
利用介电测量法研究乳清超滤渗滤（UFDF）的分离效率

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/39788.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

利用介电测量法研究乳清超滤渗滤（UFDF）的分离效率。论文标题：Ball Milling Modification of Titanite Powders for Enhancing the Thermal Stability of Polypropylene Separators for Lithium-Ion Batteries

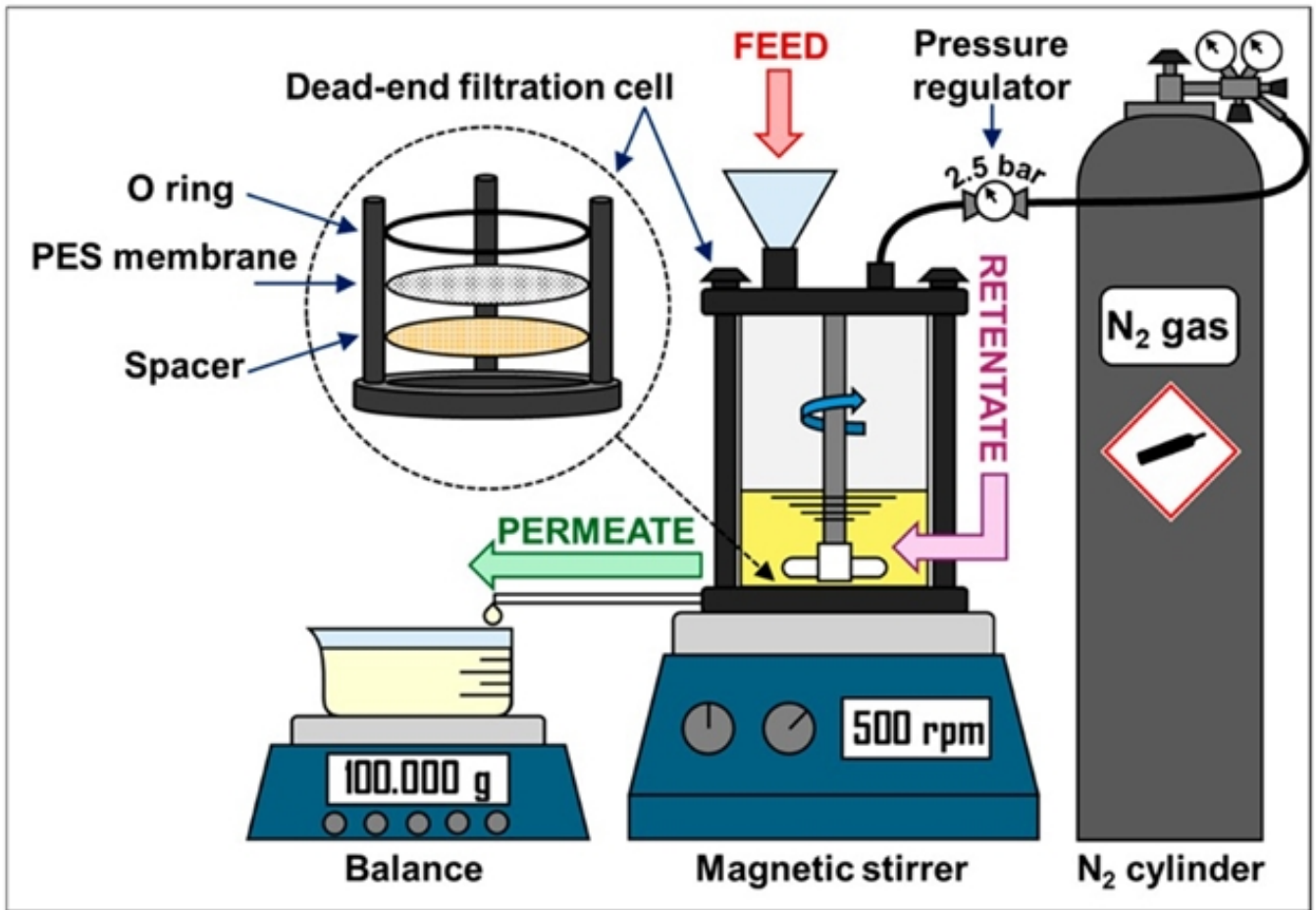
论文链接：<https://www.mdpi.com/2673-4079/7/1/14>

期刊名：Sustainable Chemistry

期刊主页：<https://www.mdpi.com/journal/suschem>

全球乳制品行业年产量达9亿吨，由此产生约2亿吨液态乳清副产品。乳清蕴含乳清蛋白、乳糖、矿物质等高价值组分，其高效分离与资源化利用对乳品行业绿色低碳转型、提升产业链附加值具有关键意义。研究表明，将超滤与渗滤（DF）相结合可以提高膜过滤工艺的整体性能。在渗滤过程中，向超滤步骤产生的浓缩液/截留液中添加新鲜溶剂（例如蒸馏水），从而实现蛋白质相对于低分子量组分（如乳糖、矿物质和其他盐类）的选择性富集，用于渗滤的水还可以回收再利用，从而支持可持续发展。当超滤后进行恒质量渗滤（即用等质量的溶剂替换每份渗透液）时，该工艺不仅可以同时洗脱乳糖和盐类，还可以降低渗透压，并通过降低进料粘度来提高渗透通量。尽管该技术目前已成为中试规模的标准工艺，但关于高效产品纯度和质量评估与最佳操作条件之间关系的系统数据仍然有限，尤其是在相同流体动力学条件下使用不同分子量截留值（MWCO）膜时。确定乳清超滤/渗滤的最佳截留分子量（MWCO）对于操作参数和最终产品质量至关重要。

基于此，来自匈牙利University of Szeged的Zoltán Péter Jákó i博士团队近期发表于Sustainable Chemistry（DOI:10.3390/suschem7010001）的研究成果，将介电测量技术应用于乳清UF/DF过程，系统探究介电参数与分离效率的关联规律，旨在建立一种快速、无损、实时的过程监测新方法，为乳清膜分离工艺优化与智能控制提供科学支撑。该研究突破传统离线检测局限，验证介电参数对乳糖去除、污染物削减的精准指示能力，对推动乳品加工行业绿色高效发展具有重要理论价值与应用前景。

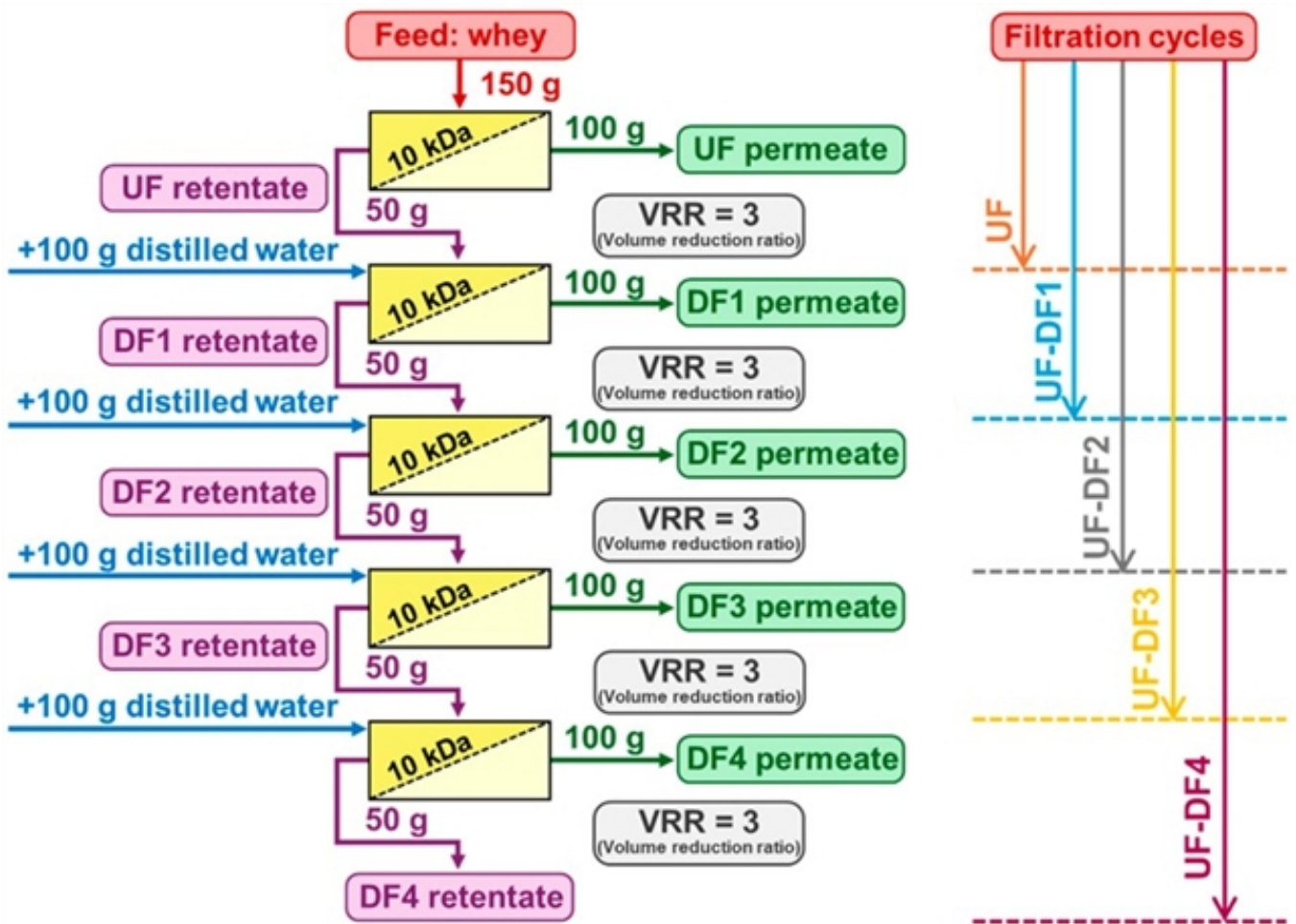


过滤实验装置示意图

研究过程与结果

本研究以甜乳清为对象，选用10 kDa、30 kDa、50 kDa三种聚醚砜（PES）超滤膜，在恒定跨膜压力（TMP = 2.5 bar）条件下开展实验，通过监测不同截留分子量（MWCO）聚醚砜（PES）膜上渗透液和截留液组分的组成变化，并结合标准分析和介电测量方法，研究了多步超滤/渗滤甜乳清的性能。目标是确定最佳的MWCO膜和渗滤循环，以最大限度地降低截留液中的乳糖含量（从而最大限度地提高蛋白质纯度），并辅以介电监测，以评估特定介电特性的变化是否与已知的工艺效率指标相关。

为了表征每个渗滤步骤的成分变化，实验设计了4种不同的实验装置（保持相同的工艺和操作参数），每种装置设置3个平行组——分别为UF-DF1循环、UF-DF1-DF2循环、UF-DF1-DF2-DF3循环和UF-DF1-DF2-DF3-DF4循环。在每个阶段和每种装置中，都分别收集渗透液，以确保对每个组分进行精确表征。



透析过滤循环的实验设计

实验过程中，采用介电评估套件测量600 – 2400 MHz频率范围内渗透液与截留液的介电常数（ ）和损耗因子（ ），同步采用近红外光谱（NDIR）测定渗透液和截留液中的乳糖浓度、检测总化学需氧量（TCOD），建立介电参数与组分含量、分离指标的定量关联，明确最优监测频率与核心特征参数。

在DF1过程中，观察到典型的两阶段通量下降，包括初始的快速下降和随后的明显平台期。这种现象反映了胶体和大分子污染物（蛋白质、肽、矿物质等）的存在，这些污染物迅速形成致密的表面层，随后稳定下来并产生准稳态阻力。从DF2开始，这种特征性的平台期逐渐消失——在渗滤的这一阶段，渗透液中的各种胶体污染物已基本去除，膜上已积累了在UF和DF1过程中产生的不可逆污染。因此，进一步的污染主要由逐渐发生的孔隙相互作用主导，导致通量平滑单调下降。在各个过滤阶段观察到的成分变化与通量变化一致。在所有情况下，随着渗滤循环中水的置换，渗透液中的乳糖浓度均稳定下降，证实了小分子中性溶质的有效去除。

截留分子量 (MWCO) 的变化突显了膜选择性和渗透通量之间固有的平衡。50 kDa 膜提供最高的平均通量和最显著的过滤效率 (DF) 提升，而 10 kDa 膜则确保了最小的蛋白质泄漏 (<0.1%) 和更高的蛋白质浓度。30 kDa 膜兼具足够的通量和有效的溶质清除能力，这与工业实践相符，在工业实践中，30 kDa 膜常用于甜乳清的纯化，以实现快速去除乳糖而不影响蛋白质回收率。

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发