



甘肃农业大学



# 食品加工新技术—冷冻 浓缩

- 学院：食品科学与工程
- 专业：食品工程
- 汇报人：刘小波



# 目录

## Content

---

01. 冷冻浓缩的理论基础

02. 冷冻浓缩技术的国内外发展现状

03. 选择冷冻浓缩工艺时要考虑的因素

04. 前景展望



# 1、冷冻浓缩的理论基础

稀溶液的相图如图1所示，横坐标表示溶液的浓度 $X$ ，纵坐标表示溶液的温度 $T$ 。曲线DABCE是溶液的冰点线，D点是纯水的冰点，E是低共熔点

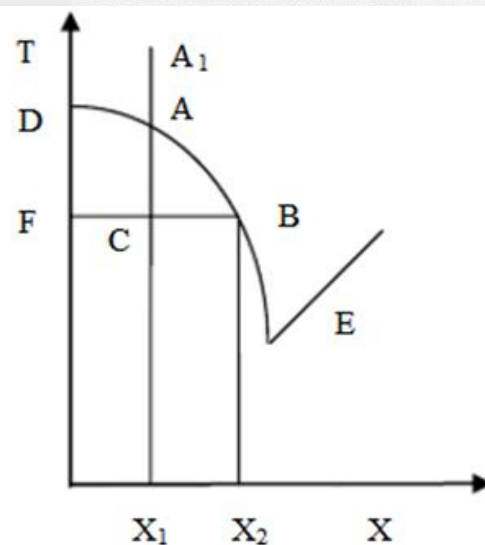


图 1 冷冻浓缩的相平衡图



# 1、冷冻浓缩的理论基础

某一稀溶液起始浓度为 $X_1$ ，温度在A1点。对该溶液进行冷却降温，当温度降到冰点线A点时，如果溶液中无“冰种”，则溶液不会结冰，其温度将继续下降至C点，变成过冷液体。过冷液体是不稳定的液体，受到外界干扰（如振动），溶液中会产生大量的冰晶，并成长变大。此时，溶液的浓度增大为 $X_2$ 。冰晶的浓度为0（即纯水）

如果把溶液中的冰粒过滤出来，即可达到浓缩的目的。这个操作过程就即为冷冻浓缩。设原溶液总量为 $M$ ，冰晶量为 $G$ ，浓缩液为 $P$ ，根据溶质的物料平衡，有： $(G+P) X_1 = P X_2$ 或如上式表明，冰晶量的浓缩液量之比等于线段BC与线段FC长度之比，这个关系符合化学工程精馏分离的“杠杆法则”。根据上述关系式可计算冷冻浓缩的结冰量

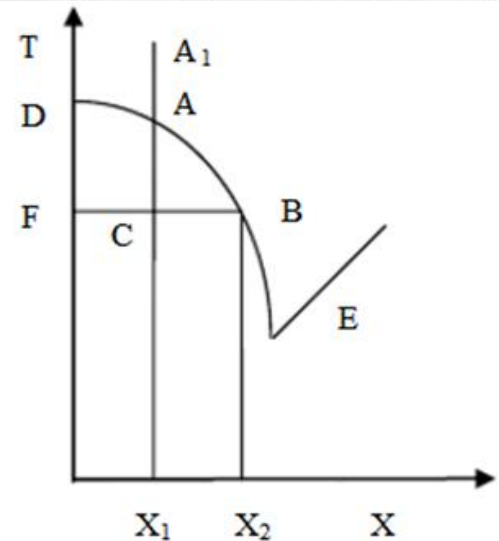


图 1 冷冻浓缩的相平衡图



## 2、 冷冻浓缩技术的国内外发展现状

### 2.1 国外发展概况

F. A Ramos 发现此技术并未改变其果肉的色泽及pH值，并明显降低了挥发性物质的损失量，且很好地保留了浆果独特的香味

Osato Miyawaki 等[4]将管式结冰渐进式冷冻浓缩系统应用于咖啡萃取物可将其溶液浓度浓缩至30%，含果肉的番茄汁可浓缩至12.5%，而将夹带有5%果肉的冰相溶解再次经过管状结冰器浓缩后所得冰相的溶液浓度降低至0.25%，如果事先将果肉去除，则番茄汁可浓缩至40%，蔗糖水溶液可由41.8%浓缩至54.8%，且浓缩效果非常好



## 2、 冷冻浓缩技术的国内外发展现状

### 2.2 国内研究及应用现状

由于冷冻浓缩的基本原理很简单，我国传统的老陈醋生产工艺过程中就曾用到此技术对醋进行冷冻浓缩。近年来，该技术在国内外已被广泛地应用于各行各业中，并在相关的理论和设备上取得了许多新进展

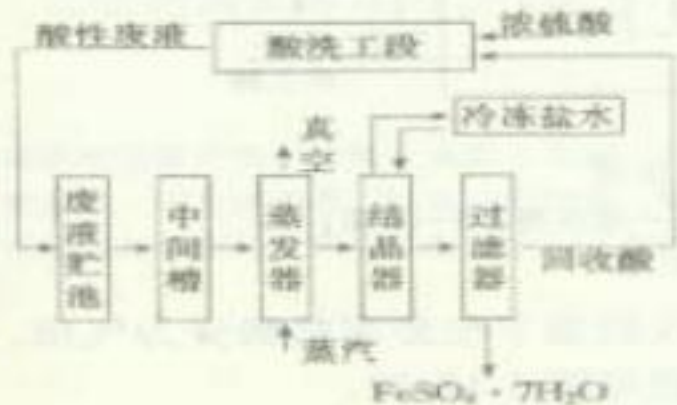


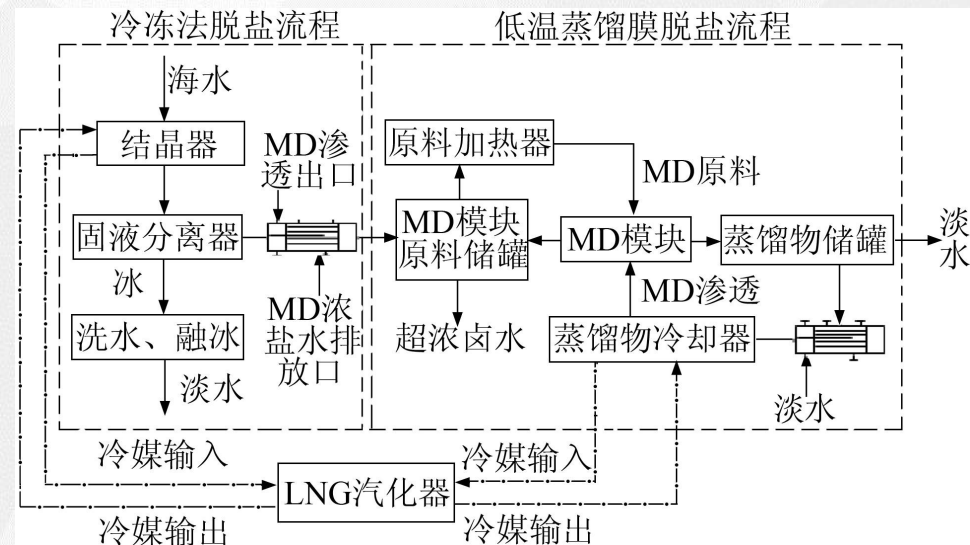
图 5-10 真空浓缩冷冻结晶法回收硫酸流程



## 2、 冷冻浓缩技术的国内外发展现状

### 2.2.1 酿酒业

孙卉卉等[8]采用根据刘凌等的方法改装的冷冻浓缩装置研究了冷冻浓缩对低糖葡萄汁及葡萄酒品质的影响，证明冷冻浓缩是一种可以较好地保持葡萄汁的品质、香气和营养成分的浓缩方法。经过冷冻浓缩折光度提高 $5^{\circ}$  Bx 的玫瑰蜜葡萄汁含糖量提高了 $53.8\text{g}/1$ ，可滴定酸含量增加接近1倍，但果汁的pH值变化不明显





## 2、 冷冻浓缩技术的国内外发展现状

### 2.2.2 果汁业

我国是生产甘蔗的大国，将甘蔗改种果蔗并加工成甘蔗汁及解决了甘蔗的销路，又满足了人们对果汁日益增长的需要。甘蔗汁的热敏性很强，对其进行普通的蒸发浓缩极容易使甘蔗汁焦糖化，丧失其特有的风味。袁林峰[9]研究了冷冻浓缩工艺对甘蔗汁的影响，对浓缩前后的甘蔗汁进行了感官上的比较，发现浓缩后的甘蔗汁品质稳定，除了在颜色、风味、甜味方面感觉更加浓重外，其他基本保持了冷冻浓缩前甘蔗汁的原有风味



## 3、选择冷冻浓缩工艺时要考虑的因素

### 3.1 冷冻浓缩工艺适用的物料

任何一种加工工艺都有一定的适用范围，经过分析，认为冷冻浓缩工艺比较适合黏度较小的饮料的浓缩，如植物水提取液、苹果汁等，原因是这种物料流动性好，有利于溶液内部溶质分子的迁移。相反，粘度较大的饮料，如橙汁等，在实践上不适合适用冷冻浓缩工艺（尽管在理论上是可行的），原因是橙汁含果胶多，低温时果胶更粘，溶液内部溶质分子的迁移助力很大



## 3、选择冷冻浓缩工艺时要考虑的因素

### 3.2 冷冻浓缩所能达到的极限速度

饮料一般含有多种成分，在选用冷冻浓缩前，应首先确定要保留的稀饮料中的那些有效成分。这些有效成分在稀溶液中的有效浓度须小于低共熔点浓度 $X_E$ ，在形成的冰晶中才不含有它们。同时，冷冻浓缩所能达到的极限浓度是这些有成效成分的低共熔点浓度





## 3、选择冷冻浓缩工艺时要考虑的因素

### 3.3 冷冻浓缩方式的选择

依据国外学者对浓缩方式的分类，冷冻浓缩可以分为悬浮结冰晶式和渐进结冰式[11]。悬浮结冰晶式是让物料溶液在刮板换热器内过冷，然后形成冰晶长大成冰粒。渐进结冰式是让物料溶液在冷的壁面结成厚冰层，然后再把冰层拿出来。从理论上或实践上说，上述两种方式是可行的，但从应用的角度来说，悬浮结冰式更好



## 4、前景展望

冷冻浓缩技术现已证明优质可靠，极具市场活力。随着社会的进步，经济的发展，人们生活水平的提高，冷冻浓缩这一低能耗、可生产高质量产品的加工技术具有很大的发展潜力。此方法除了用于浓缩，也可考虑用于有机废水的处理，活性物质的回收再利用等方面。同时，整体的冰结晶又是很好的蓄冷、降温用冷源。这些方面对于保护环境、促进资源的再利用都是很有重要的意义的

对食品冷冻浓缩技术来说，应在提高冰晶纯度、减少固形物损失及降低生产成本方面加以深入研究，这样才能充分发挥其自身的优势。冰核微生物用于食品冷冻浓缩中，属于生物技术与食品加工相结合的一项高新技术，极富应用潜力

请老师同学批评指正

谢

谢

观

看



*"Life is like riding a bicycle. To keep your balance you must keep moving."*