

四、结论与建议

1. 海带是我国产量最高的一种海藻, 年产23万吨, 除作为工业原料外, 食用海带销量很少。这主要是食用加工比较麻烦, 不大容易被人们接受。本研究试制的海带快餐汤料, 用80℃开水冲泡2分钟即可食用, 既能冲汤, 又下面条, 还可作快餐面, 投放市场后深受消费者欢迎, 建议推广, 扩大生产。

2. 沿海附近海带食品加工厂, 可以采用新鲜海带直接加工, 尤其是脆嫩期海带加工制成的汤料, 感官更佳, 汤清, 海带色绿, 更能促进人们的食欲。而且还能缩短工艺流程, 降低单位成本。具有占用库房面积少, 加工期长, 资金周转快的特点。

3. 由于海带含有大量的矿物质, 褐藻酸类, 具有良好的吸水性, 膨胀性和低热值性, 作为一种营养保健食品, 已逐渐被人们认识, 必将有一个较大的消费市场。另外以海带为原

料加工制成的快餐食品, 还可以弥补蔬菜淡季供应不足问题, 能够起到调节市场供需矛盾的作用。

4. 本研究的海带汤料的风味, 还可以根据不同消费习惯, 不同用户的要求, 增加不同风味和花色品种, 如牛肉风味海带汤, 香菇海带汤, 火腿海带汤等。

参考文献

- 〔1〕 张曙光: 四川食品工业科技 21,1,1985年
- 〔2〕 四川医学院等编: 中草药学 人民卫生出版社1976年
- 〔3〕 山东水产学院: 海藻养殖 农业出版社1979年
- 〔4〕 华中农学院: 蔬菜贮藏加工学 农业出版社1981年
- 〔5〕 上海商品检验局: 食品化学分析 上海科学技术出版社1979年
- 〔6〕 罐头工业手册编写组: 罐头工业手册第四分册 轻工业出版社 1980年
- 〔7〕 荣耀中等: 中国调味品 8—10, 11, 1984年
- 〔8〕 袁振远: 中国调味品 1—3, 8, 1984年
- 〔9〕 候开宗译: 食品科学56—58, 9, 1980年
- 〔10〕 卢大修: 食品科学37—38, 4, 1982年
- 〔11〕 孙崇岳: 中国调味品18, 11, 1984年

横向流动膜技术和它的应用

横向流动膜技术开始于1959年苏里拉金对反渗透的开发。它已往有二十七年之久, 并由用反渗透作水的脱盐发展到用超过滤作分子的浓缩和分离以及用微过滤作大分子的分离。超过滤已经以商业的规模用于蛋白质的分离和浓缩十多年了, 每天分离和浓缩相当数量的蛋白质和糖类物质。在食品加工工业中, 横向流动膜技术在其它一些商业性的应用中, 有油乳浊液、油作物和蛋白质的浓缩, 果汁和酒的澄清及分馏以及各种食品加工中废液的处理。

横向流动膜过滤

膜过滤是用聚合膜将加压的流体的组分分离。膜基质的孔(微孔)是很小的, 因而需要适当的压力推动流体穿过膜, 所需压力的大小视孔的大小而定。反渗透膜(RO)的孔最小, 微过滤(MF)膜的孔最大, 因此需要的压力最小。

标准的“粗过滤”(Macrofiltration)或颗粒过滤历史上未曾用过横向流动设计。“垂直流动”(Perpendicular flow)这一词可以是最适当的, 其被过滤的溶

液是在垂直的方向上超近于过滤介质。全部流入的液体流穿过膜, 只有过滤出来的颗粒物质不穿过。过滤介质可以是“深度”式的或“表面”式的或“屏障”式的。在这垂直流动式设计中, 只有两种流束, 流入的和流出的。在微米或更大一些的范围分离是用深度式过滤介质来实现的, 可以得到小至公称 1μ 和大至大于 100μ 。屏障式过滤器能处理更大尺寸颗粒的分离, 其筛网典型地用筛网号来标定。垂直流动的颗粒过滤的例子有片式过滤器、袋式过滤器、预涂硅藻土过滤器、反冲洗式砂过滤器和反冲洗式混合介质的过滤器。一些这种结构的过滤器允许经过反冲再生, 有些并不可以, 因此所用的介质必需经过处理。

横向流动膜过滤在设计上是基本不同的, 它的注入流束分成两个流出的流束, 即渗透物和浓缩物。渗透物是穿过膜的那一部份。浓缩物是由溶质或未曾穿过膜的悬浮固形物而增浓的那部份流束。这种设计方法的优点是膜的介质是在连续的、自行清理的形式下运行的, 由平行于膜流动的被浓缩的流束将溶质和固形物带走。由此得到横向流动这一名称, 并且这种方

有一个很薄的“栅栏”层(它实现分离)作用于一个更疏松的微过滤膜的支撑层的上面,这疏松层又被一层编织材料支撑着。大多数 TFC 膜进入反渗透级,并且大多数这种膜专门用于海水的脱盐,而且关于这些膜的薄而脆的上层表皮是怎样承受着严格的加工的应用,现有的数据是不足的。在制备 TFC 型的微过滤膜方面,作了一些工作,但是这些仍是在开发的阶段,还没有广泛地作试验。

为给出可供使用的范围广泛的膜的一些概念,单 Osmonics 公司就有三十多种不同型式的膜,用六种以上不同的聚合物制作,包含了从反渗透到微过滤的范围。

需要的膜特性

当试图了解对各种不同膜的聚合物型的需要,必须记住,这些人造的膜是一种塑料材料,它必须在各种环境条件下工作。它们的重要的形态学的特性和非常小的物理空间有关。流体加工应用的广泛范围包含有一个广泛的环境范围,许多环境对某些聚合物材料特别是膜是有害的。这样的运行条件如温度、压力溶液的 PH 值的化学相容性都必须考虑。没有一种膜的聚合物会承受所有可能的应用横向流动膜技术的各种环境,所以必须制作几种不同的可供使用的膜材料。

压力抗力 对于微过滤膜需要的跨越膜的压力(进料侧和渗透物侧的压力差)一般为由 3 至 50 Psi (35 至 350 KPa),它是膜过滤的压力范围的低限。超过滤膜往往运行在 15~200 psi (170~1380 kPa) 的压力下,而反渗透膜则为 200~1000 Psi (1380~1890 kPa)。在超过滤和反渗透所承受的压力范围内,这些塑料材料需要能抗拒机械的压力(压实力),它会使它们的形态变形并且改变它们的性能特性。在反渗透工业中,膜的压实曾长时期地被观察,虽然近来实验证明提出,不可逆阻塞不只是对通量减小的一个因素,不论如何,高温高压力的应用对膜长时间的性能确实有不利的影响。

温度抗力 加工温度是影响热塑性材料的一个主要因素,并且由于在食品工业和其他工业中,许多过程是在升高了温度下完成的,需要注意材料的选用和材料的特性。用膜来实现分离的加工方法目前运行的温度范围是由 0 至 82°C (32~180°F)。膜的清洗和蒸汽消毒整个系统的温度则高达 110°C 和更高些。例如,用超过滤浓缩海藻提取物的产品要求,运行大约在 80°C,由于在较低的温度下,材料胶化和黏度影

响严重。另外的工厂在 77°C 从大麦提取材料,并将浓缩溶液送到蒸发器。为了节省能源费用,加工者会选择在这个升高了的温度下运用一个膜系统。许多食品和奶加工需要膜有承受高温的能力是由于巴氏灭菌和其它加工的需要。所以需要要求选择一种膜,它能抗住所预计的最高温度。因为微过滤膜可以用坚韧性材料如 PTEF (聚四氟乙烯)和聚丙烯制作,它们有更大的孔隙结构并在较低的压力下运行,它们往往能够在化学环境下承受蒸汽灭菌温度。有较小孔隙的超过滤膜正常的阻力是较小的,虽然 PS (聚苯乙烯)聚合物和 Osmonics 的专利的 VF 聚合物是可能用蒸汽灭菌的,并都显示出由于压实而带来的通量损失是小的。反渗透膜由于它们固有的形态学的性质是敏感的,直至目前曾经得到三年和更长一些的寿命,当应用于红海水的脱盐,经过正确的预处理,运行在 1000 psi (6890 kPa) 和 54°C 时。了解得最清楚、花费最少的反渗透膜常常有一个指定的温度极限为 35~40°C,这个极限似乎没有什么科学根据,并且是大概其安排的,它是由于膜元件的限制而不是膜本身的限制。从标准实验所得到的最新数据表明醋酸纤维素膜在更高些的温度下保持很好的分离性能,并在加工过程中高达 65°C 时是可用的。它似乎是不能用蒸汽灭菌的,但另外的研究工作还在继续中。当横向流动膜技术发展了和经过研究变得了解得更好以及应用的实验,膜和膜元件的能力将会扩大。

pH 抗力 膜也必须和涉及的流体的化学相容。一个重要的化学方面的考虑是,溶液的 pH 往往是必须考虑的。虽然在溶液化学的一部份章节中往往考虑到 pH,酸度或碱度的程度本身也影响膜的寿命。碱性溶液历史上对醋酸纤维素(CA)就是一个问题,因为水解的速度的增长是随 pH 的方次增长的,对于醋酸纤维素,一般可以接受的 pH 范围为 2~8,虽然更高的和更低的 pH 值是可行的,如果应用时在经济上允许更频繁更换膜或离子的截留对应用上并不是紧要的。聚胺脂(PA)反渗透膜一般被认为 pH 达到 11 或 12 是相容的,至今在市场上许多不是定在酸性范围 pH 3 或 4 以下。在超过滤膜中,允许的 pH 范围往往更大些,对 PS (聚砷)膜一般地认为 pH 由 0.5 至 13 是相容的,对微过滤膜一般地允许的 pH 甚至更大些。对膜的 pH 值的限制是推动寻找新的“非纤维素”的膜的主要理由。

化学相容性 一般的化学相容性也是对选择膜聚合物的一个主要要求。对氯、碘、其它氧化剂、油、工业溶剂、有机酸、各类碳氢化合物和杀虫剂的承受

(或抗拒)能力是在工业和其它领域全都需要的。当这个因素和某些溶质和膜之间的化学相互作用结合起来,它能加速减小通量的膜阻塞的时候,膜和整体的溶液化学的相容性就是最重要的。缺乏对氯的抵抗时常是使用 TFCA 膜的一个重要障碍。许多类型的碳氢化合物对 PS 膜的浸蚀导致在许多超过滤应用上选择用 CA 膜,而不管它的较低的水解稳定性。

当化学相容性的限制和许多聚合物只能制作成某些类型的膜(再有孔大小和形变的限制范围)相结合的时候,对许多种类膜的要求就变得更加明显了。在应用横向流动膜技术中,众多种类的膜,对每一特种类型膜的能力的了解和对新的膜聚合物和形态学的继续研究全是重要的因素。

微过滤和超过滤膜的结构

当膜工业成长来时,支撑和填装膜的几种结构开发出来了。每一种结构都有它的正和反的方面。

如以前讨论过的那样,微过滤膜历史上未曾在横向流动下运行过。那些平常曾经使用过的结构有平片膜和小的单元夹,用于医药、生物和实验室,在它变到堵塞后,就只将膜扔掉。编织的过滤筒,典型的为 10 呎长,直径 2.5 吋,含有约 5 平方呎的膜也曾得到广泛的使用。近来曾作出用横向流动或“切向”流动结构的设计。对这种特殊的横向流动的设计很少有人赞同,表明它还是不适当的。在这时候,管式、板框式和螺旋缠绕式的结构对横向流动微过滤似乎是最合适的结构了。

对超过滤商业上可利用的结构有管式、较大的内流式的中空纤维或“通心面束”式、板框式和螺旋缠绕式。这些将在下面讨论。

管状元件 这些管一般制成内径为 $\frac{1}{2}$ 或 1 吋 (12.5 或 25 毫米)、长度为 5~20 呎 (150~610 毫米)。送进的溶液流经这些管的内部,它们的内壁上有膜。渗透溶液穿过膜和支撑材料并收集在管子外围的容器中。管子可以是自身支撑的也可以用外部支撑材料以加强机械强度。

管式设计的主要优点为将悬浮固形物和粘物质浓缩到一个很高的程度的能力而不会长时间堵塞管件、清洗管件容易和用简单的流体动力学能够预计膜的性能。这些优点是进料的和渗透液流动的通道是大而圆的,它允许用一些形式的机械冲刷来清洗以及用目视检查。

这种结构的较大缺点是对管件占有的空间数量相对小的膜面积(低填装密度)、高进料流速(即泵能)和

高成本。这些缺点实质上就限制了管式元件在市场上的应用。其它结构被典型地选用于大多数应用上,如果它们能够用得成功的话。

中空纤维(或毛细管纤维)元件 这些可想像为自身支撑的小型管件单元,其纤维的内径范围为由 0.020 至 0.043 吋 (0.5 至 1.1 毫米)。和管件的单元一样,进料流束流经纤维的内部,而渗透物收集在外部。一个模型或元件有一个外壳,内装有几百根方向平行的这些纤维,在两端各装在一个树脂管板上,以便将渗透物和进料及渗透物分离。这种结构允许高的填装密度和较好地阻止流动通道的阻塞。

这种膜结构的一个号称的但不是普遍接受的优点是用反冲穿过膜以帮助清洗膜的表面。由于纤维的均匀一致,可以将渗透溶液加压使其倒流穿过膜驱除掉在纤维的进料侧膜面上的阻塞物质。

这种设计的较大限制是自身支撑的纤维的固有的强度是低的,因而允许的跨膜压力是低的,这个压力通常限制在 25~40 Psi (170~270 KPa)。在较高的跨膜压力下,纤维会发生爆裂,导致必须废弃整个元件。当几个元件并联,接到一个共同管道(串联结构不可用,由于压力升高)时,为避免关闭整个系统而将损坏的元件隔断,也可以是一个问题,否则需要很多阀门。

板框式元件 在这种型式中,平的片状膜放在两个板之间,它们组成在膜上面流动的通道,其高度约为 0.019~0.039 吋 (0.510 毫米) 这种结构和传统的板框式压力过滤器很相似,膜和它的支撑物一层一层地相互夹起来很多层(如 180 个距离垫板和 360 片膜,其总有效的膜面积为 290 平方呎,约 27 平方米)组成一个模。几个模又组装在一个座上,用垂直延伸的管连接到三条总管道上,作为进料、浓缩物和渗透物的通道。板框式结构的膜填装密度可与管式结构的相比,但总的容积较小。

这种设计的优点是当它失效时,只需更换平片膜,其余的材料和硬件全可再使用,膜可以不时地取下并用手仔细地清理。

它的缺点是需要用手清理或安装膜的大量劳力,用以防止滴漏的压力密封件和连接件以及投资费用。

螺旋缠绕式元件 这种结构用经济的片状膜缠绕在一个中心渗透收集管上,可得到一高的膜填装密度,其比填装密度决空于所用垫片材料的尺寸,依据不同的应用,它变化的范围很大。对于超过滤,垫片的厚度或通道高度一般为 0.030~0.060 吋 (0.75~1.55 毫米)。送进的材料流过膜上穿过垫片材料,它也起一

个湍流促进器的作用，在相对低的速度下保持膜的清洁。

这种设计的一个优点是更换相当数量面积的膜是容易的，膜支撑物的性质和它总是承受着压力就可以使用很高的跨膜的运行压力而不致毁坏。

它的一个缺点是加工流束含有很高的悬浮固形物或纤维材料，由于设计的典型的筛式垫片材料的关系，可能堵塞流动的通道。然而用正确的预处理（ $<100\mu$ ）方法，大多数溶液可以成功地得到处理。

近来对于螺旋缠绕式元件的革新，是用波纹式的垫片材料。波纹组成三角形状的通道，其流体动力学与小管子的大致相同。这样，螺旋缠绕式结构的许多优点又和管式设计对阻塞的抵抗结合在一起。

在超过滤的加工和废液处理的应用中，用于螺旋缠绕式结构的膜比其它任何的都多得多。例如，按美国1981年工业的估计，已建成的分离和浓缩酪乳清的膜面积比550000平方呎还多，在这个数量中，约有80%是螺旋缠绕式结构。

反渗透膜的结构

反渗透膜结构比超过滤要求更严格的设计考虑，因为反渗透要求更高的运行压力。

管式 反渗透膜可用于管式结构，虽然相对地并不普遍。和超过滤一样，进料和浓缩的流束流经管子的内部，其常用的直径为 $\frac{1}{4}$ 吋（12.5毫米）。超过滤中的流体动力学同样应用于反渗透，虽然清洗能力的优点不太明显，因为低通量和反渗透典型地处理的溶液类型就使膜元件的阻塞减少。低的填装密度的缺点在大多数反渗透应用中甚至更加明显了，对高的运行压力所需要的管支撑的增加的费用也是这种结构的经济方面的缺点。

中空纤维 在反渗透中，中空纤维结构，在空心中有压力流动在商业上是不使用的，但是不同的中空纤维结构具有在外部压力的流动是广泛地使用了。非常小的反渗透纤维被称为“空细纤维”（HFF）。这些纤维大大小于它们的超过滤的同类物，具有人发一样的直径（内径为 42μ ，外径为 85μ ）。这样小的尺寸允许用高的填装密度，为次最紧密结构的螺旋缠绕式元件的10~20倍。然而，由于与片状膜相比，纤维形状膜固有的流量值较低，这种增大了的膜面积的优点就大部份被抵消。流体流动的设计和超过滤的中空纤维的相反，进料流束经过纤维的外部而渗透物溶液则由空的中心收集出去。

在海水的脱盐中HFF结构可能是最流行的设计

了，它的高预处理费用，被认为是合理的。利用超过滤进行预处理，或至少用硅藻土预过滤一般被认为是使用这些HFF元件是所需要的，由于它们天然差的流体动力和容易堵塞。高度程度的预处理和不可反向的阻塞严重地限制了这种结构在大多数的加工和废水处理中的应用。由于阻塞引起的压力降造成剪切力使纤维发生不可补救的破裂也是一个值得注意的缺点。

板框式 反渗透的板框式结构基本上和超过滤的一样。硬件和连接管件是相似的，虽然由于大大地增大了的运行压力要求更强的支撑材料。通道高度或流体在膜上流动的面积稍稍小于超过滤的结构，其范围为由0.012至0.023吋（0.3至0.6毫米）。反渗透和超过滤的板框式结构的基本优点和缺点是相同的。

螺旋缠绕式 反渗透的螺旋缠绕式的基本设计也和超过滤的相同。和板框式设计一样，流通通道的高度一般地小于超过滤的，其范围为由0.025~0.034吋（0.63至0.86毫米）。这样就使填装密度比超过滤的增大了（约+30%）。在板框式和螺旋缠绕式结构中流体流动的动力学是相同的。

对于纯水的生产，HFF和螺旋缠绕式元件生产的容积在世界范围内大致是相等的，并且这两种设计远较板框式或管式更为普遍。螺旋缠绕式元件成功地用于加工和废水处理，而HFF则不是。

各种膜元件的比较列于表1。超过滤和反渗透的板框式、螺旋缠绕式和管式结构全经过试验并在食品工业应用上运行得很成功。这些结构的重要不同点是维持有效运行的泵能费用、预处理要求、更换膜和劳务费用以及设备的投资费用。

机器及系统的设计

系统的各种单元要求有硬件和机器以及必需的连接管件和控制以保证它们成功地运行。超过滤机器在外形上和反渗透的相同，但是有时允许使用更多的塑料件来代替不锈钢件，由于它的运行压力较低。

根据不同的应用，需要一定数量的预处理以维持膜成功地运行。膜设备的制造厂时常供应全部需要的预处理和后处理设备，如预处理的袋过滤系统，用以去掉能堵塞的悬浮物体。

除预过滤以外，在横向流动的滤设备中，几种其它的控制是必需的或是值得要的。这些包括有（但并不限于）pH值控制和监测、温度控制、杀虫剂的添加、防止沉淀的分散剂、或溶质附聚、流量表、压力表和传感器操纵的报警器以警告操作者或关闭系统当设计的运行参数超过的时候。

表1. 各种类型的超过滤膜元件的特性

元件型式制造厂和 型 号	管纤维内径 或进料垫片 原理(毫米)	元件 长度 (毫米)	元件 直径 (毫米)	元件 容积 (米 ³)	有效膜 面 积 (米 ²)	填装 密度 (米 ³ /米 ²)
管 式						
Electrohome或Abcor(单管装)	25.4	305	33	0.00241	0.243	93
Electrohome或Abcor(5管装)	12.7	305	43	0.00446	0.61	137
中空纤维						
Romicon HF-26.5-43-PM	1.1	109	76	0.00498	2.46	494
Nitto Denko NTU-8000	0.4	58	60	0.00166	1.5	904
螺旋缠绕式						
Osmonics PV-1104T-43-SS-XX-20	0.86	210	108	0.0162	10.3	536
2 元件装						
Osmonics PV-1104T-43-SS-XX-20	1.52	210	108	0.0192	5.57	290
板框式						
DDS(De Denske)35-27-3 (180板型)	0.5~1.0	218	350	0.211	27	128

- a 尺寸和数据取自制造厂文献。供给厂商有不同填装密度的型号。所选取的型号是有代表性的。这些数字只说明元件外壳, 不计管件、框架、座等。
- b 以元件容积除膜的面积。

在酸性干酪乳清的超过滤中, 在改善横向流动膜过滤的性能方面; 用多少预处理就是有价值的机具了, 举例说明如下。在试验室规模的研究中, 降低酸乳清的pH到2, 或升高到7, 然后离心分离或用5 μ 过滤, 其结果是比在它的正常pH值为4.5时用离心预处理100%地提高了膜的通量。乳清中含有的钙和磷是预影响处理的主要成份, 在pH为2时, 这些矿物质更多地溶解了并且容易地穿过膜而不阻塞膜的表面和孔壁。在pH为7时, 这些矿物质是很不溶解的, 因此要用离心分离法或预处理去除掉。

就地清洗系统在许多应用中也是需要的, 并且和设备连接成为系统的整体的永久的部分。机器的卫生部分也往往是必备的。特制的不锈钢连接件、阀、配件是可用的, 但价值高些。一种新的具有卫生结构的多级离心泵现在是可以利用的, 它填补了长期以来成为问题的一项空白。

高温运行也是一种为食品工业设计的。大部分横向流动膜设备的供应商们现在正在设计包括多级离心泵在内的机器, 它可以在40~100°C运行。这种新近的发展允许在食品加工工业中进一步应用横向流动膜技术。

横向流动膜过滤的应用

膜技术在大量应用方面有很大的前途, 包括许多食品工业。实际上, 食品、饮料和制奶工业已经是横向流动膜过滤的多数应用者了。食品工业有许多产品如

果汁和牛奶, 它们都需要去掉大量的水份来浓缩产品以便更有效地灌装或运输。最通用的去掉水份的方法是蒸发, 每去除1磅水需要940BTU。和它相比, 反渗透在液体状态下除去水, 因此只需要一小部分的能量。除去水之外, 用横向流动膜过滤来分离各种溶质、颗粒和由较小的溶质分离出乳胶体。由多糖类分离盐、由脂肪分离蛋白质和由有较小部分的蛋白质溶液中分离蛋白质都可用膜来实现, 由甜酪乳清中的葡萄糖和“灰”分离出乳清蛋白质量超过滤膜的一个大量而又公认的应用部门了。由同一溶液分离各种多糖类也正在活跃地研究中。在饮料工业中, 酒和果汁的澄清和废糖的回收都是已建立起来的膜应用。

在食品工业中的应用一般有三种, 即加工、废液处理和纯水的制备。然而将具有产品回收性质的废液处理和将回收的材料返回加工过程合并使用膜也并不是不多见的。所以很多应用不只属于一种。

下面是几个在食品工业中应用的例子, 它似乎是十分可行的。

玉米加工副产品的流束(废液处理和加工)一个美国中西部的玉米加工厂有一个特殊的湿磨加工废液流束, 它含有高的营养价值。现在这个公司能用干燥的产品作动物饲料, 但有不好的气味不能用于人的消费。这个产品含有约15%的乳酸和10%的灰份, 并有约1000ppm的SO₂, 据信这是不好气味的原因。用反渗透或超过滤膜去处理这种流体, 试图使这些不好的溶质流到渗透液中而保留有价值的蛋白质和氨基酸。

膜的选择过程包括试验三种不同的膜聚合物,总数为四种孔的大小,以求得最佳的分离。“膜扫描”是在估价应用的可能性中典型的第一步。图2所示的“膜扫描”表明所试验的不同膜的比较性的通量和时间的关系。初步结果表明 SEPA50(CA)膜对蛋白质和氨基酸的保留性能最好。然而 30(HC)膜,它的孔较大,对于平衡蛋白质的保留和非蛋白质有机物及灰的通过是最好的。

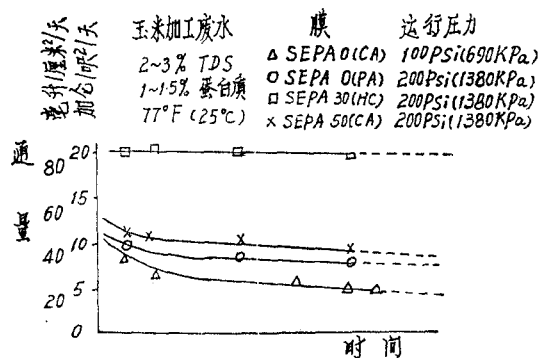


图2

在像这样的应用中,可以使用复过滤以进一步去除送进原料中的某些成份。在这个过程中,加纯溶剂(水)到送进的流束中,并以重复的步骤穿过(反复)膜进行“清洗”,当每次重复时,更多的渗透物质由进料流束流到渗透物流束中去,从而得到一个更淡的浓缩液流束。这种重复反复地进行,直到达到所希望的溶质除去水平。

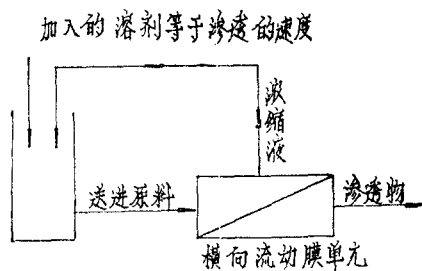


图3

如图3所示的定容批量重复过滤,将加入的渗析液(清洗溶剂)送到送进原料的流体容器中,其速度等于去除渗透物流的速度。这种方法可以设计成一个系统,用自动液面控制器和阀以保持送进原料容器中容量恒定。对于这种安排,发展出一个方程式以计算渗透过膜的这些溶质的减少量。

$$\ln \frac{C_0}{C_f} = \frac{V_t}{V_0}$$

其中 C_0 = 在容器中微溶质的初浓度

C_f = 在通过膜单元清洗溶液的容积 V_t 以后的微溶质的浓度

V_t = 由容器加到膜单元中清洗溶液或超过滤物的容积

V_0 = 加到膜单元原溶液的容积 (在运行中保持不变)

复过滤对于由大分子量有机物中分离盐和低分子量有机物以及回收低浓度的有价值的物质是很有用的。

大豆蛋白的回收(废液处理和加工)

一个大豆加工公司有一种由大豆蛋白萃取加工得到的冲洗液。这种冲洗液含有 3~5% 的由蛋白质、蔗糖和大约 1% 氯化钠组成的固形物。这个公司对于在用现行的耗能大的蒸发干燥以前,先用反渗透预浓缩很感兴趣。被干燥的物料也有用作动物饲料的。用一个反渗透单元会扩大总的运行的容量,减少浓缩的食时间和费用,同时生产一种洁净的渗透物适于排到河流中去。

到目前为止,这种结果是很令人鼓舞的,它说明溶液可以成功地被浓缩到大于 20% 的固形物,去除 85% 以上的水。因为反渗透只用典型的蒸发方法大约 10% 的能量,可以节省大量能源费用。甚至在公司的请求下,在试验中在用膜之前不用典型的预过滤,用螺旋缠绕式元件也很少发生膜的堵塞。有大约 0.5% 的悬浮固形物还是有价值的食品原料。渗透物的 BOD (生物需氧量) 的范围内为 2 到 10ppm,这是很良好的排放水。

这种应用和干酪乳清的浓缩是很相似的,它是横向流动膜过滤的一个大的市场。成百万磅的干酪乳清每天生产出来,不是用超过滤就是用反渗透。乳清蛋白是特别有价值的,由于它可以廉价得到并有很高的营养价值。所生产出来的干的全乳清蛋白分离浓缩物和乳糖可用作饲料、人的食品和药物。

牛奶的浓缩和分馏(加工) 一个作罐头炼乳的公司对于在它的牛奶浓缩过程中引入反渗透很感兴趣,试图降低能源费用和防止加热破坏牛奶。在常用的蒸发过程中,加热导致蛋白质发生变性。

用反渗透是十分成功的,而且两倍的浓缩是容易达到的,并且有很好的渗透速度(通量)。折光计上的渗透的读数显示没有折光材料可测出的通过量。堵塞是最小的,在总的固形物浓度增大时,通量渐渐减小。膜的清洗数据也是令人鼓舞的,因为用简单的温水冲洗就恢复了原来纯水渗透物流的 95%,用酶性清洗剂一次清洗又可得到其余的 5%。

用反渗透大规模地浓缩牛奶正在一个大的牛奶加工厂中进行, 用一个卫生设计的 Process Evaluation System, 它装有的有效面积约为 720 平方呎(70 平方米)。对在去除 50% 的水以后的浓缩物和渗透物的样品所进行的分析, 说明对奶的任何成份都没有破坏, 并且流到渗透物中去的任何牛奶成份的量是很小的。可以设想在全美国和欧洲, 浓缩全脂奶是膜技术的一个主要用途。

另一个用横向流动膜过滤奶制品加工的是在制作干酪之前用超过滤将全奶分离和浓缩, 这种方法已发展到商业上应用的时期。在制作干酪之前用反渗透去除水, 乳糖和矿物质, 其结果可得到高的收获和更有效的容器空间的利用。此外, 更多的高营养价值的乳清蛋白(它是乳清副产品的一种成份)现在已掺合到干酪的结构中去。这种方法对于粗制脱脂酸奶干酪和软干酪如feta已经试验过, 并且现在在欧洲和加拿大已在商业上使用。

肉类加工中的油(废液处理和水回收) 在美国中西部的一个大的肉类加工厂有一种午餐肉洗模工序的废液。这种温水流束含有油和脂肪, 并且普遍地排放到城市的下水道去。为了节约用水和节省最初将水加温所需的热能, 这个公司估计用膜技术作为一种办法回收90%的温水再使用, 只有原来废液容量的10%要排掉。这个公司租用了一个试验单元六个月, 并就地试了四种不同的超过滤和反渗透膜来确定最佳的膜通量和最佳的分离。SEPA97(CA)膜被证明为性能最好, 它保持了整个时间的最高通量并且实现了脂肪、油和细菌的最佳分离。整个规模的单元运行加工每天达22小时, 其余2个小时用于每天的清洗循环。

鱼加工蛋白油(废液处理和加工) 在美国密尼

苏达州的一个鱼加工公司由附近农村运来冻鱼, 在加工和熏制之前将鱼在盐水中解冻。由鱼浸出的油和蛋白质的盐水, 以前就排放到下水道中去。然而城市的下水道不能合适地处理废水, 因为高盐含量很不利地影响着微生物处理过程。这个公司正在用超过滤将油和蛋白质从盐水中分离出来, 并在加工中重复使用这些盐水, 只将可被生物降解的含有油和蛋白质的部份排放到下水道去。

在一个应用试验中第一步用膜扫描。这个试验表明, 一个大孔的PS(聚砜)膜显示出最高的通量, 并且用其它超过滤试验分离的水平相同, 然后进行浓缩步骤, 以确定在经济可行的形式下, 运行在所需要的高水平回收率的可能的膜通量。在确信的试验结果的基础上, 购买了一台超过滤设备, 具有20K 聚砜膜, 并于1983年中期建成。因为在解冻过程中需用冷的盐水, 将一台制冷设备与超过滤机合在一起以冷却渗透物流束以便立即回用, 单独盐一项就会每年节约超过55,000 美元, 而为处理总盐水量而制作的膜设备只花费 30,000 美元。

其它应用 其它曾经研究过的潜在的应用, 有从啤酒酿造中回收啤酒代替压力过滤大麦汁和香草汁的浓缩, 酒的味道改善, “谈”酒和苹果汁的生产、甘蔗和甜菜糖的加工和维生素的浓缩。许多其它食品的应用是存在的, 它们只受限于研究人员、加工的工程师和工厂经理的创造力和决心, 除加工应用之外, 横向流动膜过滤也可以用于高纯度补给水的生产和许多种废液处理。

韩本真节译自 Food Technology, December 1984
Crossflow membrane technology and its applications

蛋 奶 发 酵 食 品

蛋奶发酵食品是一种新型食品, 与现在的酸奶酪相似。这种食品风味怡人, 特点突出, 外观漂亮, 并且含有高蛋白。此外还有一些特点和优点。其生产主要过程如下:

1) 用全脂或脱脂牛奶、脱脂奶粉, 糖液和鸡蛋配成混合物;

2) 将选育的菌种接入混合物中, 令其进行发酵, 直到菌种生长到预定程度, 结束发酵。

在生产中采用了特殊的配方, 发酵是在特定的温度条件下进行的。最好在予发酵液中加入稳定剂, 以提高产品的稳定性。

最适宜的原料配比为: 65~85%(w/w) 的全脂奶粉, 20%(w/w) 的鸡蛋 (或相当于鸡蛋重量的蛋粉), 4~8%(w/w) 的脱脂奶粉, 2~10%(w/w) 的蔗糖和 0.1~1%(w/w) 的稳定剂。