合利用及评价等问题展开讨论, 计划在 2021 年 2/3 月出版。

鉴于您在该领域的成就, 学报主编国家食品安全风险评估中心 吴永宁 研究员特邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力, 综述及研究论文均可。请在 2021 年 1 月 30 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

同时烦请您帮忙在同事之间转发一下, 希望您能够推荐该领域的相关专家并提供电话和 E-mail。再次感谢您的关怀与支持!

投稿方式(注明专题食品加工工艺优化及应用研究):

网站: [www.chinafoodj.com](http://www.chinafoodj.com)(备注: 投稿请登录食品安全质量检测学报主页-作者

登录-注册投稿-投稿栏目选择“2020 专题: 食品加工工艺优化及应用研究”)

邮箱投稿: E-mail: [jfoodsqq@126.com](mailto:jfoodsqq@126.com)(备注: 食品加工工艺优化及应用研究专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部