

## 膜技术在果汁生产中的应用

膜技术在果汁、饮料工业领域主要用于果蔬汁的浓缩、果蔬汁和饮料的澄清过滤和无菌化,为生产需要提供纯净水,对工业废液处理回收或/和排放。

膜技术在果汁加工中主要用于浓缩、澄清除菌以及果胶提取,80年代以来膜分离技术用于果汁加工已趋于成熟并工业化。

果汁的澄清通常采用管式超滤膜(Tubular Ultrafiltration),果汁的浓缩则采用管式反渗透膜或卷式反渗透膜。典型的代表产品是:美国 KOCH 公司的 SUPER-COR 英国 PCI-Memtech 公司的 A19 AFC99。

### 果汁浓缩

食品浓缩除水技术有三种,即蒸发、冷冻和膜分离。膜分离法是最节能的食品浓缩脱水方法;同时能最大限度保存果汁原味和营养成分。例如果汁中的芳香成分在蒸发过程中几乎全部散失,速冻法只保留 8%,而膜法可保留 30-60%,脂溶性部分比水溶性部分保留的更多。

由于果汁的渗透压较高,反渗透浓缩倍数较低,一般浓缩到 30Brix 以下。

### 果汁的浓度渗透压

种类	可溶性固形物成分/%	渗透压/atm
苹果	12.6	18.5
梨	10.7	17.5
葡萄	11.0	18.0
橘子	10.6	21.5

### 橘子汁的浓度与渗透压

橘子汁浓度/Brix	渗透压/atm	CA 膜的透过系数/[ $l/(m^2 \cdot d \cdot atm)$ ]
0	0	0.67
10.5	15	0.61
21.5	30	0.55
31.5	58	0.49
42.0	93	0.44

膜分离用于果汁生产的研究始于 70 年代末,目前已渐趋成熟,形成工业规模的生产。

#### (1) 苹果汁生产

用醋酸纤维管式反渗透装置浓缩苹果汁的工艺过程可以得到高质量 25Brix 的浓缩苹果汁,其维生素 C、氨基酸及香气成分的损失均比真空蒸馏浓缩要少的多。

用 NTR 膜的高脱除率和低脱除率的两种卷式反渗透组件组成的多级反渗透流程可以制取 40-45Brix 苹果浓缩汁。

#### (2) 橘子汁加工

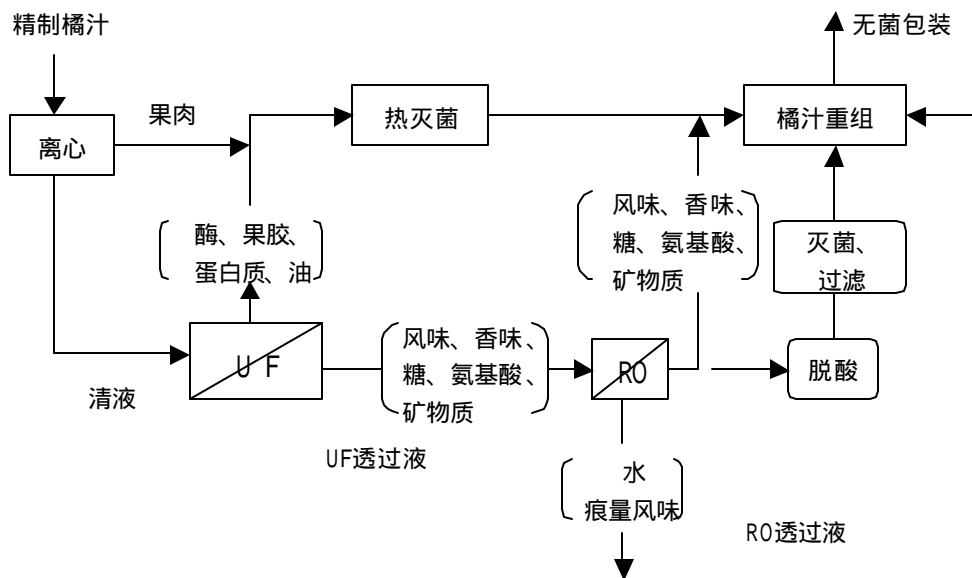
用膜技术制取高质量的橘子浓缩汁的技术已经成熟,如 DuPont 公司就有每小时除去 10000 磅水的反渗透橘子汁浓缩用商品装置。

用反渗透生产 45Brix 橘子汁浓缩的技术已经达到生产规模,在中间工厂已经可以将橘子汁浓缩到 55Brix。

用膜生产无菌浓缩汁的工业过程如图所示。该过程改善了橘汁的风味,减少了酸度。该果汁分成三个液流:

- 1) 果肉；
- 2) 含风味、酸和糖等小分子物的热敏溶液；
- 3) 非热敏性溶液和含较大的色素、蛋白质和其他分子的分散物，以及微生物。

热敏性部分被 RO 冷浓缩，易变的组分没有明显的损失。非热敏性部分能冷态或热态浓缩而无风味化合物的损失，或形成糖蛋白棕黄产物。最后，果肉和浓缩的非热敏性溶液用刮板式表面热交换器进行热灭菌，然后充入冷浓缩溶液，热敏性部分在无菌条件下混合，生产出浓缩的或/和灭菌的果汁。部分浓缩液通过单级离子交换柱制备成减少酸的橘汁。



改进后的橘汁 UF、RO 过程简化流程图

### (3) 番茄汁浓缩

1984 年意大利的 A.R.P 公司利用英国 PCI-MEMTECH 提供的管式反渗透膜及技术，建立了世界上第一条反渗透浓缩番茄汁生产线，把 4.5Brix 的番茄汁浓缩到 8.5Brix，生产能力为 42t/h，从番茄汁中脱水 20t/h，耗电 150kWh/t。1985 年又增加了两条新的生产线，总生产能力为 126t/h，浓缩汁再用蒸发器进一步脱水至 28-30Brix 的番茄汁。反渗透浓缩与蒸发浓缩的费用比较见下表。番茄浓缩汁费用比较（1995 年资料）

浓缩方法	型号	能源和材料	去除 1 吨水的费用
蒸发	三效蒸发器	蒸汽+电	3.3 英镑
反渗透	管式	电+膜	1.70 英镑
节省（用 RO 工作 21 小时/天，脱水 59.3t/hr）—— £ 1992/天			

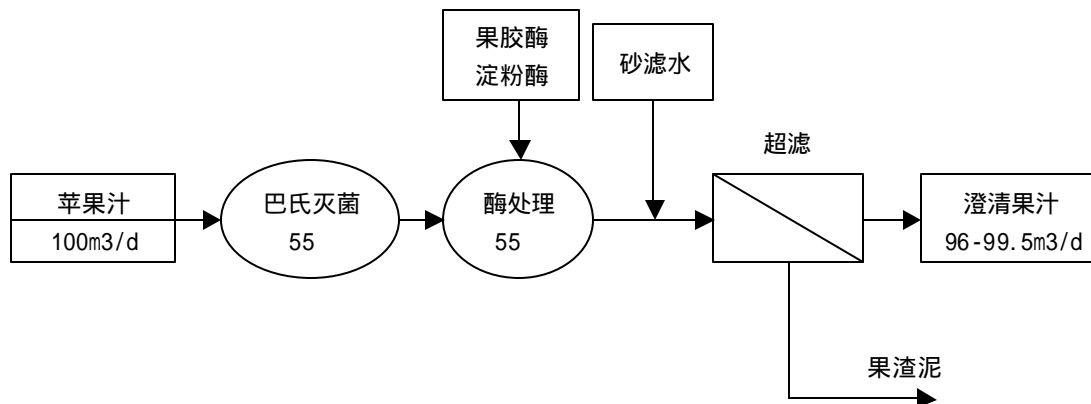
此外，膜技术还用于葡萄汁、佛手柑汁生产和咖啡、茶叶汁的浓缩等。

### (4) 果汁澄清

超滤主要用于果汁的澄清。特别是苹果汁的澄清。靠压榨生产的苹果汁，含有 12% 的固体，其中包括糖、苹果酸、淀粉、果胶和酚类化合物。如图所示，常规苹果汁加工中，首先要加入酶以破坏果胶，然后加硅溶胶和明胶，静置后，上层清液加硅藻土过滤，然后加膨润土通过板框压滤机过滤。

而采用超滤法，在果汁部分脱酸之后，就用超滤法进行澄清，如图所示。如果采用 Abcor25.4mm 单管式超滤组件，对脱酸 25% 的果汁，在 50℃ 下可获得  $3\text{m}^3/(\text{d} \cdot \text{m}^2)$  的膜透水速率。超滤得到的果汁，浊度为 0.4-0.6NTU（散色浊度计单位），而常规的澄清过程只得到浊度为 1.5-3.0NTU 的果汁。

由于超滤后果汁中的细菌、霉菌、酵母和果胶被去除，所以超滤后的果汁具有较长的货架寿命（长达两年）。超滤的果汁得率为 96%-98% 甚至 98%-99%，且超滤加工时间很短（低于 2 小时），而常规的澄清长达 36 小时。因为超滤操作的简单，所以采用超滤法澄清果汁还可以节省贮藏设备和人力。苹果汁用压滤澄清的价格为  $11.62\text{US}\$/\text{m}^3$ ，而用超滤澄清的成本只有  $2.78\text{US}\$/\text{m}^3$ 。

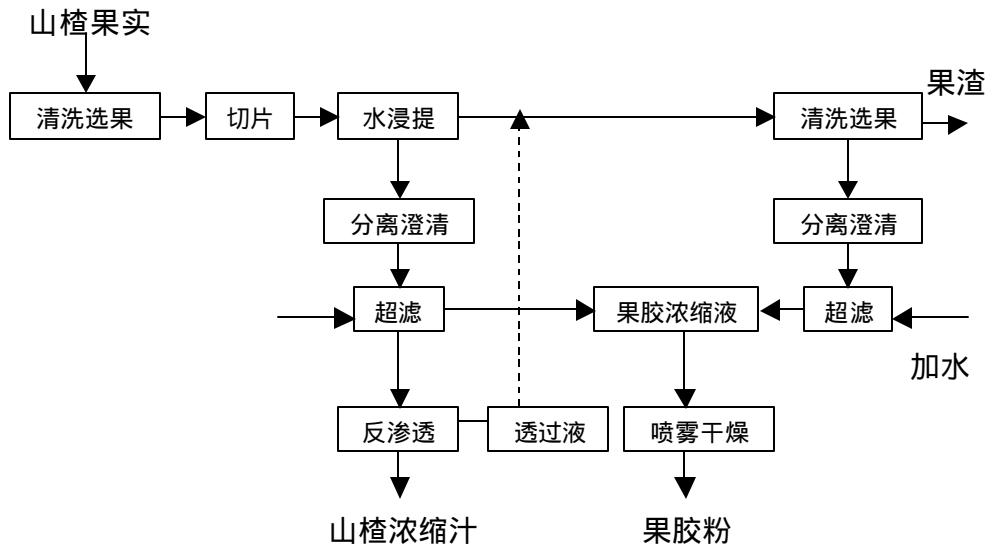


超滤技术用于苹果汁的澄清处理

### 果汁和果胶同时分离和浓缩

用膜技术在果汁的生产中可同时得到副产果胶。

山楂是我国特有的水果，其中果胶含量较高，色素（花色素甙）热稳定差，用传统方法加工果汁有一定难度。以膜分离技术替代传统的加工方法时先选用超滤对果汁和果胶进行分离、提纯，并对果胶进一步浓缩。最后应用反渗透对果汁进行浓缩，用该工艺生产山楂果汁色泽鲜艳，果香浓郁，其品质明显优于传统方法生产的制品。已成功地在工业化生产中得到应用，并产生了明显的经济效益和社会效益。



### 山楂果汁、果胶的分离和提纯

去除果汁中的果胶，通常采用果胶酶分解法，该方法用于山楂加工存在以下一些问题：果胶酶 pH 值在 4~5 活力最高，而山楂浆的 pH 值 < 3，因此不能很好地发挥酶制剂的作用；酶制剂及酶解加热过程，对果汁的营养成分、风味及色泽都有不良影响；此外品质极好的果胶被分解掉，而超滤技术可在常温下实现果胶与果汁的分离，克服了酶解法的缺点。

### 山楂果汁的浓缩

果汁浓缩的传统工艺为蒸发浓缩，这种相变过程不仅能耗较高，而且会使果汁中的维生素、色素等热敏性物质受到极大的破坏，香气成分损失严重，果汁的品质大大降低。而以压力为动力的反渗透技术正好弥补了这些缺点。

### 果胶的喷雾干燥

传统的果胶生产是先醇析脱水，后真空干燥，该方法工艺复杂，酒精耗量大（每吨果胶耗 6~7t 酒精），生产成本较高。而喷雾干燥工艺简单，没有酒精消耗，降低了生产成本。

取超滤浓缩液预热 50 左右，以恒定的速度用蠕动泵输入喷雾塔。进风温度 190~230，排风温度 85~90，离心转速 35000~45000r/min，所得果胶的胶凝度达到 180 以上。