

食品工程系列教材

食品分离技术

高孔荣 黄惠华 梁照为 编著

华南理工大学出版社

食品工程系列教材

食品分离技术

高孔荣 黄惠华 梁照为 编著

华南理工大学出版社
·广州·

内 容 简 介

本书系统地介绍了各种分离技术的基本理论及其在食品科学和工程中的应用,尤其侧重于新型分离技术的应用。全书包括“绪论”、“沉淀分离技术”、“超临界流体萃取技术”、“反相微胶团与双水相萃取技术”、“膜分离技术”、“絮凝分离技术”、“泡沫分离技术”、“结晶分离技术”、“分子蒸馏”、“亲和色谱分离技术”、“新型吸附分离技术”以及“食品的微胶囊化技术”等传统的和现代分离技术,共十二章。本书在介绍这些技术的基本理论及其在食品中的应用的同时,论及这些技术的发展趋向,并结合实际,适当地介绍一些比较成熟的生产工艺,具有较强的实用性。

本书适合作为高等院校食品专业及相关专业的本科生、研究生教材和食品工程人员的技术参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

食品分离技术/高孔荣,黄惠华,梁照为编著. —广州:华南理工大学出版社,1998.11
ISBN 7-5623-1343-1

I. 食…
II. ①高…②黄…③梁…
III. 食品加工-分离
IV. TS205

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山 邮编 510641)

责任编辑 胡 元

各地新华书店经销

广州市新光明印刷厂印装

*

1998年11月第1版 1998年11月第1次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 12.25 字数: 298千

印数: 1—3 000册

定价: 19.50元

目 录

第一章 绪论	1
第一节 分离技术的概念.....	1
第二节 分离技术的分类及特点.....	2
第三节 分离技术与食品工业.....	4
第四节 食品分离过程的特点及其方法.....	5
一、食品分离过程的特点	5
二、食品分离方法的确定	6
第五节 食品分离技术的评价及其发展趋向.....	7
一、食品分离技术的评价	7
二、食品分离技术的发展趋向	8
第二章 沉淀分离技术	10
第一节 沉淀分离的目的及其方法	10
第二节 无机沉淀剂沉淀分离法	11
一、金属盐类沉淀分离法	11
二、盐析法	12
第三节 有机沉淀剂沉淀分离法	15
一、基本原理及其特点	15
二、有机沉淀剂的选择	16
第四节 等电点沉淀分离法	18
一、等电点沉淀分离的基本原理	18
二、蛋白质的等电点沉淀分离	20
第五节 其他沉淀分离技术	21
一、变性沉淀分离法	21
二、生成盐类复合物沉淀分离法	24
三、非离子型聚合物沉淀分离法	24
第三章 超临界流体萃取技术	26
第一节 概述	26
一、超临界萃取及超临界流体的概念	26
二、超临界流体萃取技术的发展现状	26
第二节 超临界流体萃取的基本原理及特征	27
一、超临界流体的基本性质	27
二、超临界流体萃取的特征	29
三、超临界流体的选择	29
第三节 超临界流体萃取的工艺流程及在食品工业中的应用	30

一、超临界流体萃取的典型流程	30
二、超临界流体萃取技术在食品工业中的应用	31
第四章 反相微胶团萃取与双水相萃取技术	34
第一节 反相微胶团萃取技术	34
一、反相微胶团萃取的概念及分离原理	34
二、影响反相微胶团形成的因素	35
三、反相微胶团分离方法	37
四、影响反相微胶团萃取效果的因素	37
第二节 双水相萃取技术	39
一、双水相体系概念	39
二、双水相萃取的特点及其应用	41
三、影响组分在双水相系统中分配的主要因子	42
四、聚合物和盐的回收再利用	43
五、双水相萃取技术的新发展	43
第五章 膜分离技术	46
第一节 概述	46
一、膜分离技术的发展	46
二、膜分离技术的原理	48
三、膜分离技术的分类	48
四、膜分离技术的特点	49
五、膜的分类和性质	50
第二节 反渗透分离技术	53
一、反渗透膜的透过机理	53
二、反渗透分离原理	54
三、反渗透分离溶质的物理化学准则	55
四、反渗透分离溶质的影响因素	58
五、反渗透基本迁移方程	59
六、影响反渗透操作的因素	62
七、膜材料	62
第三节 超滤分离技术	66
一、超滤原理	67
二、超滤膜的特性	68
第四节 膜分离装置	70
一、实验室用膜分离装置	70
二、工业用膜组件	73
三、膜分离用泵	83
第五节 膜分离过程工艺	83
一、前处理工艺	83
二、膜分离工艺流程	84

三、后处理工艺	87
第六节 反渗透及超滤技术的工业应用	88
一、苦咸水淡化	88
二、海水淡化	89
三、超纯水的制备	90
四、医疗用水的制备	91
五、在乳品工业中的应用	91
六、在豆制品工业中的应用	94
七、在酶制剂工业中的应用	96
八、在淀粉加工中的应用	97
九、其他方面的应用	97
十、膜反应器	102
第七节 电渗析分离技术	104
一、电渗析的基本原理	104
二、电渗析用离子交换膜	106
三、影响电渗析操作的因素	108
四、电渗析器	109
五、电渗析分离技术的应用	109
第八节 液膜分离技术	112
一、概述	112
二、液膜分离机理	114
三、液膜分离过程的选择与设计	114
四、液膜分离技术的应用	116
第六章 絮凝分离技术	118
第一节 概述	118
第二节 絮凝作用机理	118
一、胶体和悬浮物的性质	118
二、絮凝作用机理	120
第三节 絮凝值	122
第四节 絮凝剂的种类和性质	124
第五节 影响絮凝作用的因素	125
第六节 絮凝分离技术的应用	126
第七章 泡沫分离技术	127
第一节 泡沫分离技术的特点和分类	127
一、泡沫分离技术的特点	127
二、泡沫分离技术的分类	127
第二节 泡沫分离的基本原理	129
一、泡沫分离的基本原理及数学表达式	129
二、泡沫的形成过程及其性质	131

第三节 泡沫分离流程及其影响因素	132
一、泡沫分离流程	132
二、影响泡沫分离效果的因素	133
三、泡沫分离技术的应用	134
第八章 结晶分离技术	135
第一节 结晶及晶体的性质	135
一、结晶及晶体的定义	135
二、晶体的性质	135
第二节 晶体形成的条件	136
一、物质的特性	136
二、溶质的纯度	136
三、溶液的饱和度	136
四、结晶溶液中溶剂的选择	137
第三节 晶核的形成及影响结晶的因素	138
一、晶核的形成及其诱导方法	138
二、影响晶体生成的因素	138
第四节 常用的结晶方法及其应用	139
一、蒸发浓缩结晶法	140
二、加沉淀剂结晶法	140
三、温差结晶法	141
四、其他结晶法	141
第九章 分子蒸馏	143
第一节 分子蒸馏的概念和特征	143
一、分子蒸馏的概念	143
二、分子蒸馏的特征	144
第二节 分子蒸馏的几个参数	144
第三节 分子蒸馏的设备和流程	145
一、分子蒸馏的设备	145
二、分子蒸馏的流程	146
第四节 分子蒸馏在食品分离中的应用	147
第十章 亲和色谱分离技术	149
第一节 色谱分离技术的分类及一般原理	149
一、概念、分类和原理	149
二、色谱图	150
第二节 亲和层析分离技术	151
一、亲和层析的基本原理与过程	151
二、亲和层析的特点	152
三、生物对的亲和作用及选择	153
四、载体的选择	155

五、亲和层析条件的选择	157
第十一章 新型吸附分离技术	160
第一节 吸附分离技术概述	160
一、吸着与吸附	160
二、吸附剂的种类及性能	161
三、吸附分离技术的应用和进展	162
第二节 参数泵分离技术	163
一、参数泵分离原理	163
二、参数泵分离技术的应用	166
第三节 变压吸附分离技术	167
一、分离原理	167
二、变压吸附分离的工艺及应用	167
第四节 模拟移动床吸附分离技术	170
一、模拟移动床吸附分离技术的特点	170
二、工作原理	170
第十二章 食品的微胶囊化技术	172
第一节 微胶囊化的概念及其应用意义	172
一、基本概念	172
二、微胶囊的功能及应用意义	172
第二节 微胶囊化技术方法分类	174
一、微胶囊的心材和壁材	174
二、微胶囊化技术方法分类	175
三、方法选择	175
第三节 几种常见的微胶囊化方法及应用	176
一、微胶囊化的步骤	176
二、微胶囊化的主要方法及应用	177
参考文献	185

第一章 绪 论

第一节 分离技术的概念

自然界是一个混合物的世界。自然界的物料,无论是固体矿物质还是石油、空气、海水、谷物、动物机体等,都是由多种成分组成的混合物。这些混合物,在我们的生活和生产中有些是可以直接利用的,但更多的场合则必须将其分离后才能利用。分离过程就是通过一定的手段,将混合物分成互不相同的几种产品的操作过程,它包括提取和除杂两个部分。分离过程运用的手段可以是物理的,也可以是化学的,或者是物理和化学手段的互相结合。被分离的对象可以是原料,也可以是反应产物、中间产物或废物料;可以是小分子,也可以是大分子;可以是具有生物活性的物质(如酶类),也可以是不具有生物活性的物质。而分离技术,则是一门研究如何从混合物中把一种或几种物质分离出来的科学技术。它是一门应用性很强的学科。化工生产过程中包括反应和分离两个主要过程,分离操作一方面为化学反应提供符合质量要求的原料,消除对反应有害的物质,减少副反应和提高收率;另一方面对反应产物又起着提纯的作用,使产品纯度合格,并可循环利用未反应的物料。

分离技术在工农业生产中具有重要作用,并且与我们的日常生活息息相关。例如从矿石中冶炼金属,从海水中提取食盐和制造淡水,工业的废水处理,植物中药用成分及保健成分的提取,从发酵液中提取谷氨酸生产味精等等,都离不开分离技术。同时分离技术也在不断地促进其他学科的发展。由于采用了有效的分离技术,能够提纯和分离较纯的物质,使元素周期表中的各个元素逐步被发现,大大地推进了化学学科的发展。又由于各种层析技术、超离心技术和电泳技术的发展和运用,使生物化学等生命科学得到了迅猛的发展,同时由于人类分离、破译了生物的遗传密码,促进了遗传工程的发展。另一方面,随着现代工业和科学技术的发展,对产品质量的要求提高,对分离技术的要求越来越高,从而也促进了分离技术的不断提高。例如原子能工业对元素铀和钚以及水等的纯度要求都极高,电子工业对硅和锗等元素要求的纯度必须达到 99.99%,甚至是 99.999 9%。产品质量的提高,主要借助于分离技术的进步和应用范围的扩大,这就促进了分离技术的不断提高和完善。提高和完善的标志表现在分离过程的效率和选择性方面都得到了明显的提高。例如现代分离技术可以把人和水稻等生物的遗传物质提取出来,并且能将基因准确地定位。

随着现代工业趋向于大型化生产,对现有有限资源的掠夺性消耗以及造成的日益严重的环境污染,使得全球都面临着资源的综合利用及废水、废气和废渣的治理问题。而解决这些问题,都离不开有效的分离技术。对水的处理要求,促进了膜分离技术的发展;而电

子能工业的迅猛发展，大大地促进了液相萃取技术的进步。

图 1-1 所示为分离过程的一般原理示意图。此图说明了要实现混合物的分离，需要某种专门的设备和专门的过程，并且要提供相应的能量和物质。这是因为物质的混合过程是一个熵的增加过程，可以自发地进行；而从混合物中进行分离，则是一个熵减的过程。熵减的过程必须要有外加能量才能进行。例如在聚乙烯生产过程中，分离精制所消耗的能量占整个生产能量的 94 %；而在醋酸的生产过程中，精制所消耗的能量是整个生产过程能量的 98 %。精制即包括提纯和除杂两个分离过程。由于物料的千差万别，以及对分离的要求各不相同，因此分离过程、分离设备以及分离剂的使用都有各种不同的形式。但是在一个生产过程中，分离过程所占的投资费用，一般都在 50 % ~ 90 % 之间，由此可见分离的重要性。

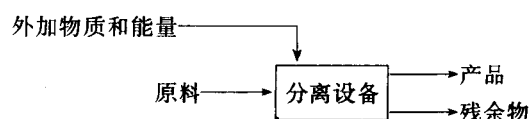


图 1-1 分离过程的一般原理示意图

第二节 分离技术的分类及特点

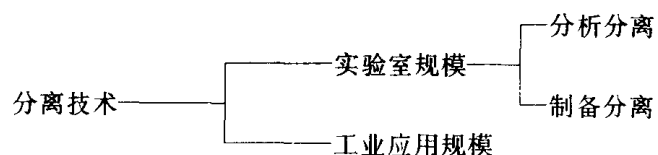
目前工业上分离技术的形式多种多样，常见的有二三十种。随着放大技术和工业规模的扩大，将会有更多的分离技术从实验室规模应用到工业化生产方面来。所有的分离技术，都可分为机械分离和传质分离两大类。机械分离处理的是两相或者两相以上的混合物，其目的是简单地将各相加以分离，过程中间不涉及传质过程。例如过滤、沉降、离心分离、旋风分离等。这些过程有相当部分已经成为食品工程中常规的单元操作，不是本书要讨论的内容。本书要讨论的主要是与食品工程有关的传质分离过程。传质分离过程的特点是过程中间有传质现象发生。传质分离技术处理的物料可以是均相体系，也可以是非均相体系，但更多的是均相体系。传质分离过程包括平衡分离过程和速率控制分离过程。平衡分离过程是指借助于分离媒介（热能、溶剂、吸附剂），使均相混合物系统变成两相系统，再以各组分在媒介中的不同的分配系数为依据而实现分离的过程，如闪蒸、萃取、精馏、吸附、吸收、离子交换、结晶以及泡沫分离等。而速率控制分离过程则主要是根据混合物中各个组分扩散速度的差异来实现分离的过程，如反渗透、超滤、电泳等，分离过程所处理的原料产品通常属于同一相态，仅仅是组成上存在差异，利用浓度差、压力差以及温度差等作为分离推动力。

表 1-1 给出了各种主要的分离过程的一些特点和应用。在各种分离过程中，由于出现的时间顺序的不同，其应用的历史也有较大的差别。如精馏、吸收、萃取和结晶等分离技术，出现较早，作为单元操作的应用也有较长的历史，在食品工程中的应用比较多。一些新近发展起来的分离技术，如膜分离、超临界萃取等技术，由于其历史只有二三十年，并且在效率、选择性、节能和环保等方面具有明显的优越性，因此显示出极大的应用前景。

表 1-1 分离过程分类举例

过程名称	原 料	分 离 剂	产 品	分离原理	实 例
1. 平衡分离过程					
蒸发	液体	热	液体 + 蒸气	蒸气压差异	果汁浓缩
蒸馏	液体	热	液体 + 蒸气	蒸气压差异	石油馏分分离
吸收	气体	非挥发性液体	液体 + 蒸气	溶解度差异	从天然气中去除 CO ₂ 和 H ₂ S
萃取	液体	不互溶液体	两种液体	溶解度差异	芳烃抽提
结晶	液体	冷或热	液体 + 固体	利用过饱和度	盐和糖的结晶析出
吸附	气体或液体	固体吸附剂	固体 + 气体或液体	吸附能力差异	气体干燥
离子交换	液体	固体树脂	液体 + 固体树脂	质量作用定律	硬水软化
干燥	含湿固体	热	固体 + 蒸气	水分蒸发	食物脱水
浸取	固体	液体	液体 + 固体	溶解度差异	湿法冶金
泡沫吸附	液体	气泡和表面活性剂	两种液体	表面吸附	污水中去除洗涤剂
浮选	固体	气泡和表面活性剂	两种固体	表面吸附	矿物浮选
凝胶过滤	液体	固体凝胶	液体 + 固体凝胶	分子大小的差异	蛋白质分离
2. 速率控制分离过程					
气体扩散	气体	压力梯度	气体	穿过多孔膜的扩散速率的差异	从天然 UF ₆ 中分离 ²³⁵ UF ₆
热扩散	气体或液体	温度梯度	气体或液体	不同的热扩散速率	同位素分离
电渗析	液体	电场, 离子交换膜	液体	不同的电荷离子对膜的选择性渗透	含盐水脱盐
电泳	液体(含胶体)	电场	液体	胶体在电场下的迁移速率差异	蛋白质和酶的分离
反渗透	液体	压力梯度和膜	两种液体	渗透压	海水脱盐、果汁浓缩
超滤	液体(含高分子物质或胶体)	压力梯度和膜	两种液体	不同大小的分子对膜的透过率差异	废水处理、蛋白质浓缩

如果按分离技术的应用规模来分类, 则又可将分离技术分为:



但这样划分只是短暂的和相对的，因为从理论上说，任何一种分离技术，都能够并且最终也会应用于工业生产，需要解决的只是放大设计问题。如以前只用于实验室分析和制备的凝胶色谱分离技术，目前已有工业方面的应用。

如果按分离性质分类则有：

(1) 物理分离法 以被分离对象在物理性质方面的差异作为分离依据，采用有效的物理手段进行分离，包括热扩散法，梯度磁性分离法以及过滤、沉淀、离心分离等各种机械分离法。

(2) 化学分离法 依据被分离对象在化学性质方面的差异，采用有效的化学手段进行分离的技术，如沉淀分离法、溶剂萃取法、离子交换技术等。

(3) 物理化学分离法 被分离对象中，有时存在着不止一个特性方面的差异，包括在物理和化学性质方面的差异，据此可以采用物理手段与化学手段相结合的技术进行分离。

一般来说，被分离组分之间的性质差别越大越多，分离的手段越多，分离越容易，分离得到的结果越精细，产品越好。

第三节 分离技术与食品工业

食品分离技术是指各种分离技术(包括物理的、化学的以及物理化学的)在食品科学与食品工程中的应用。现代分离技术与食品工业之间的关系，随着食品工程的发展而愈来愈密切，使得有些分离技术本身已成为食品工程中的单元操作，如结晶、反渗透浓缩、无菌过滤等。食品分离技术在食品工业中具有相当重要的地位，其重要性表现在如下几个方面：

(1) 食品分离技术是食品工业的基础。绝大多数食品工业都离不开食品分离技术，其中不少食品行业都是以分离过程为主要生产工序。例如油料生产要从油料种籽中将植物油分离出来；淀粉生产从淀粉植物原料中将淀粉分离出来；糖品生产要从糖料植物中分离出糖分并加以精炼提纯；而像速溶咖啡、速溶茶等产品的生产则要从咖啡和茶原料中提取出水溶性成分并去除对品质不利的其他成分。这些行业，离开了分离技术，生产根本无法进行；分离水平不高，产品的质量也提高不了。

(2) 食品分离技术能提高食品原料的综合利用程度。现代社会，资源变得越来越有限，食品资源的综合利用，对于解决人类吃饭问题有重要意义。在食品加工过程中，运用分离技术就可以有效利用食品原料中的各种成分，提高原料的综合利用程度，就提高了食品原料的利用价值。例如过去采用压榨法分离植物油，由于原料要经过热处理，其中的蛋白质因为受热而变性，只能用作饲料，大大地降低了其利用价值；若采用低温脱溶的萃取法或水溶法分离，则能保持原料中蛋白质不变性，可以有效地加以分离和利用。采用有效的分离方法，可以从茶叶下脚料中分离出茶多酚、儿茶素单体、咖啡碱、茶碱、可可碱等组成成分，使原料利用率大为增值。采用有效的分离方法也可以从柑橙中分离柑橙油、柑橙皮苷和果胶等。在制糖行业中，采用色谱分离技术可以从糖蜜中直接回收蔗糖，使产糖率大大提高。

(3) 食品分离技术能保持和改进食品的营养和风味。食品加工过程中，经常运用到热

处理，如果没有良好的分离技术，食品不但保持不了原有的色、香、味等风味，而且还会使营养受到不应有的破坏。采用现代分离技术可以将一些需在高温下完成的工艺改为在常温下进行，这样就可以大大地改善食品的色、香、味及营养。因为易挥发的香气成分被保存了下来，而一些生理活性成分和蛋白质没有被破坏也保留下来。如用膜分离技术代替常规的蒸发浓缩和真空浓缩来浓缩咖啡、果汁、茶汁等。再如用超滤法提取植物蛋白酶和大豆蛋白质，可以最大限度地保存生物大分子的生物活性，提高制品的质量。茶饮料在存放一定时期后会产生浑浊沉淀现象，沉淀的原因在于茶多酚与其他成分结合成大分子络合物，而茶多酚又是茶的品质成分。因此，必须采取恰当的分离手段，把导致沉淀的成分去除，并且要能够保留茶多酚这种风味成分，这就需要运用恰当的分离手段。

(4) 食品分离技术使产品符合食品卫生的要求。食品分离技术包括提取原料中的有益组分和去除其中的有害成分。去除原料的有害成分，可以使最终产品符合卫生法规，提高和改善原料的利用价值。例如棉籽中含有棉酚这种有害物质，在加工棉籽油和提取棉籽蛋白过程中必须把棉酚分离去除。再如油菜籽中含有芥子苷，具有毒性，在加工菜油或提取菜籽蛋白时也必须将其去除。花生、玉米等油制品易受黄曲霉污染而产生黄曲霉素，也必须采用适当的分离方法将其去除。此外，分离技术在保证食品生产用水卫生方面亦起到重要的作用。在食品生产过程中离不开水，但水源受到不同程度的污染在今天普遍的现象，为此就需要采用适当的分离手段把水中的污染物去除，以保证水质符合卫生标准和生产要求。对于其他食品原料、辅料及包装材料，都有这样的要求。这些也都是食品分离技术在食品行业中的应用。

(5) 现代食品分离技术能改变食品行业的生产面貌。现代分离技术在食品工业中的应用，往往可以使行业的生产面貌大为改观。制盐行业的变化是个突出的例子。过去利用盐田法制盐，一个较古老的方法是在盐田里利用太阳能将海水浓缩，然后结晶制取食盐。改进的生产工艺是将盐田里经过初步浓缩得到的卤水，再经过多效真空浓缩、结晶制取食盐。这些方法生产的食盐，产品纯度低，需用场地大，成本高，并且受天气影响。改用电渗析法生产食盐则可克服上述缺点，并导致整个行业生产面貌的大大改观。由上可见，食品分离技术对于食品科学和食品工业来说是十分重要的。

第四节 食品分离过程的特点及其方法

一、食品分离过程的特点

(1) 食品分离技术的分离对象种类繁多，结构复杂。包括各种原料、辅助材料、半成品、甚至气体和水，有的属于无机化合物，有的属于有机化合物，尤其是有的具有生物活性(如对酶等一些特殊成分的分离)，甚至有的有生命活动(如微生物)，属于热敏性成分。因此仅仅依靠某些经典的分离方法如蒸馏、蒸发、沉淀和萃取等，虽然这些技术已成为食品加工中的单元操作，但还解决不了食品分离过程中的某些问题。因为对于食品原料中许多有生理活性的物质如蛋白质、酶、核酸等的分离，上述技术都不适用，必须借助新型的分离技术。由此亦推动了分离技术与生物化学制备技术的结合。

(2) 产品质量与分离过程关系密切。食品工程处理的原料是农、林、牧、副、渔业的动植物产品，其中的主要成分如蛋白质、酶类都是具有生物活性的物质，在加工条件下易引起变性、钝化或被破坏；某些成分如色素、脂肪等，在有氧的条件下会发生变色、霉败；一些挥发性的芳香性成分由于易挥发而损失，这些都会使食品在营养和风味上产生变化。这就要求在食品的分离和加工过程中，尽量避免高温、高压、强酸、强碱、强辐射和重金属离子的作用，一些特殊的加工和分离还要考虑到避免原料自身的酶解作用。

(3) 食用安全性要求高。食品分离过程处理的对象主要是食用性物料，获得的产品主要也是用于食用和医用，因此对其安全要求特别高，必须符合食品卫生和医药卫生的有关规定。所使用的分离技术必须考虑到这些因素，在做到产品合乎卫生标准的同时，不给原料带来新的污染。此外，一些食品原料或辅料的利用价值高，但往往含有极少量的有毒成分，或者受到其他污染，如木茹中含有氰化物的前体，大豆中含有胀气因子，棉籽中含有棉酚，油菜中含有芥籽苷，茶籽中含有茶皂素。利用这些原料的前提是必须把有毒成分或污染物去除，这就要求所采用的分离技术必须做到效率高、选择性强。

(4) 食品在分离过程中易腐败变质。易腐败是食品原料及其制品的一个明显特点。因此在分离过程中必须控制分离条件，尽量缩短分离周期。

二、食品分离方法的确定

在大多数情况下，应用食品分离技术的目的，是从原料中分离和提纯某一已知结构和性质的单一组分或几种组分，或者是采用一定的手段去除某种有害的或不需要的成分。对于已知结构和性质成分的分离，目的在于取得更纯、更多的产物或者希望建立起一套更简便、效率更高和更好的实验方法和工艺流程。因此，可以参照前人对于待分离成分在结构和性质方面的基础性研究，根据待分离组分的理化性质以及食品原料的特性，选择适当的分离技术，通过具体的实验条件比较，经过较小的实验室制备规模，过渡到中间规模试验，最后到大规模的工业生产中应用。对于一个未知化学结构和性质的组分的分离，只能对此类组分进行笼统归类，进行分离方法和分离条件的选择。同时要做一些基础研究，基础性的研究工作是一项较长期的工作，往往是生物化学工作者和食品科学工作者的工作。对于以应用为主要目的的分离技术，侧重点是对已知结构和性质、功能的成分的分离，因此应从下列步骤着手进行分离工作：

(1) 查找待分离组分的基础性研究资料，包括待分离组分的相对分子质量、化学结构、理化性质以及生物活性等。

(2) 选择和确立对该组分进行定性、定量测定的方法，目的在于能对分离效率有一个有效的评价。

(3) 了解原料的特性以及待分离组分的存在和含量情况。

(4) 确定选用分离技术并对分离条件进行实验选择。

(5) 对分离效果进行评价。

(6) 中间试验和工业生产应用的放大设计。

第五节 食品分离技术的评价及其发展趋向

一、食品分离技术的评价

一项分离技术在工业上的应用前景如何，可以通过一定的指标进行评价，综合起来可以从如下 5 个方面进行考察。

1. 分离效率及其选择性

评价一项食品分离技术，首先要考察其分离效率。分离效率通常是指对于待回收组分的回收率以及对于待去除组分的脱除率。一般情况下应以分离效率较高的为好，无论是分离回收某一有用的组分，还是分离脱除有毒和污染的组分都是这样。否则，分离过程便无经济意义，也无法在生产上实际应用。但是高到什么程度，则要看产品的具体情况和具体要求。一般来说，过程的分离效率能达到产品的规格要求即可。片面追求过高的分离效率，往往要采用多种分离技术，以及多次反复过程，成本也跟着上升，过程便会变得无经济价值。分离技术的选择性是指分离过程中对其他不需要分离的组分的排斥性。好的选择性可保证待回收组分有较好的纯度，以及在脱除不需要的组分时，不至于把原料的有用组分也除掉。

2. 产品质量

一项有应用前景的食品分离技术应能使最终产品的色、香、味、营养、感官、组织状态和贮存性能及质量指标有所提高，而不应有所降低。并能尽量做到有利于综合利用。

3. 产品的安全性

应用分离技术得到的产品，如作为食品(例如从大豆中获得的分离大豆蛋白)，应保证符合食品卫生要求；如作为医药用品(如通过亲和层析，从猪胰中分离出的胰岛素等)，应保证符合药品卫生要求，同时对于原有的食品原料不应造成污染，有利于原料综合利用。否则即使该分离技术在分离效率方面如何高，也难以应用。

4. 生产工艺的简化

一项好的先进的食品分离技术应该可以简化生产工艺，缩短过程的周期，有利于提高生产效率和减少在分离过程中原料变质的可能性。

5. 生产成本

一些新的分离技术可以在常温下进行，过程中无相变，如反渗透和超滤分离技术，因而能大大地降低能耗，有助于降低生产成本，提高经济效益。另外，由于新型的分离技术简化了生产程序，能节省生产设备和生产场地的投资，从而也能降低生产成本，这些都是应该进行考察的一个方面。

上述几点，对于某些食品分离技术来说可能是一致的，但对于另外一些分离技术来说，则有时很难做到一致，有时甚至是相互矛盾的。这就要求我们对采用的分离技术进行多方面的分析、比较、论证，作出综合性评价，以便能进行选择。

二、食品分离技术的发展趋向

食品分离技术与化工分离技术、生物化学等学科的发展是紧密联系的。许多化工单元操作相继被引入到食品工程中，并且已经变成了食品加工过程中的主要工序。近二三十年来，工业分离技术以及生物化学等科学技术取得了长足的进展，其显著特点表现在4个方面：一是传统的分离技术无论是在理论上还是应用上都有了很大的发展；二是原来只在实验室使用的分离技术已拓展为工业上的应用规模；三是生物大分子如酶、蛋白质、核酸等组分的分离技术有了较大进展；四是出现了许多新型的分离技术，如膜分离技术中的超滤技术、反渗透技术、酶膜分离技术、反应膜分离技术、亲和膜分离技术以及超临界萃取技术等。

1. 传统分离技术的发展

蒸馏、吸收、吸附、萃取、沉淀等过程都是传统的分离技术。对这些传统分离技术的研究，在机理、数学模型、计算方法以及设备的改进、工艺最优化选择、节能等方面都取得了很大进展。

由于采用了电子计算机，运用多种数学模型、程序和方法进行计算以及确定最优化蒸馏工艺等措施，使蒸馏过程的节能效果十分显著。

由于新型吸附剂研究开发的进展，将吸附过程从小规模的净化作用推进为大规模的分离过程。随着变压吸附分离技术、模拟移动吸附技术以及参数泵吸附分离技术的发展，把吸附分离技术推向一个更新的阶段。

2. 实验室规模分离技术的放大和应用

过去许多实验室的制备和分析，虽然有较好的分离效果，但是由于分离过程、分离设备的放大以及成本方面的问题，使这些分离技术一直难以发展成为工业上的应用规模。近年来这方面已有新的突破，如凝胶色谱和离子交换等分离技术已有工业应用。70年代在芬兰就已采用色谱分离技术从甜菜糖蜜中直接回收蔗糖。再如电泳技术虽然可以获得均一性极好的生物大分子，但由于所处理的样品极少，因此一直是作为实验室的分析手段，最近由于采用了新的支持介质，简化了操作，上样量增加，使此项分离技术演化成制备分离技术，并朝生产应用方向发展。

3. 生物大分子分离技术获得较大的进展

随着生物化学学科以及生物技术的发展，生化产品在我们的生活中也日益增多。食品工程所处理的对象主要也是生物物料，其中的蛋白质是食品的主要营养成分，而多种的酶类和核酸等对于食品和医药等行业都有较重要的利用价值。这就要求对蛋白质、酶以及核酸等生物大分子的分离有新的突破。传统的化学分离方法一般只能分离小分子，而对于大分子则显得无能为力。由于超滤、电泳、凝胶过滤以及亲和色谱技术的出现，使生物大分子的分离得到了更广泛的实际应用，产品质量上也得到了较大的提高。如用超滤分离技术从大豆中分离大豆蛋白便是一个明显的例子。联合国将大豆定为21世纪解决人类营养的主要粮食资源，大豆分离蛋白产品在美国的年消费量已达100万吨。过去采用碱提酸沉法，得率低，污染环境，并且会破坏蛋白质中的氨基酸成分。目前由超滤法代替此种碱提酸沉法，不仅可以有效地改进产品质量(包括风味、色泽和溶解度等)，还可以大大提高蛋白质的得率，减少污染，节约能源。

4. 新型分离技术的开发

近年来, 新型分离技术的研究和开发已有较大进展, 如膜分离、泡沫分离、超临界气体萃取、电泳分离以及色谱分离等相继出现, 使新型分离技术得到了进一步的发展并且有着广泛的应用范围。其中应用较广、成效最大的要算膜分离技术, 在食品中的果汁浓缩、速溶咖啡、速溶茶的生产及酶的提取等方面都有应用。超临界气体萃取技术应用于食品香气成分的提取亦有较好的应用前景。此外, 超离心分离、亲和层析以及电泳分离技术的出现, 使生物大分子、遗传基因载体的分离变得容易, 因此也推动了生命科学和生物技术的发展。

食品分离技术是各种分离技术, 特别是各种新型分离技术在食品科学中的应用。因此, 可以期待, 随着现代科学技术的发展而出现的种种分离技术, 对于食品科学和技术的发展, 将起着巨大的作用。