

不同工艺提取葡萄籽油对体内抗氧化特性的影响

高璐¹, 沈媛², 杨振泉¹, 饶胜其¹, 黄阿根¹, 胡博然¹

(1. 扬州大学食品科学与工程学院, 江苏扬州 225127) (2. 常州市武进工商局, 江苏常州 213159)

摘要: 本文研究两种不同方法提取的葡萄籽油对衰老模型小鼠体内抗氧化功能的影响。首先采用纤维素酶浸提和超声波辅助提取葡萄籽油, 精炼后灌胃由 D-半乳糖诱导的亚急性衰老模型小鼠, 测定小鼠心脏、肝、脑和血清中 T-AOC、SOD、GSH-Px 和 MDA 的含量。结果显示, 与空白对照组相比, 模型组小鼠心脏、肝、脑和血清中 T-AOC、SOD、GSH-Px 均有不同程度的降低, MDA 含量有不同程度的升高, 说明小鼠衰老模型构建成功; 与模型组相比, 两种葡萄籽油各剂量组均能对小鼠脑、肝、心脏和血清中的 T-AOC、SOD、GSH-Px 活性均有不同程度增强, 对 MDA 值有不同程度的降低; 纤维素酶辅助提取的葡萄籽油在增强小鼠体内总抗氧化能力和增强小鼠血清中 GSH-Px 活力方面稍优于超声波提取的葡萄籽油。结果表明, 葡萄籽油能够显著增强衰老小鼠的抗氧化能力; 纤维素酶辅助提取的葡萄籽油体内抗氧化能力稍强于超声波辅助法所提葡萄籽油。

关键词: 葡萄籽油; 提取工艺; 衰老模型小鼠; 体内; 抗氧化

文章编号: 1673-9078(2014)12-188-193

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2014.12.032

Effects of Two Extraction Techniques on *in vivo* Antioxidant Activity of Grape Seed Oil

GAO Lu¹, SHEN Yuan², YANG Zhen-quan¹, RAO Sheng-qi¹, HUANG A-gen¹, HU Bo-ran¹

(1. College of Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225127, China)

(2. Changzhou Wujin Industrial and Commercial Bureau, Changzhou 213159, China)

Abstract: In this study, the effects of two extraction methods on *in vivo* antioxidant activity in a mouse model for aging were evaluated. First, cellulase-assisted and ultrasound-assisted extractions were used to obtain grape seed oil, which was refined and administered by gavage to the aging mice (D-galactose-induced). The contents of malondialdehyde (MDA), superoxide dismutase (SOD), glutathione and peroxidase (GSH-Px) and total antioxidant capacity (T-AOC) in the cerebrum, heart, liver, and serum of the mice were measured. The results showed that the contents of T-AOC, SOD, and GSH-Px in the cerebrum, heart, liver, and serum of the model group all showed different degrees of reduction and the MDA content increased to different degrees, indicating that the mouse model for aging was successfully established. Compared to the model group, each dose group of two kinds of extracted grape seed oil could both enhance the activities of T-AOC, SOD, and GSH-Px and reduce MDA content in the serum and cerebrum, heart, and liver tissues to various degrees. The grape seed oil obtained using cellulase-assisted extraction was slightly superior to that obtained using ultrasound-assisted extraction in terms of enhancing T-AOC and GSH-Px activities. These findings demonstrated that grape seed oil could obviously improve antioxidant activity in the mice; the *in vivo* antioxidant activity of grape seed oil obtained using cellulase-assisted extraction was slightly higher than that of the grape seed oil obtained using ultrasound-assisted extraction.

Key words: grape seed oil; extraction technology; mice used for aging model; antioxidant activity; *in vivo*

葡萄籽油是葡萄籽经由物理或化学方式提炼而成, 呈清亮的淡黄色或淡绿色的液体, 因含有亚油酸与原花青素等多种功能成分, 具有抗衰老、增强免疫

收稿日期: 2014-07-01

基金项目: 国家自然科学基金项目(31271857); 江苏省“青蓝工程”和“扬州大学新世纪人才工程”资助项目

作者简介: 高璐(1976-), 女, 博士研究生, 讲师, 研究方向为食品安全与食品成分功能分析

通讯作者: 胡博然(1964-), 女, 博士, 教授, 研究方向为葡萄酒、食品生物技术及食品营养安全

力、促进生长发育、消除血清胆固醇、治疗心血管疾病等多种生物学作用和功能^[1~2]。因此近年来被认为是潜在的食用、保健资源。

目前葡萄籽油主要的提取方法有有机溶剂浸提法、超声波辅助法、生物酶浸提法、微波法、超临界 CO₂ 萃取法等^[3]。酶法提油技术主要是在机械破碎的基础上, 加入生物酶破坏、降解植物种子细胞壁的纤维骨架、崩溃细胞壁, 并可以分解脂多糖、脂蛋白等, 增加油料组织中油的流动性, 使油易于游离出来, 从而提高出油率。超声波辅助提取技术主要是通过大能

量超声波作用使媒质被撕裂形成很多空穴,形成空化现象,在油脂提取中加快油脂渗出速度,提高出油率^[4-6]。由于酶法和超声波法提取油脂的原理不同,对油脂的品质和功能的影响也可能会有所差异。因此,本研究首先采用这两种方法提取葡萄籽油,经精炼后饲喂由 D-半乳糖连续皮下注射诱导的亚急性衰老模型小鼠,通过测定小鼠血清、脑、肝、心组织中丙二醛(MDA)含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性及总抗氧化能力(A-TOC),系统的研究这两种提取工艺对葡萄籽油体内抗氧化功能的影响,为其进一步的开发利用提供依据。

1 材料与方 法

1.1 材料、试剂与仪器

酿酒葡萄籽由河南省轻机股份有限公司提供。

ICR 小白鼠:雌性,7 周龄,购自扬州大学比较医学中心。

D-半乳糖购自 Sigma 公司;丙二醛(MDA)生成量测试试剂盒、超氧化物歧化酶(SOD)活性测试盒、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)测试盒、总抗氧化能力(T-AOC)测试盒均购自南京建成生物工程研究所;其他试剂均为国产分析纯。

SZC-C 索氏提取器,上海纤检仪器有限公司;FW100 高速万能粉碎机,天津市太斯特仪器有限公司;ALPHA1-2LD 冷冻干燥机,北京博行仪器有限公司;紫外分光光度计,日本岛津公司;离心机, Thermo 公司;BILON92-II 超声波细胞粉碎机,上海比朗仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 葡萄籽油提取精炼工艺

参考文献^[7-8]分别采用纤维素酶浸提和超声波辅助法提取葡萄籽油,精炼后室温保存备用。

1.2.2 葡萄油对衰老模型小鼠抗氧化作用

1.2.2.1 实验小鼠分组和处理

将 72 只 ICR 小鼠分为 9 组,空白对照组、模型对照组、VitE 阳性对照组、超声波提取葡萄籽油低剂量组、中剂量组、高剂量组、纤维素酶浸提葡萄籽油低剂量组、中剂量组、高剂量组,每组 8 只。设低剂量组 10 mL/(kg·d)、中剂量组 20 mL/(kg·d)、高剂量组 30 mL/(kg·d)、阳性对照组以 100 mL/(kg·d)进行灌胃维生素 E,模型组和空白对照组灌胃同体积生理盐水。各组小鼠同室分笼饲养,自由进食(基础饲料)和水,

温度 18~20 ℃,相对湿度 50~60%。

1.2.2.2 D-半乳糖衰老小鼠模型构建

参考文献^[9]建立衰老小鼠模型。各试验组小鼠每天按 300 mL/(kg·d)的剂量皮下注射灭菌 D-半乳糖,空白对照组注射等体积灭菌生理盐水,连续注射 55 d,构建小鼠衰老模型。模型小鼠构建成功后再对各剂量组小鼠进行灌胃受试物,连续 30 d。

1.2.2.3 小鼠处理和指标测定

末次灌胃后,各组小鼠禁食不禁水,24 h 后将各组小鼠眼眶采血后处死,取心、肝、脑及血清,处理后测定总抗氧化能力(T-AOC)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、超氧化物歧化酶(SOD)活性及丙二醛(MDA)生成量这四个抗氧化指标,测定方法按试剂盒说明书操作。

1.2.2.4 数据处理

用 SPSS10.0 统计软件对有关数据进行方差分析。表中参数用平均值±标准误($\bar{x} \pm se$)表示,差异显著水平为 $P < 0.05$ 。

1.2.3 葡萄籽油脂脂肪酸的 GC-MS 分析

参考文献^[10]对两种葡萄籽油的脂肪酸组成进行分析。

2 结果与分析

2.1 两种葡萄籽油对衰老模型小鼠的组织和血清中 T-AOC 的影响

由表 1 可知,小鼠经 D-半乳糖皮下注射 55 天后各组织和血清中 T-AOC 显著低于空白对照组($P < 0.05$),心脏组织的 T-AOC 值与空白对照组相比差异极显著($P < 0.01$),说明从 T-AOC 来看,衰老模型小鼠模型构建成功。

与模型组相比,两种方法提取的葡萄籽油均能提高衰老小鼠的 T-AOC 值,中高剂量组差异显著($P < 0.05$),且在脑、肝和心脏组织中 T-AOC 值稍高于 VitE 组,说明葡萄籽油能显著提高衰老小鼠体内总抗氧化能力且效果稍强于 VitE;各剂量组对 T-AOC 值的影响呈现一定的量效关系,即葡萄籽油剂量越高 T-AOC 值越高。

在衰老小鼠脑组织中,纤维素酶辅助提取的葡萄籽油中剂量组 T-AOC 值显著高于模型组($P < 0.05$),而超声波提取的葡萄籽油中剂量组与模型组相比没有显著差异;在心脏组织中,纤维素酶辅助提取的葡萄籽油低剂量组 T-AOC 值显著高于模型组,而超声波提取的葡萄籽油低剂量组与模型组相比没有显著差异

($P<0.05$), 在血清和肝组织中, 两种葡萄籽油提高 T-AOC 值水平相近; 说明纤维素酶辅助提取的葡萄籽油在增强小鼠体内总抗氧化能力方面稍优于超声波提取的葡萄籽油。

表 1 两种葡萄籽油对小鼠组织和血清 T-AOC 的影响 ($\bar{x} \pm se$)

Table 1 Effect of two types of grape seed oil on the activity of T-AOC in mouse serum and tissue ($\bar{x} \pm se$)

组别	剂量 /[mL/(kg·d)]	T-AOC			
		脑/(U/mgprot)	肝/(U/mgprot)	心/(U/mgprot)	血清/(U/mL)
酶提葡萄籽油	10	3.67±0.33 ^{ae}	5.50±0.17 ^{cd}	2.80±0.07 ^d	27.38±1.41 ^{ad}
	20	4.19±0.31 ^{bce}	5.96±0.43 ^d	2.88±0.35 ^{de}	30.59±3.20 ^f
	30	4.63±1.10 ^{bce}	6.21±0.27 ^{bd}	2.96±0.20 ^e	35.09±3.64 ^{be}
超提葡萄籽油	10	3.54±0.23 ^{af}	5.01±0.26 ^c	2.33±0.25 ^f	26.38±1.31 ^{ad}
	20	3.94±0.30 ^{ace}	5.89±0.48 ^d	2.40±0.25 ^{cf}	29.59±3.28 ^{ad}
	30	4.43±1.30 ^{bce}	6.02±0.31 ^d	2.80±0.07 ^d	35.31±3.58 ^{be}
VitE/[mL/(kg·d)]	100	4.47±0.01 ^{bce}	4.74±0.06 ^{ac}	2.44±0.06 ^{cf}	37.37±6.63 ^c
模型组	0	3.23±0.14 ^{af}	4.13±0.18 ^{ac}	1.38±0.31 ^a	25.28±3.98 ^a
空白对照组	0	4.86±0.13 ^{bce}	6.89±0.17 ^b	3.78±0.08 ^b	37.49±1.64 ^{be}

注: 表中数据为样品的平均值±标准误; 同一列中字母不同表示差异显著 ($P<0.05$)。

2.2 两种葡萄籽油对衰老模型小鼠的组织和血清中 GSH-Px 活性的影响

由表 2 可以看出, 小鼠经 D-半乳糖皮下注射 55 天后各组织和血清中 GSH-Px 活力显著低于空白对照组($P<0.05$), 说明从 GSH-Px 活力来看, 衰老模型小鼠模型构建成功。

与模型组相比, 两种方法提取的葡萄籽油均能提高衰老小鼠的 GSH-Px 活力, 中高剂量组对心脏组织和血清的 GSH-Px 活力增强差异显著($P<0.05$), 中高剂量组在各组织中, 与阳性对照 VitE 组结果相近, 说明

葡萄籽油能显著增强小鼠体内 GSH-Px 的活性且效果与 VitE 接近; 各剂量组对小鼠组织和血清中 GSH-Px 活力的影响呈现一定的量效关系, 但在脑和肝脏组织中差异不显著。

在小鼠血清中, 纤维素酶辅助提取的葡萄籽油中剂量组的 GSH-Px 活力显著高于模型组($P<0.05$), 而超声波提取的葡萄籽油中剂量组与模型组相比没有显著差异; 在小鼠脑、肝和心脏组织中两种提取的葡萄籽油对 GSH-Px 活力的影响没有明显差异; 说明纤维素酶辅助提取的葡萄籽油仅在增强小鼠血清中 GSH-Px 活力稍优于超声波提取的葡萄籽油。

表 2 两种葡萄籽油对小鼠组织和血清 GSH-Px 活性的影响 ($\bar{x} \pm se$)

Table 2 Effect of two types of grape seed oil on the activity of GSH-Px in mouse serum and tissue ($\bar{x} \pm se$)

组别	剂量 /[mL/(kg·d)]	GSH-Px (U)			
		脑/(U/mgprot)	肝/(U/mgprot)	心/(U/mgprot)	血清/(U/mL)
酶提葡萄籽油	10	9.08±3.79 ^{de}	53.35±3.73 ^a	29.27±6.83 ^{ac}	1402.58±217.24 ^{ae}
	20	11.03±2.57 ^{bc}	55.01±5.68 ^{ab}	30.77±5.21 ^{ac}	1597.60±139.69 ^d
	30	11.27±3.85 ^{bc}	59.04±7.68 ^{ab}	34.20±4.16 ^{bc}	1768.17±111.73 ^{bd}
超提葡萄籽油	10	8.75±2.05 ^{ae}	50.46±3.57 ^a	29.96±2.26 ^{bc}	1373.43±145.87 ^{ae}
	20	9.94±5.49 ^{cd}	51.37±3.41 ^a	31.25±4.83 ^{bc}	1382.58±217.24 ^{ae}
	30	11.79±2.84 ^{bc}	53.03±4.72 ^a	32.56±5.21 ^{bc}	1677.60±143.68 ^{bd}
VitE/[mL/(kg·d)]	100	10.81±2.22 ^c	53.56±6.94 ^a	31.78±5.79 ^{bc}	2000.00±205.09 ^c
模型组	0	7.72±1.10 ^{ad}	51.30±2.00 ^a	25.89±3.93 ^a	1377.33±110.29 ^{ae}
空白对照组	0	12.01±5.63 ^b	63.04±5.11 ^b	31.53±3.22 ^{bc}	1763.67±106.20 ^{bd}

注: 表中数据为样品的平均值±标准误; 同一列中字母不同表示差异显著 ($P<0.05$)。

2.3 葡萄籽油对 D-半乳糖氧化损伤模型小鼠的组织及血清中 SOD 活性的影响

表 3 葡萄籽油对小鼠组织和血清 SOD 活性的影响 ($\bar{x} \pm se$)

Table 3 Effect of grape seed oil on the activity of SOD in mouse serum and tissue ($\bar{x} \pm se$)

组别	剂量 (mL/kg·d)	SOD			
		脑/(U/mgprot)	肝/(U/mg prot)	心/(U/mgprot)	血清/(U/mL)
酶提葡萄籽油	10	58.90±6.97 ^c	207.79±15.70 ^{ae}	15.10±2.09 ^c	399.96±58.85 ^b
	20	59.73±4.13 ^c	215.89±33.57 ^{de}	17.62±2.90 ^d	419.62±67.46 ^b
	30	75.55±3.13 ^b	258.64±19.38 ^{bcd}	18.44±1.54 ^d	483.69±41.88 ^d
超提葡萄籽油	10	48.30±3.76 ^{ad}	208.10±31.95 ^{ac}	15.54±2.75 ^c	420.35±77.46 ^b
	20	51.73±4.12 ^d	236.73±22.27 ^{cd}	17.35±1.47 ^d	433.65±39.26 ^b
	30	59.52±4.16 ^c	249.81±35.34 ^{bcd}	17.47±1.29 ^d	478.47±81.83 ^d
VitE (mg/kg·d)	100	72.81±2.03 ^b	274.71±23.73 ^b	15.49±1.54 ^c	554.86±26.16 ^c
模型组	0	45.11±5.19 ^a	188.77±15.90 ^{ae}	12.73±2.19 ^a	321.63±22.92 ^a
空白对照组	0	83.75±7.48 ^e	267.39±21.09 ^{bc}	21.94±2.60 ^b	411.36±24.82 ^b

注：表中数据为样品的平均值±标准误；同一列中字母不同表示差异显著 (P<0.05)。

由表 3 可知，小鼠经 D-半乳糖皮下注射 55 d 后各组织和血清中 SOD 活力显著低于空白对照组 (P<0.05)，脑组织的 SOD 与空白对照组相比差异极显著 (P<0.01)，说明从 SOD 活力来看，衰老模型小鼠模型构建成功。

与模型组相比，两种方法提取的葡萄籽油均能提高衰老小鼠体内 SOD 活力，中高剂量组对小鼠脑、肝和心脏组织和血清的 SOD 活力增强大多差异显著 (P<0.05)，说明葡萄籽油能显著增强小鼠体内 SOD 的活性且效果与 VitE 接近；各剂量组对小鼠组织和血清中 SOD 活力的影响呈现一定的量效关系。

在小鼠脑组织中，纤维素酶辅助提取的葡萄籽油中剂量组的 SOD 活力显著高于模型组 (P<0.05)，而超声波提取的葡萄籽油中剂量组与模型组相比没有显著差异；纤维素酶辅助提取的葡萄籽油高剂量组的 SOD 活力与模型组相比差异极显著 (P<0.01)，而高剂量组

超声波提取的葡萄籽油相比模型组差异显著；但在肝脏组织中，纤维素酶辅助提取的葡萄籽油中剂量组的 SOD 活力与模型组差异不显著 (P>0.05)，而超声波提取的葡萄籽油中剂量组与模型组相比显著差异；说明这两种方法提取的葡萄籽油在增强小鼠不同脏器和血清中 SOD 的能力稍有差异，但差异并不明显。

2.4 葡萄籽油对 D-半乳糖氧化损伤模型小鼠的组织及血清中 MDA 含量的影响

两种方法提取的葡萄籽油对衰老小鼠脑、肝、心组织和血清中 MDA 含量的影响见表 4。由表 4 可知，小鼠经 D-半乳糖皮下注射 55 天后肝、心脏组织和血清中 MDA 含量显著高于空白对照组 (P<0.05)，说明从 MDA 含量来看，衰老模型小鼠模型构建基本成功。

表 4 葡萄籽油对小鼠组织和血清 MDA 含量的影响 ($\bar{x} \pm se$)

Table 4 Effect of grape seed oil on the content of MDA in mouse serum and tissue ($\bar{x} \pm se$)

组别	剂量 (mL/(kg·d))	MDA			
		脑/(nmol/mgprot)	肝/(nmol/mgprot)	心/(nmol/mgprot)	血清/(nmol/mL)
酶提葡萄籽油	10	0.97±0.07 ^{bc}	6.03±0.67 ^f	0.57±0.03 ^c	21.77±2.96 ^b
	20	1.04±0.09 ^{bcd}	4.87±0.55 ^d	0.34±0.04 ^{be}	19.92±4.06 ^d
	30	1.20±0.04 ^{bd}	3.43±0.44 ^f	0.32±0.10 ^{bc}	17.00±4.46 ^f
超提葡萄籽油	10	1.14±0.05 ^{abd}	7.69±0.87 ^a	0.29±0.08 ^{de}	22.92±2.77 ^b
	20	1.19±0.03 ^{abd}	6.48±0.27 ^e	0.33±0.04 ^{be}	20.56±2.16 ^{bd}
	30	0.87±0.06 ^{abc}	4.94±0.49 ^d	0.23±0.09 ^d	19.76±1.61 ^d
VitE/[mL/(kg·d)]	100	0.92±0.01 ^{bc}	3.21±0.71 ^{cf}	0.62±0.07 ^c	27.53±1.42 ^c
模型组	0	1.27±0.05 ^{ad}	7.84±0.29 ^a	0.77±0.04 ^a	33.99±4.42 ^a
空白对照组	0	1.03±0.14 ^{bcd}	5.29±0.34 ^b	0.40±0.01 ^{be}	22.18±6.19 ^b

注：表中数据为样品的平均值±标准误；同一列中字母不同表示差异显著 (P<0.05)。

与模型组相比，两种方法提取的葡萄籽油均能降低衰老小鼠体内 MDA 含量，各剂量组显著降低血清

和心脏组织中MDA含量($P<0.05$),高剂量组极显著降低小鼠肝脏组织中MDA含量($P<0.01$),说明葡萄籽油能显著降低小鼠体内MDA含量,且呈现一定的量效关系。

在肝脏组织中,纤维素酶辅助提取的葡萄籽油中剂量组的MDA含量极显著低于模型组($P<0.01$),而超声波提取的葡萄籽油中剂量组与模型组相比没有显著差异;纤维素酶辅助提取的葡萄籽油高剂量组的MDA含量与模型组相比差异极显著($P<0.01$),而高剂量组超声波提取的葡萄籽油相比模型组差异显著;但在心脏组织中,纤维素酶辅助提取的葡萄籽油低剂量组

MDA含量与模型组差异不显著($P>0.05$),而超声波提取的葡萄籽油低剂量组与模型组相比显著差异;说明这两种方法提取的葡萄籽油在降低小鼠不同脏器和血清中MDA含量方面稍有差异,但差异并不明显。

2.5 不同方法提取的葡萄籽油的脂肪酸含量

两种方法提取的葡萄籽油的脂肪酸组成见表5。由表5可知,不同提取方法对葡萄籽油中各脂肪酸种类及含量均产生不同程度的影响,纤维素酶辅助提取的葡萄籽油中亚油酸等不饱和脂肪酸的种类和含量要优于超声波提取的葡萄籽油。

表5 两种方法提取的葡萄籽油的脂肪酸含量(%)

Table 3 Fatty acid composition of grape seed oil extracted by two different methods (%)

提取方法	亚油酸	棕榈酸	硬脂酸	十七烷酸	十六碳烯酸	月桂酸	十八碳烯酸	二十碳烯酸	十七碳二烯酸
酶法	48.32	15.64	12.38	0.47	0.19	0.04	0.03	0.22	0.12
超声波	41.34	18.63	25.43	0.65	0.23	-	-	0.11	0.85

3 结论

3.1 衰老是一种正常而复杂的生物学过程,英国学者Harman于1956年在分子生物学的基础上提出了自由基学说^[1]。Das等的研究表明,人体内存在清除自由基的防御系统,包括SOD、GSH-Px等抗氧化酶系。随着年龄的增长,抗氧化防御物质的合成和活性下降,大量代谢产物MDA产生,机体产生和清除自由基的平衡被破坏,自由基堆积,加速机体衰老^[2]。

3.2 D-半乳糖致衰老模型是基于衰老的代谢学说而复制的衰老模型,是目前研究体内抗氧化作用的一种通用模型。本研究中,ICR小鼠经皮下注射D-半乳糖55天后,小鼠脑、肝、心脏和血清中的T-AOC值、SOD值、GSH-Px值均有显著降低;小鼠肝、心和血清中的MDA含量显著升高,这和HO SC等^[9]报道结果基本一致,说明小鼠衰老模型构建成功。

3.3 与模型组相比,两种方法提取的葡萄籽油各剂量组均能增强小鼠脑、肝、心脏和血清中的T-AOC、SOD、GSH-Px活性,对MDA值有不同程度的降低,表明葡萄籽油能够增强亚急性衰老小鼠的抗氧化能力,具有一定的延缓衰老的作用,其抗氧化能力与VitE相当。葡萄籽油中富含不饱和脂肪酸、多酚类物质以及一些脂溶性维生素(如VitE),而VitE和多酚类物质的强抗氧化能力已被广泛证实,所以,葡萄籽油的体内抗氧化机理可能就是其中的抗氧化物质通过抑制脂质过氧化物质的生成以及上调内源性抗氧化酶的活力来实现的。

3.4 本研究表明,纤维素酶辅助提取的葡萄籽油在增强小鼠体内总抗氧化能力和增强小鼠血清中GSH-Px活力方面稍优于超声波提取的葡萄籽油,根据脂肪酸的

GC-MS分析,纤维素酶辅助提取的葡萄籽油中亚油酸等不饱和脂肪酸的种类和含量要优于超声波提取的葡萄籽油,因此,不同方法提取的葡萄籽油间抗氧化性的差异可能是因为其中含有的不饱和脂肪酸的种类和含量不同。

3.5 同时,高璐^[7]等的研究表明,酶辅助提取的葡萄籽油在油脂品质方面要优于超声波提取的葡萄籽油。因此,综合油脂品质和功能,纤维素酶辅助提取葡萄籽油的提取工艺要优于超声波辅助提取法。水酶法在葡萄籽提油方面的应用研究还较少,如将其应用于规模化生产,突破传统制油工艺的模式,在生产过程中最大限度地保持葡萄籽油的营养成分,将是葡萄籽油提取工艺今后的发展方向。

参考文献

- [1] LUTTERODT Herman, SLAVIN Margaret, WHENT Monica, et al. Fatty acid composition, oxidative stability, antioxidant and antiproliferative properties of selected cold-pressed grape seed oils and flours [J]. Food Chemistry, 2011, 128(2): 391-399
- [2] BAGCHID, BAGCHIM, STOHS SJ, et al. Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention [J]. Toxicology, 2000, 148(23): 187-197
- [3] SABIR Ali, UNVER Ahmet, KARAZeki. The fatty acid and tocopherol constituents of the seed oil extracted from 21 grape varieties (Vitis spp.) [J]. Journal of the Science of Food Agriculture, 2012, 92(9): 1982-1987
- [4] 李杨,张雅娜,齐宝坤,等.水酶法提油工艺的预处理方法研究

- 进展[J].中国食物与营养,2013,19(12):24-28
- LI Yang, ZHANG Ya-na, QI Bao-kun, et al. Research advancement in pretreatment methods of enzyme-assisted aqueous extraction of oil [J]. Food and Nutrition in China, 2013, 19(12): 24-28
- [5] 张郁松.超声波法提取猕猴桃籽油工艺研究[J].粮食与油脂, 2006,2:22-24
- ZHANG Yu-song. Research on ultrasonic wave extraction of kiwi-fruit seed oil [J]. Journal of Cereals & Oils, 2006, 2: 22-24
- [6] SHAH S, SHARMA A, GUPTA M. Extraction of oil from *Jatropha curcas* L. seed kernels by combination of ultrasonication and aqueous enzymatic oil extraction [J]. Bioresource Technology, 2005,96(1): 121-123
- [7] 高璐,胡博然,祁好琳,等.葡萄籽油提取工艺研究及对其理化性质的影响[J].食品科学,2009.30(22):81-83
- GAO Lu, HU Bo-ran, QI Yu-lin, et al. Grape seed oil: organic solvent extraction with the assistance of cellulase or ultrasonic and evaluation of physico-chemical properties [J]. Food Science, 2009, 30(22): 81-83
- [8] 张静,袁毅,刘利军.葡萄籽油的提取及精炼工艺优化[J].食品科学,2011, 32(10):40-43
- ZHANG Jing, YUAN Yi, LIU Li-jun. Process optimization for extraction and refining of grape seed oil [J]. Food Science, 2011, 32(10): 40-43
- [9] HO SC, LIU JH, WU RYY. Establishment of the mimetic aging effect in mice caused by D-galactose [J]. Biogerontology, 2003, 4(1): 15-18
- [10] 米彩霞,马建龙,刘利军.不同方法提取的葡萄籽油品质研究[J].食品与机械,2011,27(5):90-92
- MI Cai-xia, MA Jian-long, LIU Li-jun. Researching on quality of grape seed oil extracted by different methods. [J]. Food and Machinery, 2011, 27(5): 90-92
- [11] Harman D. Aging: a theory based on free radical and radiation chemistry. Journal of Gerontology, 1956, 11: 298-300
- [12] Das N, Levine R L, Orr W C, Sohal R S. Selectivity of protein oxidative damage during aging in *Drosophila melanogaster*. Biochemical Journal, 2001, 360(15): 209-216