

银鳕鱼又叫裸盖鱼,是高蛋白低脂肪的深海鱼代表^[1],肉质细嫩鲜美,体内含有丰富的不饱和脂肪酸,尤其适合婴幼儿、妇女及老人的食用,不少国家把银鳕鱼作为主要食用鱼类原料。但由于银鳕鱼体内的腥味物质特征成分三甲胺含量较高,制约了银鳕鱼产品的加工,影响了银鳕鱼产品的品质。鳕鱼体内的腥味物质的主要来源是由于其自身具有的挥发性有机化学物醛、酮以及甲胺类物质,其中以三甲胺含量作为腥味物质的主要来源^[2-4]。

目前国内对于鱼类脱腥方式的研究较多,常用化学脱腥剂、物理脱腥剂、生物脱腥剂、天然脱腥剂以及复合脱腥剂对鱼肉进行脱腥处理^[5],以减少鱼肉中含有的腥味物质,使得鱼肉本身的风味能够得到更好的发挥,增加产品的多样化,扩大鱼肉的食用范围。但目前针对鳕鱼脱腥并未进行详细的研究,并且多为单一脱腥剂对鳕鱼进行脱腥处理,在脱腥的效果上没有取得显著的效果。马丽杰等^[6]将鳕鱼皮洗干净,搅碎后利用微生物发酵技术制备鱼皮胶原蛋白多肽,并且利用微生物发酵脱去鱼皮的腥味,黄薇等^[7]以鳕鱼皮复合酶解液采用粉末状活性炭、酵母粉和 β -环糊精为脱腥脱苦材料并通过正交试验设计研究了复合酶解液的脱腥脱苦工艺技术条件。

相关研究表明,茶叶中含有茶多酚、黄酮类化合物、萜烯类化合物以及儿茶素类化合物等,黄酮类与萜烯类化合物能够吸附异味,而儿茶素类化合物可以与氨基酸结合从而具有一定的钝化酶类和杀菌作用,还可以消除甲硫醇化合物,作为天然抗氧化剂的茶多酚也可以除臭和吸附异味^[8]。氯化钙可以通过晶体渗透作用和盐析来除去腥味,此外,氯化钙可以增加原料中 Ca^{2+} 的含量,从而改善原料中的钙素营养,预防由于缺钙而引发的佝偻病等缺钙症状^[9]。

本试验选择 CaCl_2 和绿茶进行复配,作为复合脱腥剂,对脱腥的工艺条件进行优化,从而降低银鳕鱼中的腥味物质,并且不对银鳕鱼的营养成分带来损失。在去除银鳕鱼中的腥味物质的同时增强了银鳕鱼肉的风味及营养,本研究拟为以后的鱼类脱腥工艺研究奠定一定的理论基础及技术参考。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 试验材料

银鳕鱼:永辉超市成都市龙泉驿区皇冠国际店;绿茶:紫芸秀芽,重庆市渝川茶业有限公司巴南分公

司茶叶加工厂。

1.1.2 主要试剂

三氯乙酸、氯化钙:上海展云化工有限公司;浓硫酸:永飞化工厂;甲苯:莱阳经济技术开发区精细化工厂;苦味酸:台山市众城化工有限公司;碳酸钾、甲醛:南京维之诚化学试剂有限公司;碳酸镁:南京化学试剂股份有限公司;三甲胺盐酸盐:上海展云化工有限公司;无水硫酸钠:天津市化学试剂厂。以上化学试剂均为分析纯。

1.1.3 主要仪器设备

紫外可见分光光度计(UV-1800):上海美谱达仪器有限公司;电热恒温水浴锅(HWS-12)、电热鼓风干燥箱(DHG-9015A):上海一恒科技有限公司;电子天平(JJ523BC):常熟市双杰测试仪器厂;自动凯氏定氮仪(KDN-AZ):上海精科仪器公司。

1.2 试验方法

1.2.1 原料处理

市售银鳕鱼解冻,经去骨、去皮后,取肉,切成 $2\text{ cm} \times 2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ 的鱼块备用。

1.2.2 单因素试验设计

1)不同浓度复合脱腥剂对脱腥效果的影响

取鱼肉5份,配置绿茶与氯化钙质量比为1:1的复合脱腥剂,浓度分别为0%、1%、2%、3%、4%,原料与脱腥料液比为1:15(g/mL),于35℃恒温水浴锅中,浸泡30 min。研究复合脱腥剂浓度对三甲胺含量及感官得分的影响。

2)脱腥剂浸泡料液比对脱腥效果的影响

取鱼肉5份,配置绿茶与氯化钙质量比为1:1的复合脱腥剂,复合脱腥剂浓度为3%,原料与脱腥剂料液比分别为1:5、1:10、1:15、1:20、1:25(g/mL),于35℃恒温水浴锅中,浸泡30 min。研究浸泡料液比对三甲胺含量及感官得分的影响。

3)浸泡温度对脱腥效果的影响

取鱼肉5份,配置绿茶与氯化钙质量比为1:1的复合脱腥剂,复合脱腥剂浓度为3%,原料与脱腥剂比为1:10(质量比),分别放入25、30、35、40、45℃的恒温水浴锅中,浸泡30 min。研究浸泡温度对三甲胺含量及感官得分的影响。

4)浸泡时间对脱腥效果的影响

取鱼肉5份,配置绿茶与氯化钙质量比为1:1的复合脱腥剂,复合脱腥剂浓度为3%,原料与脱腥剂比为1:10(g/mL),在温度为40℃的恒温水浴锅中,分别浸泡10、20、30、40、50 min。研究浸泡时间对三甲胺含

量及感官得分的影响。

1.2.3 响应面法优化试验设计

在单因素试验确定最优参数范围的基础上,以复合脱腥剂浓度、浸泡料液比,浸泡时间、浸泡温度作为自变量,以三甲胺含量为响应值,根据 Box-Behnken 试验设计原理设计四因素三水平的响应面分析试验^[10-11]。试验因素及水平见表 1。

表 1 工艺参数优化试验设计方案

Table 1 Design of optimization for process parameters

编码值	因素			
	复合脱腥剂浓度/%	浸泡料液比/(g/mL)	浸泡时间/min	浸泡温度/℃
上水平(-1)	2	1:5	30	35
零水平(0)	3	1:10	40	40
下水平(+1)	4	1:15	50	45
水平间隔(Δ)	1	1:5	10	5

1.2.4 测定指标

1.2.4.1 感官评分标准

对银鳕鱼肉进行脱腥处理后,利用高温熟制,待鱼肉冷却至室温(25℃),采用 3 位随机编码编号,让评定人员根据编号顺序通过感官进行评分。感官评分采用 100 分制,腥味为主要成分占 60%,色泽与口感为次要因素各占 20%,最终评分由多次打分后的平均值得到,最终结果以整数为准。感官指标评分标准见表 2。

表 2 银鳕鱼感官指标评分标准

Table 2 Sensory index score criteria of cod

指标	标准	分值
腥味	不含腥味,熟制后也不含腥味	55~60
	略有腥味,熟制后不含腥味	45~54
	略有腥味,熟制后略有腥味	35~44
	腥味较重,熟制后略有腥味	25~34
	腥味较重,熟制后腥味较重	1~24
色泽	雪白无染色,有光泽	15~20
	颜色过深或过浅,略有光泽	10~14
	色泽不均匀,无光泽	1~9
口感	细腻,嫩滑,饱含特有风味	15~20
	散口,略有其他杂味,口感较差	10~14
	其他杂味污染较重,口感差	1~9

1.2.4.2 三甲胺(trimethylamine, TMA)的测定

使用分光光度法,根据国标 GB 5009.179-2016《食品安全国家标准 食品中三甲胺的测定》^[12]测定鱼肉的三甲胺含量。

1) 标准曲线的绘制

准确的吸取 0、0.5、1、1.5、2、2.5、3、3.5、4 mL 三甲胺标准溶液(等同于 0、2、4、6、8、10、12、14、16 μg/mL

的三甲胺)放入 25 mL 比色管中,不足 5 mL 的标准溶液加入蒸馏水补至 5 mL,以蒸馏水当空白试验做参照,按照试样操作方法进行测定,做浓度-吸光度回归曲线。三甲胺含量标准曲线见图 1。

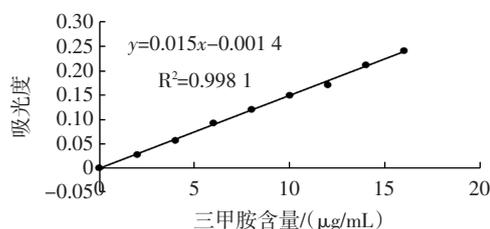


图 1 三甲胺含量标准曲线

Fig.1 Standard curve of trimethylamine

2) 试样的测定

将鱼肉利用搅拌机搅碎,取 10.000 g 放入带塞三角烧瓶中,再加入 20% 的三氯乙酸 10 mL 和 70 mL 蒸馏水,充分摇匀,静置 30 min,直到沉淀完成之后进行过滤,取 5 mL 的滤液放入 25 mL 比色管中,然后再依次加入 10% 的甲醛溶液 1 mL,无水甲苯 10 mL 以及饱和碳酸钾溶液 3 mL,塞上瓶盖,进行剧烈摇晃约 70 次,静置 30 min,在比色管中加入 0.5 g~1 g 无水硫酸钠,然后吸取 6 mL~9 mL 甲苯萃取液加入比色管中塞上管塞脱水约 5 min,吸取清液 5 mL 置于预先制备的 5 mL 0.02% 的苦味酸甲苯溶液的比色管中进行显色,利用空白试验作为参比,采用 1 cm 的比色皿于 410 nm 波长处进行吸光度的测定,根据所测数据制定的标准曲线,按照下列公式计算试样中三甲胺含量^[9]。

$$TMA = \frac{C \times V}{m}$$

式中: TMA 为试样中三甲胺-氮含量, mg/kg; C 为试样中三甲胺-氮浓度, μg/mL; V 为试样处理总体积, mL; m 表示称取试样质量, g。

2 试验结果与分析

2.1 单因素试验结果

2.1.1 复合脱腥剂浓度对去腥效果的影响分析

复合脱腥剂浓度对三甲胺含量和感官评定值的影响见图 2 和图 3。

由图 2 可以看出,三甲胺的含量随着复合脱腥剂浓度的增加而逐渐降低,当复合脱腥剂的浓度超过 3% 时,三甲胺的含量开始趋于稳定,并呈现上升的趋势。分析原因,随着浓度的增加,复合脱腥剂的脱腥能力逐渐增强,当浓度到达 3% 时,复合脱腥剂的脱腥能力到达其极限水平。由图 3 可以看出,随着复合脱腥剂浓度的增加,银鳕鱼的感官值逐渐增加,当复合脱腥

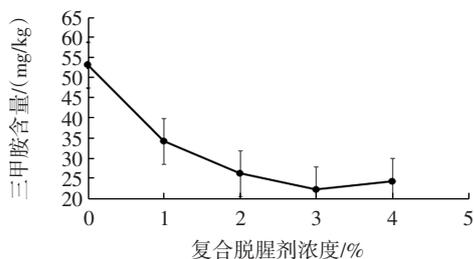


图2 复合脱腥剂浓度对三甲胺含量的影响

Fig.2 Effects of compound dexting agent concentration on the content of trimethylamine

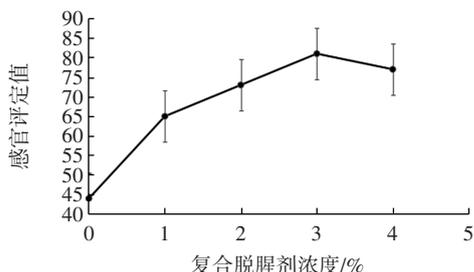


图3 复合脱腥剂对感官评定值的影响

Fig.3 Effects of compound dexting agent concentration on sensory evaluation

剂浓度超过3%时,又开始对鱼肉感官造成影响。分析原因主要是由于在感官评定指标中涉及到色泽与口感,当浓度到达4%之后,银鳕鱼经浸泡之后,由于茶叶中色素的影响,肉质表面呈现一抹绿色,吃到口中时,鱼肉中也呈现出有茶的味道,从而覆盖了部分鱼肉自身鲜美的味道。因此选择复合脱腥剂浓度为3%进行下一步试验。

2.1.2 复合脱腥剂不同浸泡料液比对去腥效果的影响

复合脱腥剂不同浸泡料液比对三甲胺含量和感官评定值的影响见图4和图5。

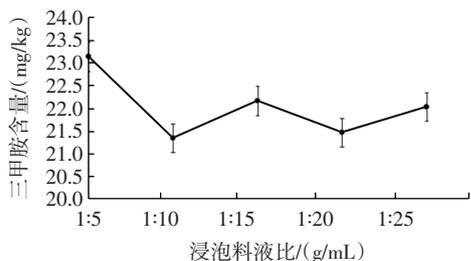


图4 浸泡料液比对三甲胺含量的影响

Fig.4 Influence of soaking liquid ratio on the content of trimethylamine

由图4和图5可以看出,随着浸泡溶剂体积的增加,三甲胺的含量先降低后增加,然后趋于稳定,当料液比在1:10(g/mL)时,三甲胺的含量最低。感官评定值随着溶剂体积的增加,呈现先增加后降低的趋势,

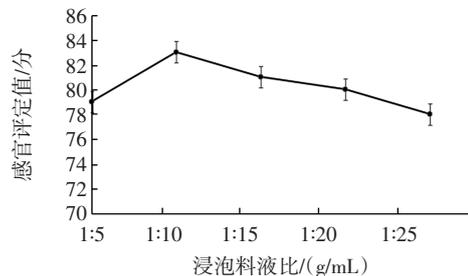


图5 浸泡料液比对感官评定值的影响

Fig.5 Effects of soaking liquid on sensory evaluation values

当料液比为1:10(g/mL)时,感官评定最佳。经分析,在料液比为1:10(g/mL)脱腥剂中,对银鳕鱼的感官影响程度低,当溶剂体积增加时,随着脱腥剂浓度的增加,影响到了银鳕鱼的色泽与口感,从而其感官评定逐渐降低。因此,选择料液比为1:10(g/mL)进行下一步试验。

2.1.3 复合脱腥剂不同浸泡温度对去腥效果的影响

复合脱腥剂不同浸泡温度对三甲胺含量和感官评定值的影响见图6和图7。

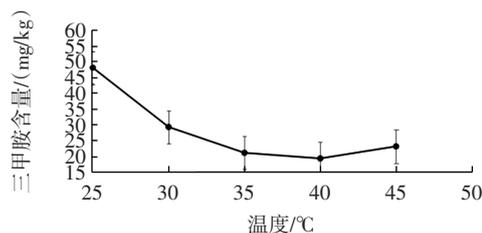


图6 浸泡温度对三甲胺含量的影响

Fig.6 Effect of temperature on the content of trimethylamine

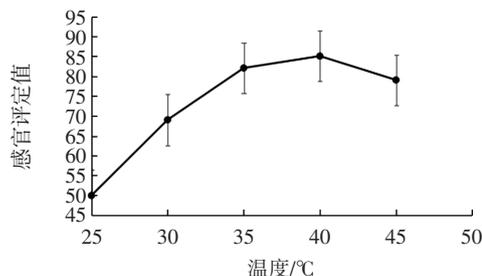


图7 浸泡温度对感官评定值的影响

Fig.7 Influence of temperature on sensory evaluation

由图6和图7可以看出,三甲胺的含量随着温度的升高而逐渐降低,当温度升高到35°C~40°C时,三甲胺的含量开始趋于稳定,略有波动。银鳕鱼的感官评定值随着温度的升高而增加,但当温度超过40°C之后,感官评分值又出现下降的趋势,分析原因主要是由于当浸泡银鳕鱼温度过高时,鱼肉蛋白质开始变性,肉质慢慢变得松散,失去了其原有的口感,且茶叶味覆盖了鱼肉本身的风味。因此,选择浸泡温度为40

℃左右进行下一步试验。

2.1.4 复合脱腥剂不同去腥时间对去腥效果的影响

复合脱腥剂不同去腥时间对三甲胺含量和感官评定值的影响见图 8 和图 9。

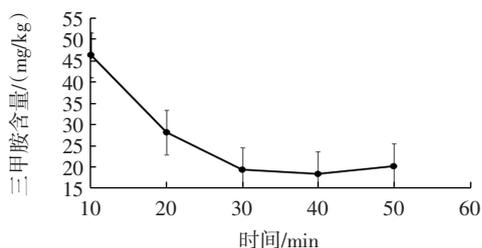


图 8 浸泡时间对三甲胺含量的影响

Fig.8 Effects of time on the content of trimethylamine

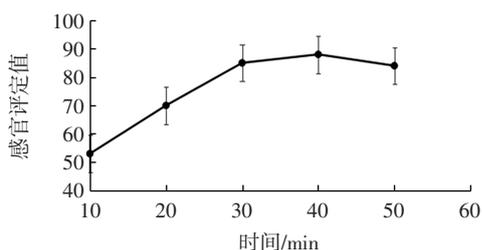


图 9 浸泡时间对感官评定值的影响

Fig.9 Influence of time on sensory evaluation value

由图 8 和图 9 所示,三甲胺的含量随着去腥时间的增加逐渐降低,当去腥时间到达 30 min~40 min 时,三甲胺的含量降到最低并开始趋于稳定。随着去腥时间的增加,感官评定值先增加,当在 40 min 之后,感官评定值开始出现一些不良因素干扰,总体趋势与三甲胺含量呈现负相关。原因是由于随着浸泡时间的延长,茶叶中的色素对鱼肉开始存在干扰,使得鱼肉的色泽变得暗淡,并呈现淡淡的绿色,在口感上,鱼肉由于经过长时间的浸泡,自身的风味物质有了一定的流失,并带有茶叶的气味,干扰了其原有的风味。因此,选择浸泡时间为 40 min 进行下一步试验。

2.2 响应面法优化工艺参数试验结果

在单因素试验确定最优参数范围的基础上,进行 Box-Behnken 响应面试验设计。试验结果见表 3。

表 3 优化试验设计结果

Table 3 Result of optimization for process parameters

试验号	A 复合脱腥剂浓度	B 浸泡料液比	C 浸泡时间	D 浸泡温度	三甲胺含量/(mg/kg)
1	0	0	1	-1	22.893
2	0	-1	0	1	27.498
3	1	-1	0	0	29.134
4	0	1	-1	0	25.112
5	-1	-1	0	0	23.716

续表 3 优化试验设计结果

Continue table 3 Result of optimization for process parameters

试验号	A 复合脱腥剂浓度	B 浸泡料液比	C 浸泡时间	D 浸泡温度	三甲胺含量/(mg/kg)
6	0	0	-1	-1	23.001
7	0	0	-1	1	22.231
8	0	1	0	-1	37.187
9	0	0	0	0	17.673
10	-1	0	1	0	21.817
11	1	0	1	0	28.719
12	0	1	1	0	20.141
13	0	-1	0	-1	24.618
14	1	1	0	0	17.992
15	0	0	0	0	21.714
16	0	-1	1	0	20.797
17	0	0	1	1	22.134
18	1	0	0	1	20.227
19	0	0	0	0	23.010
20	0	1	0	1	22.013
21	1	0	-1	0	19.112
22	-1	0	0	1	22.814
23	-1	0	-1	0	19.827
24	0	0	0	0	17.992
25	-1	0	0	-1	24.012
26	1	0	0	-1	25.718
27	0	-1	-1	0	25.334
28	-1	0	1	0	25.235
29	0	0	0	0	17.841

采用 SAS 统计软件,通过其响应面回归过程进行数据分析^[13],建立关于银鳕鱼肉三甲胺含量的二阶响应回归模型,并进而寻求最优响应因子水平。经整理,所得分析结果见表 4 和表 5。

表 4 二次回归模型参数

Table 4 Parameters of quadratic regression model

模型	非标准化系数	t	显著性检验	显著性
常数	18.13	1.03	<0.000 1	**
A	-0.025	-0.06	0.086	
B	0.46	1.70	0.270	
C	0.080	0.01	<0.000 1	**
D	0.34	0.005	0.343	
A ²	-0.25	-1.34	1.430	
AB	-0.25	-1.25	0.563	
B ²	0.046	0.03	0.353	
AC	2.07	0.45	1.054	
BC	2.88	1.56	0.673	
C ²	-4.33	-1.07	<0.000 1	**
AD	-3.76	-0.06	1.676	
D	2.38	1.06	0.243	
DC	3.45	2.06	0.685	
BD ²	0.067	0.05	0.522	
相关系数 R ² /%	98.72			

注:**表示极显著水平(P<0.01)。

表5 回归方程方差分析

Table 5 Analysis of variance of the regression equation

方差来源	自由度 <i>DF</i>	平方和	均平方和	F 值	<i>P</i> 值	显著性
回归模型	3	5.370	1.573	6.12	0.001 4	**
误差	4	0.000	0.000			
总和	7	5.370	1.573			

注:**表示极显著水平($P < 0.01$)。

分析表4和表5可以得出,在试验范围内,4个工艺参数中:浸泡时间对银鲑鱼肉三甲胺含量的影响最大,其次是复合脱腥剂浓度、浸泡料液比和浸泡温度,三甲胺含量回归方程的相关系数 $R^2 = 98.72\%$,模型 P 值为 0.001 4,说明回归的拟合程度较高。因此,银鲑鱼脱腥的最佳工艺配方可以在此基础之上得到确定。

对图中的响应面试验结果进行分析,得到关于银鲑鱼脱腥中三甲胺对复合脱腥剂浓度(A)、浸泡料液比(B)、浸泡时间(C)、浸泡时间(D)的多次二项回归方程,以三甲胺含量为响应值,经回归拟合后,由表4可知常数项、一次项、二次项及交互项各因子对响应值的影响^[14-15],回归方程如下。

$$Y = 18.13 - 0.025A + 0.46B + 0.08C + 0.34D - 0.25A^2 - 0.25AB + 0.046B^2 + 2.07AC + 2.88BC - 4.33C^2 - 3.76AD + 2.38BD + 3.45CD + 0.067D^2$$

以浸泡温度和浸泡料液比为定值,进行降维分析,得到复合脱腥剂浓度和浸泡时间对三甲胺含量的响应曲面,见图10。

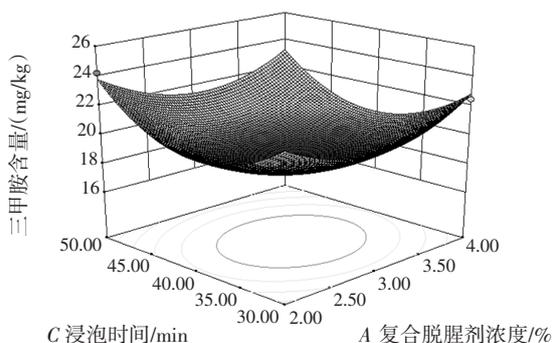


图10 复合脱腥剂浓度和浸泡时间对三甲胺含量影响的响应曲面图

Fig.10 Response surface diagram of effects of concentration and soaking time of compound dexting agent on TMA

由图10可以看出,复合脱腥剂浓度和浸泡时间对三甲胺含量的影响呈一抛物面,曲面有一稳定点,且稳定点为最小值。采用岭迹分析^[16],其稳定点处的三甲胺估计值见表6。

表6 稳定点处三甲胺含量估计值

Table 6 Estimated value of TMA at the stable point

因素	标准化	非标准化	三甲胺估计值/(mg/kg)
A	-0.263	2.75	17.45
B	0.175	1:11	
C	0.513	48	
D	-0.672	38.3	

对表6的优化结果进行验证试验,由验证试验得出,在复合脱腥剂浓度 2.75%,浸泡料液比 1:11(g/mL),浸泡时间 48 min,浸泡温度 38.3℃的条件下,银鲑鱼肉三甲胺含量为 16.89 mg/kg,感官评定值为 91 分,表明模型预测值与验证试验结果一致性较好,此模型具有良好的实践指导效果。

3 结论

通过单因素试验和 Box-Behnken 试验设计,采用 SAS 统计软件,对其响应面回归过程进行数据分析,得出 CaCl_2 和绿茶质量比为 1:1 的复合脱腥剂对银鲑鱼脱腥各因素影响程度分别为:浸泡时间>复合脱腥剂浓度>浸泡料液比>浸泡温度,回归模型拟合度较高。得到最优工艺参数为:复合脱腥剂浓度 2.75%,浸泡料液比 1:11(g/mL),浸泡时间 48 min,浸泡温度 38.3℃。验证试验发现在该条件下银鲑鱼三甲胺含量最低,感官评定值最高。说明 CaCl_2 和绿茶作为复合脱腥剂具有较好的脱腥效果。

参考文献:

- [1] 于琴芳,邓放明.鲢鱼、小黄鱼、鳕鱼和海鳗肌肉中营养成分分析及评价[J].农产品加工(学刊),2012(9): 11-14,18
- [2] 黄骆镰,黄克,肖如武.水产品腥物质形成机理的研究进展[J].广东化工,2009(9): 146,161
- [3] 刘玉平,陈海涛,孙宝国.鱼肉中挥发性成分提取与分析的研究进展[J].食品科学,2009,30(23): 447-451
- [4] 杜国伟,夏文水.鲢鱼糜脱腥前后及贮藏过程中挥发性成分的变化[J].食品工业科技,2007(9): 76-80
- [5] 游丽君,赵谋明.鱼肉制品腥物质形成及脱除的研究进展[J].食品与发酵工业,2008(2): 117-120
- [6] 马丽杰,梁丽坤,黎乃为,等.微生物发酵法制备鳕鱼皮胶原蛋白多肽及其脱腥工艺[J].农产品加工(学刊),2013(9): 29-31, 35
- [7] 黄薇,邓尚贵,唐艳,等.鳕鱼皮复合肽脱腥脱苦工艺研究[J].食品工业,2012(11): 99-102
- [8] 陈奇,张安,何新益.淡水鲢鱼脱腥效果的比较研究[J].食品工业科技,2007(2): 146-148
- [9] 王桓.鳕鱼排加工关键技术研究[D].保定:河北农业大学,2013
- [10] 杨兵,李婷婷,崔方超,等.响应面法优化草鱼脱腥工艺[J].食品科技,2015(2): 174-180

叶面喷硒对葡萄果实中营养物质含量的影响

许真¹,杨瑞峰^{1*},张芳¹,刘宏伟²

(1. 鹤壁职业技术学院 食品工程学院,河南 鹤壁 458030;2. 鹤壁市农产品质量安全监测检验中心,河南 鹤壁 458030)

摘要:探究外源硒素对葡萄果实中营养物质和抗氧化物质含量的影响,以巨峰葡萄为试材,叶面喷施不同浓度亚硒酸钠溶液。结果表明:随着硒浓度的增加,葡萄果实中总硒、原花青素、总黄酮、总酚、维生素C、蛋白质、可溶性固形物、总糖含量呈上升趋势,且硒浓度为50 mg/L时各测量指标达最大值;游离氨基酸含量逐渐下降,可滴定酸含量变化不显著。因此,在生产中可喷施浓度为50 mg/L的硒溶液,提高葡萄果实中营养物质和抗氧化物质含量。

关键词:硒;葡萄;营养物质;抗氧化物质;含量

Effects of Selenium on the Content of Substances in Grape Fruit

XU Zhen¹, YANG Rui-feng^{1*}, ZHANG Fang¹, LIU Hong-wei²

(1. College of Food Engineering, Hebi College of Vocation and Technology, Hebi 458030, Henan, China;
2. Hebi Agricultural Products Quality and Safety Monitoring and Testing Center, Hebi 458030, Henan, China)

Abstract: In order to explore the selenium treatment effects on grape antioxidant activity and related substances content. The grape "Ju Feng" as the test material that applicated of different concentrations of sodium selenite. The results showed that with the increase of selenium concentration,the contents of total selenium, procyanidins, total flavonoids, total phenols, vitamin C, protein, soluble solids and total sugar in grape fruits increased,and when the selenium concentration was 50 mg/L, each measurement index reached the maximum value;the content of free amino acids gradually decreased,titratable acid content did not change significantly. Therefore, 50 mg/L selenium solution can be sprayed to increase the contents of nutrients and antioxidants in grape fruits.

Key words: selenium; grape; nutrient substance; antioxidant substance; content

引文格式:

许真,杨瑞峰,张芳,等.叶面喷硒对葡萄果实中营养物质含量的影响[J].食品研究与开发,2019,40(12):184-188

XU Zhen, YANG Ruifeng, ZHANG Fang, et al. Effects of Selenium on the Content of Substances in Grape Fruit[J]. Food Research and Development, 2019, 40(12): 184-188

作者简介:许真(1982—),女(汉),讲师,硕士,研究方向:植物生理生化研究。

*通信作者:杨瑞峰(1978—),男(汉),讲师,硕士,研究方向:食品保鲜技术。

[11] 高惠璇.实用统计方法与SAS系统[M].北京:北京大学出版社,2001:147-149

[12] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准食品中三甲胺的测定:GB 5009.179-2016[S].北京:中国标准出版社,2016

[13] 张淼,李曼昕,张振宇.紫薯颗粒全粉加工工艺优化[J].食品与机械,2013(2):175-178

[14] SAS Institut Inc. The complete guide to the SAS output delivery system, version 8[M]. Cary,NC, USA:SAS Publish,2003:145-148

[15] 但晓睿,李栋钢,卢晓黎.牛油火锅底料关键工艺参数优化[J].食品科学,2013(6):189-194

[16] 何晓群,刘文卿.应用回归分析(第3版)[M].北京:中国人民大学出版社,2011:238-239