



甘肃农业大学

《食品加工新技术》 课程论文

题目 浅谈膜分离技术在食品加工中的应用
学院 食品科学与工程
专业 食品工程
姓名 朱妍丽
学号 107331712190

食品科学与工程学院
二〇一七年十二月

目录

摘要.....	1
关键词.....	1
前言.....	1
1. 膜材料.....	1
1.1 超滤膜（UF）.....	2
1.2 反渗透膜（RO）.....	2
2. 食品加工中的应用.....	2
2.1 在果汁及饮料加工中的应用.....	2
2.1.1 果胶提取中的应用.....	3
2.1.2 果蔬汁澄清和浓缩的应用.....	3
2.2 饮用水处理中的应用.....	3
2.3 乳及豆制品加工中的应用.....	3
2.4 油脂加工中的应用.....	4
3. 膜分离技术存在的问题.....	4
4. 发展前景.....	5
参考文献：.....	7

浅谈膜分离技术在食品加工中的应用

朱妍丽

(甘肃农业大学食品科学与工程学院食品工程专业, 甘肃兰州, 730070)

摘要: 相对于传统食品加工技术, 高新技术的出现带动了食品加工业的快速发展, 将快速、便捷、连续化的生产设备用于食品加工生产中, 不仅减小了工厂工人的劳动强度, 而且使得生产过程集约化, 可以完成大规模的生产加工作业, 使得每一个环节都能按照严格的工艺条件进行, 从而提高产品的品质与质量。膜分离技术是一项新型高效的技术, 本文主要介绍膜分离技术在食品加工中的应用。

关键词: 膜分离技术; 食品加工; 应用

Talking about the Application of Membrane Separation Technology in Food Processing

*(Major in Food Engineering Professional in the College of Food Science and
Engineering of Gansu Agricultural University, Gansu Lanzhou, 730070)*

Compared with traditional food processing technology, the emergence of high and new technology to drive the rapid development of the food processing industry, the rapid, convenient and continuous production equipment used for food processing production, not only reduce the labor intensity of the factory workers, and makes the production process intensification and can finish mass production and processing operations, make every link can be carried out in accordance with the strict process conditions, so as to improve the quality of the products and quality. Membrane separation technology is a new and efficient technology. This paper mainly introduces the application of membrane separation technology in food processing.

Key words: membrane separation technology; food processing; application

前言

随着人们生活节奏的加快和生活质量的提高, 现代食品已朝着多样性、快捷性、营养性和安全性方向发展。传统的食品加工技术已产生重大变革, 新型食品高新技术不断涌现, 从而满足现代食品加工工业生产要求^[1]。

膜分离技术是一项新型高效、精密分离、新兴的多学科交叉的高新技术^[2]。

以选择性透过膜为分离介质,借助外界推动力,对两种组分或多种组分进行分级、分离和富集。与其它分离技术相比,膜分离为物理过程,无需引入外源物质,节约能源的同时,减少了对环境的污染;其次,膜分离在常温下进行,过程中没有相变,适宜对食品工业中生物活性物质进行分离及浓缩。

膜分离技术首先应用于乳品加工和啤酒无菌过滤^[3],目前,在食品工业中已被广泛应用于饮用水、乳及乳制品、果蔬汁、饮料、酿造发酵、粮油、水产品、畜禽产品、食品功能活性成分、天然食品添加剂和食品加工废弃物综合利用等多个食品生产加工领域。值得注意的是,在膜分离过程中存在膜污染问题。膜污染导致通量减少、重复利用性差等问题,在膜分离过程中需要进一步寻找解决方法。同时,对于食品行业分离所用的膜材料还需要进一步研究,以期找到更加节能、安全的膜材料,进而推动膜分离技术在食品工业领域的科学有效应用。与此同时,提高食品产品附加值、改善传统加工工艺及开发新产品而采用膜分离技术也是食品加工领域的发展方向之一^[4]。

1. 膜材料

分离膜是一种具有选择透过功能的薄层物质。它能使流体内的一种或几种物质透过而其他物质不能透过,从而起到浓缩和分离纯化的作用,因此制膜材料对分离结果有很大的影响。一般情况下,与膜亲和性强的溶液容易引起膜面附着并伴随胶层的形成,使透过率和分离特性发生变化。尤其食品中的蛋白质、脂肪、纤维等物质含量较高,膜材料一般又具有疏水性,所以发生一定程度的膜面污染是必然的^[5]。因此,膜的生产就要考虑到其是否耐净化和杀菌处理、耐化学和细菌侵蚀性及耐热性等,要有选择地使用各种各样的膜材料。

1.1 超滤膜(UF)

超滤膜最初也是使用 CA 做材料,后来各种合成高分子材料得以广泛应用。其材料多种多样,共同特点是具有耐热、耐酸碱、耐生物腐蚀等优点。

目前使用最多的 UF 膜材料是聚芳砜和异丙基聚芳砜。这两种材料的最大优点是耐热性非常强。聚芳砜的机械性能好,有优良的抗氧化性能,通常使用时耐热温度可达 80℃,热杀菌时耐热温度可达 90℃,异丙基聚芳砜抗氧化性能更好,较高温度下能够保持良好的机械性能,耐热温度可达 90℃,热杀菌时可达 98℃。进行热杀菌时,高温水急速通过膜装置,因膜装置材料的热膨胀系数不同,有时膜会

发生泄漏。现在,通过对环氧系粘合剂的组成、硬化条件的研究,已能够制造耐50℃温差的急速加热冷却的膜装置。

1.2 反渗透膜 (RO)

反渗透膜使用的材料,最初是醋酸纤维素(CA),1966年开发出聚酰胺膜,后来又开发出各种各样的合成复合膜。CA膜耐氯性强,但抗菌性较差。合成复合膜具有较高的透水性和有机物截留性能,但对次氯酸等酸性物质抗性较弱。这两种材料耐热性较差,最高温度大约是60℃左右,这使其在食品加工领域的应用中受到限制。

2. 食品加工中的应用

2.1 在果汁及饮料加工中的应用

过滤是果汁加工过程中重要的操作过程,与传统的过滤方法相比,微滤以及超滤技术能够去除果汁及饮料中的悬浮颗粒、酵母菌、霉菌、细菌、热原质以及胶体,以及引起浑浊的蛋白质、多酚、多糖、单宁等物质,得到的果汁性质稳定、质感均匀;而且该技术具有操作简单的特点。

2.1.1 果胶提取中的应用

周仲实^[6]用膜分离技术进行果胶提取试验,发现选用50000分子量的膜,1倍控制浓缩进行超滤效果最佳,用电渗析至比电导小于 $110\text{m}/\Omega \cdot \text{cm}$ 时,取得灰分小于1%的成品果胶,能大大降低果胶的生产成本,并改进成品果胶的品质。

2.1.2 果蔬汁澄清和浓缩的应用

芦鑫^[7]研究发现,膜分离结合聚酰胺层析技术UE005和UE001适宜于黑、红树莓汁中黄酮回收,试验的操作缩率80%,压力1MPa,搅拌速度400r/min时,黑、红树莓汁中黄酮质量浓度分别从 $53.400 \pm 0.020 \mu\text{g}/\text{mL}$ 上升到 $257.753 \pm 0.314 \mu\text{g}/\text{mL}$ 和 $19.779 \pm 0.040 \mu\text{g}/\text{mL}$ 上升到 $93.828 \pm 0.384 \mu\text{g}/\text{mL}$;并发现黑、红树莓汁经过聚酰胺层析过滤后能够有效洗脱下膜截留液中残留的水溶性糖,证明了80%的乙醇能有效洗脱黄酮。

苏学焦等人^[8]研究发现传统的多级真空蒸发浓缩在应用中需加热,导致果汁品质下降。试验采用反渗透浓缩,发现果汁浓缩在 $25 \sim 30^\circ \text{Bx}$,改用膜渗透蒸馏可将果汁浓缩达到 60°Bx 以上。试验表明高浓缩比时膜蒸馏通量高于反渗透,

低浓缩倍数时通量小于反渗透，低温下进行膜蒸馏果汁风味物质能得到保留。

2.2 饮用水处理中的应用

MST 的应用是饮用水处理工艺的重大突破，MST 对于颗粒物、细菌和其他微生物的有效截留优势使其成为非常有前景的新型水处理技术，可用于地表水、地下水、海水、工厂污废水等的处理；且具有可实现自动操作控制、设备占地面积小、易于保养维护和出水水质稳定等诸多优点^[9]胡宝安。

过滤膜处理几乎可以除掉水中一切物质，其中包括有害的有机物、病毒、细菌等微生物、藻类、农药、金属物质、有毒无机物，甚至颜色和臭味^[10]。

2.3 乳及豆制品加工中的应用

为了保证牛奶和其产品在运输和储存中的品质，通常采用热处理等技术处理。传统的牛乳杀菌方法是热杀菌，主要有巴氏杀菌和超高温瞬时杀菌。但是，热处理会破坏牛奶风味。在保证食品品质及安全的条件下，微滤技术可以有效解决这一问题。微滤能够截留 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上的颗粒物，包括细菌、孢子，保留牛奶中的活性多肽、维他命以及抗氧化物质。膜分离技术在乳品工业中的应用主要有微滤除菌、分离脂肪、回收乳清蛋白、浓缩酪蛋白、处理洗涤废水等。

微滤膜处理的牛奶可以延长其保质期。Michele 等^[11]的研究表明， $0.8\ \mu\text{m}$ 的微滤膜处理的牛奶要比巴氏消毒的牛奶保质期长达 30d，且总微生物数大幅降低。邓成萍等^[12]应用超滤技术对大豆多肽进行分离，分别选用截留分子量 30, 10, 5kDa 的超滤膜，分离得到分子量大于 30000Da 的大豆多肽的含量高达 13.21%。

2.4 油脂加工中的应用

油脂精炼包括脱胶、脱酸、脱臭、脱蜡等操作。传统的油脂精炼过程需要较高的能耗、大量的水及化学试剂，加工过程中会引起营养物质和中性油丢失，产生较多的工业废水。

膜分离技术在油脂加工中主要用于溶剂回收、脱胶、脱色、脱氧、微量金属去除、有益成分回收等。传统的脱胶操作是通过向原油中加水或者将其酸化去除磷脂。水化脱胶只能除去毛油中总磷脂量的 80%~90%。因为磷脂是两性分子，磷脂在混合油中是以胶束状态存在，这些聚集的胶束分子量大于 20kDa，分子大小为 20~200nm，超滤可以很好的截留混合油中的磷脂胶束，从而达到脱胶的目的。

的。

3. 膜分离技术存在的问题

目前膜分离技术在食品工业各方面的应用研究都很活跃,然而,在膜分离过程中,存在着一个不容忽视的问题,即膜性能的时效性问题。国际纯粹和应用化学协会(International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC)将膜污染定义为:由于悬浮物或可溶性物质沉积在膜的表面、孔隙和孔隙内壁而造成膜通量降低的过程。它不仅与膜本身的性质、膜组件的形式、待分离料液的性质(浓度、pH值等)有关,还与操作工艺条件有很大的关系^[13]。疏水性膜有利于除盐,不利于除有机物,较亲水膜更易堵塞;膜面越粗糙,越易吸附污染物形成污垢,但切割相对分子质量越大,反而越有利于减缓膜通量降低;膜组件抗污染能力由板框式、圆管式、螺旋卷式至中空纤维式依次减弱^[14]。溶液pH值不仅影响溶质的电荷等表面性质,同时也影响膜表面的特性,从而影响溶质与膜表面之间的相互作用和溶质在膜面的沉积量及膜通量;pH值越高,溶质与膜之间的排斥力越大,沉积量越少,沉积阻力越小,膜通量越高^[15]。在膜的使用过程中,尤其是低流速、高溶质浓度情况下,当膜表面达到或超过溶质的饱和浓度时,便会有凝胶层的形成,导致膜的透液通量不再依赖于UF压力^[16]。

影响膜污染的因素是多方面的,关于膜污染的机理至今仍没有完全统一的理论解释。膜污染是膜分离过程中不可避免的,但可以通过有效的技术手段延缓膜污染的进程降低膜污染的程度,延长化学洗涤周期,提高膜的使用寿命,降低使用成本。抗污染已成为分离膜研究领域的重要课题,国内外许多学者就此问题在很多方面进行了探讨和研究。近年来已有许多方法被用于减轻膜污染的研究中来,其中包括溶液预处理、水力清洗、化学清洗、机械清洗、酶制剂清洗、工艺操作条件优化、膜面改性等;其中膜表面改性方法是通过将各种化学或物理方法以物理吸附或化学连接的方式,将有机聚合物或其他化合物固定在膜的表面或孔隙结构中,以减轻膜面由于污染物沉积而产生的膜污染现象,进而改善膜的性能^[17]。如,近年来高分子UF改性主要采用的等离子体改性、共混改性、辐照改性和表面化学反应改性等几种改性方法

4. 发展前景

MST由于环保、绿色、节约等特点,已广泛应用于食品工业中,且因其特性

的优势而在食品行业扮演着重要角色。根据不同工艺需求，可以选择用 MF 来澄清（去除悬浮物），用 UF 做提纯或分离含大分子物质的溶液，用 NF 或 ED 脱盐、除矿物质以及用 RO 进行浓缩、分级。在过去几十年里，膜的应用在食品行业以乳制品和果蔬汁领域最为普遍，且在其他饮料行业（酒水、咖啡、茶），畜禽动物制品行业（动物胶、骨、血液、蛋），谷物类加工行业（谷物蛋白分离、玉米成分提炼、大豆加工）和生物科技领域（酶制剂的提炼、天然成分提纯、MBR）等方面的应用也较广泛^[18,19]。综合来看，在当今食品行业中，UF 是所有膜工艺中应用最广泛的。在将来，随着膜材料、膜元件及膜工艺设计的不断改进，RO 和微孔膜也会增加它们的应用范围；联合 MST、MD 和 PV 浓缩技术、MST 与传统的理化分离方法结合分离技术等也会成熟地应用于食品工业生产。

MST 要实现在食品工业中的规模性广泛应用，还要取决于其诸如膜污染机理研究，性能优良、抗污染膜材料的研制开发等相关方面的发展。为了使食品生产提高产品质量，降低成本，缩短处理时间，今后的研究趋势将是分离技术的高效集成化。多种类型的 MST 在产品应用中协同发展，UF、NF、MF、RO 等多种分离技术联用，取长补短，实行多级分离也是一大发展趋势。同时，优化食品加工中的膜分离过程，建立膜通量衰减模型，探明膜污染、堵塞过程和机理，研究开发最合理的膜清洗、防污染方案是 MST 的另一个应用研究重点。

随着膜科学技术的不断进步，对膜选择性，操作可靠性、稳定性的不断深入探究，高分子膜和无机膜等新型膜材料的开发，MST 性价比的逐步提高，人类终究能够解决 MST 中诸如膜污染、膜通量衰减、费用较高等缺陷。MST 在食品工业中的应用前景十分广阔，其优越性将日益显著，也将推动 21 世纪的食品科学与工业继续向前发展。

参考文献:

- [1] 梁敏. 膜分离技术在食品工业中的应用与开发[J]. 农产品加工: 学刊, 2006, 5(2): 40-42.
- [2] 宋彦显, 闵玉涛. 食品加工的高新技术及其发展趋势[J]. 食品工业科技, 2012, 12(2): 44-52, 26.
- [3] 罗丽萍, 高荫榆, 杨柏云. 膜分离技术在食品工业上的应用. 江西科学, 2004, 22(2): 146-150.
- [4] 毕海丹, 崔旭海, 张永忠. 膜技术在乳品工业中应用的最新进展[J]. 食品与发酵工业, 2005, 31(3): 99-103.
- [5] 李明浩, 李晓东, 王洋. 超滤在生产浓缩乳蛋白类产品中的应用[J]. 包装与食品机械, 2012, 30(5): 52-55.
- [6] 周仲实. 膜分离技术在果胶提取中的应用[J]. 食品工业科技, 2003, 24(2): 51-52, 55.
- [7] 芦鑫, 洪梦佳, 宋国辉, 等. 树莓汁中黄酮的初级分离纯化[J]. 食品科技, 2017, 42(2): 198-203.
- [8] 苏学素, 焦必宁. 膜分离技术在果汁浓缩中应用的研究进展[J]. 核农学报, 2008, 22(5): 679-685.
- [9] 胡保安, 李晓波, 顾平. 基于低压膜过程的集成工艺在给水处理中的研究进展[J]. 给水排水, 2007, 33(1): 113-116.
- [10] 刘鹤, 李永峰, 程国玲, 等. 膜分离技术及其在饮用水处理中的应用[J]. 上海工程技术大学学报, 2008, 22(1): 48-52.
- [11] Michele S, Pinto Ana CS, et al. Influence of multilayer packaging and microfiltration process on milk shelf life [J]. Food Packaging and Shelf Life, 2014(1): 151-159.
- [12] 邓成萍, 薛文通, 孙晓琳, 等. 超滤在大豆多肽分离纯化中的应用[J]. 食品科学, 2006, 27(2): 192-195.
- [13] 唐晓明. 膜分离技术在 L-乳酸分离中的应用[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2010.
- [14] 侯钰, 桑军强, 李本高. 反渗透膜污染成因与防治[J]. 工业用水与废水, 2008, 39(1): 23-26.
- [15] 李秀芬, 张丽娜, 李靖梅, 等. pH 对膜污染层 EPS 污染特征的影响及机理分析[J]. 膜科学与技术, 2009, 29(6): 45-48.
- [16] 周显宏, 刘文山, 肖凯军, 等. 膜污染机理及其控制技术[J]. 东莞理工学院学报, 2010, 17(1): 57-61.
- [17] 刘闪闪. 用于牛血清蛋白液分离的聚醚砜超滤膜的抗污染研究[D]. 宁波: 宁波大学, 2011.
- [18] 李明浩, 李晓东, 王洋. 超滤在生产浓缩乳蛋白类产品中的应用[J]. 包装与食品机械, 2012, 30(5): 52-55.
- [19] 赵文峻. 膜分离技术在食品饮料行业中的应用[J]. 中国新技术新产品, 2011, 19(5): 5-6.