

不同水煮时间对单环刺螠汤汁 调味基料营养和呈味成分的影响

刘 韵, 吴浩浩, 曾名湧*

(中国海洋大学食品科学与工程学院, 山东青岛 266003)

摘要: 采用不同时间对单环刺螠进行水煮处理, 测定处理后单环刺螠汤汁调味基料中的各种营养和呈味成分的变化, 评价最佳水煮时间。实验结果表明: 随着水煮时间 0~3 h 的延长, 单环刺螠汤汁中可溶性蛋白含量先降低后升高; 小于 1000 u 分子量组分和感官评分先升高后降低; 鲜甜味游离氨基酸含量和有机酸含量逐渐升高; 呈味核苷酸含量逐渐降低。单环刺螠汤汁调味基料获得更好风味的最佳水煮时间为 0.5 h, 获得更多可溶性蛋白和有机酸含量的水煮时间不低于 3 h, 此调味基料味道鲜美, 营养丰富, 可用于多种调味料开发。

关键词: 单环刺螠, 水煮时间, 营养成分, 呈味

Effect of different boiling time on nutrients and flavour components of *Urechis unicinctus* soup seasoning

LIU Yun, WU Hao-hao, ZENG Ming-yong*

(College of Food Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Abstract: *Urechis unicinctus* was boiled to process *Urechis unicinctus* soup seasoning. The changes of major nutrients and flavour components in soup seasoning during different boiling time were researched. The results showed that with the extension of boiling time, the content of soluble protein of *Urechis unicinctus* soup seasoning decreased firstly and increased subsequently. The content of component of molecular weight less than 1000 u and sensory score increased firstly and decreased subsequently. The content of fresh sweet free amino acid and organic acid increased and nucleotides decreased. Considering the good flavor, the optimum condition was boiling time 0.5 h. While considering to get more soluble protein and organic acid, boiling time was at least 3 h. This seasoning had delicious taste, rich nutrition and could be used for a variety of seasoning development.

Key words: *Urechis unicinctus*; boiling time; nutrients; flavour

中图分类号: TS254.9

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2017)04-0267-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2017.04.042

近年来我国调味品行业发展迅速, 年增长率保持在 10% 以上, 总产量超过 1000 万吨, 年消费量逐年递增, 市场潜力巨大, 成为食品行业中新的增长点^[1]。随着需求的增长, 人们对于调味料的要求也在逐渐提升, 不仅要色、香、味兼具, 还要更加营养化、天然化、多样化。目前, 天然调味料在以方便食品为代表的现代化新型加工食品的发展和开发中占据重要的地位, 而在各类天然调味料中, 水产调味料(也称海鲜天然调味料)因其具有的独特风味和营养保健功效正逐渐受到消费者的青睐与重视, 是调味品工业发展的一个重要方向^[2]。

单环刺螠(*Urechis unicinctus*) 俗称“海肠”, 属螠虫动物门、无管螠目、刺螠科, 主要分布于俄罗斯、朝鲜半岛、日本以及我国山东烟台、青岛等沿海地区, 由于其味道鲜美, 自古具有“鲁菜之魂”的美誉^[3]。

单环刺螠富含人体所需的 8 种必需氨基酸、多糖和多种微量元素等营养成分, 其中谷氨酸、精氨酸、甘氨酸、天冬氨酸、丙氨酸等鲜味氨基酸含量丰富, 另外其体内含有的生理活性物质如纤溶酶、速激肽及其他多肽类活性物质目前已见报道。因此, 单环刺螠具有较高的营养价值和药用价值, 可以作为制作高档海鲜调味品的重要原料。

目前关于海鲜调味料的开发多采用酶解法, 张添^[4]等采用双酶法水解文蛤肉并以其酶解液为基液制备了文蛤调味料, 刘海梅^[5]等用动物蛋白水解酶对单环刺螠体壁肌进行水解制得单环刺螠调味基液。但酶解法制得的调味基液通常存在着不同种类的缺陷, 如水解蛋白质会产生令人不愉悦的苦味腥味等, 需采取相应工艺改进。而使用水煮方法制作海鲜调味基料的相关研究报道却较少。通过水煮制得的单

收稿日期: 2016-09-02

作者简介: 刘韵(1991-) 女, 硕士研究生, 研究方向: 水产品高值化利用, E-mail: liuyun910403@163.com。

* 通讯作者: 曾名湧(1965-) 男, 博士, 教授, 研究方向: 水产品高值化利用, E-mail: mingyz@ouc.edu.cn。

单环刺螠汤汁调味基料能够充分保留其海鲜风味,营养丰富,可进一步加工成多种形式的单环刺螠调味料产品,具有非常广阔的市场空间。因此,本文拟探究不同水煮时间对单环刺螠汤汁中主要营养和呈味成分即氨基酸、多肽、有机酸、核苷酸等的影响,为进一步开发单环刺螠海鲜调味料提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

新鲜海肠 2015年9月购自青岛市南山市场,去内脏清洗后置于-20℃保存备用;5'-肌苷酸二钠(IMP)、5'-鸟苷酸二钠(GMP) Sigma-Aldrich公司;甲醛、乙腈 Honeywell Burdick公司;琥珀酸、乳酸、乙酸、柠檬酸、磷酸二氢钾、磷酸、三氟乙酸等其余试剂均为国产分析纯。

FJ-200型高速分散均质机 上海标本模型厂; AB135-S型精密电子天平 瑞士METTLER TOLEDO仪器有限公司; Milli-Q超纯水系统 美国Millipore公司; UV-2550型紫外分光光度计 日本Shimadzu公司; DF-101S型集热式恒温加热磁力搅拌器 郑州长城科工贸有限公司; MC-SH216型多功能电磁炉 广东美的生活电器制造有限公司; PHS-2F型pH计 上海精密科学仪器有限公司; Agilent 1260型高效液相色谱仪 安捷伦科技(中国)有限公司; GL-21M型高速冷冻离心机 湘仪离心机仪器有限公司; DS-1型组织搅碎机 上海标本模型厂。

1.2 实验方法

1.2.1 单环刺螠汤汁的制备 清洗后的单环刺螠用组织搅碎机绞碎,平均分成5份(1~5号)。1号加入与单环刺螠相同质量的常温水中,在8000 r/min条件下离心10 min,取上清汤汁备用;2~4号分别加入到与单环刺螠相同质量的沸水中并常压下在电磁炉上进行水煮,水温达到100℃后开始计时,分别维持沸腾状态0.5、1、2、3 h,冷却后在8000 r/min条件下离心10 min,取上清汤汁备用。

1.2.2 可溶性蛋白含量测定 可溶性蛋白含量采用福林酚法测定^[6]。

1.2.3 分子量的测定 采用高效液相色谱法^[7]。色谱条件:TSKgel 2000 SWXL 300 mm×7.8 mm色谱柱;柱温30℃;流动相为乙腈/水/三氟乙酸 45/55/0.1(V/V);检测波长220 nm;流速0.5 mL/min;进样量20 μL。

所用标准品:谷胱甘肽(307 u)、L-脯氨酸(115 u)、杆菌肽(1423 u)、胰岛素(5377 u)、细胞色素C(12588 u)。标准曲线绘制:将标准品用流动相配制成2 mg/mL的溶液,经0.22 μm微孔滤膜过滤,上机检测,以保留时间为横坐标,标准品分子量的常用对数为纵坐标,绘制标准曲线。标准曲线的拟合方程为: $y = -4.1869x + 28.906$, $R^2 = 0.9580$ 。

样品前处理:单环刺螠上清汤汁经0.45 μm微孔滤膜过滤后备用。样品测定:通过手动积分计算峰面积来确定样品的分子量。

1.2.4 游离氨基酸的测定 氨基酸自动分析仪法(GB/T5009.124-2003)。

1.2.5 有机酸的测定 采用高效液相色谱法^[8-9]。色谱条件:Cosmosil 5 C₁₈(4.6 mm×250 mm 5 μm)色谱柱;柱温25℃;流动相为2% NH₄H₂PO₄(磷酸调节pH2.5);检测波长205 nm;流速0.8 mL/min;进样量20 μL。

标准溶液的制备:取琥珀酸、柠檬酸各50 mg、50 mg/mL乙酸1 mL、50 mg/mL乳酸1 mL,用超纯水定容至10 mL,得到5 mg/mL混合标准液。标准曲线绘制:取上述混合标准液配制成2.5、1.25、0.5、0.25、0.1 mg/mL的标准溶液,用0.22 μm微孔滤膜过滤,上机测定,以标准品含量为横坐标,峰面积为纵坐标,绘制标准曲线。标准曲线的拟合方程为: $y_{\text{琥珀酸}} = 1147.8x + 10.490$, $R^2 = 0.9998$; $y_{\text{乳酸}} = 1215.6x - 23.488$, $R^2 = 0.9974$; $y_{\text{乙酸}} = 1069.4x - 15.732$, $R^2 = 0.9987$; $y_{\text{柠檬酸}} = 1192.5x - 25.639$, $R^2 = 0.9926$ 。

样品处理:取样液10 mL与30 mL流动相混匀,在10000 r/min条件下离心10 min,取上清液,沉淀重新提取两次,定容至50 mL,4℃保存备用,进样分析前用0.22 μm微孔滤膜过滤。

1.2.6 核苷酸的测定 采用高效液相色谱法^[10]。色谱条件:Cosmosil 5 C₁₈(4.6 mm×250 mm 5 μm)色谱柱;柱温30℃;流动相为0.04 mol/LKH₂PO₄(pH4.5);检测波长260 nm;流速1.0 mL/min;进样量20 μL。

标准曲线绘制:分别取鸟苷酸(GMP)和肌苷酸(IMP)各配制成2.0、1.4、0.8、0.4、0.2、0.1 mg/mL的标准溶液,用0.22 μm微孔滤膜过滤,上机测定,以标准品含量为横坐标,峰面积为纵坐标,绘制标准曲线。标准曲线的拟合方程为: $y_{\text{GMP}} = 14251x - 2667.3$, $R^2 = 0.9538$; $y_{\text{IMP}} = 9806.2x + 117.83$, $R^2 = 0.9996$ 。

样品处理:汤汁上清液经0.22 μm微孔滤膜过滤除去杂质备用。

1.2.7 感官评定方法 根据GB/T 10221-2012《感官分析术语》及赵镭^[11]等《食品感官评价指标体系建立的一般原则与方法》,确定8位感官评定员,20~25岁,系统学习感官评定课程后对单环刺螠水煮汤汁的香味、滋味、色泽进行感官评定,评价标准见表1,总分100分制,样品随机编号,感官评价最后得分取平均值。

表1 单环刺螠水煮汤汁感官评分指标

Table 1 Sensory indicators of *Urechis unicinctus* soup seasoning

项目	评分标准	分数
香味 (40分)	香气纯正、浓郁,海鲜香味突出	28~40
	香气稍淡,不纯正,海鲜香味较淡	15~27
	香气淡,有异味,无海鲜香味	0~14
滋味 (40分)	口感鲜美,醇厚,回味浓	28~40
	有鲜味,不够醇厚,有回味	15~27
	鲜味淡,不醇厚,无回味	0~14
色泽 (20分)	微黄色	14~20
	深黄色	7~13
	褐色	0~6

1.2.8 数据处理 采用SPSS Statistics、Excel等软件

进行数据处理和显著性分析,结果用平均值或平均值±标准偏差表示。

2 结果与分析

2.1 不同水煮时间对单环刺螭汤中可溶性蛋白含量的影响

可溶性蛋白是重要的渗透调节物质和营养物质,由图1可知,水煮时间对单环刺螭汤中可溶性蛋白含量的影响显著($p < 0.05$)。汤汁中的可溶性蛋白来源于单环刺螭肉中蛋白的降解渗出过程^[12-13]。水煮0.5 h时汤汁中可溶性蛋白含量比0 min时有所降低,这可能由于前0.5 h内汤汁中大分子蛋白降解为多肽或氨基酸的速率较快;0.5~3 h之间汤汁中可溶性蛋白含量有所上升,说明0.5 h后蛋白降解速率减慢,蛋白由单环刺螭肉渗出进入汤汁的速率逐渐高于降解速率。

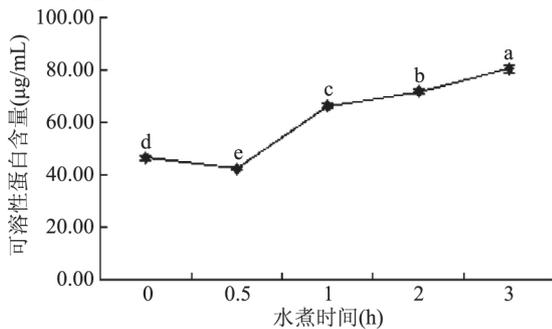


图1 不同水煮时间对单环刺螭汤中可溶性蛋白含量的影响

Fig.1 Effect of different boiling time on the content of soluble protein of *Urechis uncinatus* soup seasoning

注:图中不同字母代表差异显著($p < 0.05$);图3同。

2.2 不同水煮时间对单环刺螭汤中肽分子量分布的影响

不同水煮时间单环刺螭汤的分子量分布如图2所示。有研究表明,食品的味是食品成分刺激舌头表面的味蕾细胞所呈现的化学感应,分子量大于5000 u的蛋白质因为较难进入味蕾孔口刺激味蕾细胞,所以呈味能力较弱,而低聚肽、氨基酸等小分子量的组分易与味蕾细胞接触而产生滋味^[14]。另外, Komata Y^[15]发现,分子量在2000~5000 u的肽有明显的苦味,而分子量小于1000 u的组分风味良好。

由图2可知,单环刺螭汤中小于1000 u的组分含量在0.5 h时达到最高,占50.5%,之后随水煮时间的延长显著下降($p < 0.05$);2000~5000 u组分含量随水煮时间延长而有所增加,0~2 h之间增加不显著($p > 0.05$),3 h时显著增加($p < 0.05$),说明水煮时间越长,汤汁中的苦味成分含量越多且2~3 h间增加较快;大于5000 u的组分含量在0.5 h时较0 h时显著下降($p < 0.05$),这可能是由于部分大分子蛋白质受热变性,由可溶性变为不可溶性,之后随水煮时间的延长而显著增加($p < 0.05$),2 h后增加不显著($p > 0.05$)。这与不同时间可溶性蛋白含量的变化一致。上述结果说明水煮时间为0.5 h的单环刺螭汤中分子量小于1000 u的组分最多,对良好风味的贡献

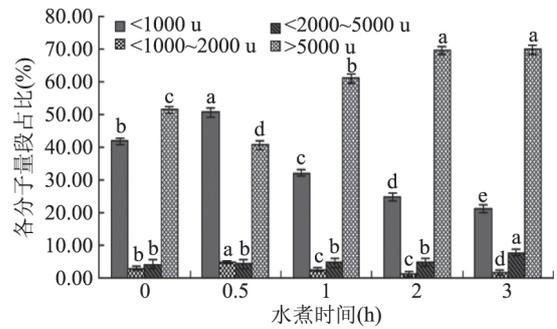


图2 不同水煮时间对单环刺螭汤的肽分子量分布的影响

Fig.2 Effect of different boiling time on the peptide molecular weight distribution of *Urechis uncinatus* soup seasoning

注:图柱上方不同字母代表差异显著($p < 0.05$)。

最大。

2.3 不同水煮时间对单环刺螭汤中游离氨基酸组成的影响

氨基酸不仅是维系人体生命活动必不可少的组成物质,也是非常重要的调味品原料,全世界氨基酸产量的约50%作为调味品及食品添加剂使用,其中呈现令人愉悦的风味的鲜甜味氨基酸主要有5种,即谷氨酸、丙氨酸、甘氨酸、精氨酸、天冬氨酸,而组氨酸、亮氨酸、蛋氨酸等则呈现苦味、硫味这种不好风味。由表2可以看出,0.5~3 h之间随着水煮时间延长,单环刺螭汤中的总游离氨基酸逐渐增加,这是由于加热处理中单环刺螭体壁蛋白质发生降解,一些氨基酸流失到汤汁中,使得汤样中游离氨基酸含量升高;水煮0~0.5 h之间,总游离氨基酸含量降低0.64%,这可能是由于少量 α -氨基酸发生分子间脱水生成酰胺。同时,鲜甜味氨基酸在总游离氨基酸含量中的占比,即鲜甜味游离氨基酸相对含量,在0~0.5 h之间增加明显,0.5 h达到最高73.94%,之后基本不再变化。

2.4 不同水煮时间对单环刺螭汤中有机酸含量的影响

有机酸是水产品呈味的重要组成成分,其含量和种类与食品风味密切相关。不同水煮时间的单环刺螭汤中有机酸含量和种类如表3所示,单环刺螭汤中乳酸含量最高,其次是琥珀酸,而乙酸和柠檬酸含量较低,说明乳酸和琥珀酸是单环刺螭汤中的主要呈味有机酸成分。

乳酸具有独特的酸味,既有助于保持食品中微生物的稳定性、安全性,又对呈味起增强作用,使口味更加温和。由于乳酸溶于水,水煮过程中不断溶入汤汁中,由表3可知,单环刺螭汤中乳酸含量随水煮时间延长而增加,且在0.5 h和1 h时显著增加($p < 0.05$),达到153.23 mg/100 g和195.31 mg/100 g,1 h后增加幅度减缓,无显著差异($p > 0.05$)。说明汤汁中乳酸的浸出主要在水煮前1 h内进行,1 h后乳酸向汤汁中转移的速率极为缓慢。

琥珀酸广泛存在于贝类水产品中,具有类似贝类特殊鲜味,其一钠盐和二钠盐都可用于调味剂的生产。由表3可知,随着水煮时间延长,单环刺螭汤

表2 不同水煮时间对单环刺螭汤汁的游离氨基酸含量(%)的影响

Table 2 Effect of different boiling time on the content of free amino acid of *Urechis unicinctus* soup seasoning(%)

氨基酸名称	水煮时间(h)				
	0	0.5	1	2	3
苏氨酸	1.35	1.06	1.26	1.41	1.58
色氨酸	-	-	-	-	-
缬氨酸	1.59	0.97	1.06	1.15	1.26
蛋氨酸	0.07	0.07	0.05	0.11	0.18
异亮氨酸	1.21	0.86	0.86	0.86	0.86
苯丙氨酸	1.08	0.67	0.93	0.67	0.72
亮氨酸	1.94	1.55	1.64	1.68	1.77
赖氨酸	2.30	1.76	1.71	1.63	1.63
必需氨基酸	9.54	6.94	7.51	7.51	8.00
组氨酸	1.03	0.75	0.80	0.85	0.94
精氨酸*	1.52	1.60	2.78	3.71	4.64
半必需氨基酸	2.55	2.35	3.58	4.56	5.58
天冬氨酸*	2.73	2.46	3.36	3.95	4.65
丝氨酸	2.84	2.91	3.02	3.05	3.27
谷氨酸*	4.82	5.09	6.37	7.11	8.03
脯氨酸	1.23	1.02	2.12	3.15	4.00
甘氨酸*	8.26	9.51	11.60	13.30	14.96
丙氨酸*	14.35	15.62	14.24	13.41	12.61
半胱氨酸	0.08	0.13	0.11	0.12	0.13
酪氨酸	0.60	0.33	0.33	0.33	0.00
非必需氨基酸	34.91	37.07	41.15	44.42	47.65
鲜甜味氨基酸	31.68	34.28	38.35	41.48	44.89
总游离氨基酸	47.00	46.36	52.24	56.49	61.23
鲜甜味氨基酸/ 总游离氨基酸(%)	67.40	73.94	73.41	73.43	73.31

注: *表示此氨基酸为鲜甜味氨基酸, -代表没有测定色氨酸。

表3 不同水煮时间对单环刺螭汤汁的有机酸含量(mg/100 g)的影响

Table 3 Effect of different boiling time on the content of organic acid of *Urechis unicinctus* soup seasoning(mg/100 g)

种类	水煮时间(h)				
	0	0.5	1	2	3
琥珀酸	10.00 ± 0.02 ^a	10.06 ± 0.01 ^a	10.09 ± 0.01 ^a	10.10 ± 0.02 ^a	10.13 ± 0.03 ^a
乳酸	70.76 ± 0.23 ^c	153.23 ± 0.17 ^b	195.31 ± 0.20 ^a	202.73 ± 0.11 ^a	214.15 ± 0.11 ^a
乙酸	0.13 ± 0.02	-	-	-	-
柠檬酸	0.45 ± 0.05 ^a	0.48 ± 0.04 ^a	0.48 ± 0.06 ^a	0.51 ± 0.04 ^a	0.52 ± 0.05 ^a

注: -代表未检测到, 同行中不同字母代表差异显著($p < 0.05$); 表4同。

表4 不同水煮时间对单环刺螭汤汁的IMP、GMP含量(mg/100 g)的影响

Table 4 Effect of different boiling time on the content of IMP and GMP of *Urechis unicinctus* soup seasoning(mg/100 g)

种类	水煮时间(h)				
	0	0.5	1	2	3
IMP	11.87 ± 0.20 ^a	7.67 ± 0.55 ^b	6.73 ± 0.31 ^c	5.43 ± 0.35 ^d	4.23 ± 0.41 ^c
GMP	0.51 ± 0.03 ^a	0.42 ± 0.04 ^b	0.39 ± 0.03 ^c	0.37 ± 0.02 ^c	0.36 ± 0.04 ^c
合计	12.38 ± 0.23 ^a	8.09 ± 0.59 ^b	7.12 ± 0.33 ^c	5.80 ± 0.37 ^d	4.59 ± 0.45 ^c

汁中琥珀酸含量没有显著性增长($p > 0.05$), 保持在10 mg/100 g左右。

2.5 不同水煮时间对单环刺螭汤汁中核苷酸含量的影响

鸟苷酸(GMP)、肌苷酸(IMP)等核苷酸属于呈

味性核苷酸, 除了本身具有鲜味之外, 还有和谷氨酸组合提高鲜味的作用, 常作为鲜味剂使用^[16]。

不同水煮时间单环刺螭汤汁的IMP和GMP含量见表4。随着水煮时间延长, 单环刺螭汤汁中IMP和GMP含量均显著降低($p < 0.05$), 0.5 h内IMP和

GMP 分别降低了 4.2 mg/100 g 和 0.09 mg/100 g, I + G 总量降低 4.29 mg/100 g; 水煮 3 h 时 I + G 总量降低了 7.79 mg/100 g。这是由于呈味核苷酸是水溶性物质,能够溶于单环刺螠汤汁中,但热稳定性差,受热过程中容易降解。柯丽霞^[17]等发现香菇菌汤较高温度下作用时间越长,汤汁中 I + G 损失越大。

2.6 不同水煮时间对单环刺螠汤汁感官评分的影响

由图 3 可知,水煮时间对单环刺螠汤汁的感官评分影响显著($p < 0.05$)。水煮 0.5 h 的单环刺螠汤汁风味最好,且颜色淡黄,汤汁清澈无浑浊,感官评分为 74.17,之后随着水煮时间延长,感官评分略有降低。这可能是由于 0.5 h 汤汁中,小于 1000 u 组分含量(见图 2)和鲜甜味游离氨基酸相对含量(见表 2)最高,且 I + G 含量仅次于 0 h 汤汁, I + G 与谷氨酸共同作用能够明显提升鲜味;而 0 h 汤汁因未经熟制腥味较重,导致感官评分较低;3 h 汤汁可能由于长时间加热使呈现苦味的 2000~5000 u 分子量组分和部分苦味、硫味氨基酸溶出较多(见图 2、表 2)影响感官评分。

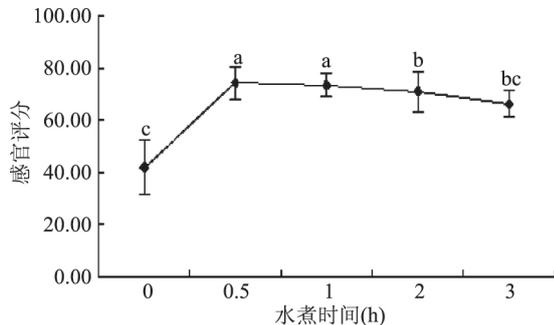


图 3 不同水煮时间对单环刺螠汤汁的感官评分的影响

Fig.3 Effect of different boiling time on the sensory evaluation of *Urechis unicinctus* soup seasoning

3 结论

单环刺螠经水煮制成的汤汁调味基料能够很好的保留单环刺螠的独特海鲜风味,不同的煮制时间导致其营养及呈味物质含量发生变化,煮制 0.5 h 的汤汁保留较多良好的风味物质,呈鲜味明显,煮制 3 h 的汤汁含有较多可溶性蛋白和乳酸。本方法制作的调味基料口感醇厚、鲜味浓郁、营养丰富,可应用于多种方便食品及调味料的生产中,实验结果为

相关产品的开发提供了理论参考。

参考文献

- [1]黄志蕙.调味品市场现状、格局及发展潜力[J].中国调味品 2012, 37(8):19-22.
- [2]杨晋,陶宁萍,王锡昌.水产调味料的研究现状和发展趋势[J].食品科技 2006, 31(11):51-54.
- [3]李凤鲁,王玮,周红.黄渤海螠虫动物(螠虫动物门)的研究[J].青岛海洋大学学报,1994, 24(2):203-210.
- [4]张添,徐宪菁,潘卫革.文蛤肉的水解及文蛤调味酱的制备[J].食品科技 2004(4):46-47.
- [5]刘海梅,王苗苗,左为民,等.单环刺螠体壁肌酶解工艺参数的研究-动物蛋白水解酶[J].中国调味品 2013, 38(9):69-72.
- [6]上海商品检验局.食品化学分析[M].上海科学技术出版社,1979.
- [7]王静.海参多肽的酶法制备及体外抗氧化性能研究[D].山东:烟台大学 2010.
- [8]辛梅华,李明春,蓝心仁,等.反相 HPLC 快速测定调味品中有机酸[J].中国调味品 2003(4):36-39.
- [9]冯爱军,赵文红,白卫东,等.不同黄酒中有机酸的测定[J].中国酿造 2010(8):144-146.
- [10]林耀盛,刘学铭,于丰玺,等.30 种酱油中基本成分和呈味核苷酸的高效液相色谱法分析研究[J].中国调味品 2012, 37(10):69-73.
- [11]赵镭,刘文,汪厚银.食品感官评价指标体系建立的一般原则与方法[J].中国食品学报 2008, 8(3):121-124.
- [12]项怡,李洪军,徐明悦,等.甲鱼鸡汤熬煮过程中品质变化研究[J].肉类工业 2015(11):28-33.
- [13]瞿明勇,张瑞霞,赵思明,等.工艺参数对排骨汤营养特性的影响[J].食品科技 2007(12):123-126.
- [14]武彦文,欧阳杰.氨基酸和肽在食品中的呈味作用[J].中国调味品 2001(1):21-24.
- [15]Komata Y.The taste and constituents of foods [J].Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi,1969, 3: 26.
- [16]何忻,杨荣华.鲜味物质及其在水产调味品中的应用[C].食品安全监管与法制建设国际研讨会暨中国食品研究生论坛 2005.
- [17]柯丽霞,宋燕,邓江涛.香菇菌汤呈味核苷酸溶出的熬制工艺优化研究[J].食品科技 2012(1):85-88.

(上接第 266 页)

- [21]张慧旻.结冷胶与海藻酸钠对低脂猪肉糜凝胶性质的影响[D].合肥:合肥工业大学 2007:11-12.
- [22]酃金龙,赵文婷,苏春元,等.乳化界面上蛋白质-多糖相互作用的研究进展[J].中国食物与营养 2010(12):31-34.
- [23]王秀娟,张坤生,任云霞,等.海藻酸钠凝胶特性的研究

- [J].食品工业科技 2008, 29(2):260-262.
- [24]孔保华,马英俊,刁亚琨.粘结剂使用条件对重组牛肉品质的影响[J].食品科学 2012, 33(1):92-97.
- [25]周悦,李雪峰,姜国川,等.响应面分析法对重组牛肉颜色色泽的改善[J].肉类工业 2013(7):28-30.