

响应面法优化沙棘色素提取及抗氧化性研究



ZHU Hong-mei

朱洪梅, 赵 猛

(山西师范大学 工程学院, 山西 临汾 041004)

摘 要: 采用体积分数为 95% 的乙醇溶液浸提沙棘色素, 在液料比、提取温度和提取时间 3 个单因素试验的基础上, 以提取液中沙棘色素的质量浓度为评价指标, 利用响应面分析法对沙棘色素的最佳提取工艺进行了研究。结果表明: 最佳提取条件为: 提取液料比 22.4:1 (mL:g), 提取温度 63 °C, 提取时间 2.9 h, 沙棘色素的质量浓度为 33.1 mg/L。对沙棘色素的抗氧化研究表明: 沙棘色素对三价铁离子的还原能力、对二苯基苦基苯肼自由基 (DPPH·) 和超氧阴离子自由基 ($O_2^- \cdot$) 的清除作用均明显高于 2,6-二叔丁基对甲酚 (BHT); 在质量浓度小于 6.0 mg/L 时, 沙棘色素对羟基自由基 ($\cdot OH$) 的清除率高于 BHT, 而在质量浓度大于 6.0 mg/L 时低于 BHT。

关键词: 响应面法; 沙棘色素; 提取; 抗氧化性

中图分类号: TQ351.0

文献标识码: A

文章编号: 0253-2417(2010)04-0078-07

Extraction and Antioxidation Properties of Seabuckthorn Pigment

ZHU Hong-mei, ZHAO Meng

(College of Engineering, Shanxi Normal University, Linfen 041004, China)

Abstract: Optimum pigment extraction methods were established with response surface methodology on the basis of single-factor experiment of liquid to material ratio, extracting temperature and extracting time. Using volume fraction of 95% ethanol as solvent; the concentration of product was used to evaluate final result. The results indicated that the optimum extraction conditions were as follows: liquid to material ratio 22.4:1 (mL:g), extraction temperature 63 °C and time 2.9 h. The research on anti-oxidation properties showed that seabuckthorn pigments had better effects on reducing Fe^{3+} and eliminating 2,2-diphenyl-1-(2,4,6-trinitrophenyl)hydrazyl (DPPH·) and superoxide anion free radicals ($O_2^- \cdot$) than butylated hydroxytoluene (BHT). As to the scavenging of hydroxyl free radicals ($\cdot OH$), seabuckthorn pigments had a higher effect than BHT when mass concentration was lower than 6.0 mg/L; while it had lower effect than BHT when mass concentration was higher than 6.0 mg/L.

Key words: response surface methodology; seabuckthorn pigments; extraction; antioxidant activity

沙棘 (*Hippophae rhamnoides* L.) 胡颓子科沙棘属植物, 落叶灌木、小乔木或乔木, 果实粒小, 色橙黄, 富含多种维生素、黄酮类、脂肪酸、三萜、甾醇类等营养成分^[1]; 其中所含的类胡萝卜素具有良好的食用和药用价值。响应面法 (Response Surface Methodology) 采用多元二次回归方程拟合各因素与响应值之间的函数关系, 通过对回归方程的分析来寻求最优工艺参数, 是解决多变量问题的一种统计方法^[2], 目前已广泛地应用于农业科学、生物学及化学等领域。抗氧化物质是指那些能与自由基等氧化性化合物发生反应的物质, 能够阻止自由基的初始反应或干扰其链式反应^[3]。有研究表明沙棘籽、叶提取物均有一定抗氧化活性^[4-6], 但关于沙棘果实色素体外抗氧化活性研究尚未见报道。本研究采用响应面法优化了沙棘色素的提取工艺, 并采用多种体系评价了沙棘色素的抗氧化性, 为天然色素的开发应用提供了理论基础。

收稿日期: 2009-10-20

基金项目: 山西师范大学校自然科学基金 (872008); 山西师范大学科研课题组 (873041)

作者简介: 朱洪梅 (1976-), 女, 山西临汾人, 副教授, 博士, 主要从事农产品贮藏加工工程方面研究。

1 材料与方法

1.1 材料

沙棘,2008年秋采自山西省晋中市祁县,野生,采后置于通风干燥处阴干。二苯基苦基苯肼(DPPH),Sigma公司; β -胡萝卜素,Fluka公司;2,6-二叔丁基对甲酚(BHT)、无水乙醇、水杨酸、邻苯三酚、铁氰化钾、三氯化铁等试剂均为分析纯。

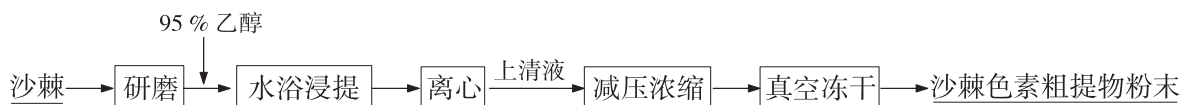
1.2 主要仪器

WFJ7200型可见分光光度计,尤尼柯(上海)仪器有限公司;RE-52旋转蒸发器,上海亚荣生化仪器厂;Centrifuge 5804R型离心机,Eppendorf公司。

1.3 标准曲线绘制

取1.0 mg β -胡萝卜素标准品,95%乙醇溶解,定容至100 mL。取0.01 g/L的 β -胡萝卜素标准溶液0.25、0.50、1.00、2.00和3.00 mL,95%的乙醇定容至25 mL,450 nm处测定吸光度,绘制标准曲线。 β -胡萝卜素标准曲线回归方程: $Y = 166.83X - 0.0171$, $R^2 = 0.9987$ 。

1.4 沙棘色素提取工艺



1.5 单因素试验

1.5.1 液料比 液料比(mL:g,下同)分别为8:1、12:1、16:1、20:1和24:1于60℃的水浴中浸提3.0 h。浸提完成后将提取液3000 r/min离心5 min,取上清液1.0 mL稀释定容至10 mL,于450 nm波长下测定其吸光度,计算提取液中色素质量浓度。

1.5.2 提取温度 液料比为20:1,分别放置于40、50、60、70和80℃的水浴中浸提3.0 h后取出。浸提完成后将提取液3000 r/min离心5 min,取上清液1.0 mL稀释定容至10 mL,于450 nm波长下测定其吸光度,计算提取液中色素质量浓度。

1.5.3 提取时间 液料比为20:1,在60℃的水浴中浸提,分别在2.0、2.5、3.0、3.5和4.0 h后取出。浸提完成后将提取液3000 r/min离心5 min,取上清液1.0 mL稀释定容至10 mL,于450 nm波长下测定其吸光度,计算提取液中色素质量浓度。

1.6 响应面试验设计

根据Box-Behnken的中心组合试验设计原理,结合单因素试验结果,分别选择提取液料比(X_1),提取温度(X_2),提取时间(X_3)作为自变量,以提取液中沙棘色素的质量浓度作为响应值设计响应面试验,因素和水平取值见表1。

表1 响应面法设计因素和水平

Table 1 Factors and levels of response surface experiment

水平 levels	X_1 液料比(mL:g) liquid to material ratio	X_2 提取温度/℃ extraction temperature	X_3 提取时间/h extraction time
-1	16:1	50	2.5
0	20:1	60	3.0
1	24:1	70	3.5

1.7 沙棘色素抗氧化性活性测定

1.7.1 对三价铁离子还原能力的测定^[7] 依次加入2.0 mL pH值6.6的0.2 mol/L磷酸盐缓冲溶液、2.0 mL 1%六氰合铁酸钾和2.0 mL不同浓度的沙棘色素提取液及BHT溶液,混匀,50℃水浴20 min。冰浴快速冷却后,加入2.0 mL 10%三氯乙酸,于4℃下3000 r/min离心10 min。取上清液2.5 mL加

入蒸馏水 2.5 mL 及 0.5 mL 0.1% 三氯化铁,静置反应 10 min,在 700 nm 波长处测定吸光值,以无水乙醇做参比溶液。

1.7.2 清除二苯基苦基苯肼自由基 (DPPH·) 能力的测定^[8] 添加沙棘色素、BHT 到 2.0 mL 1.0×10^{-4} mol/L DPPH· 溶液中,以无水乙醇为参比,在 517 nm 波长处测定吸光值(A_2)、同时测 2.0 mL DPPH· 溶液和 2.0 mL 无水乙醇的吸光度值(A_0)以及 2.0 mL 样品溶液和 2.0 mL 无水乙醇的吸光度值(A_1),每隔 1 min 测定一次,测定 30 min。DPPH· 的清除率(R_0)可由下式计算:

$$R_0 = [1 - (A_2 - A_1)/A_0] \times 100 \%$$

1.7.3 清除羟基自由基 ($\cdot\text{OH}$) 能力的测定^[9] 采用固定反应时间法,在相同体积的反应体系 (8.8 mmol/L H_2O_2 0.5 mL、9 mmol/L Fe^{2+} 0.5 mL、9 mmol/L 水杨酸-乙醇溶液 0.5 mL) 中加入不同浓度的沙棘色素提取液 2.0 mL,并以无水乙醇为参比溶液,在 510 nm 处测定吸光值(A'_2),无水乙醇代替水杨酸时的吸光度值(A'_1),无水乙醇代替样品溶液时的吸光度值(A'_0),计算清除率(R')。

$$R' = [1 - (A'_2 - A'_1)/A'_0] \times 100 \%$$

1.7.4 清除超氧阴离子自由基 ($\text{O}_2^{\cdot-}$) 能力的测定^[10] 取 1.0 mL 不同浓度的沙棘色素提取液,加入 9.0 mL pH 值 8.0 的 0.05 mol/L 磷酸盐缓冲液,25 °C 恒温水浴 15 min,取该混合溶液 3.0 mL 于比色管中,加入 45 mmol/L 的邻苯三酚溶液 0.1 mL 反应 3 min,测定其在 420 nm 处的吸光度值(A''_2);同时测定添加邻苯三酚前样品的吸光度值(A''_1);另外以无水乙醇 1.0 mL 测定邻苯三酚的自氧化程度,吸光度值为(A''_0)。超氧阴离子清除率 R'' 的计算公式如下:

$$R'' = [1 - (A''_2 - A''_1)/A''_0] \times 100 \%$$

1.8 数据处理

试验均重复 3 次,提取试验采用 Design Expert 6.0 进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 液料比 如图 1(a) 所示,提取液料比为 20:1 时提取液中沙棘色素的质量浓度最大,提取液料比应选择 20:1。

2.1.2 提取温度 如图 1(b) 所示,随着温度的升高,提取液中沙棘色素质量浓度逐渐升高,当提取温度为 60 °C 时提取液中沙棘色素的质量浓度最大,原因可能是温度升高加快分子扩散速度,有利于色素的溶出;但温度继续升高会造成沙棘色素变性甚至分解,影响提取液中色素质量浓度。因此提取温度应选择 60 °C。

2.1.3 提取时间 如图 1(c) 所示,提取时间为 3.0 h 时提取液中沙棘色素的质量浓度最大,随着提取时间的延长,色素质量浓度略有下降。可能的原因是在 60 °C 下长时间的浸提造成了部分色素分子的破坏,因此提取时间应选择 3.0 h。

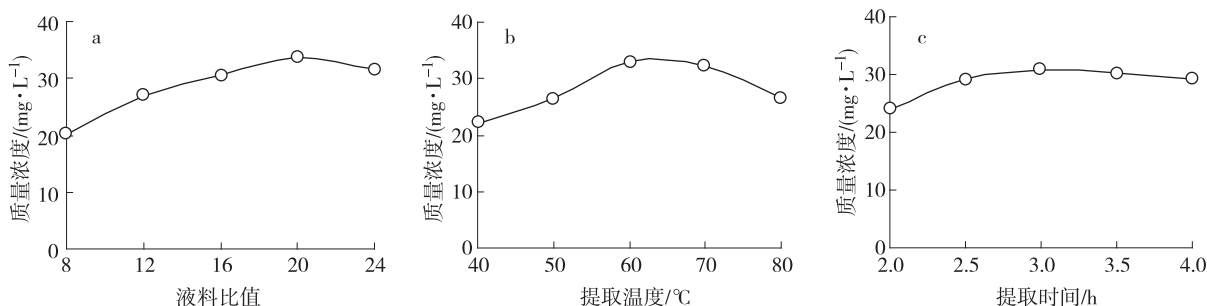


图 1 液料比 (a)、提取温度 (b)、提取时间 (c) 对提取液中沙棘色素质量浓度的影响

Fig. 1 Effects of liquid to material ratio (a), extraction temperature (b), extraction time (c) on pigment mass concn. from seabuckthron

2.2 响应面法确定沙棘色素的最佳提取条件

2.2.1 响应面法试验设计及结果 根据 Box-Behnken 的中心组合设计原理,设计了 3 因素 3 水平的响应面分析试验,以液料比(X_1)、提取温度(X_2)和提取时间(X_3)为自变量,以提取液中沙棘色素的质量浓度作为响应值,试验设计及结果见表 2。

表 2 响应面设计方案与试验结果

Table 2 Response surface design and test results

试验号 test No.	X_1	X_2	X_3	色素质量浓度 pigment mass concn. / (mg · L ⁻¹)	
				真实值 actual value	预测值 predicted value
1	-1	-1	0	18.5	17.6
2	1	-1	0	25.7	27.0
3	-1	1	0	30.9	29.6
4	1	1	0	31.4	32.3
5	-1	0	-1	24.4	25.8
6	1	0	-1	31.7	30.8
7	-1	0	1	22.7	23.6
8	1	0	1	32.0	30.6
9	0	-1	-1	20.2	19.8
10	0	1	-1	31.8	31.7
11	0	-1	1	21.8	21.9
12	0	1	1	26.8	27.2
13	0	0	0	30.9	31.4
14	0	0	0	30.7	31.4
15	0	0	0	31.0	31.4
16	0	0	0	33.1	31.4
17	0	0	0	31.1	31.4

2.2.2 响应面法优化结果分析 根据表 2 的试验数据,利用 Design Expert 6.0 软件对表 2 的数据进行回归分析,拟合后得到 X_1 、 X_2 、 X_3 的二次多项回归模型为:

$$Y = 31.36 + 3.04X_1 + 4.34X_2 - 0.60X_3 - 0.11X_1^2 - 3.64X_2^2 - 2.57X_3^2 - 1.66X_1X_2 + 0.5X_1X_3 - 1.65X_2X_3$$

表 3 回归模型方差分析

Table 3 Variance analysis of regression model

变异来源 variation source	平方和 SS	自由度 df	均方 MS	F 值 F value	P 值 P value	显著性 significant
模型 model	347.08	9	38.56	18.55	0.0004	**
X_1	73.81	1	73.81	35.50	0.0006	**
X_2	150.51	1	150.51	72.39	0.0001	**
X_3	2.88	1	2.88	1.39	0.2772	
X_1X_2	11.22	1	11.22	5.40	0.0531	
X_1X_3	1.00	1	1.00	0.48	0.5103	
X_2X_3	10.89	1	10.89	5.24	0.0559	
X_1X_1	5.03	1	5.03	2.42	0.164	
X_2X_2	55.86	1	55.86	26.87	0.0013	**
X_3X_3	27.76	1	27.76	13.35	0.0081	**
失拟项 lack of fit	10.68	3	3.56	3.68	0.1203	
误差 error	3.87	4	0.97			
总变异 total variance	361.63	16				

对此回归模型进行方差分析,结果见表 3。该模型是极显著的 ($P = 0.0004$),回归模型决定系数 $R^2 = 0.9598$,说明回归方程可以较好地描述各因素与响应值之间的真实关系,可以利用该回归方程确定最佳提取工艺条件。其中液料比和提取温度对提取液中沙棘黄色素含量的影响较大,提取时间对提取液中沙棘黄色素含量影响最小。方差分析中一次项 X_1 、 X_2 对模型影响显著,二次项 X_2^2 、 X_3^2 对模型影响也达到显著。对回归模型取一阶偏导数等于零,可以得到曲面的最大点,求导方程求得 $X_1 = 22.43:1$, $X_2 = 63.32$, $X_3 = 2.91$ 。考虑到实际操作便利,将沙棘黄色素提取的最佳工艺条件修正为:液料比为 22.4:1,提取温度 63℃,提取时间 2.9 h,此条件下沙棘色素的质量浓度为 33.1 mg/L。

2.2.3 响应面及等高线分析 利用 Design Expert 6.0 软件对表 2 数据进行二次多元回归拟合,得到二

次回归方程响应面图,结果见图2。

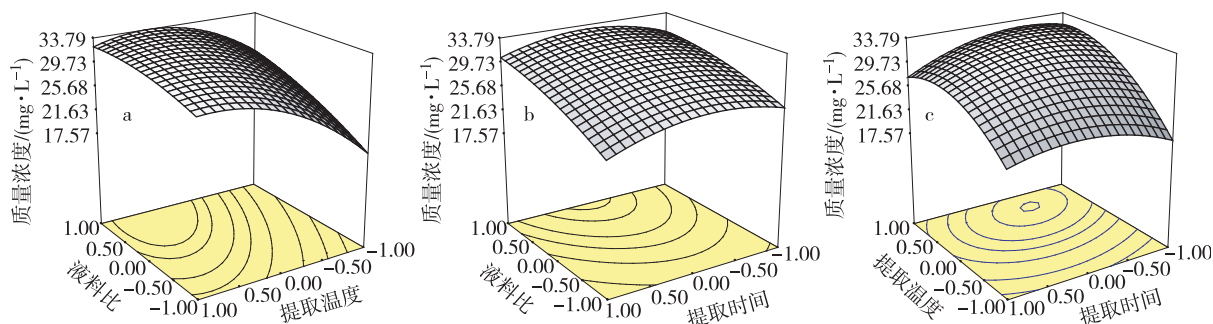


图2 交互作用对提取液中沙棘色素含量的影响

Fig.2 Effects of interaction of different factors on pigment content from seabuckthorn

由图2可知,响应面开口向下,随着每个因素的增大,响应值增大,当响应值增大到极值后,随着因素的增大,响应值开始逐渐减小。该模型有稳定点,且稳定点是最大值。由图2(a)可见,色素质量浓度随提取温度的升高及液料比的增加而明显增大,因此,适当的增加液料比和升高提取温度有助于色素的提取;由图2(b)可见,提取液中色素质量浓度在一定的提取时间范围内随提取时间的延长而逐渐增大,但当提取时间高于某值后,其值反而有所下降;由图2(c)同样可以看出:提取时间的延长有助于色素的充分溶出,但超过某一值后色素质量浓度随时间的延长而下降,所以应避免提取时间过长。

2.3 沙棘色素抗氧化活性测定

2.3.1 沙棘色素对三价铁离子的还原能力测定 还原力的测定以样品是否为电子供体为指标,供应的电子除了可使 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} 外,亦可与自由基反应,使自由基成为较稳定的物质^[7]。根据测得的吸光度值可以测定样品还原能力的大小。吸光度值越大,表明抗氧化剂对 Fe^{3+} 还原能力越强。从图3可以看出,沙棘色素对 Fe^{3+} 的还原能力明显高于BHT,而且随着样品质量浓度的增加,对 Fe^{3+} 的还原能力逐渐增强;当质量浓度增至4.0 mg/L时,还原力基本保持不变。

2.3.2 对DPPH·的清除能力研究 DPPH·是一种很稳定的有机自由基,若受试物能将其清除,则表示受试物具有降低羟自由基、烷自由基或过氧化自由基的有效浓度和打断脂质过氧化链式反应的作用。由图4(a)可见,沙棘色素对DPPH·的清除作用明显高于BHT,且随着样品质量浓度的增加清除作用增强。当样品质量浓度为6.0 mg/L时,清除率可达70%。半数抑制浓度(IC_{50})为4.5 mg/L。对照BHT清除率基本保持在6%左右。

2.3.3 对·OH的清除能力研究 ·OH是已知最活泼的活性氧自由基,它可以与活细胞中的任何分子发生反应而造成损害,在体系中加入水杨酸,就能有效地捕捉·OH,并生成有色产物,该产物在510 nm波长处有强吸收。若在体系中加入具有清除功能的被测物质,便会与水杨酸竞争·OH,而使有色产物的生成量减少^[9]。从图4(b)可以看出,沙棘色素对·OH有一定的清除作用,并且随样品质量浓度的升高清除作用不断增强。在质量浓度为6.0 mg/L以下,沙棘色素对羟基自由基的清除率高于BHT,而在浓度高于6.0 mg/L时沙棘色素对·OH的清除率低于BHT。

2.3.4 对 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 清除能力的测定 邻苯三酚在碱性条件下能发生自氧化生成有色中间产物和 $\text{O}_2^{\cdot-}$,质量浓度越高,自氧化的催化反应速度越快,而抗氧化剂能迅速捕捉 $\text{O}_2^{\cdot-}$,从而抑制邻苯三酚自氧化反应^[10]。从图4(c)可以看出,沙棘色素对 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 的清除作用明显高于BHT,并且随着样品质量浓度的增

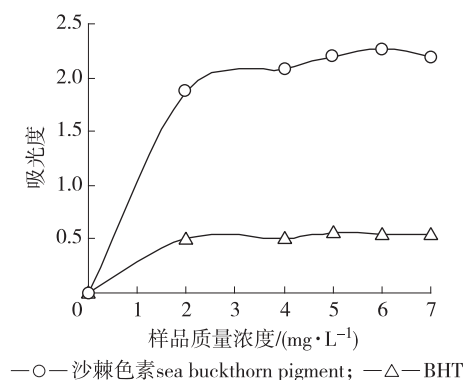


图3 沙棘色素还原力作用曲线

Fig.3 Reducing ability curves of seabuckthorn pigment

加,其清除 $O_2^{\cdot-}$ 的作用增强。当样品质量浓度为 4.0 mg/L 时,清除率达到了 81%,继续增加样品质量浓度,清除率略有下降, IC_{50} 为 2.0 mg/L。

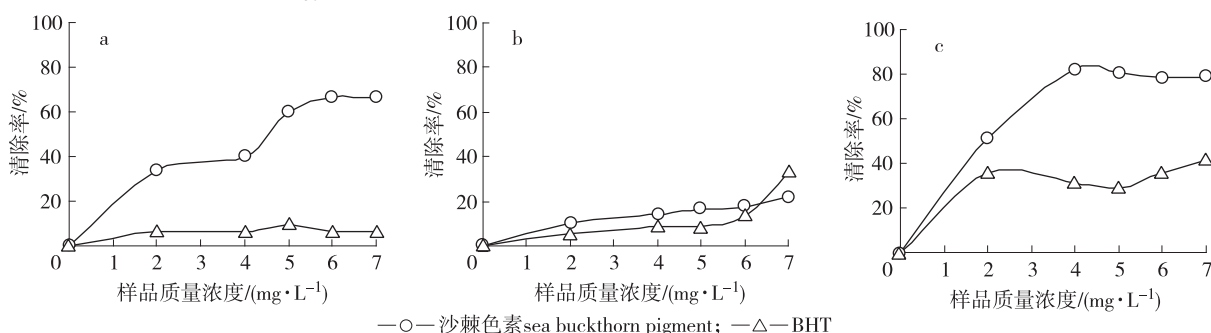


图4 沙棘色素对DPPH·(a)、·OH(b)和 $O_2^{\cdot-}$ (c)的清除效果

Fig. 4 Effect of seabuckthorn pigment on DPPH·(a), ·OH(b) and $O_2^{\cdot-}$ (c) scavenging efficiency

2.4 讨论

正交试验设计可从试验预先设定的几个水平中优选组合^[11]。与正交设计相比,在给定的整个区域内找到因素的最佳组合与响应值之间的回归方程,从而找到整个区域上因素的最佳组合和响应值的最优值,试验次数少、周期短,求得的回归方程精度高,而且能研究几种因素间交互作用。本研究利用响应面法优化沙棘色素提取工艺,经过方差分析确立该模型真实可用,保证了试验的可靠性和重现性。

自由基是带有未成对电子的分子或离子,过量自由基及其中间产物严重伤害生物膜、酶、维生素、蛋白质及活细胞功能,寻找安全、高效的抗自由基损伤物质具有重要的意义^[12]。在沙棘色素对三价铁离子还原力研究结果表明,沙棘色素是优良的电子供体,能较好的与自由基反应,因此沙棘色素对DPPH·和 $O_2^{\cdot-}$ 的清除作用明显高于BHT;沙棘色素对·OH清除能力研究的结果中,在质量浓度6.0 mg/L以下,沙棘色素对·OH的清除率高于BHT,而在浓度高于6.0 mg/L时反而低于BHT,可能是因为低质量浓度时,沙棘色素争夺了水杨酸所捕捉的·OH,清除率较低,高质量浓度时沙棘色素和水杨酸协同捕捉羟基自由基,清除率升高。

3 结论

3.1 根据单因素试验以及响应面试验的结果,确定了沙棘色素提取的最佳条件:提取液料比为22.4:1(mL:g)、提取温度63℃、提取时间2.9h,此条件下沙棘色素的质量浓度为33.1 mg/L。

3.2 沙棘色素的抗氧化活性试验的结果表明:沙棘色素对三价铁离子的还原能力、对二苯基苦基苯肼自由基(DPPH·)和超氧阴离子自由基($O_2^{\cdot-}$)的清除作用均明显高于2,6-二叔丁基对甲酚(BHT);在质量浓度小于6.0 mg/L时,沙棘色素对羟基自由基(·OH)的清除率高于BHT,而在质量浓度大于6.0 mg/L时低于BHT。

参考文献:

- [1] 李晓花,孔令学,刘洪章.沙棘有效成分研究进展[J].吉林农业大学学报,2007,29(2):162-167.
- [2] 周张章,周才琼,阚健全.沙棘的化学成分及保健作用研究进展[J].粮食与食品工业,2005,12(2):15-18.
- [3] INOUE K, OCHI H, TAKETSUKA M, et al. Modeling of the effect of freezer conditions on the principal constituent parameters of ice cream by using response surface methodology [J]. Journal of Dairy Science, 2008, 91: 1722-1732.
- [4] KUMARAN A, KARUNAKARAN R J. Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of *Coleus aromaticus* [J]. Food Chemistry, 2006, 97: 109-114.
- [5] NEGI P S, CHAUHAN A S, SADIA G A. Antioxidant and antibacterial activities of various seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed extracts [J]. Food Chemistry, 2005, 92: 119-124.
- [6] GEETHA S, SAI-RAM M, MONGIA S S, et al. Evaluation of antioxidant activity of leaf extract of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) on bromium(VI) induced oxidative stress in albino rats [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2003, 87: 247-251.

- [7]王萍,葛丽花.阿魏酸低聚糖的体外抗氧化性质的研究[J].食品研究与开发,2007,28(3):8-11.
- [8]朱洪梅,赵猛.紫甘薯花色苷组分及抗氧化活性研究[J].林产化学与工业,2009,29(1):39-45.
- [9]赵云霞,马永昆,宋万杰,等.桑椹红色素的纯化及其抗氧化活性研究[J].食品工业科技,2008,29(6):250-252.
- [10]GULCIN I, BERAHVILI D, GEPDIREMAEN A. Antiradical and antioxidant activity of total anthocyanins from *Perilla pankinensis* D. [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2005, 101: 287-293.
- [11]王振宇,周芳,赵鑫.响应面分析法优化超声波提取大果沙棘总黄酮工艺[J].中国食品学报,2007,12(6):44-50.
- [12]THRASIVOULOU C, SOUBEYRE V, RIDHA H, et al. Reactive oxygen species, dietary restriction and neurotrophic factors in age-related loss of myenteric neurons[J]. Aging Cell, 2006, 5: 247-257.

欢迎订阅 2011 年下列刊物

《中国野生植物资源》是由中华全国供销合作总社主管、南京野生植物综合利用研究院主办的科技类期刊。1982年创刊,公开发行,双月刊。是《中国学术期刊综合评价数据库》、《中国期刊全文数据库》、《中文科技期刊数据库》和“万方数据—数字化期刊群”入编期刊。其宗旨是报道野生经济植物最新科研成果,介绍野生植物综合利用、栽培、引种技术,以普及与提高相结合的方式加强从事野生经济植物开发利用者的相互交流,为我国经济建设服务。主要栏目包括研究论文、资源介绍、综合开发、加工新工艺、新技术等。

主要读者对象为农林、食品、医药、土特产、轻化工等部门科研、教学及生产人员。刊号:CN32-1381/Q, ISSN1006-9690。每期定价:5.0元,全年6期共30.0元。邮发代号:28-245,欢迎到当地邮局订阅。编辑部地址:210042 南京蒋王庙街4号;电话:025-85472153;E-mail:yszw2009@163.com。

《造纸化学品》是中国造纸化学品工业协会会刊,是由中国造纸化学品工业协会、全国造纸化学品信息站、杭州市化工研究所联合主办的国内外公开发行的、全面报道造纸用化学品唯一的全国性科技期刊。主要报道造纸用化学品(尤其是精细化学品)的研制、开发、应用及国内外发展动向等。本刊以造纸界、化工界、科研机构、事业单位从事科研、生产的广大科技人员、技术工人、管理干部及大专院校相关专业的师生为服务对象。

双月刊,刊号:CN33-1202/TQ, ISSN1007-2225,双月中旬出版,全年6期加1期增刊,共7期),订价为70元(含邮费)。欢迎单位和个人订阅及进行广告宣传。欲订读者请从邮局直接汇款到本部,并注明订阅《造纸化学品》、数量及收件人详细地址、邮编。

地址:310014 杭州市上塘路石灰坝7号《造纸化学品》编辑部;电话:0571-88313782-2301,2302;传真:0571-88315561;E-mail:paperchemj@163.com 或 paperchemhz@yahoo.com.cn;网址:www.paperchem.com。

《化学推进剂与高分子材料》是由黎明化工研究院主办,中国聚氨酯工业协会、全国化学推进剂信息站协办的国内外公开发行的化工科技期刊,是《中国期刊网》、《中国学术期刊(光盘版)》全文收录期刊,《万方数据—数字化期刊群》全文收录期刊,《中国核心期刊(遴选)数据库》来源期刊,《中国学术期刊综合评价数据库》统计源期刊。

该刊主要报道聚氨酯、胶黏剂、涂料、工程塑料等高分子材料,化学推进剂原材料以及精细化工等相应专业研究论文、专论与综述、生产实践经验总结、新产品和新知识介绍、国内外科技信息及市场动态等。该刊内容新颖,信息量大,印刷质量好,在全国化工系统中有一定影响。在1993、1996、2002年全国石化系统化工期刊评比中连获优秀期刊奖。2006年荣获第六届全国石油和化工行业优秀期刊(专业技术类)二等奖。

双月刊,刊号:CN 41-1354/TQ, ISSN 1672-2191,广告经营许可证号为4103002000011。采用国际标准大16开,由专业印刷厂精心承作。彩色封面印刷,设计装潢精美,正文内容及插页广告均用铜版纸。内地:每期定价15元,全年定价90元;港澳台:50美元/年(400港元/年);国外:60美元/年。皆含邮资。国内读者可在全国各地邮局订阅(邮发代号36-399),也可通过银行或邮局汇款至本编辑部订阅,同时该刊又参加了全国非邮发报刊联合发行等,以方便单位和个人订阅。竭诚欢迎订读者随时来电来函索取订单。

地址:471000 河南省洛阳市王城大道69号;联系人:徐梅青,王喜荣;联系电话:0379-62301694,62303751;传真:0379-62307056;E-mail:lminfo2000@yahoo.com.cn;户名:黎明化工研究院;开户行:建设银行洛阳西工支行;账号:41001504110050004145。