

富硒狮头柑功能成分和硒有机化程度分析

Analysis of functional components and organic selenium in Se-enriched *Citrus vespucosa*

杨旭^{1,2}

YANG Xu^{1,2}

(1. 安康学院现代农业与生物科技学院, 陕西 安康 725000; 2. 陕西省富硒食品工程实验室, 陕西 安康 725000)

(1. College of Modern Agriculture and Biotechnology, Ankang University, Ankang, Shaanxi 725000, China;

2. Shaanxi Engineering Labs of Se-enriched Food, Ankang, Shaanxi 725000, China)

摘要:分别测定富硒狮头柑果皮、果肉、果汁、柑渣、种子5个不同加工部位中总多酚、类黄酮、抗坏血酸、谷胱甘肽和类胡萝卜素的含量;通过单因素和响应面法优化无机硒的提取工艺,并对各部位中总硒、无机硒含量及硒有机化程度进行分析。结果表明,5个不同部位中功能性营养物质含量存在显著差异,以果皮中含量最高;当水浴浸提的料液比为1:15.20 (g/mL),浸提温度为91.22℃,浸提时间为7.42 min时无机硒提取量最大;该无机硒提取工艺下测得果皮、果肉、果汁、柑渣、种子中硒的有机化程度分别为78.42%, 82.85%, 79.92%, 80.26%, 83.88%。

关键词:狮头柑;功能成分;硒;有机化

Abstract: The contents of total phenolics, flavonoids, ascorbic acid, glutathione and carotenoid were examined in five different processed and utilized parts, which were peels, pulps, juices, pomaces and seeds. The optimum extraction process of inorganic selenium was determined by single factor and response surface design. Combining with total selenium and inorganic selenium contents, analyzed the ratio of organic selenium in various parts. Results indicated that there were significant differences in the contents of these functional nutrients, while the peels had the highest contents. When the materials were extracted with the ratio of 1:15.20 (material to water) at 91.22℃ for 7.42 min, the inorganic selenium content in the extracts was highest. By this processing of inorganic selenium extraction, the measured ratios of organic selenium in peels, pulps, juices, pomaces and seeds were 78.42%, 82.85%, 79.92%, 80.26%, 83.88%, respectively.

Keywords: *Citrus vespucosa*; functional components; selenium; ratio of organic selenium

狮头柑属芸香科柑橘属中的柑类,因其果皮有许多瘤状突起及明显肋起与沟纹,形如“狮头”而得名^[1]。狮头柑果大、耐贮藏、酸甜适度、口感颇佳,含蛋白质、碳水化合物、无机盐、维生素等多种营养成分,具有降火明目、生津止渴等功效^[2-3]。依托于中国第二大富硒区安康独特的地理地质环境,狮头柑作为当地名优传统果品具备天然富硒特色^[3-4]。但就目前加工现状而言,狮头柑仍以鲜食为主,罐头、饮料、蜜饯类等深加工产品和从非食用部位提取的功能成分等深加工副产品很少,且资源推广缓慢^[5-6]。已报道的文献^[1-2, 5]多是对狮头柑果皮、果肉的香气成分及果实一般营养成分进行探究,而关于狮头柑多部位,尤以果汁、柑渣和种子的功能成分和各部位硒元素赋存情况的研究还未见报道,相关基础研究的缺乏制约了富硒狮头柑资源的开发利用。

本试验拟探究狮头柑果实的5个加工部位,即果皮、果肉、果汁、柑渣、种子中总多酚、类黄酮、抗坏血酸、谷胱甘肽和类胡萝卜素等功能成分的含量,并对各部位中总硒、无机硒含量及硒有机化程度进行分析,以期明确果实各部位的功能成分和硒元素的赋存情况,为富硒狮头柑的资源推广、深加工开展和市场开拓提供前期研究,从而寻求富硒狮头柑及其产品研发的新方向。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

狮头柑:安康市旬阳县市售(产自吕河镇冬青村);
硝酸、盐酸:优级纯,成都市科龙化工试剂厂;
芦丁、没食子酸标品:分析纯,上海源叶生物科技有限公司;

类胡萝卜素、还原型谷胱甘肽标品:分析纯,上海如吉生物科技有限公司;

D-无水葡萄糖标品:分析纯,上海江莱生物科技有限

基金项目:安康市科技计划项目(编号:2016AK0107)

作者简介:杨旭(1989—),女,安康学院讲师,硕士。

E-mail: yangxuq@hotmail.com

收稿日期:2017-12-19

公司;

硒标准储备液:1 000 $\mu\text{g/mL}$,国家标准物质研究中心;
其他试剂均为分析纯。

1.1.2 主要仪器设备

紫外可见分光光度计:TU-1901型,北京普析通用仪器
有限责任公司;

低速离心机:LD4-2A型,北京医用离心机厂;

恒温振动水浴锅:SHA-C型,常州国华电器有限公司;

电热恒温鼓风干燥箱:GZX-GF101-2-BS型,上海跃进医
疗器械有限公司;

高速万能粉碎机:FW-100D型,天津鑫博得仪器有限
公司;

压榨机:JYZ-B6T型,中国九阳股份有限公司;

快速混匀器:XK96-A型,江苏新康医疗器械有限公司;

原子荧光光度计:AFS-930型,北京吉天仪器有限公司;

小型控温加热板:ECH-II型,上海新仪微波化学科技有
限公司;

温压双控微波消解仪:MDS-6型,上海新仪微波化学科
技有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 原料预处理 狮头柑样品清洗后,将果皮、果肉、种子
分离,再对部分果肉进行压榨,粗滤后分别收集果汁和柑渣。
果皮、果肉、种子和柑渣置于恒温干燥箱中,50 $^{\circ}\text{C}$ 干燥24 h
后,粉碎过40目筛备用,果汁置于4 $^{\circ}\text{C}$ 保存。

1.2.2 功能成分的测定

(1) 总多酚含量:根据龚晓等^[7]的多酚提取方法略作修
改,分别称取果实不同部分的样品5 g,按1:15(g/mL)的
料液比加入70%乙醇溶液,80 $^{\circ}\text{C}$ 水浴回流提取2 h,抽滤后
定容至100 mL待测。提取液中总多酚含量测定采用Folin-
Ciocalteu比色法^[8],以没食子酸为标准品,总多酚含量以mg

没食子酸当量(gallic acid equivalents,GAE)/g干重表示。

(2) 总黄酮含量:样品中总黄酮的提取方法同1.2.2(1)
所述。提取液中总黄酮含量测定采用氯化铝-亚硝酸钠比色
法^[9],以芦丁为标准品,总黄酮含量以mg芦丁当量(rutin e-
quivalents,RE)/g干重表示。

(3) 还原型抗坏血酸含量:根据黄仁华^{[10]38-39}的抗坏血
酸提取方法修改如下,分别称取果实不同部位的样品5 g,加
入80 mL预冷的50 g/L三氯乙酸(含5 mmol/L EDTA-
Na₂),冰浴研磨成浆,以5%三氯乙酸定容至100 mL,静置
10 min后,15 000 $\times g$ 离心15 min,取上清液待测。提取液
中还原型抗坏血酸含量测定采用BP显色法^[11],以抗坏血酸
标品溶液的浓度为横坐标,吸光度为纵坐标,绘制标准曲线。
在同样的反应条件下,取1 mL上清液进行测定。

(4) 谷胱甘肽含量:样品中谷胱甘肽的提取方法同1.2.2
(3)所述。提取液中谷胱甘肽的含量测定采用DTNB比色
法^[12],以谷胱甘肽标品溶液绘制标准曲线。在同样的反应
条件下,取1 mL上清液进行测定。

(5) 类胡萝卜素含量:参照文献^[13]。

1.2.3 硒元素含量的测定 用体积分数为10%的HCl溶液
稀释硒标准贮备液至10 $\mu\text{g/L}$,进样后原子荧光光度计将硒
标准液分别稀释至0.00,1.00,2.00,4.00,8.00,10.00 $\mu\text{g/L}$,
测定荧光强度值,绘制标准曲线。仪器工作条件参照GB
5009.93—2010和原子荧光光度计应用手册确定,具体参数
见表1。样品消化方法参照MDS-6型微波消解仪推荐方
法^[14]略作修改。将狮头柑鲜果实5个部位分离,捣碎,分别
称取不同部位的样品1 g于消化管中,加入6 mL硝酸后置
于100 $^{\circ}\text{C}$ 控温加热板中消化,待不冒黄烟即取出冷却,而后
加入2 mL双氧水和1 mL硝酸进行微波消解,至消解液无
色透明,用体积分数为10%的HCl溶液定容至10 mL待测。
微波消解程序见表2。

表1 原子荧光光度计工作条件

Table 1 Operating conditions of atomic fluorescence spectrometer

负高压/ V	灯电流/ mA	原子化器 高度/mm	载气流量/ (mL $\cdot$ min ⁻¹)	屏蔽器流量/ (mL $\cdot$ min ⁻¹)	读数时间/ s	延迟时间/ s	读数方式	测定方法	注入量/ mL
270	80	8	400	800	6	1.5	峰面积	标准曲线法	0.5

表2 微波消解程序

Table 2 Procedure of microwave digestion

阶段	压力/MPa	功率/W	消解时间/min
1	0.3	400	2
2	0.6	600	1
3	1.1	800	2
4	1.7	400	4

1.2.4 无机硒的提取工艺优化

(1) 浸提温度对浸提液中无机硒含量的影响:准确称取
5份果皮样品,均为5 g,按照1:10(g/mL)的料液比加水,
分别置于80,85,90,95,100 $^{\circ}\text{C}$ 水浴浸提10 min,冷却后抽滤
定容至50 mL。加入等体积环乙烷于磁力搅拌器上常温搅

拌30 min,混合液移至分液漏斗静置30 min,取水相待测。

(2) 浸提时间对浸提液中无机硒含量的影响:准确称取
5份果皮样品,均为5 g,按照1:10(g/mL)的料液比加水,
于90 $^{\circ}\text{C}$ 水浴中分别浸提5,10,15,20,25 min,其他操作同
1.2.4(1)所述。

(3) 料液比对浸提液中无机硒含量的影响:准确称取5
份果皮样品,均为5 g,分别按照1:5,1:10,1:15,1:20,
1:25(g/mL)的料液比加水,于90 $^{\circ}\text{C}$ 水浴浸提10 min,其
他操作同1.2.4(1)所述。

(4) 响应面试验设计:根据单因素试验结果,以浸提温
度、浸提时间和料液比为自变量,浸提液中无机硒含量为响
应值,进行三因素三水平的Box-Behnken响应面试验。

1.2.5 硒有机化程度分析 准确称取果皮、果肉、果汁、柑

渣、种子样品各 5 g,测定各部分的总硒含量。以优化后的无机硒提取工艺条件分别提取各部分的无机硒,并测定硒含量。利用减法^[15]换算出硒有机化程度。

$$RO_{Se} = [(T_{Se} - I_{Se}) / T_{Se}] \times 100\%, \quad (1)$$

式中:

RO_{Se} ——硒有机化程度,%;

T_{Se} ——总硒含量, $\mu\text{g}/100\text{ g}$;

I_{Se} ——无机硒含量, $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 。

1.2.6 数据分析 所有数据以(均值±标准差)表示,每次样品的测定均重复 3 次。采用 SPSS 19.0 进行方差分析和差异显著性分析($P<0.05$ 即为差异显著)。其中,响应面设计试验数据以均值表示,采用 Design Expert 8 对数据进行二次多项式回归拟合分析。

2 结果与分析

2.1 富硒狮头柑各部位功能成分含量

从表 3 中总多酚含量来看,果皮含量最高,果肉、果渣次之,且两者含量差异不明显,果汁为最低。按狮头柑失重

率^[16]以干重计的测定数据进行总多酚含量换算,均高于龚晓等^[7]报道的以鲜重计芦柑、蜜柑、脐橙、沙田柚果皮、果肉中的总多酚含量;各部分的总黄酮含量变化趋势与总多酚含量基本一致,但果肉的含量高于柑渣。各部分黄酮类化合物占总多酚含量的 56.56%~94.94%,说明狮头柑中多酚类化合物以类黄酮为主;还原型抗坏血酸、类胡萝卜素和谷胱甘肽 3 种成分的含量均为:果皮>果肉>柑渣>种子>果汁,其中前两种成分与其他柑橘类水果含量相当,谷胱甘肽含量则明显高于甜橙果皮(151.01 nmol/g)和果肉(50.38 nmol/g)中的^{[10]43}。富硒狮头柑各部位功能成分含量的测定结果表明了果皮作为非可食部分的再利用价值。

2.2 无机硒提取工艺的优化结果

2.2.1 硒标准曲线的建立 硒标准曲线见图 1。由图 1 可知,标准曲线的回归方程为 $I = 214.317\,75C + 9.751\,0$, $R^2=0.999\,94$ 。结果表明,硒浓度在 0~10 $\mu\text{g}/\text{L}$ 内线性相关性良好。

表 3 富硒狮头柑各部位中功能成分含量[†]

Table 3 The contents of functional components in various parts of se-enriched Citrus

部位	总多酚/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	总黄酮/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	还原型抗坏血酸/ ($10^{-2} \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	谷胱甘肽/ ($\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$)	类胡萝卜素/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)
果皮	4.081 0±0.021 2 ^a	2.411 3±0.071 8 ^a	60.165 5±1.710 7 ^a	1.638 6±0.008 2 ^a	18.151 7±0.218 0 ^a
果肉	3.194 3±0.029 5 ^b	2.002 0±0.022 5 ^b	55.322 0±0.862 6 ^b	0.892 4±0.011 2 ^b	14.626 9±0.195 3 ^b
柑渣	3.202 4±0.032 1 ^b	1.806 9±0.014 0 ^c	44.341 7±0.993 8 ^c	0.856 0±0.013 4 ^b	14.142 0±0.133 0 ^c
种子	1.578 6±0.015 8 ^c	1.500 3±0.018 4 ^d	19.993 0±0.210 9 ^d	0.269 0±0.045 5 ^c	6.095 4±0.073 2 ^d
果汁	0.970 3±0.049 0 ^d	0.827 1±0.033 3 ^c	12.628 8±0.133 5 ^e	0.131 0±0.005 8 ^d	3.703 4±0.089 0 ^e

† 同列不同字母表示相互之间差异显著($P<0.05$)。

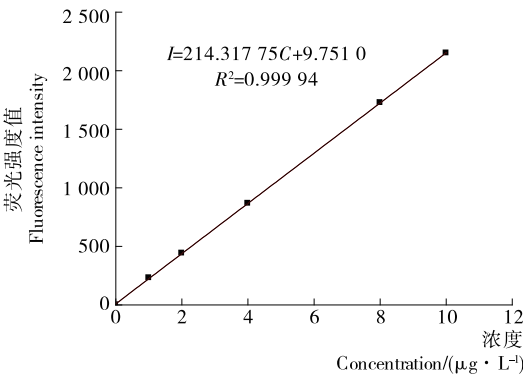
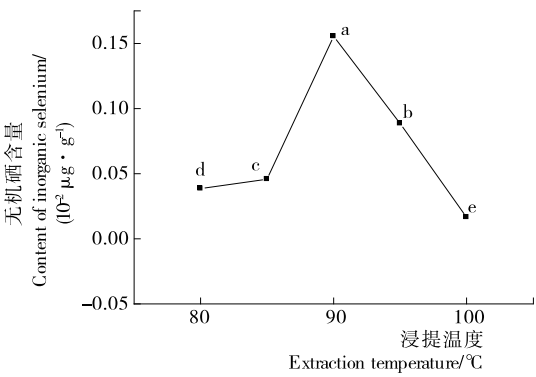


图 1 硒标准曲线

Figure 1 Standard curve of selenium



不同字母表示相互之间差异显著($P<0.05$)

图 2 提取温度对浸提液中无机硒含量的影响

Figure 2 Effect of extraction temperature on inorganic selenium content of extracts

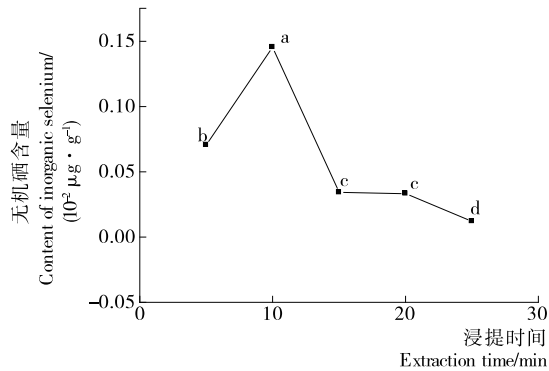
2.2.2 单因素试验结果

(1) 提取温度:图 2 为浸提液中无机硒含量随浸提温度的变化曲线。随着浸提温度的不断升高,浸提液中无机硒含量呈现先增加后下降的趋势,当温度为 90 $^{\circ}\text{C}$ 时,无机硒含量达到最大,为(0.155 5±0.003 0) $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 。这是因为开始时提取温度的升高使溶剂分子有较激烈的运动,在加速渗透进入细胞和软化细胞壁的双重作用下,促使狮头柑果皮中无机硒的传质速度加快而更有利于其溶出。随着提取温度的继

续升高,饱和蒸汽压增加,即使是使用回流装置提取,相同试验条件下提取剂的挥发作用仍会增强,从而使溶于其中的无机硒部分析出,导致含量的降低。因此,确定无机硒的适宜浸提温度为 85~95 $^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 提取时间:浸提时间对浸提液中无机硒含量影响的试验结果见图 3。浸提液中无机硒含量先随浸提时间的延长

而逐渐增大,当提取时间为 10 min 时,无机硒含量达到最大,为 $(0.145\ 5\pm0.004\ 0)\ \mu\text{g}/100\ \text{g}$ 。此阶段随着时间的延长,原料与提取剂之间充分接触,使无机硒有效溶出。随后,提取时间继续延长,含量反而有所下降,可能是由于时间延长后,其他无效成分溶出对无机硒的溶出产生了影响。因此,确定无机硒的适宜浸提时间为 5~15 min。

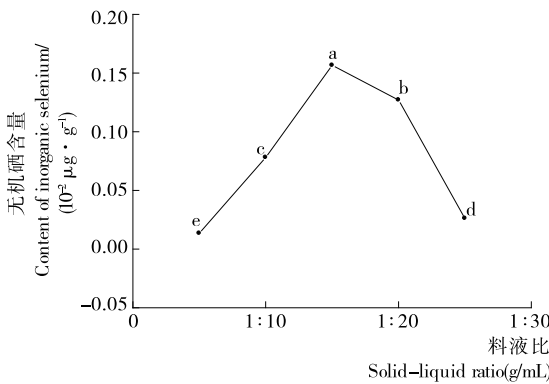


不同字母表示相互之间差异显著($P<0.05$)

图 3 提取时间对浸提液中无机硒含量的影响

Figure 3 Effect of extraction time on inorganic selenium content of extracts

(3) 浸提料液比:图 4 反应了料液比变化对浸提液中无机硒含量的影响。开始时随浸提剂的增加,无机硒在浸提剂中浓度较低,存在较大的浓度梯度,使其更易溶出,当料液比为 1:15(g/mL)时,无机硒含量达到最大,为 $(0.156\ 6\pm0.003\ 0)\ \mu\text{g}/100\ \text{g}$ 。而后此作用效应减弱,加之其他无效成分溶出增加,导致无机硒含量随浸提剂增加反而减小。因此,确定无机硒的适宜浸提料液比为 1:10~1:20(g/mL)。



不同字母表示相互之间差异显著($P<0.05$)

图 4 料液比对浸提液中无机硒含量的影响

Figure 4 Effect of solid-liquid ratio on inorganic selenium content of extracts

2.2.3 响应面试验结果 在单因素试验结果的基础上,进行三因素三水平响应面试验设计(表 4),包含 17 组试验,具体试验方案及结果见表 5。

采用 Design Expert 8 软件对试验数据进行二次多项式回归拟合,得到料液比、浸提温度、浸提时间与无机硒含量之间的回归方程:

表 4 Box-Behnken 试验设计因素水平表

Table 4 Factors and levels of Box-Behnken experiment design

水平	A 料液比(g/mL)	B 浸提时间/min	C 浸提温度/℃
-1	1:10	5	85
0	1:15	10	90
1	1:20	15	95

表 5 Box-Behnken 试验结果

Table 5 Results of Box-Behnken experiment design

试验号	A	B	C	无机硒含量 Y/ ($10^{-2}\ \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)
1	1	0	-1	0.049 6
2	0	0	0	0.162 7
3	0	0	0	0.146 5
4	-1	-1	0	0.069 5
5	0	0	0	0.138 9
6	1	-1	0	0.093 7
7	-1	0	-1	0.045 3
8	0	1	1	0.012 4
9	1	0	1	0.129 8
10	0	-1	-1	0.126 0
11	-1	0	1	0.084 3
12	0	-1	1	0.131 5
13	0	0	0	0.170 3
14	0	1	-1	0.053 7
15	1	1	0	0.037 4
16	-1	1	0	0.030 5
17	0	0	0	0.169 2

$$Y=-11.262\ 19+0.014\ 991A+0.062\ 259B+0.243\ 08C+2.722\ 74E-004AB+4.286\ 50E-004AC-4.513\ 50E-004BC-1.846\ 10E-003A^2-1.700\ 10E-003B^2-1.349\ 72E-003C^2.$$

(2)

表 6 为所得回归模型的方差分析。结果表明,所得模型 F 值为 6.79,P 值为 0.009 7,具有显著性,由此说明建立的回归方程具有统计学意义。各因素中,浸提时间、料液比的二次项对综合指标无机硒的含量影响极显著,浸提时间的二次项和浸提温度的二次项对综合指标无机硒的含量影响显著。

根据拟合的多元回归方程得到各因素对无机硒含量综合指标影响的响应面图见图 5。通过该组图可对 3 个考查因素中任意 2 个因素及其交互作用进行分析,并确定最佳的因素水平范围^[17]。最终计算分析得到的最优组合为料液比 1:15.20(g/mL)、浸提时间 7.42 min、浸提温度 91.22℃,此时无机硒理论含量为 $0.169\ 378\ \mu\text{g}/100\ \text{g}$,比表 5 中第 13 组试验结果稍低,可能是试验误差造成的。为了确定所得到的优化工艺对无机硒的浸提效果,进行验证实验。在最优条件下,测得浸提液中无机硒含量为 $(0.170\ 8\pm0.003\ 6)\ \mu\text{g}/100\ \text{g}$,与理论最佳值基本一致,说明此方案合理可行。

表 6 回归模型的方差分析结果

Table 6 Results of variance analysis for regression model

来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
模型	0.040	9	4.493E-003	6.79	0.009 7	* *
A	1.490E-004	1	1.490E-004	0.23	0.649 6	
B	0.012	1	0.012	18.67	0.003 5	* *
C	8.625E-004	1	8.625E-004	1.30	0.291 1	
AB	1.519E-004	1	1.519E-004	0.23	0.646 4	
AC	4.906E-004	1	4.906E-004	0.74	0.417 7	
BC	5.439E-004	1	5.439E-004	0.82	0.394 7	
A ²	8.387E-003	1	8.387E-003	12.67	0.009 2	* *
B ²	7.113E-003	1	7.113E-003	10.75	0.013 5	*
C ²	3.929E-003	1	3.929E-003	5.94	0.045 0	*
残差	4.632E-003	7	6.618E-004			
失拟项	3.838E-003	3	1.279E-003	6.44	0.051 9	
纯误差	7.947E-004	4	1.987E-004			
总离差	0.045	16				

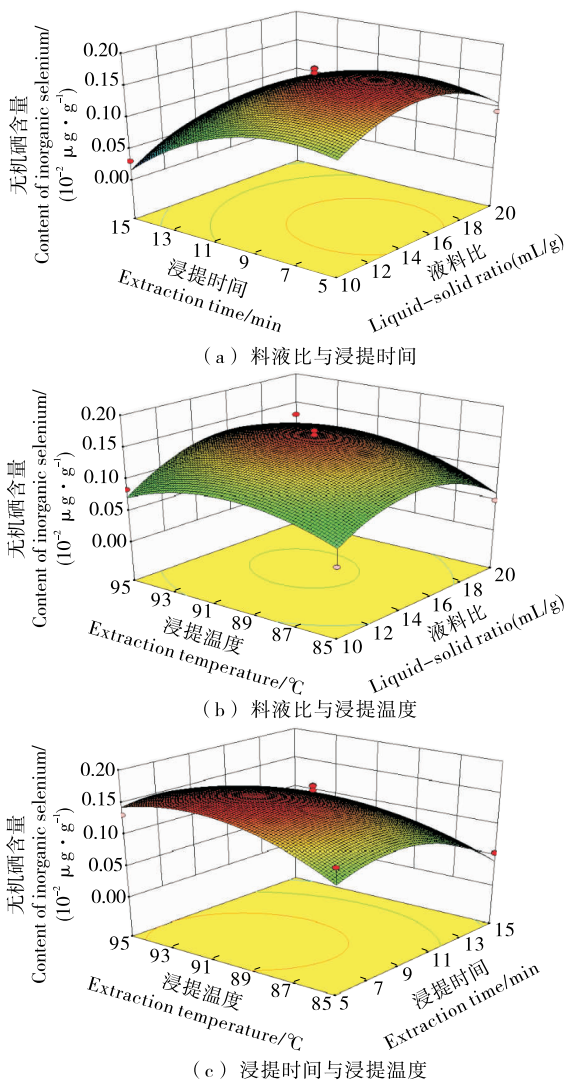


图 5 因素交互作用对浸提液中无机硒含量的影响
Figure 5 Effect of factor interaction on inorganic selenium content of extracts

2.3 硒有机化程度分析结果

分别测定富硒狮头柑 5 个部位中的总硒含量,在优化的无机硒浸提工艺基础上,提取并测定无机硒含量,分析计算出有机硒含量及硒有机化程度,结果见表 7。

根据 DB61/T 556—2012 富硒食品及相关产品硒含量标准中富硒鲜水果硒含量为 0.02~0.10 mg/kg 的规定,确定选用的狮头柑达到富硒标准。从表 7 中可知,富硒狮头柑不同部位中总硒、无机硒和有机硒含量均为:果肉>种子>果皮>柑渣>果汁,且果肉中 3 项指标均显著高于其他部位,说明日常食用部位是狮头柑中硒的主要富集部位。有机化程度以种子最高,果肉次之,果皮为最低,平均有机化程度可达 81.07%,表明以富硒狮头柑作为膳食补硒源,具有毒性小,硒的吸收率和生物利用率高等特点^[18]。

3 结论

富硒狮头柑不同部位功能成分的研究结果表明,总黄酮、还原型抗坏血酸、谷胱甘肽和类胡萝卜素 4 项指标均呈现出果皮>果肉>柑渣>种子>果汁的变化趋势,果皮作为非可食部分,测定的功能成分含量均显著高于其他部位,因此对果皮的合理利用是将来富硒狮头柑资源全面开发的重要方向。与其他柑橘类水果的同种功能成分进行比较,富硒狮头柑中总多酚和谷胱甘肽含量相对较高,而总黄酮、还原型抗坏血酸和类胡萝卜素则含量相当,说明食用富硒狮头柑具有较好的功能性营养价值。本研究对富硒狮头柑中硒的有机化程度进行了分析,通过单因素和响应面试验设计,确定无机硒的优化提取工艺为:料液比 1:15.20 (g/mL)、浸提时间 7.42 min、浸提温度 91.22 °C,在此条件下不同部位总硒、无机硒和有机硒含量测定结果表明,果肉是富硒狮头柑中硒元素的主要富集部位,且此食用部位的硒有机化程度可达 82.85%,证实了其作为膳食补硒源的安全性。后续可对富硒狮头柑综合营养品质和硒的形态分析进行研究,以

表 7 富硒狮头柑不同部位硒有机化程度分析结果[†]
Table 7 Results of organic selenium ratio in various parts of se-enriched Citrus

部位	总硒/ (10 ⁻² μg · g ⁻¹)	无机硒/ (10 ⁻² μg · g ⁻¹)	有机硒/ (10 ⁻² μg · g ⁻¹)	有机化程度/ %
果皮	0.791 3±0.017 8 ^c	0.170 8±0.003 6 ^c	0.620 5	78.42
果肉	2.146 9±0.031 1 ^a	0.368 1±0.003 9 ^a	1.778 8	82.85
柑渣	0.742 7±0.032 0 ^c	0.146 6±0.002 0 ^d	0.596 1	80.26
种子	1.647 8±0.038 4 ^b	0.265 6±0.005 2 ^b	1.382 2	83.88
果汁	0.543 8±0.033 0 ^d	0.109 2±0.001 7 ^c	0.434 6	79.92

[†] 同列不同字母表示相互之间差异显著(P<0.05)。

利于其资源的综合利用和产品质量的提升。

参考文献

[1] 张涵, 鲁周民, 王锦涛, 等. 4 种主要柑橘类香气成分比较[J]. 食品科学, 2017, 38(4): 192-196.

[2] WANG Chao, GAO Guang-liang, HUANG Jin-xiu, et al. Nutritive value of dry citrus pulp and its effect on performance in geese from 35 to 70 days of age[J]. Journal of Applied Poultry Research, 2017, 26(2): 253-259.

[3] 曹佳瑛, 曹席轶, 王海泽, 等. 安康狮头柑良种选育研究[J]. 现代农业科技, 2016(1): 129-130, 132.

[4] 郭康. 安康富硒产业发展方向与路径研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2015: 6, 20-24.

[5] 邹芳, 向江花, 杨文杰. 旬阳县狮头柑产业发展浅析[J]. 陕西农业科学, 2012, 58(2): 232-234.

[6] 吴晓燕, 鲁绪清. 旬阳县狮头柑产业发展的思考与建议[J]. 中国农业信息, 2013(5): 199.

[7] 龚晓, 张有捷, 李赤翎, 等. 几种柑橘类水果功能性营养物质测定与比较分析[J]. 食品与机械, 2012, 28(2): 36-39.

[8] PARK Y S, IM M H, HAM K S, et al. Quantitative assessment of the main antioxidant compounds, antioxidant activities and FTIR spectra from commonly consumed fruits, compared to standard kiwi fruit [J]. LWT-Food Science and Technology, 2015, 63(1): 346-352.

[9] YANG Xu, LV Yuan-ping. Purification, characterization, and DNA damage protection of active components from Tartary Buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) hull[J]. Food Science and Biotechnology, 2015, 24(6): 1 959-1 966.

[10] 黄仁华. 甜橙果实抗氧化特性及水杨酸对其影响的研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2007.

[11] 李玲. 植物生理学模块实验指导[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 50-54.

[12] PRADEDOVA E V, NIMAEVA O D, PUTILINA T E, et al. Determination of glutathione and its redox status in isolated vacuoles of Red Beetroot cells[J]. Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 2016, 12(1): 87-107.

[13] 张英宜, 张莉. 胡萝卜中类胡萝卜素全量的测定[J]. 中国食物与营养, 2006(6): 24-25.

[14] 张远强. MDS-6 型微波消解萃取仪操作手册[M]. 上海: 新仪微波化学科技有限公司, 2010: 2-4.

[15] 刘恒, 马盼, 王浩东, 等. 氢化物发生-原子荧光光谱法测定富硒杂粮中的有机硒和无机硒[J]. 食品科学, 2014, 35(10): 170-173.

[16] 屈兰竺, 廖彪, 李伟, 等. 旬阳狮头柑皮中总黄酮的提取研究[J]. 安康学院学报, 2010, 22(1): 93-95.

[17] 李玉珍, 肖怀秋. 籼碎米蛋白质碱法提取工艺的优化[J]. 食品与机械, 2016, 32(8): 173-177.

[18] 龚亮, 熊珺, 余以刚. 电感耦合等离子体质谱法测定食品中的有机硒[J]. 食品与机械, 2017, 33(3): 62-65.

信息窗

保护海洋环境 巴拿马颁布“禁塑令”

巴拿马政府近日指出,到 2020 年,巴拿马将完全废弃塑料袋的使用。届时,巴拿马的塑料使用量将减少 20%。

为保护环境,巴拿马政府正式宣布,在超市、自助商店和普通商店中禁止使用塑料袋,政府表示,他们希望药店等商店在 18 个月内逐步减少塑料袋的使用,至于仓储型超市等大型商场,政府希望他们能在 24 个月内完成塑料袋的替换。

巴拿马环保部的官员说,“我们积极响应联合国的‘清洁海洋’运动,希望能够通过我们的举动减少海洋中塑料制品过量的现状,巴拿马是加勒比海地区除安提瓜和巴布

达以外唯一一个禁止在商店使用塑料袋的国家,这也表明了巴拿马保护自然环境应对全球气候变化的决心。”

虽然拉丁美洲其他国家并没有像巴拿马那样禁止在国内的商店使用塑料袋,但他们也在用其他方式减少塑料袋的使用。哥伦比亚政府已经禁止民众使用 30 cm×30 cm 以下的一次性手提塑料袋,为了促使人们使用布袋,他们还在 2017 年 7 月对塑料袋征税。

智利政府也对沿海地区颁布了一项法令,减少沿海地区塑料袋的使用。

(来源: <http://news.foodmate.net>)