

超滤膜分离纯化花生壳中水溶性膳食纤维

王世清¹, 于丽娜², 杨庆利^{2*}, 李红霞^{1,2}

(1. 青岛农业大学食品科学与工程学院, 青岛 266109; 2. 山东省花生研究所, 青岛 266100)

摘要: 为探索花生壳中水溶性膳食纤维 (SDF) 的有效分离纯化方法和效果, 选择适宜的膜组件, 采用不同截留分子量的超滤膜以及优化膜分离过程的操作条件, 对 SDF 提取液进行超滤分离, 试验结果表明: 选用 PS-30 聚砜膜, 在压力为 0.08 MPa、料液比为 1:75g/mL、温度为 30℃ 时, 分离纯化效果最为显著。其中, 膜通量达到 127.2 L/(m²·h)、SDF 的得率达到 67.56%, 非淀粉多糖 (NSP) 的质量分数由 49.85% 提高到 92.36%, 蛋白质量分数从 5.53% 降到 0.92%。与传统的提取法比较, 超滤膜分离纯化花生壳水溶性膳食纤维具有生产周期短, 成本低, 产品纯度高优点。

关键词: 分离, 纯化, 膜, 优化, 过滤, 花生壳, 水溶性膳食纤维

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2012.03.048

中图分类号: TS255.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2012)-03-0278-05

王世清, 于丽娜, 杨庆利, 等. 超滤膜分离纯化花生壳中水溶性膳食纤维[J]. 农业工程学报, 2012, 28(3): 278—282.
Wang Shiqing, Yu Lina, Yang Qingli, et al. Purification of water soluble dietary fiber (SDF) from peanut hull using ultrafiltration[J]. Transactions of the CSAE, 2012, 28(3): 278—282. (in Chinese with English abstract)

0 引言

膳食纤维 (dietary fiber, DF) 有预防肥胖症、心脑血管疾病等的显著功能^[1]。DF 按溶解性分为水溶性膳食纤维 (water soluble dietary fiber, SDF) 和水不溶性膳食纤维 (insoluble dietary fiber, IDF) 两大类^[2]。其中, SDF 是指不被人体消化道酶消化, 但可溶于温、热水且其水溶液又能被其 4 倍体积的乙醇再沉淀的那部分膳食纤维^[3]。SDF 在预防结肠癌, 预防心血管疾病, 降低胆固醇等方面具有比 IDF 更强的生理功能^[4-5], SDF 还能降低血脂含量、延缓小肠对葡萄糖的吸收速度, 刺激产生胰岛素, 从而预防糖尿病的发生^[6]。SDF 作为一种多功能保健性食品基料^[7], 早已引起世界各国营养学家的极大关注。

花生壳约占花生质量的 30%, 其中主要含半纤维素和粗纤维素, 粗纤维素约占花生壳质量的 65.7%~79.3%, 半纤维素占 10.1%, 粗蛋白占 4.8%~7.2%^[8]。目前, 大部分花生壳被当作废弃物丢弃或焚烧, 造成环境污染^[9], 若能有效利用花生壳提取其水溶性膳食纤维意义重大。而膜分离是一种新兴的生化分离技术, 可借助膜的选择渗透作用, 在外界能量或化学位差的推动下对混合物中溶质和溶剂进行分离、分级、提纯和富集, 已广泛应用于化工、食品、医药及废水处理等领域^[10]。与传统分离

技术相比, 膜分离法不会发生相变, 耗能少, 不消耗化学试剂和添加剂, 不会污染产品, 而且膜分离生产过程可在常温封闭的回路中进行, 适合处理热敏性物质, 同时, 避免有效物质被氧化。该法在多糖类的提取中得到了应用^[11-14]。而对于采用超滤膜分离纯化花生壳中 SDF 的研究, 目前国内外还未见报道。本研究以花生壳的 SDF 粗提液为原料, 从膜通量、SDF 得率和非淀粉多糖 (non-starch polysaccharides, NSP) 质量分数综合比较, 探讨了膜分离的过程所需最佳膜截留分子量及该截留分子量下分离的最佳工作条件, 旨在为花生壳 SDF 的开发和应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

由山东省花生研究所莱西试验站提供, 采用 2009 年秋天收获, 品种为花育 19 的花生果的外壳, 去除霉烂、虫害的花生壳后, 用自来水洗净, 恒温干燥箱中 80℃ 烘干, 在植物粉碎机中粉碎, 再经 50 目筛分, 取筛下物作为提取 SDF 的原料。

柠檬酸、无水乙醇、氢氧化钠、氯化钠、木糖、半乳糖醛酸、苯酚、吡啶、硫酸、过硫酸铵、N,N,N',N'-四甲基二乙胺 (TEMED)、盐酸羟胺、对氨基苯磺酸、 α -萘胺、硫酸亚铁、过氧化氢、水杨酸均为分析纯国产试剂; 1,1-二苯基苦基苯肼 (DPPH) 进口分装试剂; 标准葡萄糖 (标准品) 美国 Sigma 公司。

1.2 仪器与设备

植物粉碎机 (天津市泰斯特仪器有限公司); RO-NF-UF-4050/4100/4010 试验用膜分离装置/超滤器 (上海摩速科学器材有限公司); 膜组件 (PS-5 聚砜膜, PS-10 聚砜膜, PS-30 聚砜膜, PS-50 聚砜膜, 截留分子量分别为 5 000、10 000、30 000、50 000 Da, 膜面积为 0.1 m²);

收稿日期: 2011-01-03 修订日期: 2011-10-24

基金项目: 国家“863”计划项目 (项目编号: 2007AA10Z189, 2006AA10A114); “十一五”国家科技支撑计划项目 (项目编号: 2006BAD07A10); 国家现代农业产业技术体系专项 (项目编号: nycytx-19)

作者简介: 王世清 (1961—), 男, 山东招远人, 教授, 主要从事农产品贮藏保鲜与加工。青岛 青岛农业大学食品科学与工程学院, 266109。

Email: wangshiqing@126.com

*通信作者: 杨庆利 (1977—), 男, 山东临沂人, 副研究员, 主要从事花生综合利用与花生功能食品开发。青岛 山东省花生研究所, 266100。

Email: rice407@163.com

RE52CS-1 型真空旋转蒸发器（上海亚荣生化仪器厂）；3K15 型冷冻离心机（美国 Sigma 公司）；TU-1800S 型紫外分光光度计（北京普析通用仪器有限公司）；TE212-L 型电子天平（德国赛多利斯股份有限公司）；BZF50 型真空干燥箱（上海博迅实业有限公司医疗设备厂）；FA2104 型分析天平（上海民桥精密科学仪器有限公司）。

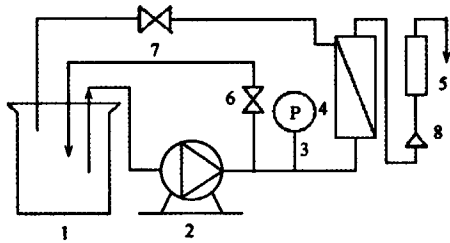
1.3 方法

1.3.1 SDF 提取液的制备

花生壳 10 kg 经 80℃ 干燥，过 50 目筛，取筛下物 20g 用质量分数为 3% 的柠檬酸溶液 280 mL 浸泡，经微波提取得到的粗提液，再经 3000 r/min 离心 15min 的上清液即为提取液。微波提取的工艺条件为：浸泡时间 55 min、微波时间 4 min、微波功率 800 W、温度 90℃、料液比 1:14 g/mL^[15]。

1.3.2 膜分离装置

采用上海摩速科学器材有限公司生产的 RO-NF-UF-4050/4100/4010 试验用膜分离装置/超滤器（见图 1）。操作方法为样品液经输液泵输入膜分离组件，以切向流的方式通过膜组件，分为分离液和截留液，在压力驱动下分别从膜分离柱外腔的透出口和循环口流出。



1.原料液槽 2.输液泵 3.压力表 4.膜过滤组件 5.流量计 6.溢流阀 7.截留液回流控制阀 8.分离液输出阀

图 1 膜分离设备示意图

Fig.1 Diagram of ultrafiltration equipment

膜分离工艺为：取 SDF 提取液，采用 4 种不同规格的膜组件（PS-5、PS-10、PS-30、PS-50），在 25℃、料液比为 1:100 g/mL、操作压力为 0.1 MPa、超滤时间为 30 min 条件下进行膜超滤，收集截留液，取相当于截留液 4 倍体积的无水乙醇进行沉淀，沉淀经 50℃ 真空干燥 24 h，得到 SDF 产品。

1.3.3 SDF 产品中 NSP 质量的测定

NSP 的测定应用 Englyst 法：首先用体积分数为 5% 的硫酸将 SDF 产品水解，然后水解液用分光光度法分别测定己糖、戊糖、糖醛酸质量，最后通过转换系数得到 NSP 质量。其中己糖的测定：苯酚硫酸法^[16]；戊糖的测定：地衣酚比色法^[17]；糖醛酸的测定：咔唑硫酸比色法^[18]。根据己糖、戊糖、糖醛酸质量可计算出 NSP 质量，计算公式如下

$$\text{NSP 质量} = \text{己糖质量} \times 0.9 + \text{戊糖质量} \times 0.88 + \text{糖醛酸质量} \times 0.81$$

1.3.4 评价指标的确定

$$\text{NSP 的质量分数} (\%) = \text{NSP 质量} / \text{SDF 质量} \times 100$$

式中，NSP 质量为 1.3.3 中公式计算结果，mg；SDF 质

量为 80 mg。

$$\text{SDF 得率} (\%) = G_1 / G_2 \times 100$$

式中， G_1 为膜滤后 SDF 的质量，g； G_2 为未膜滤 SDF 粗品的质量，g。

$$J = \Delta V / (S \cdot \Delta t)$$

式中， J 为膜通量，L/(m²·h)； ΔV 为取样时间内渗透液体积，L， S 为膜面积，m²； Δt 为取样时间，h。

蛋白含量参照 GB/T5009.5-2003^[19] 测定。

1.4 数据处理方法

采用 Microsoft Excel 软件处理数据，所有试验重复 3 次，取平均值作为试验结果。

2 结果与分析

2.1 膜组件的选择

采用 4 种不同规格的膜组件（PS-5、PS-10、PS-30、PS-50，截留分子量分别为 5 000、10 000、30 000、50 000 Da），在 25℃、料液比为 1:100 g/mL、操作压力为 0.1 MPa、超滤时间为 30 min 条件下，对 SDF 提取液进行浓缩纯化试验。从表 1 中可以看出，4 种不同规格的膜组件对 SDF 提取液去蛋白和纯化效果不同。由于 4 种膜组件截留分子量不同，对 SDF 提取液除杂效果也不同，截留分子量越大，效果越好。粗蛋白质量分数随着膜截留分子量增大而不断减少，PS-50 粗蛋白的质量分数从 5.53% 降到 0.78%。4 种膜组件纯化后所得 NSP 质量分数均大于未经纯化处理的 49.85%，PS-5 纯化 SDF 得率最高为 87.76%，但是 NSP 的质量分数最低为 64.09%，说明得到的 SDF 纯度较低，含有较多杂质；PS-30 和 PS-50 纯化 SDF 的 NSP 的质量分数相近，分别为 90.29% 和 96.65%，而 PS-30 所得 SDF 的得率为 63.94%，远高于 PS-50 所得 SDF 的得率 17.38%。从粗蛋白的质量分数、SDF 的得率和 NSP 的质量分数综合进行选择，PS-30 为纯化 SDF 最佳膜组件。

表 1 不同截留分子量膜组件纯化 SDF 效果

Table 1 Effects of membrane module with different molecular weight cut-off on purification of SDF

膜组件	水溶性膳食纤维 (SDF) 得率	非淀粉多糖 (NSP) 质量分数	粗蛋白质量分数
PS-5	87.76	64.09	3.96
PS-10	74.39	72.47	2.98
PS-30	63.94	90.29	1.24
PS-50	17.38	96.65	0.78
未用膜	100	49.85	5.53

注：温度为 25℃、料液比为 1:100 g/mL、操作压力为 0.1 MPa、超滤时间为 30 min

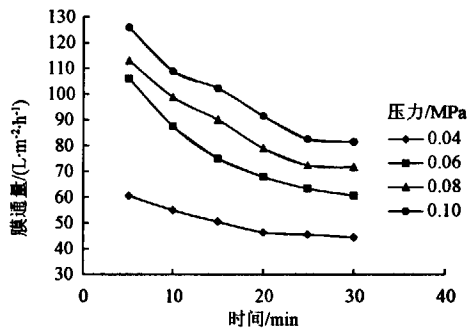
2.2 膜分离工艺参数的确定

2.2.1 超滤过程中操作压力的确定

压力是超滤分离的原始推动力，压力对膜通量具有重要意义。同时组件的进出口之间有一个压力损失称之为压力降。压力降大，说明处于下游的膜未达到所需要的工作压力，因而直接影响组件的透水能力。因此实际

应用中尽量控制压力降值不要过大。本研究中由于膜设备制造工艺的原因,当压力超过 0.1 MPa 时,系统工作不稳定。于是,选择 PS-30 膜组件,采用料液比 1 : 100 g/mL 的料液,温度为 25℃,在操作压力分别为 0.04、0.06、0.08、0.10 MPa 下分别考察不同操作压力对膜通量的影响,结果见图 2。

由图 2 可见,当超滤压力为 0.04 MPa 时膜通量较小,且随时间而衰减,20 min 后就达到稳定,膜通量衰减变化不明显。当压力为 0.10 MPa 时,膜初始通量是 125.88 L/(m²·h),约是 0.04 MPa 初始通量的 2 倍,但随时间降低幅度大,25 min 后趋于稳定。当压力为 0.06、0.08 MPa 时,膜通量也较大,且随时间变化幅度降低较小,25 min 后稳定。试验结果表明,压力越高,膜通量衰减越大,这是由于过高的压力会造成动力消耗增加;而压力越低,虽然膜通量衰减较小,但较低的膜通量不能满足生产能力需要。因此,选取的压力范围在 0.06~0.08 MPa 之间为宜。

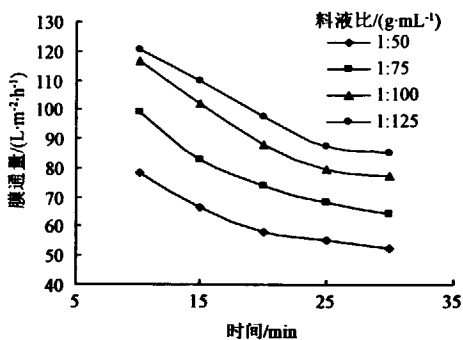


注: PS-30 膜组件,料液比 1 : 100 g/mL,温度 25℃

图 2 不同压力下超滤膜通量与时间关系图
Fig.2 Effect of pressure on membrane flux

2.2.2 超滤过程中适宜料液比的确定

料液比对膜通量影响较大^[19]。选取 PS-30 膜组件,分别取料液比 1 : 50、1 : 75、1 : 100、1 : 125 g/mL,在 0.08 MPa 压力和 25℃ 条件下进行超滤,30 min 内每隔 5 min 测膜通量,结果见图 3。



注: PS-30 膜组件,压力 0.08 MPa,温度 25℃

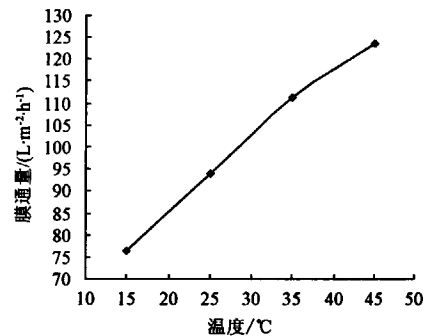
图 3 不同料液比下超滤膜通量与时间关系图
Fig.3 Effect of ratio of material to liquid on membrane flux

图 3 中膜通量从运行开始迅速衰减,这说明料液在

膜表面迅速形成浓差极化,20 min 后膜通量趋于稳定。料液比不可过大,过大则膜通量较低;但不可过低,过低会增加超滤时间。因此,从节约操作时间和延长膜寿命考虑,选用料液比在 1 : 75~1 : 100 g/mL 范围内。

2.2.3 超滤过程中适宜操作温度的确定

温度对膜通量的影响比较复杂,应综合考虑膜的性能、保养、预期截留率等多种因素。由于聚砜膜的正常适用范围为 10~50℃,因此考察了 PS-30 膜组件,料液比为 1 : 100 g/mL 的料液,膜操作压力为 0.08 MPa,温度分别为 15、25、35、45℃ 条件下,时间 30 min,温度变化对膜通量的影响,结果见图 4。



注: PS-30 膜组件,料液比 1 : 100 g/mL,压力 0.08 MPa,时间 30 min

图 4 温度对超滤膜通量的影响
Fig.4 Effect of temperature on membrane flux

由图 4 可见,温度分别为 15、25、35 和 45℃ 时,则膜通量分别为 76.5、93.99、111.13 和 123.51 L/(m²·h)。随着温度的升高,膜通量增加。这是由于在一定范围内,温度升高,料液黏度下降,扩散系数、传质系数及多糖溶解度增大,与水的亲和力也增大,相应会减少浓差极化。但温度提高导致了截留率的降低,这是由于温度升高致使截留膜性能和溶液理化性质的改变。因此,综合考虑温度对溶液性质和膜性能的影响及预期截留率、工业生产成本等因素,温度应控制在 40℃ 以下。

最佳工艺的优化设计:以 PS-30 作为纯化 SDF 的膜组件,固定超滤时间为 30 min。本试验主要影响因素为 3 个,分别是料液比、操作压力、操作温度,试验在上述对设备与工艺分析允许的范围内每个因素取 3 个水平。因素水平表见表 2。

表 2 因素水平表
Table 2 Table of levels and factors

水平	因素		
	A 压力/MPa	B 料液比/(g·mL ⁻¹)	C 温度/℃
1	0.06	1 : 75	20
2	0.07	1 : 85	30
3	0.08	1 : 95	40

本试验的目的是通过试验使指标膜通量最大,正交设计按 L₉(3³)安排试验。所得结果按极差和方差分析法分别进行分析,正交设计及方差分析分别见表 3,表 4。

表 3 试验结果数据表
Table 3 Table of experiment results

试验号	因素			膜通量/ (L·m ⁻² ·h ⁻¹)
	压力 A	料液比 B	温度 C	
1	1 (0.06)	1 (1:75)	1 (20)	101.2
2	1	2 (1:85)	2 (30)	110.9
3	1	3 (1:95)	3 (40)	83.5
4	2 (0.07)	1	2	104.9
5	2	2	3	79.7
6	2	3	1	87.4
7	3 (0.08)	1	3	100.7
8	3	2	1	115.7
9	3	3	2	126.5
k ₁	98.533	102.267	101.433	910.5
k ₂	90.667	102.100	114.100	
k ₃	114.300	99.133	87.967	
R	23.633	3.134	26.133	

注：PS-30 膜组件，时间 30min

从表 3 中可知，9 号试验 A₃B₃C₂ 的膜通量最高为 126.5 L/(m²·h)。根据极差的大小判断，各因素作用的主次顺序为 C>A>B，即温度>压力>料液比，最优水平组合为 A₃B₁C₂。方差分析结果见表 4。

表 4 正交试验方差分析表

Table 4 Table of variance analysis of orthogonal experiment

方差来源	平方和 SS	自由度 df	F _{it}	F _{0.05}	F _{0.10}	显著性
A	869.007	2	72.781			*
B	18.647	2	1.562	19.0	9.0	
C	1 024.747	2	85.825			*
误差	11.94	2				

注：*为差异显著，P<0.05。

从方差分析表 4 可以看出，温度和压力对膜通量的影响差异显著 (P<0.05)，料液比的影响较小。从各因素的 F 值大小可看出，各因素对膜通量影响的主次顺序：温度>压力>料液比，最优水平组合为 A₃B₁C₂，这与用极差的判断结果一致。由于表中没有 A₃B₁C₂ 组合，必须对其进行验证性试验。以 A₃B₁C₂ 组合条件，即压力为 0.08 MPa、料液比为 1:75 g/mL、温度为 30℃，进行了 3 次重复试验，试验结果膜通量达到 127.2 L/(m²·h)。与正交试验中 9 号试验 A₃B₃C₂ 的膜通量 126.5 L/(m²·h) 相比较，要好于 9 号试验结果。因此，最终确定最佳的膜分离工艺条件为 A₃B₁C₂ 组合。

2.2.4 超滤和未经超滤制得 SDF 的组分比较

将花生壳 SDF 过滤、离心浓缩后，未经任何纯化直接加 4 倍体积的无水乙醇醇沉制得的 SDF 粗品^[19]，与经过 PS-30 的超滤膜浓缩制得的 SDF 产品成分比较如表 5 所示。

表 5 膜工艺分离纯化试验结果

Table 5 Experiment results of separating and purifying by membrane technology

名称	未超滤 SDF	超滤后 SDF	%
SDF 得率	100.00	67.56	
NSP 的质量分数	49.85	92.36	
粗蛋白质量分数	5.53	0.92	

注：未超滤工艺条件：浸泡时间 55 min、微波时间 4 min、微波功率 800 W、温度 90℃、料液比 1:14 g/mL；超滤工艺条件：PS-30 膜组件、压力 0.08 MPa、温度 30℃、料液比 1:75 g/mL、时间 30min。

表 5 结果显示，经膜超滤得到的花生壳 SDF 的得率达到 67.56%，NSP 的质量分数由 49.85% 提高到 92.36%，而蛋白质量分数从 5.53% 降到 0.92%，超滤效果较显著。

与传统的提取法比较，经超滤处理生产的水溶性膳食纤维产品中粗蛋白含量明显下降，产品纯度高。整个超滤试验均有较好的膜通量，且生产周期短，每次超滤只需 30 min 时间；成本低，按每吨花生壳粉的价格为 300 元计算，经超滤得到的水溶性膳食纤维产品的成本约为 5555 元/t。

3 结 论

1) 采用膜分离技术对水溶性膳食纤维提取液进行处理，研究了 4 种不同截留分子量的膜过滤组件对水溶性膳食纤维提取液的提取效果，从水溶性膳食纤维得率、非淀粉多糖质量分数、粗蛋白质量分数考虑，PS-30 (截留分子量 30 000 Da) 效果较好。

2) 研究了膜组件 PS-30 操作压力、操作温度、料液比对膜通量的影响，试验结果表明：膜超滤最佳条件为压力 0.08 MPa、料液比 1:75 g/mL、温度 30℃ 时，膜通量达到 127.2 L/(m²·h)。在此条件下，得到的水溶性膳食纤维的得率达到 67.56%，非淀粉多糖的质量分数由 49.85% 提高到 92.36%，而蛋白质量分数从 5.53% 降到 0.92%，超滤效果明显。

[参 考 文 献]

- [1] Elke T, Ronald P M. Water-soluble dietary fibers and cardiovascular[J]. *Physiol Behav.* 2008, 94(2): 285-292.
- [2] Kutos T, Golob T, Kac M, et al. Dietary fiber content of dry and processed beans[J]. *Food Chem.* 2003, 80(2): 231-235.
- [3] Dashti B, Al-Awadi F, Khalafawi M S, et al. Soluble and insoluble dietary fiber in thirty-two Kuwaiti dishes[J]. *Food Chem.* 2003, 83(4): 557-561.
- [4] Yeh S L, Lin M S, Chen H L. Inhibitory effects of a soluble dietary fiber from amorphophallus konjac on cytotoxicity and dna damage induced by fecal water in Caco-2 cells[J]. *Planta Med.* 2007, 73(13): 1384-1388.
- [5] Panel on the Definition of Dietary Fiber. Dietary reference intakes: proposed definition of dietary fiber[M]. Washington D C: National Academy Press, 2001: 1-64.
- [6] Saura-Callxto F, Garcia-Alonso A, Gofii I, et al. In vitro determination of the indigestible fraction in foods[J]. *J Agric Food Chem.* 2000, 48(8): 3342-3347.
- [7] 娄海伟, 迟玉杰. 挤压豆渣中可溶性膳食纤维制备工艺的优化[J]. *农业工程学报*, 2009, 25(6): 285-289.
Lou Haiwei, Chi Yujie. Optimization of technology for preparing soluble dietary fiber from extruded soybean residue[J]. *Transactions of the CSAE.* 2009, 25(6): 285-289. (in Chinese with English abstract)
- [8] 于丽娜, 杨庆利, 禹山林, 等. 花生膳食纤维的研究开发与应用[J]. *食品工业科技*, 2010, 3: 376-380.
Yu Lina, Yang Qingli, Yu Shanlin, et al. Research development and application of the peanut dietary fiber[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2010, 3: 376-380.

- (in Chinese with English abstract)
- [9] 刘荣厚, 袁海荣, 李金洋. 花生壳热解试验及其剩余物特性红外光谱分析[J]. 农业工程学报, 2007, 23(12): 197—202.
- Liu Ronghou, Yuan Hairong, Li Jinyang. Experiments of peanut hull pyrolysis and FTIR spectral analysis of characteristics of its surplus matters[J]. Transactions of the CSAE. 2007, 23(12): 197—202. (in Chinese with English abstract)
- [10] 陈少洲, 陈芳. 膜分离技术与食品加工[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 89—154.
- [11] 周家容, 田允波, 侯轩. 超滤膜分离白术多糖及其抗氧化活性的研究[J]. 西南大学学报, 2009, 31(4): 79—82.
- Zhou Jiarong, Tian Yunbo, Hou Xuan, et al. Isolation of atractylodes macrocephala koidz polysaccharides with ultrafiltration membrane and study of their antioxidant activity[J]. Journal of Southwest University: Natural Science, 2009, 31(4): 79—82. (in Chinese with English abstract)
- [12] 李路军, 喻世涛, 李宇, 等. 超滤膜分离纯化山麦冬多糖的研究[J]. 湖北大学学报, 2006, 28(3): 299—301.
- Li Lujun, Yu Shitao, Li Yu, et al. Isolation and purification of Radix Liriope Polysaccharide by ultrafiltration membrane[J]. Journal of Hubei University: Natural Science Edition, 2006, 28(3): 299—301. (in Chinese with English abstract)
- [13] 汪维云, 施燕, 时宏斌, 等. 超滤膜分离灰树花多糖的工艺条件优化[J]. 食品与发酵工业, 2010, 16(4): 190—193.
- Wang Weiyun, Shi Yan, Shi Hongbin, et al. Studies on optimization technology of separation grifolan using ultrafiltration membrane[J]. Food and Fermentation Industries. 2010, 16(4): 190—193. (in Chinese with English abstract)
- [14] 韩鲁佳, 阎巧娟, 江正强, 等. 黄芪多糖和皂甙提取工艺研究[J]. 农业工程学报, 2000, 16(5): 118—121.
- Han Lujia, Yan Qiaojuan, Jiang Zhengqiang, et al. Study on extracting technology of Astragalan Polysaccharide (ASP) and Astragaloside (AS)[J]. Transactions of the CSAE. 2000, 16(5): 118—121. (in Chinese with English abstract)
- [15] 李红霞, 王世清, 于丽娜, 等. 微波提取花生茎中水溶性膳食纤维的工艺优化[J]. 食品科学, 2010, 31(22): 221—225.
- Li Hongxia, Wang Shiqing, Yu Lina, et al. Optimization of extraction processing of soluble dietary fiber from peanut stems by microwave technology[J]. Food Science. 2010, 31(22): 221—225. (in Chinese with English abstract)
- [16] 于丽娜, 杨庆利, 毕洁, 等. 花生壳水溶性膳食纤维不同提取工艺及其抗氧化活性研究[J]. 食品科学, 2009, 30(22): 27—32.
- Yu Lina, Yang Qingli, Bi Jie, et al. Extraction and antioxidant activity evaluation of water soluble dietary fiber from peanut hull[J]. Food Science. 2009, 30(22): 27—32. (in Chinese with English abstract)
- [17] Yu Lina, Yang Qingli, Yu Shanlin, et al. Study on the extraction of water soluble dietary fiber and antioxidant activity from peanut stem by ultrasonic wave[C]//2009 International Conference of Natural Products and Traditional Medicine, Springer, 2009: 560—564.
- [18] Yu L N, Qong Q X, Yang Q L, et al. Technology optimization for microwave-assisted extraction of water soluble dietary fiber from peanut hull and its antioxidant activity[J]. Food Sci Technol Res. 2011, 17(5): 401—408.
- [19] 顾海峰, 李春美, 徐玉娟, 等. 柿子单宁的制备及其抗氧化活性研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(5): 241—245.
- Gu Haifeng, Li Chunmei, Xu Yujuan, et al. Preparation and antioxidant activity of tannin from persimmon pulp[J]. Transactions of the CSAE. 2007, 23(5): 241—245. (in Chinese with English abstract)

Purification of water soluble dietary fiber (SDF) from peanut hull using ultrafiltration

Wang Shiqing¹, Yu Lina², Yang Qingli^{2*}, Li Hongxia^{1,2}

(1. College of Food Science and Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China;




2. Shandong Peanut Research Institute, Qingdao 266100, China)

Abstract: In order to explore the effective purification technology for water soluble dietary fiber (SDF) from peanut hull, the suitable membrane module was determined. The separation of SDF extracting solution with ultrafiltration was conducted using membrane with different molecular weight cut-off and optimizing membrane separation process conditions. The results showed that PS-30 polysulfone membrane had the best separation effect under the operating conditions of pressure 0.08 MPa, ratio of material to liquid 1:75 g/mL, temperature 30°C. Under these conditions, the membrane flux reached 127.2 L/(m²·h), the yield of SDF was 67.56%, non-starch polysaccharides (NSP) quality fraction increased from 49.85% to 92.36%, and the protein quality fraction decreased from 5.53% to 0.92%. Compared with the conventional extraction method, ultrafiltration membrane separation technology has the advantages of short producing cycle, low manufacturing cost and high purity and quality.

Key words: separation, purification, membrane, optimization, filtration, peanut hull, water-soluble dietary fiber

超滤膜分离纯化花生壳中水溶性膳食纤维

作者: [王世清](#), [于丽娜](#), [杨庆利](#), [李红霞](#), [Wang Shiqing](#), [Yu Lina](#), [Yang Qingli](#), [Li Hongxia](#)
 作者单位: [王世清, Wang Shiqing\(青岛农业大学食品科学与工程学院, 青岛, 266109\)](#), [于丽娜, 杨庆利, Yu Lina, Yang Qingli\(山东省花生研究所, 青岛, 266100\)](#), [李红霞, Li Hongxia\(青岛农业大学食品科学与工程学院, 青岛 266109; 山东省花生研究所, 青岛266100\)](#)

刊名: [农业工程学报](#)   
 英文刊名: [Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering](#)
 年, 卷(期): 2012, 28(3)
 被引用次数: 2次

参考文献(19条)

1. [Elke T; Ronald P M Water-soluble dietary fibers and cardiovascular](#) 2008(02)
2. [Kutos T; Golob T; Kac M Dietary fiber content of dry and processed beans](#)[外文期刊] 2003(02)
3. [Dashti B; Al-Awadi F; Khalafawi M S Soluble and insoluble dietary fiber in thirty-two Kuwaiti dishes](#) 2003(04)
4. [Yeh S L; Lin M S; Chen H L Inhibitory effects of a soluble dietary fiber from amorphophallus konjac on cytotoxicity and dna damage induced by fecal water in Caco-2 cells](#)[外文期刊] 2007(13)
5. [Panel on the Definition of Dietary Fiber Dietary reference intakes: proposed definition of dietary fiber](#) 2001
6. [Saura-Callxto F; Garcia-Alonso A; Gof\(n\) i I In vitro determination of the indigestible fraction in foods](#)[外文期刊] 2000(08)
7. [娄海伟; 迟玉杰 挤压豆渣中可溶性膳食纤维制备工艺的优化](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2009(06)
8. [于丽娜; 杨庆利; 禹山林 花生膳食纤维的研究开发与应用](#) 2010
9. [刘荣厚; 袁海荣; 李金洋 花生壳热解试验及其剩余物特性红外光谱分析](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2007(12)
10. [陈少洲; 陈芳 膜分离技术与食品加工](#) 2005
11. [周家容; 田允波; 侯轩 超滤膜分离白术多糖及其抗氧化活性的研究](#)[期刊论文]-[西南大学学报](#) 2009(04)
12. [李路军; 喻世涛; 李宇 超滤膜分离纯化山麦冬多糖的研究](#)[期刊论文]-[湖北大学学报](#) 2006(03)
13. [汪维云; 施燕; 时宏斌 超滤膜分离灰树花多糖的工艺条件优化](#)[期刊论文]-[食品与发酵工业](#) 2010(04)
14. [韩鲁佳; 阎巧娟; 江正强 黄芪多糖和皂甙提取工艺研究](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2000(05)
15. [李红霞; 王世清; 于丽娜 微波提取花生茎中水溶性膳食纤维的工艺优化](#)[期刊论文]-[食品科学](#) 2010(22)
16. [于丽娜; 杨庆利; 毕洁 花生壳水溶性膳食纤维不同提取工艺及其抗氧化活性研究](#)[期刊论文]-[食品科学](#) 2009(22)
17. [Yu Lina; Yang Qingli; Yu Shanlin Study on the extraction of water soluble dietary fiber and antioxidant activity from peanut stem by ultrasonic wave](#) 2009
18. [Yu L N; Qong Q x; Yang Q L Technology optimization for microwave-assisted extraction of water soluble dietary fiber from peanut hull and its antioxidant activity](#) 2011(05)
19. [顾海峰; 李春美; 徐玉娟 柿子单宁的制备及其抗氧化活性研究](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2007(05)

引证文献(2条)

1. [余凡; 葛亚龙; 杨恒拓 苜蓿中膳食纤维的提取工艺及生理功能的研究进展](#)[期刊论文]-[杭州化工](#) 2013(4)
2. [吴剑; 唐会周; 褚伟雄 豆渣中大豆异黄酮和膳食纤维的提取分离与活性研究进展](#)[期刊论文]-[河南工业大学学报\(自然科学版\)](#) 2013(1)

引用本文格式: [王世清, 于丽娜, 杨庆利, 李红霞, Wang Shiqing, Yu Lina, Yang Qingli, Li Hongxia 超滤膜分离纯化花生壳中水溶性膳食纤维](#) [期刊论文]-[农业工程学报](#) 2012(3)