

# 超滤、纳滤技术分离大枣功效成分的研究

原超<sup>1</sup>, 范三红<sup>1</sup>, 林勤保<sup>2\*</sup>, 王亚云<sup>1</sup>  
(1.山西大学生命科学学院, 太原 030006;  
2.山西大学应用化学研究所, 太原 030006)

**摘要:** 以大枣汁为材料, 研究不同截留分子量(10000、5000、800、500 u)的超滤和纳滤膜分离大枣中粗多糖、粗低聚糖和单糖糖浆的效果, 筛选了不同截留分子量的超滤膜和纳滤膜, 并分别优化操作条件, 得到适宜的工艺条件。结果表明: 选用10000 u超滤膜, 大枣汁可溶性固形物含量为3%, 操作压力0.12 MPa; 选用500 u纳滤膜, 可溶性固形物含量为1.0%, 操作压力0.54 MPa。在此条件下, 粗多糖、粗低聚糖和单糖糖浆的得率依次为5.21%、19.24%和58.27%, 纯度可达到52.61%、54.78%和84.00%。

**关键词:** 大枣; 超滤; 纳滤; 功效成分

**中图分类号:** R 284.2      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-9989(2012)02-0102-06

## Separation of function component of jujube dates by ultrafiltration and nanofiltration membranes

YUAN Chao<sup>1</sup>, FAN San-hong<sup>1</sup>, LIN Qin-bao<sup>2\*</sup>, WANG Ya-yun<sup>1</sup>

(1.College of Life Science, Shanxi University, Taiyuan 030006;  
2.Institute of Applied Chemistry, Shanxi University, Taiyuan 030006)

**Abstract:** The ultrafiltration and nanofiltration membranes were used to separate the crude polysaccharides, crude oligosaccharides and monosaccharide from Ziziphus jujube dates extract. The membranes with different molecular weight cut-off(10000, 5000, 800, 500 u) were screened and the operation conditions were optimized. It turned out that ultrafiltration was performed with 10000 u membrane and 3% of soluble solids at 0.12 MPa. Nanofiltration was carried out with 500 u membrane and 1.0% of soluble solids at 0.54 MPa. The final yield of crude polysaccharides was 5.21%, crude oligosaccharides was 19.24% and the monosaccharide was 58.27%. The purity was up to 52.61%, 54.78% and 84.00%, respectively.

**Key words:** Ziziphus jujube dates; ultrafiltration; nanofiltration; function component

膜分离技术是近年来迅速发展的一项新兴的物质分离浓缩技术, 无需加入任何试剂, 属于物

理过程, 无相变, 可在常温下连续操作, 尤其适宜于加热易变性的热敏性物质<sup>[1]</sup>, 在食品<sup>[2-4]</sup>、医

收稿日期: 2011-06-17

\*通讯作者

基金项目: 林业公益性行业科研专项基金项目(201004041)。

作者简介: 原超(1986—), 女, 山西长治人, 硕士研究生, 研究方向为食品科学。

药<sup>[5]</sup>、生化领域<sup>[6]</sup>发展迅猛,其中超滤、纳滤技术已成为膜分离技术中的重要操作单元。超滤、纳滤技术在糖分提取分离中的应用在综述文章<sup>[7]</sup>中偶尔提到,但应用超滤、纳滤技术进行糖分提取分离的研究论文<sup>[8-9]</sup>很少见到。大枣作为中国传统的“药食同源”的果品,功效成分中大部分是果糖、葡萄糖等单糖,占到枣肉总干物质的80%以上<sup>[10]</sup>。应用膜分离技术,在分离糖分的同时,可以有效地回收其他功效成分如大分子量粗多糖、蛋白质,低分子量的多酚、黄酮和低聚糖<sup>[11-12]</sup>等,大大提高了大枣中功效成分的利用率,可以不加乙醇(或丙酮)、Sevage试剂(或三氯乙酸等)等有机溶剂,或大幅度地减少这些溶剂的用量,这对于安全、有效、低成本、高效率地利用原材料中的糖分和其他功效成分有着深远的意义,因而在糖分的提取分离中有广阔的应用前景。本研究将就大枣粗多糖、粗低聚糖和大枣营养糖浆的膜分离进行初步的尝试,筛选了不同截留分子量的超滤膜和纳滤膜,并分别优化操作条件,多次试验得到稳定的得率、纯度数据,同时分析各部分样品的功效成分(总糖、还原糖、蛋白质、多酚、总黄酮等),为应用研究打下一定的基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

大枣:来源于山西临县木枣;将采摘的新鲜大枣去核后置于50℃的恒温鼓风干燥箱中,恒温烘干后,置于密封袋中密封,保存于4℃的冰箱中待用。

苯酚:上海中邦化工厂;浓硫酸、葡萄糖:天津市化学试剂三厂公司;硫酸铜、酒石酸钾钠:成都市科龙化工试剂厂;硝酸铝、亚硝酸钠、氢氧化钠:天津市风船化学试剂科技有限公司;芦丁标品:南京清责医药科技开发有限公司,所用试剂均为分析纯。

### 1.2 仪器与设备

阿贝折光仪、752N紫外可见分光光度计、FA1004N电子天平:上海精密科学仪器有限公司;RO-NF-UF-4010型实验室用膜分离装置:配有截留分子量分别为10000、5000、800、500 u的中空纤维式膜组件,膜面积0.1 m<sup>2</sup>,上海摩速科学器材有限公司;101-1ES电热恒温水浴锅:北京市永光明医疗仪器厂;201D-II旋转蒸发器、SHB-III循环水式多用真空泵:郑州长城科工贸有

限公司。

### 1.3 方法

1.3.1 大枣汁的制备 取上述大枣,切碎。采用水浸提法,根据实验室前期试验,以液料比20:1、浸提温度为85℃、浸提时间9 h为提取工艺参数,对大枣中水溶性成分进行提取。提取液于4000 r/min离心分离15 min,收集上层清液,备用。

1.3.2 预过滤 将离心得到的清液用布氏漏斗真空抽滤,真空度0.1 MPa,得到澄清透明的大枣清汁。

1.3.3 膜分离试验 在室温条件下,样品液经输液泵输入膜分离组件,以错流过滤的方式通过膜组件,经膜分离后透过液从膜组件外侧出口端流出,截留液返回进料罐中再次循环膜过滤<sup>[13]</sup>,集中收集相应的截留液、透过液,得到相应的截留分子量的大枣汁。

1.3.4 工艺流程<sup>[14-15]</sup> 大枣→水提取液→离心分离→真空抽滤→超滤(截留液减压蒸馏浓缩、常压干燥得粗多糖)→透过液→纳滤(截留液减压蒸馏浓缩、常压干燥得粗低聚糖)→透过液→减压蒸馏浓缩得单糖糖浆→各部分功效成分分析

1.3.5 测定方法 水分含量测定采用直接干燥法<sup>[16]</sup>;可溶性固形物含量测定采用折射仪法<sup>[17]</sup>;总糖含量测定采用苯酚-硫酸法<sup>[18]</sup>;还原糖含量测定采用菲林试剂分光光度比色法<sup>[19]</sup>;溶液色值的测定,用分光光度计在420 nm处测定溶液的吸光度,以去离子水作参比<sup>[13]</sup>;蛋白含量测定采用凯氏定氮法<sup>[20]</sup>;多酚含量测定采用Folin-Ciocalteu比色法<sup>[9]</sup>;总黄酮含量测定采用分光光度比色法<sup>[18]</sup>。

### 1.3.6 膜通量的计算

膜通量的计算式:  $J = \Delta V / (S \cdot \Delta t)$

式中: J为膜通量, L/(m<sup>2</sup>·h);

$\Delta V$ 为取样时间内透过液体积, L;

S为膜面积, m<sup>2</sup>;

$\Delta t$ 为取样时间, h。

### 1.3.7 得率及纯度的计算 得率计算: $W = m_1 / m_2$

式中: W分别为粗多糖、粗低聚糖和单糖糖浆得率, %;

$m_1$ 分别为粗多糖、粗低聚糖和单糖糖浆质量(干基计), mg;

$m_2$ 为称量大枣质量(干基计), mg。

粗多糖、粗低聚糖纯度计算:  $p = (C_1 N_1 - C_2 N_2) V / m_1$

式中: p为粗多糖或粗低聚糖纯度, %;

$C_1$ 为粗多糖或粗低聚糖溶液中总糖质量

浓度, mg/mL;  
 $N_1$ 为测定粗多糖或粗低聚糖中总糖时样品的稀释倍数;  
 $C_2$ 为粗多糖或粗低聚糖溶液中还原糖质量浓度, mg/mL;  
 $N_2$ 为测定粗多糖和粗低聚糖中还原糖时样品的稀释倍数;  
 $V$ 为溶液体积, mL;  
 $m_1$ 为粗多糖、粗低聚糖质量(干基计), mg。

单糖糖浆纯度计算:  $p = CNV/m_1$

式中:  $p$ 为单糖糖浆纯度, %;

$C$ 为单糖糖浆中还原糖质量浓度, mg/mL;

$N$ 为测定单糖糖浆中还原糖时样品的稀释倍数;

$V$ 为溶液体积, mL;

$m_1$ 为单糖糖浆过膜后可溶性固形物质量, mg。

## 2 结果与分析

### 2.1 大枣汁超滤分离工艺的优化

2.1.1 超滤膜的选择 采用2种不同规格的膜组件(截留分子量分别为10000、5000 u)对相同体积的经过预过滤的大枣汁进行分离。控制压力为0.10~0.18 MPa, 可溶性固形物含量5%, 考察可溶性固形物截留率、总糖截留率、还原糖截留率和色素截留率4个指标, 以选择合适的膜分离粗多糖, 结果如表1所示。

表1 截留分子量不同的超滤膜对大枣汁的影响

超滤膜的截留分子量/u	可溶性固形物截留率/%	总糖截留率/%	还原糖截留率/%	色素截留率/%
10000	6.26	4.27	-	18.68
5000	7.82	5.10	0.50	31.04

注: (1)截留率=截留液中某成分的含量/超滤前溶液中某成分的含量;  
 (2)“-”表示未检出。

表1结果表明截留分子量5000 u的超滤膜, 可溶性固形物截留率较大, 但截留分子量为10000 u的超滤膜得到的截留物, 无还原糖检出, 同时色素含量也低, 为之后的大枣粗多糖的纯化提供可靠原料。因此得出, 在大枣溶液超滤时选择截留分子量为10000 u的超滤膜。

2.1.2 超滤中可溶性固形物含量的确定 取不同可溶性固形物含量的预处理大枣汁(1%、3%、5%、7%和9%)800 mL, 在操作压力为0.10 MPa和室温条

件下, 选用10000 u超滤膜进行超滤试验, 考察膜通量、粗多糖得率和纯度的变化。结果见图1。

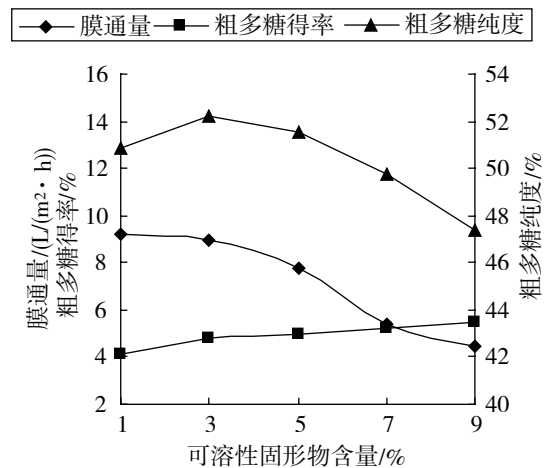


图1 可溶性固形物含量对膜通量、粗多糖得率和纯度的影响

由图1可知, 可溶性固形物含量在1%~3%时, 膜通量由9.24 L/(m<sup>2</sup>·h)下降至8.93 L/(m<sup>2</sup>·h), 在3%之后膜通量随可溶性固形物含量的增加而迅速下降。主要原因是随可溶性固形物含量的增加, 料液浓度增大, 膜面上的传质层加厚, 料液在膜表面迅速形成浓差极化。从节约操作时间和延长膜寿命考虑, 大枣汁可溶性固形物含量控制在3%较合适。

从图1可知, 可溶性固形物含量对粗多糖得率和纯化效果的影响。随着可溶性固形物含量的增大, 粗多糖得率4.13%升为5.52%, 呈上升趋势, 可能因为可溶性固形物含量升高, 截留物增加, 所以粗多糖得率增加。可溶性固形物含量为1%~3%时粗多糖的纯度由50.89%升至52.21%, 之后呈下降趋势, 可能因为随着可溶性固形物含量继续升高, 膜表面的浓差极化增大, 膜材料凝胶层加厚, 膜污染速度加快, 造成膜的截留性能提高, 一些分子质量较小的物质被膜组件截留下来, 所以粗多糖的纯度降低。从提取液膜通量、粗多糖得率及纯度的角度考虑, 故采用3%。

2.1.3 超滤中操作压力的确定 取相同可溶性固形物含量(3%)的预过滤大枣汁800 mL, 在室温条件下, 改变操作压力(0.10、0.12、0.14、0.16 MPa和0.18 MPa), 选用10000 u超滤膜进行超滤试验, 考察膜通量、粗多糖得率和纯度的变化。结果见图2。

由图2可知, 在操作压力小于0.12 MPa时, 膜通量随操作压力的增加而显著增加; 当操作压力大于0.12 MPa时, 膜通量随操作压力增加反而略



减。这可能因为操作压力增大,导致沉积物沉降和吸附速率增加,膜面沉积物在高压差作用下不断增厚、变实,出现过滤阻力增加,使膜通量随操作压力增加呈现下降的情况。因此最佳操作压力为0.12 MPa。

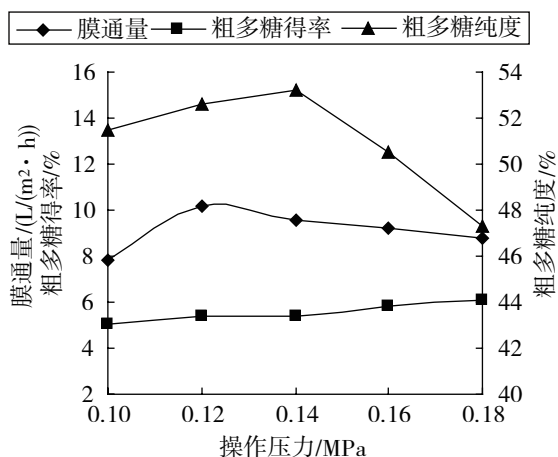


图2 操作压力对膜通量、粗多糖得率和纯度的影响

从图2可知,膜组件操作压力对粗多糖得率和纯化效果。操作压力在0.10~0.18 MPa粗多糖的得率随压力的增加有由5.01%上升至6.12%,呈上升趋势,可能因为随着压力增加,经过超滤浓缩使原料溶液的浓度加大,凝胶层出现及固化,导致透过率降低,粗多糖得率增加。粗多糖纯度在47.33%~53.19%之间,在0.14 MPa处最大为53.19%,当操作压力为0.12 MPa时纯度为52.61%。粗多糖的纯度在0.12 MPa和0.14 MPa处相差很小,同时从提取液膜通量和粗多糖得率角度考虑,故操作压力为0.12 MPa最为合适。

## 2.2 大枣汁纳滤分离工艺的优化

### 2.2.1 纳滤膜的选择

取相同体积经截留分子量为10000 u的超滤膜过滤之后的透过液,控制可溶性固形物含量在2%,压力控制在0.5~0.6 MPa,分别通过截留分子量为800 u和500 u的纳滤膜,过滤完毕后,将截留液加入一定量的水,使料液的浓度保持2%再进行纳滤<sup>[21]</sup>,如此反复3次,得到的截留物为粗低聚糖,结果见表2。800 u和500 u膜分离后截留液中总糖截留率相差很大,还原糖的截留率相差很小,这表明大枣低聚糖的分子量处于500~800 u之间的比例较高,因此在大枣溶液纳滤

表2 截留分子量不同的纳滤膜对大枣汁的影响

纳滤膜的截留分子量/u	可溶性固形物截留率/%	总糖截留率/%	还原糖截留率/%
800	13.32	9.08	2.61
500	24.66	20.04	3.51

注:截留率=截留液中某成分的含量/纳滤前溶液中某成分的含量。

得到粗低聚糖时选择500 u的膜。

### 2.2.2 纳滤中可溶性固形物质量浓度的确定

取不同可溶性固形物含量的经10000 u超滤膜过滤的透过液(0.5%、1.0%、1.5%、2.0%和2.5%)800 mL,在操作压力为0.50 MPa和室温条件下,选用500 u纳滤膜进行纳滤试验,考察膜通量、粗低聚糖得率和纯度的变化。结果见图3。

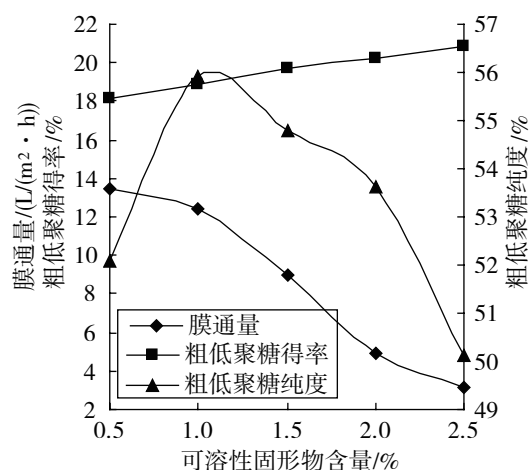


图3 可溶性固形物含量对膜通量、粗低聚糖得率和纯度的影响

由图3可知,可溶性固形物含量在0.5%~1.0%时,膜通量由13.5 L/(m<sup>2</sup>·h)下降至12.4 L/(m<sup>2</sup>·h),在1.0%之后膜通量随可溶性固形物含量的增加而迅速下降。说明随可溶性固形物含量的增加,料液在膜表面迅速形成浓差极化,使得膜面污染情况加重。尽管较低的可溶性固形物含量能减缓膜污染,但是含量过小会影响生产效率。据此本研究选择大枣汁可溶性固形物含量1.0%。

从图3可知,可溶性固形物含量对粗低聚糖得率和纯化效果的影响。随着可溶性固形物含量的增大,粗低聚糖得率呈上升趋势,一方面可能因为可溶性固形物含量升高,截留物增加,所以粗低聚糖得率增加,另一方面可溶性固形物含量增大,膜面上的传质层加厚,使得膜面污染情况加重,一些分子量小的物质被膜组件截留下来,使得率增大。可溶性固形物含量为1.0%时粗低聚的纯度最高为55.93%,同时从膜通量和粗多糖得率角度考虑,故可溶性固形物为1.0%最为合适。

### 2.2.3 纳滤中操作压力的确定

取相同可溶性固形物含量(1.0%)的透过液800 mL,在室温条件下,改变操作压力(0.50、0.52、0.54、0.56 MPa和0.58 MPa),选用500 u纳滤膜进行纳滤试验,考察膜通量、粗低聚糖得率和纯度的变化。结果见图4。

操作压力在0.50%~0.54 MPa时,膜通量由

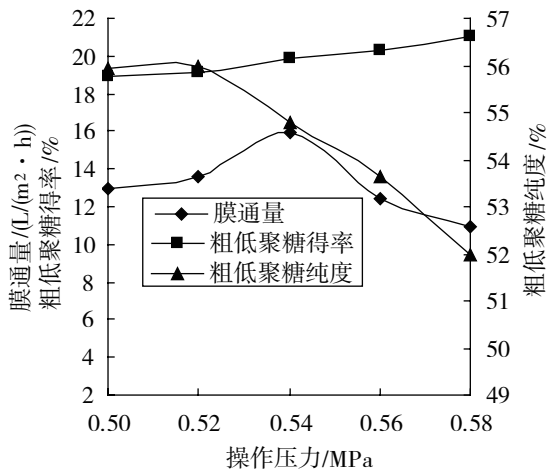


图4 操作压力对膜通量、粗低聚糖得率和纯度的影响

12.4 L/(m<sup>2</sup>·h)上升至17.0 L/(m<sup>2</sup>·h), 在0.54 MPa之后膜通量略有下降。因为在开始阶段随操作压力增大, 膜通量随之增大; 操作压力继续增加, 经过纳滤浓缩使料液浓度加大, 致使浓差极化加剧, 逐步形成凝胶层, 膜通量趋于极限值, 所以不再随压力的增大而增大, 另一方面, 随着凝胶层的积蓄加厚, 阻力增大, 致使膜通量反而会有下降的趋势, 而且压力越高, 凝胶层形成的速度越快, 压力过大, 膜甚至会被挤压而导致严重堵塞。综合考虑各项因素, 操作压力选择0.54 MPa。

从图4可知, 膜组件操作压力对粗低聚糖得率和纯化效果。操作压力在0.50~0.58 MPa粗低聚糖的得率随压力的增加由18.90%上升至21.09%, 呈上升趋势。粗低聚糖纯度在52.00%~56.00%之间, 在0.52 MPa处最大为56.00%, 当操作压力为0.54 MPa时纯度为54.78%, 同时从提取液膜通量和粗多糖得率角度考虑, 故操作压力为0.54 MPa最为合适。

### 2.3 大枣中有效糖分的定量分析

选用10000 u超滤膜, 大枣汁可溶性固形物含量为3%, 操作压力0.12 MPa; 500 u纳滤膜, 可溶性固形物含量为1.0%, 操作压力0.54 MPa。在实验用膜分离装置上对大枣中各组分糖进行分段, 实验过程中分别收集截留液和透过液, 常压80 °C干燥后得到大枣粗多糖、粗低聚糖和单糖糖浆, 分别称其质量, 并测定其得率及纯度。结果如图5所示。

从图5可以看出, 大枣提取液经过一系列膜分离后, 将大枣功能性糖分分为3部分, 其中得率最高的为大枣单糖糖浆部分, 粗多糖和粗低聚糖的

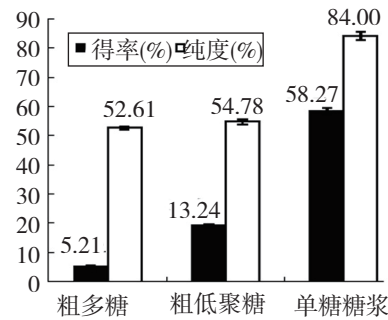


图5 大枣提取液过膜后各部分得率及纯度

得率相对比较低。在本次实验中所得到的成分都不是纯的, 粗多糖中的糖纯度为52.61%, 这说明粗多糖中一半的成分不是多糖, 因为大枣中除了分子量大的多糖外, 还含有较多的蛋白质, 这些成分随着枣的成熟度及品质不同, 含量也不同。而粗低聚糖部分中糖纯度为54.78%, 根据试验中对产品颜色的观察, 这部分的颜色深度明显要比其他部分高, 低聚糖部分聚集了大量的色素, 这也说明大枣中的大部分色素的分子量低于10000 u。透过截留分子量为500 u的膜的样品中, 单糖糖浆纯度为84.00%, 这说明500 u的膜对大枣单糖糖浆的分离效果还是比较好的。

### 2.4 膜分离后成分分析

大枣中除了多糖、低聚糖和单糖外, 还有其他的一些功效成分, 如蛋白质、多酚、总黄酮等, 这些成分经膜分离后也会以不同含量存在于粗多糖、粗低聚糖和单糖糖浆中。膜分离后各组分成分分析(干基计)如表3所示, 从表3中可以看出粗多糖部分含有较多的蛋白质, 多酚和总黄酮大部分都在粗低聚糖和单糖糖浆部分。

表3 膜分离后各部分成分分析

项目	总糖/%	还原糖/%	粗蛋白/%	多酚/(mg/g)	总黄酮/(mg/g)
提取原液	77.13	60.96	2.76	12.21	4.93
粗多糖	52.61	-	27.58	2.07	0.65
粗低聚糖	64.03	9.25	4.47	15.88	2.67
单糖糖浆	84.17	84.00	-	11.87	6.04

注: (1)单糖糖浆以可溶性固形物含量计; (2)“-”表示未检出。

### 3 结论

采用超滤-纳滤膜分离技术对大枣中功能性糖分进行了提取分离, 筛选了不同截留分子量的超滤膜和纳滤膜, 并分别优化操作条件, 得到适宜的工艺条件。结果表明: 选用10000 u超滤膜, 大枣汁可溶性固形物含量为3%, 操作压力0.12 MPa; 选用500 u纳滤膜, 可溶性固形物含量

为1.0%，操作压力0.54 MPa。在此条件下，用实验用膜分离装置对大枣中各组分糖进行分段，超滤膜对大枣中的多糖等一些大分子物质进行截留，并收集到以大枣多糖为主的功效成分；纳滤膜对超滤透过液进行截留，并同时收集到以低聚糖为主的功效成分和单糖为主的功效成分。粗多糖、粗低聚糖和单糖糖浆的得率依次为5.21%、19.24%和58.27%，纯度可达到52.61%、54.78%和84.00%。可见，超滤-纳滤技术对于分离大枣中的功能性糖分是一种有效的分离方法，是大枣糖分提取反应走向实用化，工业化的有效途径。

#### 参考文献:

- [1] 张小曼,马银海,李勇,等.膜分离技术提取山竺红色素的工艺优化[J].食品科学,2010,31(10):133-136
- [2] PINELO M, JONSSON G, MEYER A S. Membrane technology for purification of enzymatically produced oligosaccharides: Molecular and operational features affecting performance[J]. Separation and Purification Technology,2009,70(1):1-11
- [3] MARTINEZ-FEREZ A, RUDLOFF S, GUADIX A, et al. Goats' milk as a natural source of lactose-derived oligosaccharides: Isolation by membrane technology[J]. International Dairy Journal,2006,16(2):173-181
- [4] 冯文婕,蔡邦肖.果汁生产中膜技术的应用[J].食品科技,2006,31(10):14-18
- [5] 张秀媛,庞春酉,白殿海,等.超滤法分离纯化酪蛋白糖巨肽的研究[J].食品科技,2010,35(01):211-213, 217
- [6] IWASAKI K, MATSUBARA Y. Purification of pectate oligosaccharides showing root-growth-promoting activity in lettuce using ultrafiltration and nanofiltration membranes[J]. Journal of Bioscience and Bioengineering,2000,89(5):495-497
- [7] 张庆雷,周宏兵.膜分离技术及其在多糖分离纯化研究中的应用[J].食品与药品,2009,11(3):60-62
- [8] 蒋梅峰,林勤保.大枣低聚糖的分离纯化及结构分析[J].食品科学,2008,29(8):376-378
- [9] 叶晓,易剑平,俞军,等.微滤、超滤和纳滤联用对多糖进行分子量分级[J].食品科技,2006,31(8):107-110
- [10] ZHAO Z H, LIU M J, TU P F. Characterization of water soluble polysaccharides from organs of Chinese Jujube (*Ziziphus jujuba* Mill. cv. Dongzao)[J]. European Food Research And Technology,2008,226(5):985-989
- [11] 原超,范三红,林勤保.红枣的功效成分[J].农产品加工,2010,(09):12-13
- [12] 寇小红,江和源,张建勇,等.系列膜超滤处理在茶多糖分离纯化中的应用研究[J].食品科技,2008,33(10):152-155
- [13] 蒋丽华,华欲飞.超滤技术纯化大豆糖蜜中低聚糖的研究[J].中国油脂,2007,32(6):58-61
- [14] 李晓炼,刘志同,叶光.膜分离技术提取大豆乳清中的低聚糖[J].食品科技,1999,(4):19-21
- [15] 田龙,鲁云凤,杜敏华,等.猕猴桃果水溶性多糖的超滤膜分离研究[J].过滤与分离,2007,17(1):26-28
- [16] 中华人民共和国卫生部. GB5009.3-2010食品安全国家标准食品中水分的测定[S]. 2010
- [17] 中华人民共和国农业部. GB/T 12295-1990水果、蔬菜制品可溶性固形物含量的测定-折射仪法[S]. 1990
- [18] 韩利文,刘可春,党立,等.雪梨营养成分分析及评价[J].山东科学,2008,21(05):25-27
- [19] 黄婉玉.超滤对红枣汁理化性质和抗氧化活性的影响[D].西安:西北大学,2010
- [20] 中华人民共和国卫生部. GB 5009.5-2010食品安全国家标准食品中蛋白质的测定[S]. 2010
- [21] 陈玲,李炳辉,张志平,等.紫花杜鹃干燥嫩叶中黄酮类化合物的提取及膜分离纯化[J].食品科学,2009,30(24):34-37

## 本刊启事

食品科技网站(<http://www.e-foodtech.net/>)投稿功能已经开通,2010年10月1日起邮箱不再执行收稿工作,邮箱自动回复将提示您登录投稿平台,请各位作者注意邮箱的自动回复。投稿流程可以登录食品科技博客(<http://blog.sina.com.cn/shipinkj>)参考。审稿期仍为两个月,您可以通过您的稿件编号等信息在平台进行稿件进度及结果的查阅。

如果您的稿件录用后(一定是确定已录用的稿件,如果您的稿件在录用之前需要修改,请您用您的稿件编号登录,在平台上投送修改稿)编辑需要您修改或补充资料,请您将补充的资料或是修改稿件发送至原收稿邮箱。另外我刊没有启用中国知网的采编平台,请您不要到知网投稿,以免耽误您稿件的审阅。某些代发论文网站与我社均毫无联系,请您注意以免上当受骗。