

DOI:10.3969/j.issn.1000-9973.2024.11.022

引文格式:王帅,王颖,贺羽.超微虾粉的制备及其在提鲜调味料中的应用[J].中国调味品,2024,49(11):136-139,157.

WANG S, WANG Y, HE Y. Preparation of ultrafine shrimp powder and its application in umami-enhancing seasoning[J]. China Condiment, 2024, 49(11): 136-139, 157.

超微虾粉的制备及其在提鲜调味料中的应用

王帅^{1,2}, 王颖^{1,2}, 贺羽^{1,2*}

(1. 徐州工程学院 食品与生物工程学院, 江苏 徐州 221018; 2. 江苏省
食品资源开发与质量安全重点实验室, 江苏 徐州 221018)

摘要:基围虾是一种营养价值十分高的食物,其蛋白质和维生素含量丰富,包括维生素 A、B、D、E 等,还富含钾、钙、镁、磷、锌等多种矿物质,为人体提供了充足的营养成分。经常食用基围虾不仅可以有效预防急性动脉粥样硬化,而且可以有效降低血液中恶性胆固醇的平均浓度,扩张冠状动脉,利于治疗急性高血压和急性心肌梗塞梗死等多种心血管疾病。虾粉作为天然的提鲜调味料被用于日常生活中,以基围虾肉为原料,制作天然虾肉粉,不添加任何材料,在鲜味调味料中有很广阔的应用前景。通过测量不同储存时间下虾粉的滋味、鲜味回味、蛋白质含量、虾青素含量、脂肪含量、氨基酸含量的变化,确定自制虾粉的最佳储存时间,最后分析自制虾粉在提鲜调味品中的应用。结果表明,随着储存时间的增加,自制虾粉的滋味和氨基酸含量在 1 周后趋于稳定,蛋白质和虾青素含量在 2 周后分别从 0.62%、548.84 $\mu\text{g/g}$ 降低至 0.52%、141.66 $\mu\text{g/g}$,脂肪含量由 4.80 g/100 g 升高至 13.9 g/100 g,因此自制虾粉的最佳储存时间为 2 周,此时作为提鲜调味品所补充的营养物质最高。

关键词:虾粉;滋味;脂肪;氨基酸;鲜味

中图分类号:TS264.9

文献标志码:A

文章编号:1000-9973(2024)11-0136-04

Preparation of Ultrafine Shrimp Powder and Its Application in Umami-Enhancing Seasoning

WANG Shuai^{1,2}, WANG Ying^{1,2}, HE Yu^{1,2*}

(1. College of Food and Biological Engineering, Xuzhou University of Technology, Xuzhou 221018, China; 2. Key Construction Laboratory of Food Resources Development and Quality Safety in Jiangsu Province, Xuzhou 221018, China)

Abstract: *Metapenaeus ensis* is a kind of food with high nutritional value. It is rich in proteins and vitamins, including vitamin A, B, D, E and various minerals, such as potassium, calcium, magnesium, phosphorus and zinc, which provide sufficient nutrients for the human body. Regular consumption of *Metapenaeus ensis* can not only prevent acute arteriosclerosis, but also reduce the average concentration of malignant cholesterol in blood, expand coronary arteries, and help treat various cardiovascular diseases such as acute hypertension and acute myocardial infarction. As a natural umami-enhancing seasoning, shrimp powder is used in daily life. Using shrimp meat as the raw material, natural shrimp meat powder is made without adding any ingredients, which has broad application prospects in umami seasoning. The best storage time of self-made shrimp powder is determined by measuring the changes of taste, aftertaste of umami, protein content, astaxanthin content, fat content and amino acid content. Finally, the application of self-made shrimp powder in umami-enhancing seasoning is analyzed. The results show that with the increase of storage time, the taste and amino acid content of self-made shrimp powder tend to be stable after one week, the content

收稿日期:2024-05-05

基金项目:国家自然科学基金青年项目(32102121);江苏省自然科学基金面上项目(BK20211051);江苏省高等学校自然科学基金重大项目(21KJA550001,22KJA240003);江苏省自然科学基金青年项目(BK20210078);徐州市科技计划重点研发项目(KC21296, KC211124)

作者简介:王帅(1987—),男,河南安阳人,副教授,博士,研究方向:食品品质评价与调控。

* 通信作者:贺羽(1986—),女,山东枣庄人,副教授,博士,研究方向:食品品质评价与调控。

of protein and astaxanthin decrease from 0.62% and 548.84 $\mu\text{g/g}$ to 0.52% and 141.66 $\mu\text{g/g}$ respectively after two weeks, and the fat content increases from 4.80 g/100 g to 13.9 g/100 g. Therefore, the best storage time of self-made shrimp powder is two weeks. At this time, when it is used as a umami-enhancing seasoning, it supplements the highest amount of nutrients.

Key words: shrimp powder; taste; fat; amino acid; umami

“民以食为天,食以味为先。”随着当前社会经济的快速发展,人们在生活中对美食、保健的要求越来越严格,极大地提高了餐饮业和调味品业的发展速度。随着市场需求的不断更新迭代,也为调味品行业的发展提供了动力,国内外调味品新产品层出不穷^[1]。虽然人们的生活节奏加快了,但是在饮食方面,节奏没有被“带偏”,养生和清淡饮食频繁地出现在大众视野。越来越多的人不太愿意在饭菜中添加味精、鸡精、酱油等调味料,因为这些调味在提升菜肴滋味的同时也存在一些弊端。到目前为止,被证明带有鲜味的化学物质主要有三类:氨基酸类、核苷酸类和有机酸类。一些具有鲜味的 L 型天然氨基酸被称为鲜味氨基酸^[2],其中最具代表性的是谷氨酸钠(monosodium glutamate, MSG)。游离的谷氨酸广泛存在于海带中,在其他海产品中也有分布,例如贝类、鱼类、虾类、螃蟹等。其他鲜味氨基酸则是以结合态和游离态两种形式存在于各种海产鱼类和贝类中^[3]。海产品一直以来都是鲜味物质的丰富来源,上述三类鲜味物质都在海产品中有着较广泛的分布^[4-5],这些鲜味物质的存在奠定了海产品中共有的鲜味化学特性的物质基础。

虾是我们日常生活中最常见的长身动物,虾粉是以虾肉为原料,经过加热等处理步骤制作而成的。虾粉含有非常丰富的矿物质和蛋白质,在烹饪过程中用虾粉代替其他鲜味调味品可以有效地补钙^[6]。虾粉的营养丰富、口感独特、容易消化,虾粉可以作为天然的提鲜调味料加入婴幼儿的辅食中,不仅可以使食物的味道更加鲜美,而且可以增加婴幼儿的食欲,同时达到补钙的效果。在日常烹饪的过程中,不管是煲汤还是炒菜,都可以加入虾粉调味,不仅可以提升口感,而且可以增强食欲,提高营养价值,虾粉可作为功能性调味品进行推广。本实验通过自制虾粉,并研究其在不同储存时间(0,1,2,3 周)下的滋味、蛋白质含量、虾青素含量、脂肪含量、氨基酸含量的变化,综合分析得出自制虾粉的储存时间及其在鲜味调味品中的应用,为自制虾粉在日常厨房鲜味调味品中的使用提供了理论依据。

1 材料和方法

1.1 实验原料

本研究所采用的基围虾样品购于徐州市美的广场超市。

1.2 实验方法

1.2.1 虾粉制备

将基围虾洗净后用清水煮熟,去虾壳、去虾线,称量虾肉质量。将处理后的虾肉剪碎,于 $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰箱中冷冻 24 h。放入冷冻干燥机中干燥,将干燥后的虾肉倒入破壁机中进行初步粉碎,随后进行超微粉碎,粉碎完成后的虾粉为粉末状,无絮状物。将制备完成的虾粉分袋装好,贴上标签,分别储存 0,1,2,3 周,并对不同储存时间下的虾粉进行味感、蛋白质含量、虾青素含量、脂肪含量、氨基酸含量的测定。

1.2.2 味感测定

鲜味回味是重要的表征指标之一,是鲜味醇厚感、持久性的体现。采用电子舌系统的回味测试程序传感器进行鲜味回味(饱满感)测定前,需要先进行短暂的清洗,每次测定前清洗回味测定程序传感器 6 s,模拟口腔中吞咽食物后再次感知鲜味强度的动作,再用电子舌系统的回味测试程序传感器对样品进行鲜味回味(饱满感)测定,比较样品的鲜味回味强弱^[7-9]。准确称取 $(5.00\pm0.01)\text{ g}$ 待测虾粉,加入 50 mL 超纯水,均质 2 min,超声 5 min 后,静置 30 min。取均质液在 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下以 12 000 r/min 离心 15 min,吸取上层清液待测。在沉淀中再次加入 30 mL 超纯水溶解,重复上述步骤,合并上清液。采用日本 Insent 公司的 TS-5000Z 味觉分析系统进行分析^[10]。通过对输出值的分析,简化味感和相关传感器的选择,以便显著表征虾粉味感特点。

1.2.3 蛋白质含量测定

取 7 支比色管分别将其编号为 0~6 号,然后加入标准蛋白质溶液、蒸馏水和考马斯亮蓝 G-250 试剂^[11-12]。各比色管分别加入 0.0,0.1,0.2,0.4,0.6,0.8,1 mL 的 0.1 mg/mL 标准蛋白质溶液,0~5 号管用蒸馏水补充到 1 mL,再依次加入 5.0 mL 考马斯亮蓝 G-250 试剂,混匀。用紫外分光光度计测定 7 支比色管中混合溶液在 595 nm 处的吸光度,以标准蛋白质质量为横坐标,吸光度值 $A_{595\text{ nm}}$ 为纵坐标,作图得标准曲线。以 0.5 mL 样品稀释液代替标准蛋白质溶液,按上述标准曲线绘制方法操作,用 0 号管调零,测定 $A_{595\text{ nm}}$ 值,从标准曲线上查出吸光度对应的蛋白质质量,根据下式求出样品中蛋白质的含量:

蛋白质含量(mg/g) = (蛋白质质量(mg) × 样品稀释倍数/样品量(g)) × 100%。

1.2.4 虾青素含量测定

采用以无水乙醇作为有机溶剂的浸提法^[13]提取虾青素,将虾粉与无水乙醇按料液比为 1:29 量取,转入烧杯中,在常温下超声振荡 20 min 至充分混匀,在 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$

下浸提 7 h 后,用冷冻离心机在 4 ℃ 下以 10 000 r/min 离心 20 min,取上层浸提液进行吸光度的测定。

虾青素的含量以总类胡萝卜素计,采用紫外分光光度法测定^[14]。将虾青素的无水乙醇提取液置于 474 nm 处进行吸光度值的测定。虾青素含量(以总类胡萝卜素计)计算公式如下:

$$X = \frac{A \times V \times N}{m \times K}$$

式中: X 表示虾青素的含量($\mu\text{g/g}$); A 表示样品的吸光度值; V 表示提取液的体积(mL); N 表示稀释倍数; m 表示虾粉的质量(g); K 表示有机试剂虾青素溶液的吸光系数。

1.2.5 脂肪含量测定

采用索氏抽提法^[15]测定脂肪含量,操作步骤:称量干燥至恒重的接收瓶,将滤纸折成滤纸筒状并用棉线固定,轻压底端封口,在筒内底部放一小片脱脂棉。称取干燥并研细的虾粉 2.00~5.00 g,全部移入滤纸筒内。将滤纸筒放入索氏抽提器内,在干燥至恒重的脂肪接收瓶内加入石油醚(体积约为接收瓶的 2/3),连接索氏抽提器,并于 70 ℃ 恒温水浴锅中加热,使石油醚不断地回流提取,一般提取时间为 6~12 h,直至抽提完全为止。取下接收瓶,回收石油醚,待接收瓶内的石油醚只剩 1~2 mL 时在水浴锅中蒸干,再于 (100 ± 5) ℃ 干燥箱内干燥 2 h,干燥完成后取出接收瓶,放在干燥器内冷却 30 min 后称量,并重复操作至恒重。脂肪含量计算公式如下:

$$X = \frac{(m_1 - m_0)}{m_2} \times 100$$

式中: X 表示样品中脂肪的含量($\text{g}/100 \text{ g}$); m_0 表示接收瓶的质量(g); m_1 表示接收瓶和脂肪的质量(g); m_2 表示样品的质量(g)。

1.2.6 氨基酸含量测定

分别称取约 2.00 g 样品于 150 mL 锥形瓶中,加入 15 mL 5% 的三氯乙酸(TCA),匀浆 1 min 后加入 50 mL 去离子水,充分混匀后用超声波振荡提取 30 min,每振摇 5 min 后静置 1 h,以保持固相完全分散。然后取上清液 10 mL 在 4 ℃ 下以 15 000 r/min 离心 10 min,再取上清液 5 mL,并用 6 mol/L 的 NaOH 将 pH 值调至 2.0 左右,最后用 10 mL 容量瓶定容,放入 0~4 ℃ 冰箱中保存 30 min,再将溶液过 0.45 μm 的滤膜后待测,分别在 570 nm 和 440 nm(脯氨酸)下用日立 L-8800 氨基酸自动分析仪进行测定。

2 结果与分析

2.1 味感数据分析

随着储存时间的延长,自制基围虾虾粉风味的变化情况见图 1。刚制备完的虾粉的风味与储存 1~3 周的风味差异较大,储存时间为 1 周及以上时,风味轮廓图几乎重叠,新鲜虾粉的各种风味差值较小。当储存时间

为 1 周及以上时,鲜味和鲜味回味较强,同时苦味和咸味也增强,可能是游离出的呈苦味的精氨酸(Arg)和被氧化分解的脂肪酸使虾粉的风味出现较大的差异。

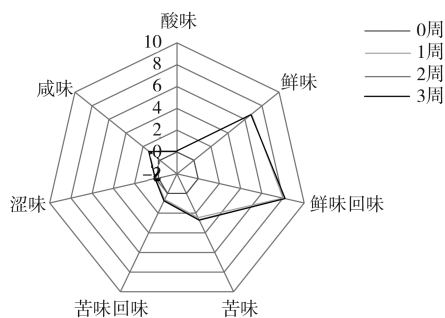


图 1 基围虾粉在不同储存时间味感变化

Fig. 1 Change of taste of *Metapenaeus ensis* powder at different storage time

2.2 蛋白质含量变化

2.2.1 蛋白质标准曲线

以标准蛋白质含量为横坐标,吸光度值 $A_{595 \text{ nm}}$ 为纵坐标,作图得标准曲线,见图 2。

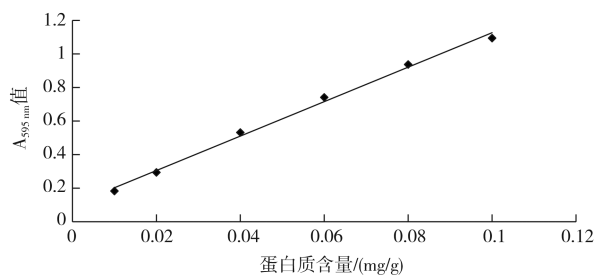


图 2 蛋白质标准曲线

Fig. 2 Standard curve of protein

2.2.2 蛋白质含量的变化

随着储存时间的延长,自制基围虾粉中蛋白质含量的变化情况见图 3。

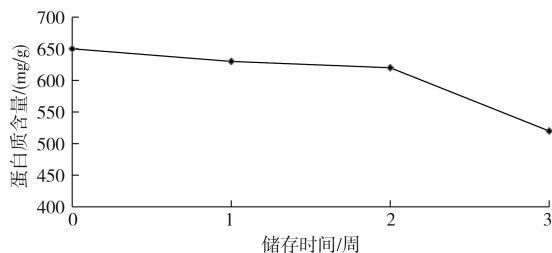


图 3 基围虾粉在不同储存时间蛋白质含量变化

Fig. 3 Change of protein content in *Metapenaeus ensis* powder at different storage time

由图 3 可知,当储存时间在 0~2 周内,虾粉的蛋白质含量随着储存时间的延长逐渐减少,但是比较平缓。当储存时间超过 2 周后,蛋白质含量可能受微生物和光的影响,使蛋白质不稳定,从而急剧减少。因此,自制虾粉充当提鲜调味料时,要使补充的蛋白质含量尽可能高,应在制备后 2 周内食用。

2.3 虾青素含量的变化

随着储存时间的延长,自制基围虾粉中虾青素含量的变化情况见图 4。

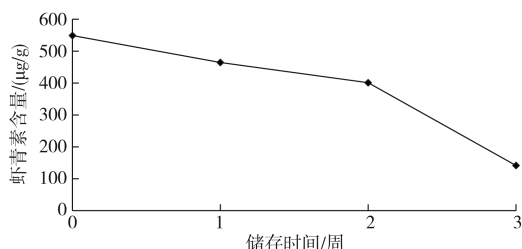


图 4 基围虾粉在不同储存时间虾青素含量变化

Fig. 4 Change of astaxanthin content in *Metapenaeus ensis* powder at different storage time

由图 4 可知,当储存时间在 0~2 周内,虾粉的虾青素含量随着储存时间的增加而减少,当储存时间为 3 周时,虾青素减少量和减少幅度最大。

根据杨涛^[16]的研究发现,总虾青素含量在贮藏前期下降较缓慢,后期下降速度较快。当储存时间超过 2 周后,自制虾粉受氧气、微生物等的影响,而且虾青素含有共轭双键这一不饱和结构,会发生氧化反应,虾粉的颜色会有些泛白,因此,自制虾粉的最佳储存时间为 2 周,超过 2 周后虾粉中的虾青素含量会急剧减少,营养价值降低。

2.4 脂肪含量的变化

随着储存时间的延长,自制基围虾粉中脂肪含量的变化情况见图 5。

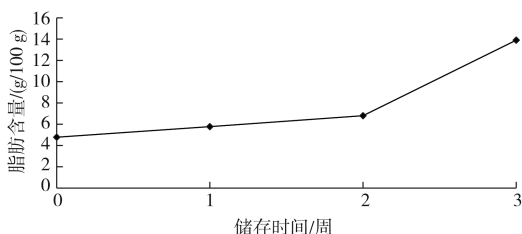


图 5 基围虾粉在不同储存时间脂肪含量变化

Fig. 5 Change of fat content in *Metapenaeus ensis* powder at different storage time

由图 5 可知,当储存时间在 0~2 周内,虾粉的脂肪含量随着储存时间的增加而增加,当储存时间为 3 周时,脂肪增加量和增加幅度最大。

魏荣男^[17]研究发现,在贮藏过程中脂肪的含量会随着中心温度的升高而缓慢增加,这是因为经干燥后的虾肉中自由水已损失,部分脂肪发生了氧化,因此,0~2 周内虾粉中的脂肪含量增长缓慢。到第 3 周时,虾粉可能受到空气中水分、光、氧气、微生物等的影响而被氧化分解成游离脂肪酸,此时虾粉的口感和营养价值欠佳,因此,自制虾粉的最佳储存时间为 2 周内。

2.5 氨基酸含量的变化

随着储存时间的延长,自制基围虾粉中氨基酸含量的变化情况见图 6。

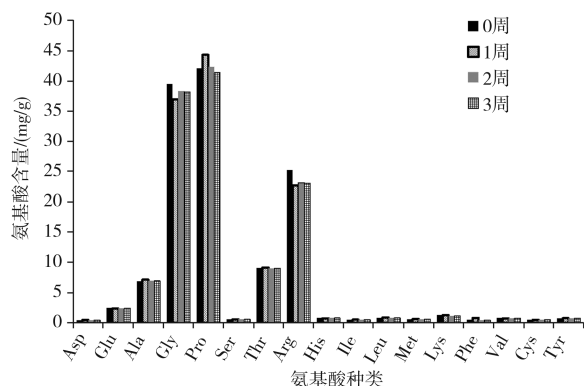


图 6 基围虾粉在不同储存时间氨基酸含量变化

Fig. 6 Change of amino acid content in *Metapenaeus ensis* powder at different storage time

由图 6 可知,虾粉中含量最高且有明显变化的 3 种氨基酸分别是脯氨酸(Pro)、甘氨酸(Gly)、精氨酸(Arg),其余氨基酸的含量随着虾粉储存时间的延长基本保持不变。3 种含量最高的氨基酸中,甘氨酸(Gly)和精氨酸(Arg)的含量在 0 周时最高,脯氨酸(Pro)的含量在储存时间为 1 周时最高。呈鲜味的氨基酸中丙氨酸(Val)、谷氨酸(Glu)的含量不随储存时间的改变而变化。

王娜^[18]研究发现,游离氨基酸含量与储存温度和相对湿度有关,推测这是因为脯氨酸(Pro)、甘氨酸(Gly)、精氨酸(Arg)呈波动变化,所以自制虾粉应在适宜温度和干燥环境下储存。

3 结论

本研究以基围虾为原料,经冷冻干燥后制备成虾粉,分装后储存不同时间(0,1,2,3 周),通过分析虾粉的滋味、蛋白质含量、虾青素含量、脂肪含量、氨基酸含量的变化确定自制虾粉的储存时间,进而分析自制虾粉在提鲜调味品中的应用。结果表明,新鲜制备的虾粉的风味没有明显的强弱,各种风味差值较小,口感适中。储存时间为 1 周时,由于储存时间增加,自制虾粉呈鲜味的谷氨酸和呈甜味的丙氨酸、甘氨酸游离出来,从而增强了虾粉的鲜味,减弱了虾粉的苦味,此时虾粉的鲜味回味增强,而其余味感较弱,分值接近于零。储存时间为 1~3 周时,自制虾粉的风味轮廓图几乎重合,表明虾粉在储存 1 周后,味感趋于稳定,也没有氨基酸游离出来。当储存时间为 2 周时,虾粉中虾青素的不饱和结构使得虾青素发生氧化反应,所以虾青素含量减少,自制虾粉的颜色开始泛白。而随着储存时间的增加,脂肪会受到空气中水分、光、微生物等的影响,被氧化分解成游离脂肪酸,所以脂肪含量大幅度增加,到第 3 周时蛋白质和虾青素流失严重,达到最低值,脂肪含量达到最高值。因此,自制虾粉应现做现用,储存时间不宜超过 2 周,此时虾粉作为调味品使用营养价值和提鲜效果达到最佳。

(下转第 157 页)

- [13]国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定:GB 5009.124—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [14]国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定:GB 5009.5—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [15]国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中脂肪的测定:GB 5009.6—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [16]TAN Z, LUO L L, WANG X Z, et al. Characterization of the cecal microbiome composition of Wenchang chickens before and after fattening[J]. PLoS One, 2019, 14(12): 225692.
- [17]朱丹实,吴晓菲,刘贺,等.水分对生鲜肉品质品质的影响[J].食品工业科技, 2013, 34(16): 363-366.
- [18]刘登勇,王南,张庆永,等.德州扒鸡加工过程中基本营养指标变化规律研究[J].食品工业科技, 2016, 37(12): 122-126.
- [19]LIU D Y, LI S J, WANG N, et al. Evolution of taste compounds of Dezhou-braised chicken during cooking evaluated by chemical analysis and an electronic tongue system[J]. Journal of Food Science, 2017, 82(5): 1076-1082.
- [20]熊国远,夏陆阳,贾敬敏,等.符离集烧鸡加工过程中的营养和理化品质变化[J].食品工业科技, 2020, 41(6): 47-52.
- [21]KIM K H, KIM Y S, LEE Y K, et al. Postmortem muscle glycolysis and meat quality characteristics of intact male Korean native (Hawoo) cattle[J]. Meat Science, 2000, 55(1): 47-52.
- [22]马旭华,杨波,李亚蕾,等.宰后成熟期间结构蛋白对秦川牛肉嫩度的影响[J].食品科学, 2022, 43(17): 199-207.
- [23]李超,徐为民,王道营,等.加热过程中肉嫩度变化的研究[J].食品科学, 2009, 30(11): 262-265.
- [24]席斌,李大伟,郭天芬,等.不同品种鸡肌肉中氨基酸、脂肪酸及肌苷酸比较[J].甘肃农业大学学报, 2020, 55(2): 46-53.
- [25]石琴,袁立岗,蒲敬伟,等.新疆北京油鸡肌肉品质的测定[J].国外畜牧学(猪与禽), 2018, 38(4): 24-26.
- [26]NICOLE F N, RUNE R, MAGNY T, et al. Chicken meat nutritional value when feeding red palm oil, palm oil or rendered animal fat in combinations with linseed oil, rapeseed oil and two levels of selenium[J]. Lipids in Health and Disease, 2013, 12(1): 69.

(上接第139页)

自制虾粉的步骤相当简单,在家就可以完成,虾粉和超市的味精以及其他提鲜调味料相比,不含任何添加剂和防腐剂,并且自制虾粉中蛋白质含量高、脂肪含量低,还富含虾青素,营养价值远高于在售的提鲜调味品,可以在日常厨房中应用,但需要注意的是,自制虾粉应避免恒温保存,虾粉中的虾青素具有良好的抗氧化作用,但是遇强光易分解,所以应当避免阳光直射。本研究探究了不同储存时间下自制虾粉味感、蛋白质含量、虾青素含量、脂肪含量、氨基酸含量的变化,从而得出自制虾粉的储存时间以及在提鲜调味品中的应用,可以为基围虾在保健营养品、化妆品中的应用提供帮助,对高质量、高营养的提鲜调味品的开发和利用具有重要意义。

参考文献:

- [1]王福清,易静薇.复合调味料的生产及研究进展[J].中国调味品, 2021, 46(10): 193-197.
- [2]陈雪,李宁,周劝娥.调味品的营养化技术及发展趋势研究[J].中国调味品, 2021, 46(12): 193-195.
- [3]满昊,林峻鑫,郭璇,等.水产调味品的生产工艺及研究进展[J].中国调味品, 2023, 48(4): 211-215.
- [4]李鑫,辛松林.响应面优化复合酶解罗非鱼下脚料制备海鲜风味调味液[J].中国调味品, 2023, 48(7): 88-90, 110.
- [5]白姐姐,付志英,陈婵.海洋来源蛋白酶 *Bacillus zhangzhouensis* sp. 在速酿鱼露中的应用[J].中国调味品, 2023, 48(8): 90-97, 142.
- [6]CAO B, YUAN J P, JIANG D, et al. Seaweed-derived biochar with multiple active sites as a heterogeneous catalyst for converting macroalgae into acid-free biooil containing abundant ester and sugar substances[J]. Fuel, 2021, 285(12): 119164.
- [7]朱红,孙健,钮福祥,等.基于电子舌技术的不同甘薯雪花粉滋味品质评价[J].食品安全质量检测学报, 2020, 11(24): 9201-9206.
- [8]魏永义,周伟,郭明月,等.酱油分级感官评价研究[J].中国调味品, 2014, 39(6): 36-37, 42.
- [9]李露芳,苏国万,张佳男,等.基于电子舌技术的酱油分析识别研究[J].中国食品学报, 2020, 20(9): 265-274.
- [10]曹荣,赵玲,王联珠,等.基于电子舌技术分析不同采收期紫菜的滋味特征[J].渔业科学进展, 2019, 40(1): 147-154.
- [11]郑蒙蒙,韩颖,康经武.固定化胰蛋白酶整体小柱的制备及其用于微量蛋白质的快速酶解[J].色谱, 2019, 37(12): 1282-1290.
- [12]祝连彩,唐士金,周丽.考马斯亮蓝 G250 法测定蛋白质含量的教学实践及方法学探讨[J].教育教学论坛, 2020, 23: 266-269.
- [13]PAVLIĆ B, TESLIĆ N, ZENGİN G, et al. Antioxidant and enzyme-inhibitory activity of peppermint extracts and essential oils obtained by conventional and emerging extraction techniques[J]. Food Chemistry, 2020, 338(1): 127724.
- [14]AGUILAR-MACHADO D, DELSO C, MARTINEZ J M, et al. Enzymatic processes triggered by PEF for astaxanthin extraction from *Xanthophyllomyces dendrorhous* [J]. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 2020, 8: 857.
- [15]楚屹然,郭静,卢美娟.索氏抽提法测美国大豆粗脂肪含量的影响因素分析[J].现代食品, 2019, 16(24): 170-173.
- [16]杨澍.南美白对虾中虾青素类化合物在贮藏及加工过程中变化规律的研究[D].青岛:中国海洋大学, 2015.
- [17]魏荣男.南极磷虾粉加工工艺的优化[D].上海:上海海洋大学, 2017.
- [18]王娜.储藏条件对稻谷陈化的影响研究[D].武汉:华中农业大学, 2010.