

葡萄皮渣中可溶性膳食纤维提取工艺研究

孙 艳¹, 房玉林^{1,2}, 张 昂¹, 代玲敏¹, 刘树文^{1,2}, 来疆文^{1,2}

(1 西北农林科技大学 葡萄酒学院, 陕西 杨凌 712100; 2 陕西省葡萄与葡萄酒工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100)

【摘要】【目的】探讨酸法与酶法提取葡萄皮渣可溶性膳食纤维的最佳工艺组合, 并比较 8 种酿酒葡萄皮渣中可溶性膳食纤维含量的差异。【方法】(1) 用 HCl 提取葡萄皮渣中的可溶性膳食纤维, 以 HCl 浓度、提取温度、提取时间、料液比 4 因素设计四因素三水平正交试验, 确定酸法提取葡萄皮渣可溶性膳食纤维的最佳工艺条件; (2) 以纤维素酶液提取葡萄皮渣中的可溶性膳食纤维, 设计四因素三水平正交试验(4 因素包括纤维素酶用量、提取温度、提取时间、料液比), 确定酶法提取葡萄皮渣中可溶性膳食纤维的最佳工艺条件; (3) 采用酸法和酶法获得的最佳工艺条件, 比较 8 种酿酒葡萄皮渣中可溶性膳食纤维的含量。【结果】(1) 酸法提取葡萄皮渣可溶性膳食纤维的最佳工艺组合为: HCl 浓度 0.389 mol/L, 提取温度 75 ℃, 提取时间 75 min, 料液比 1 : 20; 纤维素酶液提取葡萄皮渣可溶性膳食纤维的最佳工艺组合为: 纤维素酶用量 2.0%, 提取温度 55 ℃, 提取时间 210 min, 料液比 1 : 20。(2) 在最佳工艺条件下, 酸法提取 8 种酿酒葡萄皮渣中可溶性膳食纤维含量占葡萄皮渣干质量的 27%~45%; 纤维素酶液提取 8 种酿酒葡萄皮渣中可溶性膳食纤维含量占葡萄皮渣干质量的 24%~42%。佳美葡萄所得的 SDF 含量最高, 分别为 455.2 和 421.0 mg/g, 其次为霞多丽(438.6 和 401.8 mg/g), 而西拉最低, 分别为 277.2 和 242.8 mg/g。【结论】HCl 与纤维素酶液提取葡萄皮渣中可溶性膳食纤维是可行的, 且 HCl 提取的可溶性膳食纤维的产量普遍高于纤维素酶液, 但差异不显著。

【关键词】 葡萄皮渣; 可溶性膳食纤维; 酸法; 酶法; 提取工艺

【中图分类号】 TQ340.6; S663.109.9

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2010)10-0145-07

Extraction technology of soluble dietary fiber from grape pomace

SUN Yan¹, FANG Yu-lin^{1,2}, ZHANG Ang¹, DAI Ling-min¹,

LIU Shu-wen^{1,2}, LAI Jiang-wen^{1,2}

(1 College of Enology, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Shaanxi Engineering Research Center for Viti-viniculture, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】The aim of this paper was to extract the soluble dietary fiber from pomaces of red grape (Cabernet Sauvignon) from residues of the wine industry with HCl or cellulose enzyme, and compare the contents' differences of eight different grapevine pomaces. 【Method】Two methods which used HCl and cellulose enzyme to extract soluble dietary fiber from grape pomaces have been taken to provide basic information on the extraction of soluble dietary fiber. The $L_9(3^4)$ orthogonal test was performed to determine the optimum technique for soluble dietary fiber from the grape pomace adopting HCl or cellulose enzyme. The infected factors were concentration of HCl, concentration of enzyme, extracting temperature, extracting time and ratio of solid to liquid. Comparison of the yields of soluble dietary fiber extracted from eight different grape pomaces were performed by the optimum technique. 【Result】The result of the first trial indicated that the concentration of HCl was marinated in 0.389 mol/L, 1 : 20 of the ration of ma-

* [收稿日期] 2010-03-19

[基金项目] 现代农业产业技术体系建设项目([2007]12号 中国农业部)

[作者简介] 孙 艳(1984—), 女, 陕西西安人, 硕士, 主要从事葡萄资源综合利用研究。

[通信作者] 房玉林(1973—), 男, 河南兰考人, 副教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事葡萄与葡萄酒工程研究。

E-mail: fangyulin@nwsuaf.edu.cn

terial to liquor,75 ℃ for 75 min. The result of the second orthogonal test indicated that the pomaces were marinated in 2.0% of cellulose enzyme,1 : 20 of the ratio of material to liquor,55 ℃ for 210 min. The yield of soluble dietary fiber of Gamay Noir which extraced soluble dietary fiber with HCl or enzyme was the highest in eight different grapevine pomaces,which was 455.2 and 421.0 mg/g,and the second Chardon-nay’s (438.6,401.8 mg/g),the least one Syrah(277.2 and 242.8 mg/g).【Conclusion】The suitable tech-nology of soluble dietary fiber extracted from grape pomaces was determined. Comparing the methods which used HCl and cellulose enzyme,the contents of soluble dietary fiber with HCl were higher than thaet of the enzyme’s,and the difference wasn’t significant.

Key words: grape pomace; soluble dietary fiber; extracting method with hydrochloric acid; extracting method with enzyme;extracting procedure

膳食纤维(Dietary fiber,简称 DF)主要是指能抗人体小肠消化吸收,而在人体大肠能部分或全部发酵的可食用植物性成分、碳水化合物及其相类似物质的总和,包括多糖、寡糖、木质素以及相关的植物性成分。1991 年世界卫生组织专家组在日内瓦举办的会议中,将膳食纤维推荐为“人体膳食纤维营养目标”物质^[1],被列为继糖、蛋白质、脂肪、水、矿物质和维生素之后的“第七大营养素”^[2]。国内外研究表明,膳食纤维是健康饮食中不可缺少的,它不仅与人体健康密切相关,而且还在预防某些疾病及改善某些病症方面起着重要的作用^[3]。膳食纤维类物质表面具有活性基团,这些基团不但可吸附胆汁、胆固醇等有机化合物,还可与铅等有害离子进行交换,降低了这些物质的吸收率,从而促使人体内的有毒物、化学药品等排出体外^[4-6]。因此,膳食纤维在保持消化系统健康上扮演着重要的角色,具有降糖减肥^[7]、降脂^[8-9]及解毒^[10]等作用,同时摄取足够的膳食纤维还可以预防心血管疾病、癌症、糖尿病和结肠癌。世界国际卫生组织建议,人均膳食纤维日摄入量应在 40~60 g^[11]。

目前,国外一些葡萄酒产业发达的国家,对葡萄废弃物的研究和利用较为重视,并进行了大量研究。从葡萄废弃物中提取到对人体健康有益的物质,包括酚类化合物、酒石酸盐、柠檬酸、葡萄籽油、膳食纤维等,并已应用到食品、医学等行业中,形成了一定的市场规模^[7,12-15]。大量研究资料表明,葡萄废弃物如皮渣、枝条是具有高价值的药用植物化学物质及抗植物病原物质的潜在来源。从葡萄枝条中可以提取到反式白藜芦醇和反式葡萄糖素,其中反式白藜芦醇可缓解或辅助治疗心脑血管疾病、癌症等,还可增强人体抗逆性,延长寿命^[16-19]。另外,研究人员以 Manto Negro 红葡萄皮渣和果梗为材料研究表明,葡萄皮渣中总膳食纤维(Total dietary fiber,简称

TDF)含量较高,占皮渣干质量的 75%,可溶性膳食纤维(SDF)含量占 TDF 的 15%^[20]。在国内,通过对葡萄皮渣的深入研究发现,葡萄皮中除含有一定量的花青素和芳香物质外,还含有大量的食物可溶性纤维,且易被人体所利用^[21]。因此,葡萄废弃物具有很高的利用价值和经济价值。截止 2006 年底,我国葡萄栽培总面积达 41.87 万 hm²,总产量达 627.1 万 t,经加工后所产生的废弃物高达几十万吨,其中皮渣、枝条约占 30%^[22-23]。葡萄废弃物被当作废料舍弃或用做肥料、饲料等,资源综合利用率很低,不仅造成了资源的浪费,而且污染了环境。因此,研究和开发葡萄废弃物,对合理利用自然资源,提高土地附加值,促进葡萄与葡萄酒产业的可持续发展具有重要意义。

从葡萄皮渣中提取膳食纤维,是合理利用葡萄废弃物的途径之一。目前,我国对葡萄废弃物中膳食纤维的研究相对较少,尤其是对葡萄枝条中膳食纤维的提取、检测方法及对我国特有葡萄品种的研究更少,主要是利用酶法或发酵法提取、活化葡萄皮渣中的膳食纤维,以提高其产量^[24-26]。其中酶法所得的产品色泽浅、纯度高、易漂白,但受多种反应条件的影响,且生产成本较高,因此在实际工业化生产过程中不宜推广;酸法操作简单,生产成本低,但所得产品纯度低。为此,本研究以葡萄皮渣为材料,利用酸法与酶法对葡萄皮渣中可溶性膳食纤维的提取工艺进行研究,并通过测定 8 种酿酒葡萄皮渣可溶性膳食纤维的含量,比较 2 种方法的差异性,以期葡萄皮渣膳食纤维的提取及应用提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

1.1.1 材 料 葡萄皮渣:8 种酿酒葡萄皮渣,分别为赤霞珠(Cabernet Sauvignon)、霞多丽(Char-

donnay)、白诗南(Chenin Blanc)、小白玫瑰(Muscat Blanc)、贵人香(Italian Riesling)、康拜尔(Campbell)、西拉(Syrah)、佳美(Gamay Noir),均由新天国际葡萄酒有限公司提供。

1.1.2 试剂 浓 HCl、无水乙醇,均为分析纯;纤维素酶(酶活力 $\geq 15\,000\text{ U/g}$),国药集团化学试剂有限公司生产。

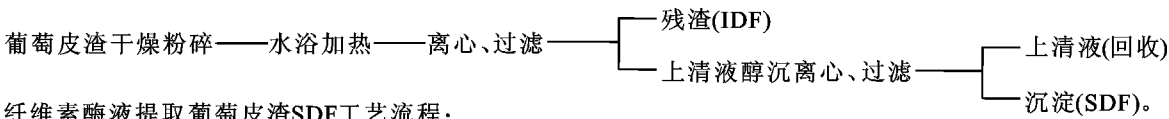
1.1.3 主要仪器与设备 KQ2300D E 型数控超声波机,昆山仪器有限公司;MILIPORE ZMQS 5001 型超纯水制备仪,法国 MILIPORE 公司;SORVAIL

RC-5C-PLUS 型高速冷冻台式离心机,美国 Kendro 公司;HH. W21. 600S 水浴锅,上海跃进医疗器械厂;101-2AB 型烘箱,天津市泰斯特仪器有限公司;万能粉碎机,四川省井研县永兴机械厂;AUW220D 分析天平,SHIMADZU CORPORATION。

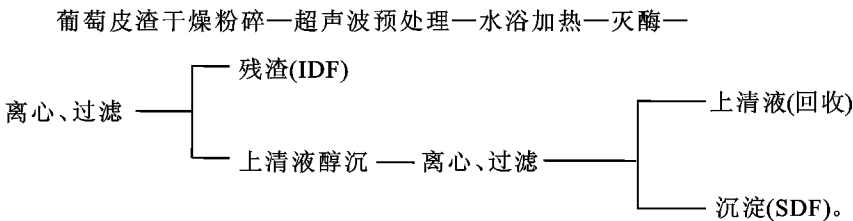
1.2 方法

1.2.1 提取工艺 葡萄皮渣经干燥粉碎后,称取 0.5 g 粉末,分别以 HCl 和纤维素酶液提取可溶性膳食纤维(SDF),具体提取方法如下。

HCl 提取葡萄皮渣 SDF 工艺流程:



纤维素酶液提取葡萄皮渣SDF工艺流程:



1.2.2 操作要点 (1)原料粉碎。葡萄皮渣干燥后,用万能粉碎机粉碎并过筛(孔径为 0.425 mm),装袋备用。

(2)预处理。称取 0.5 g 粉末,以料液比为 1 : 20,向粉末中加入 pH 为 6 的 HCl 水溶液 9.6 mL,超声波频率 100 Hz,温度 20 ℃,处理 30 min;HCl 提取过程中样品不进行超声波预处理。

(3)水浴加热。HCl 提取:以料液比为 1 : 20 向粉末中加入 HCl 溶液,水浴加热 75 min;纤维素酶液提取:超声后的混合液中加入 0.4 mL 的纤维素酶液,水浴加热 210 min。

(4)灭酶。酶法中水浴加热后,100 ℃下灭酶 10 min。

(5)离心。水浴加热后,8 000 r/min 离心 20 min,取上清液,蒸馏水洗涤残渣至中性,残渣为不溶性膳食纤维(IDF)。

(6)浓缩。离心所得的上清液加热蒸发至原溶液体积的 1/3,此过程可除掉多余的水分,以便于无水乙醇沉淀,节省了无水乙醇的用量。

(7)无水乙醇沉淀。向浓缩好的溶液中加入 4 倍体积的无水乙醇,并静置 60 min。

(8)干燥。静置后的沉淀离心(8 000 r/min、20 min),回收上清液,沉淀烘干并称质量,所得沉淀为

可溶性膳食纤维(SDF)。

以上步骤中每个样品均重复 3 次。

1.3 正交试验

在前期预试验过程中,以粉碎的赤霞珠葡萄皮渣为原料,选取 HCl 浓度或纤维素酶用量、提取温度、提取时间、料液比、pH、粒度,分别进行了酸法和酶法的单因素试验,选取适宜的条件范围,并在此基础上设计 $L_9(3^4)$ 四因素三水平正交试验。

1.3.1 酸法正交试验 准确称取葡萄皮渣粉末 0.5 g,分别以 HCl 浓度、提取温度、提取时间、料液比为 4 因素,SDF 含量为指标进行正交试验(因素及水平见表 1),进一步优化 HCl 提取葡萄皮渣中 SDF 的最优工艺参数。

1.3.2 酶法正交试验 准确称取葡萄皮渣粉末 0.5 g,分别以纤维素酶用量、提取温度、提取时间、料液比为四因素,SDF 含量为指标进行正交试验(因素及水平见表 2),进一步优化纤维素酶液提取葡萄皮渣中 SDF 的最优工艺参数。

1.4 8 种酿酒葡萄皮渣中 SDF 含量的测定

称取 8 种酿酒葡萄皮渣粉末各 1.0 g,按照 1.3 中 2 种方法的正交试验所得的最佳工艺条件,对供试葡萄皮渣中的 SDF 进行提取,并测定其含量。

表 1 HCl 提取葡萄皮渣 SDF 的 $L_9(3^4)$ 正交试验因素水平表

Table 1 $L_9(3^4)$ orthogonal experiment assignment of the level and factors for extracting SDF from grape pomace with HCl

水平 Level	因素 Factors			
	HCl 浓度(A)/(mol·L ⁻¹) Concentration of HCl	提取温度(B)/℃ Extracting temperature	提取时间(C)/min Extracting time	料液比(D) Ratio of solid to liquid
1	0.389	75	75	1 : 18
2	0.519	80	90	1 : 20
3	0.649	85	105	1 : 22

表 2 纤维素酶液提取葡萄皮渣 SDF 的 $L_9(3^4)$ 正交试验因素水平表

Table 2 $L_9(3^4)$ orthogonal experiment assignment of the level and factors for extracting SDF from grape pomace with cellulose enzyme

水平 Level	因素 Factors			
	纤维素酶用量(A)/% Concentration of enzyme	提取温度(B)/℃ Extracting temperature	提取时间(C)/min Extracting time	料液比(D) Ratio of solid to liquid
1	1.5	45	210	1 : 10
2	2.0	50	240	1 : 15
3	2.5	55	270	1 : 20

1.5 数据处理

采用 SPSS13.0 数据处理软件对正交试验结果进行分析,并对正交试验结果进行直观分析。

2 结果与分析

2.1 HCl 提取葡萄皮渣 SDF 的正交试验结果

由表 3 极差分析可知,A 因素的极差 $R_A =$

11.6,表明 HCl 浓度对 SDF 含量的影响程度最大,提取温度次之,而提取时间对 SDF 含量的影响程度最小。因此,HCl 提取葡萄皮渣中 SDF 的最佳工艺组合为 $A_1B_1C_1D_2$,即最佳工艺条件为:HCl 浓度 0.389 mol/L,提取温度 75 ℃,提取时间 75 min,料液比 1 : 20,所提取的 SDF 颜色为褐色。

表 3 HCl 提取葡萄皮渣 SDF 的 $L_9(3^4)$ 正交试验结果

试验号 No.	HCl 浓度 (A)/(mol·L ⁻¹) Concentration of HCl	提取温度(B)/℃ Extracting temperature	提取时间(C)/min Extracting time	料液比(D) Ratio of solid to liquid	SDF 含量/ (mg·g ⁻¹) Content of SDF	颜色 Colors
1	1	1	1	1	56.06	褐色 Brown
2	1	2	2	2	49.40	褐色 Brown
3	1	3	3	3	34.60	褐色 Brown
4	2	1	2	3	36.80	褐色 Brown
5	2	2	3	1	34.80	褐色 Brown
6	2	3	1	2	38.66	褐色 Brown
7	3	1	3	2	37.20	褐色 Brown
8	3	2	1	3	31.94	褐色 Brown
9	3	3	2	1	34.34	褐色 Brown
K_1	140.06	130.06	126.66	125.20		
K_2	110.26	116.14	120.54	125.26		
K_3	103.48	107.60	106.60	103.34		
k_1	46.09	43.35	42.22	41.73		
k_2	36.75	38.71	40.18	41.75		
k_3	34.49	35.87	35.53	34.45		
R	11.6	7.48	6.69	7.30		

表 4 方差分析结果表明,HCl 浓度、提取温度、提取时间、料液比 4 种因素的显著性值均小于 0.01,说明 4 种因素对 SDF 含量的影响存在极显著差异。

2.2 纤维素酶液提取葡萄皮渣 SDF 的正交试验结果

由表 5 极差分析可知,C 因素的极差 $R_C =$ 9.77,表明提取时间对 SDF 含量的影响程度最大,

纤维素酶用量次之,而提取温度对 SDF 含量的影响程度最小。因此,纤维素酶液提取葡萄皮渣中 SDF 的最佳工艺组合为 $A_2B_3C_1D_3$,即最佳工艺条件为:纤维素酶用量 2.0%,提取温度 55 ℃,提取时间 210 min,料液比 1 : 20,所提取的 SDF 颜色为淡黄色。

表 4 HCl 提取葡萄皮渣 SDF 的 $L_9(3^4)$ 正交试验结果的方差分析

Table 4 Variance analysis of $L_9(3^4)$ orthogonal experiment for extracting SDF from grape pomace with HCl

源 Source	Ⅲ型离平方和 Type Ⅲ sum of squares	自由度 <i>df</i>	均方 Mean square	方差 <i>F</i>	显著性 <i>Sig.</i>
截距 Intercept	0.010	1	0.010	3 251.847	0.000
HCl 浓度 Concentration of HCl	226.903 2	2	113.451 6	29.501	0.000
提取温度 Extracting temperature	85.545 6	2	42.772 8	10.024	0.001
提取时间 Extracting time	70.540 2	2	35.270 1	8.169	0.003
料液比 Ratio of solid to liquid	106.288 8	2	53.144 4	12.574	0.000
误差 Error	25.809 5	18	1.433 861		
总计 Total	515.087 3	27			
校正总计 Corrected total	0.000	26			

表 5 纤维素酶液提取葡萄皮渣 SDF 的 $L_9(3^4)$ 正交试验结果

Table 5 Results of $L_9(3^4)$ orthogonal experiment for extracting SDF from grape pomace with cellulose enzyme

试验号 No.	纤维素酶 用量(A)/% Concentration of enzyme	提取温度(B)/℃ Extracting temperature	提取时间(C)/min Extracting time	料液比(D) Ratio of solid to liquid	SDF 含量/ (mg·g ⁻¹) Content of SDF	颜色 Colors
1	1	1	1	1	112.2	淡黄色 Light yellow
2	1	2	2	2	105.8	淡黄色 Light yellow
3	1	3	3	3	121.6	淡黄色 Light yellow
4	2	1	2	3	110.5	淡黄色 Light yellow
5	2	2	3	1	108.7	淡黄色 Light yellow
6	2	3	1	2	122.7	淡黄色 Light yellow
7	3	1	3	2	105.3	淡黄色 Light yellow
8	3	2	1	3	109.2	淡黄色 Light yellow
9	3	3	2	1	198.5	淡黄色 Light yellow
<i>K</i> ₁	339.6	328.0	344.1	319.4		
<i>K</i> ₂	341.9	323.7	314.8	333.8		
<i>K</i> ₃	313.0	342.8	335.6	341.3		
<i>k</i> ₁	113.2	109.33	114.7	106.47		
<i>k</i> ₂	113.97	107.9	104.93	111.27		
<i>k</i> ₃	104.33	114.27	111.87	113.77		
<i>R</i>	9.64	6.37	9.77	7.3		

表 6 方差分析结果表明,纤维素酶用量和提取液比对 SDF 含量的影响差异不显著。时间对 SDF 含量的影响差异显著,而提取温度和料

表 6 纤维素酶液提取葡萄皮渣 SDF 的 $L_9(3^4)$ 正交试验的方差分析

Table 6 Variance analysis of $L_9(3^4)$ orthogonal experiment for extracting SDF from grape pomace with cellulose enzyme

源 Source	Ⅲ型离平方和 Type Ⅲ sum of squares	自由度 <i>df</i>	均方 Mean square	方差 <i>F</i>	显著性 <i>Sig.</i>
截距 Intercept	0.055	1	0.055	7 191.501	0.000
纤维素酶用量 Concentration of enzyme	172.199 4	2	86.099 7	5.612	0.026
提取温度 Extracting temperature	67.025 4	2	33.512 7	2.198	0.167
提取时间 Extracting time	151.625 4	2	75.812 7	4.930	0.036
料液比 Ratio of solid to liquid	82.58	2	41.29	2.729	0.118
误差 Error	0.430 2	9	0.047 8		
总计 Total	473	18			
校正总计 Corrected total	0.000	17			

2.3 8 种酿酒葡萄皮渣中 SDF 含量的比较

由表 7 可知,葡萄皮渣中含有丰富的 SDF,在最佳工艺条件下,HCl 提取 8 种酿酒葡萄皮渣 SDF,其含量占葡萄皮渣干质量的 27%~45%;纤维素酶

液提取 8 种酿酒葡萄皮渣 SDF,其含量占葡萄皮渣干质量的 24%~42%。酸法和酶法提取的 SDF 含量整体变化趋势相同,其中 2 种方法提取佳美葡萄皮渣所得的 SDF 含量最高,分别为 455.2 和 421.0

mg/g,其次为霞多丽(438.6 和 401.8 mg/g),而西拉 SDF 的含量最低,分别为 277.2 和 242.8 mg/g。因此,采用 HCl 与纤维素酶液提取葡萄皮渣 SDF

是可行的。HCl 提取葡萄皮渣 SDF 的产量高于纤维素酶液,且白色品种和红色品种葡萄皮渣中 SDF 含量有差异。

表 7 酸法和酶法提取葡萄皮渣中 SDF 含量的比较

Table 7 Compared SDF contents from eight different grape pomaces with HCl and enzyme

mg/g

红色品种 Red grapevine	酸法 Extracting method with HCl	酶法 Extracting method with enzyme	白色品种 White grapevine	酸法 Extracting method with HCl	酶法 Extracting method with enzyme
佳美 Gamay Noir	455.2	421.0	霞多丽 Chardonnay	438.6	401.8
康拜尔 Campbell	367.6	333.8	贵人香 Italian Riesling	375.0	342.0
赤霞珠 Cabernet Sauvignon	349.8	317.0	白诗南 Chenin Blanc	347.4	313.2
西拉 Syrah	277.2	242.8	小白玫瑰 Muscat Blanc	278.8	245.0

由表 8 方差分析可知,方差 $F=1.123\ 766<$ 临界值 $F\text{ crit}=4.600\ 11$,说明 HCl 提取 8 种酿酒葡萄皮渣 SDF 的产量与纤维素酶液提取差异不显著。

另外, P 值 >0.05 ,表明两者差异不显著,与用临界值判断的结果一致。

表 8 8 种供试酿酒葡萄皮渣中 SDF 含量的方差分析

Table 8 Variance analysis of contents of SDF extracted from eight different grape pomaces

差异来源 Discrepant source	自由度 <i>df</i>	均方 Mean squares	方差 <i>F</i>	<i>P</i> 值 <i>P</i> -value	临界值 <i>F</i> crit
组间 Interblock	1	4 658.063	1.123 766	0.307 056	4.600 11
组内 In group	14	4 145.045			
总计 Total	15				

3 讨 论

(1)本试验主要采用酸法和酶法提取葡萄皮渣中的可溶性膳食纤维。酸法属于化学分离法,化学分离法是原料或粗产品干燥、粉碎后,以化学试剂如酸或碱为提取液,在适合的反应条件下制备膳食纤维。化学分离法被普遍使用,它能部分改变膳食纤维的结构,使产品产量相对提高^[27]。该方法操作简单,但产品纯度低。因此,酸法在实际生产过程中具有一定的局限性。酶法是一种比较新的提取方法,通过纤维素酶降解纤维素,使之转化为小分子量的单糖或寡糖,提高了 SDF 的得率。酶法所得的产品色泽浅、纯度高、易漂白,但受多种反应条件的影响,且生产成本较高,因此在实际的工业化生产过程中不宜推广。

复合物被酸液水解;水不溶性大分子被酸降解^[28]。本试验采用的试验材料包括 8 种不同品种葡萄皮渣,而不同品种葡萄需要不同的生长环境条件,从而使葡萄皮渣中的各种基本组分含量不同。因此,酸法提取不同品种葡萄皮渣中的 SDF,所得产物的产量也不同。

(3)纤维素酶是一类酶的总称,它能降解纤维素使之转化为葡萄糖。根据米氏学说,在相同时间内,当底物浓度一定时,游离的酶越多,越容易与底物结合成中间产物,而中间产物再分解成中间产物,提高了反应速度,促使底物分解的越彻底^[29]。样品中的不溶性膳食纤维(IDF)被纤维素酶降解,使其分子间的氢键断裂,破坏了分子间的结构,促使部分 IDF 转化成 SDF,因此用纤维素酶液提取葡萄皮渣中的 SDF,可提高其产量。

(2)膳食纤维包括多糖、寡糖、木质素及相关的植物性成分。在后续试验中,通过对葡萄枝条中 SDF 组分的分析检测表明,葡萄枝条中果胶含量较高,其他成分如木质素、半纤维素等不易被酸降解。因此,HCl 提取葡萄皮渣 SDF 所得产量的高低主要受果胶含量的影响。果胶是一种高分子的多糖聚合物,是植物细胞特有的细胞壁组分,它与细胞壁半纤维素、多糖等通过共价键或次级键相互缔合。果胶可在酸液中溶化,就其溶化过程有多种解释:羧基与二价阳离子结合破坏其交联作用;纤维素-果胶多糖

4 结 论

葡萄皮渣提取膳食纤维的产量受到多方面因素的影响,包括酸液浓度、酶用量、提取时间、提取温度及料液比等。本试验分别对酸法与酶法 2 种提取方法进行了一系列单因素试验,选取适宜的条件范围进行正交试验,确定的最佳工艺组合如下。

HCl 提取葡萄皮渣可溶性膳食纤维的最佳工艺条件为:HCl 浓度 0.389 mol/L,提取温度 75 ℃,提取时间 75 min,料液比 1:20,所提取的 SDF 颜色

为褐色;纤维素酶液提取葡萄皮渣可溶性膳食纤维的最佳工艺条件为:纤维素酶用量 2.0%,提取温度 55 ℃,提取时间 210 min,料液比 1:20,所提取的 SDF 颜色为淡黄色。

用以上 2 种方法的最佳工艺分别提取 8 种酿酒葡萄皮渣的 SDF,结果表明,葡萄皮渣中含有丰富的可溶性膳食纤维,HCl 提取 8 种酿酒葡萄皮渣 SDF,其含量占葡萄皮渣干质量的 27%~45%;纤维素酶液提取 8 种酿酒葡萄皮渣 SDF,其含量占葡萄皮渣干质量的 24%~42%。佳美葡萄所得的 SDF 含量最高,分别为 455.2 和 421.0 mg/g,其次为霞多丽(438.6 和 401.8 mg/g),而西拉 SDF 的含量最低,分别为 277.2 和 242.8 mg/g。方差分析结果表明,2 种方法提取葡萄皮渣 SDF,其结果差异不显著。

[参考文献]

[1] 金英姿. 膳食纤维的功能及其在食品中的应用研究 [J]. 新疆石油教育学院学报,2004,7(2):16-17.
Jin Y Z. Study on the function and application of dietary fiber in food [J]. Journal of Petroleum Educational Institute of Xinjiang,2004,7(2):16-17. (in Chinese)

[2] 刘志皋. 食品营养学 [M]. 北京:中国轻工业出版社,1991:120-123.
Liu Z G. The threpsology of food [M]. Beijing:Chinese Light Industry Press,1991:120-123. (in Chinese)

[3] Burkitt T. Refined carbohydrate foods and disease:some implication of dietary fiber [J]. Lancet,1969,2:1009-1231.

[4] Anderson J W,Geil P B. New perspectives in nutrition management of diabetes mellitus [J]. Am J Med,1988,85(5A):159-165.

[5] Bach Knudsen K E. The nutritional significance of dietary fiber analysis [J]. Animal Feed Science and Technology,2001(90):3-20.

[6] 陈茂生,邢思敏. 膳食纤维的功能及其开发研究 [J]. 食品科技,2000(1):23-24.
Chen M S,Xing S M. Functions of dietary fiber and its development [J]. Food Science and Technology,2000(1):23-24. (in Chinese)

[7] Girdhar N,Satyanarayana A. Grape waste as a source of tartrates [J]. Indian Food Packer,2000,54:59-61.

[8] 王亚伟,李纯亚,田学森. 膳食纤维和低聚糖对糖尿病人血脂血浆的影响 [J]. 郑州工程学院学报,2002,23(1):85-88.
Wang Y W,Li C Y,Tian X S. The effects of dietary fiber and oligosaccharide on blood sugar and blood lipid in diabetics [J]. Journal of Zhengzhou Grain College,2002,23(1):85-88. (in Chinese)

[9] 元尔东,郑建仙. 不同品种膳食纤维降血脂功能的比较 [J]. 中国粮油学报,2002,17(3):38-41.

Yuan E D,Zheng J X. An influence comparison of several kinds of dietary fiber on serum cholesterol [J]. Journal of Chinese Cereals and Oils Association,2002,17(3):38-41. (in Chinese)

[10] 沈 同. 生物化学 [M]. 北京:高等教育出版社,1990:453-455,589-592.
Shen T. Biochemistry [M]. Beijing:Higher Education Press,1990:453-455,589-592. (in Chinese)

[11] 靳利娥. 利用生物酶法制备土豆高纯膳食纤维粉 [J]. 太原理工大学学报,2002,33(2):183-185.
Jin L E. Study on manufacturing pure potato fiber powders by biological enzyme [J]. Journal of Taiyuan University Technology,2002,33(2):183-185. (in Chinese)

[12] Ribe'reau-Gayon P,Glories Y,Maujean A,et al. Handbook of enology [M]. 2nd ed. UK:Wiley,2006.

[13] Hang Y D. Recovery of food ingredients from grape pomace [J]. Process Biochemistry,1988,23:2-4.

[14] Igartuburu J M,Pando E,Rodriguez L F,et al. An acidic xyloglucan from grape skins [J]. Phyto Chemistry,1997,46:1307-1312.

[15] Valiente C,Arrigoni E,Esteban R,et al. Grape pomace as a potential food fiber [J]. Journal of Food Science,1995,60:818-820.

[16] Baur J A,Sinclair D A. Therapeutical potential of resveratrol:the in vivo evidence [J]. Nature Rev Drug Discovery,2006,5:493-506.

[17] Baur J A,Pearson K J,Price N L,et al. Resveratrol improves health and survival of mice on a high-calorie diet [J]. Nature,2006,444:337-342.

[18] Bradamante S,Barenghi L,Villa A. Cardiovascular protective effects of resveratrol [J]. Cardiovasc Drug Rev,2004,22:169-188.

[19] Valenzano D,Terzibasi E,Genade T,et al. Resveratrol prolongs lifespan and retards the onset of age-related markers in a short-lived vertebrate [J]. Curr Biol,2006,16:296-300.

[20] Antonia L,Jaime C. Dietary fiber content and antioxidant activity of Manto Negro red grape (*Vitis vinifera*):pomace and stem [J]. Food Chemistry,2007,101:659-666.

[21] 李凤英. 从葡萄皮中提取多酚物质 [J]. 食品与发酵工业,2005,31(4):147-149.
Li F Y. The extraction of polyphenols from grape skin [J]. Food and Fermentation Industries,2005,31(4):147-149. (in Chinese)

[22] 李春阳,许时婴,王 璋. 从葡萄废弃物中提取分离多酚类生物活性物质 [J]. 食品科技,2004(6):88-93.
Li C Y,Xu S Y,Wang Z. Extracting the bioactive-products from the wastes of vint grape [J]. Food Science and Technology,2004(6):88-93. (in Chinese)

[23] 翟 衡,宋来庆. 我国葡萄产业取得的成就回顾 [J]. 烟台果树,2008(4):7-10.
Zhai H,Song L Q. Reviewing achievement of grape industry in China [J]. Yantai Fruits,2008(4):7-10. (in Chinese)