

食品工业中的 现代分离技术

黄惠华 王 娟 编著



科学出版社

食品工业中的现代分离技术

黄惠华 王 娟 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书重点对当前及今后食品工业中应用到的一些新型分离技术进行介绍,侧重于现代新型分离技术在食品工程中的一些理论及应用的工程工艺问题,以期使读者在掌握相关技术原理与应用的同时,了解到食品工业的发展趋势;同时,为了兼顾学科的完整性,对一些常用的传统分离技术的应用及发展也进行了适当的介绍。主要包括:食品工业中的膜分离技术(反渗透、超滤、电渗析、液膜、膜反应器)、新型萃取技术(超临界流体萃取、双水相萃取、反相微胶团萃取)、微波技术、分子蒸馏技术、工业色谱技术与色谱反应器、食品工业中的固液分离技术。

本书可作为高等院校食品科学与工程专业的研究生、高年级本科生的专业课程教材或参考书,也可供食品及相关行业的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

食品工业中的现代分离技术/黄惠华,王娟编著. —北京:科学出版社, 2014

ISBN 978-7-03-040164-9

I. ①食… II. ①黄…②王… III. ①食品工程-分离 IV. ①TS201.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 047330 号

责任编辑:裴 育 唐保军/ 责任校对:张小霞

责任印制:张 倩/ 封面设计:蓝正设计

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

装 订 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 3 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2014 年 3 月第一次印刷 印张:13 1/4

字数:251 000

定价:60.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

食品工程这一学科方向所要研究的主要内容是将化学工程的单元操作引入食品加工过程,并解决这一过程中相关的设计和和设备问题。因此,食品工业、食品工程学科的发展动力必然是高新技术的不断应用与更新。目前,国外在本学科方向的研究与发展,表现出如下几个特点:

(1) 新的化工技术与单元操作不断向食品工业渗透,并逐步更新和替代传统的单元操作。例如,超滤技术成功地应用于食品工业中大豆食品的加工与奶类食品的处理;反渗透技术成功地应用于果蔬汁饮料的生产;新单元操作技术的引入,大大地改观了食品工业的生产面貌。

(2) 以新的研究手段和方法对传统的单元操作过程进行更新。例如,对于冷冻浓缩、蒸馏、萃取等传统的单元操作,引入数学模型化、计算机模拟及控制自动化等新的技术方法进行研究,为这些单元操作中的设备更新、工业最优化以及节能方面注入新的内容。

然而,目前国内食品工程领域的学术著作以及高等院校中的相关课程在内容与教学理念方面,尚存在一些不足,与当前互相渗透的高新技术发展趋势不相适应,具体主要表现为:

(1) 单元操作的新技术引入过程较慢,对新的研究成果吸收和更新也较慢,阻碍了学生及行业工程人员学习吸收食品工程新技术,因此有必要在这个方面进行相关的介绍,以开阔学生和专业人员的技术视野。

(2) 新技术的引入不够完整,未能体现出系统性,不利于系统而完整地按照“过程分析—过程数学描述—实例分析”模式进行教学。

(3) 对于以新技术替换传统的食品加工单元操作的发展前景没有给予充分的重视。

因此,尽管可能会有诸多不足,但本书试图在上述几点中进行改进,希望得到同行专家的指正。

本书重点对当前及今后食品工业中应用到的一些新型分离技术进行介绍,侧重于现代新型分离技术在食品工程中的一些理论及应用的工程工艺问题,以期使读者在掌握相关技术原理与应用的同时,了解到食品工业的发展趋势;同时,为了兼顾学科的完整性,对一些常用的传统分离技术的应用及发展也进行了适当的介绍。主要内容包括:食品工业中的膜分离技术(反渗透、超滤、电渗析、液膜、膜反应器)、新型萃取技术(超临界流体萃取、双水相萃取、反相微胶团萃取)、微波技术、分

子蒸馏技术、工业色谱技术与色谱反应器、食品工业中的固液分离技术。

本书共 7 章,其中黄惠华主要负责第 1~4、6 章的编写以及全书的统编,王娟主要负责第 5、7 章的编写。刘淑敏、马玉荣、秦艳、刘智钧、厉剑剑、邓雪、党子建、刘丽斌、唐雪娟、罗文超、王浩、周端等参与了本书的校对工作,感谢他们的帮助。同时,对书中引用的文献资料源作者表示衷心感谢。特别感谢“华南理工大学研究生教育创新计划资助项目”(yjk2010005)对本书出版给予的大力支持。

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 分离技术的概念、特点及分类	1
1.1.1 分离技术的概念	1
1.1.2 食品工程及生物工程中分离的一般过程	2
1.1.3 分离技术的分类	4
1.2 现代分离技术与食品工业	5
1.3 现代食品分离过程的特点及技术方法的选择	7
1.3.1 现代食品分离过程的特点	7
1.3.2 分离步骤与方法的选择	7
1.4 食品分离技术的评价与发展趋势	9
1.4.1 食品分离技术的评价	9
1.4.2 食品分离技术的发展趋势	9
参考文献	11
第 2 章 食品工业中的膜分离技术	13
2.1 膜技术概论	13
2.1.1 膜分离技术的定义	13
2.1.2 膜分离技术的一般原理	13
2.1.3 膜分离技术的发展	15
2.2 膜及膜分离技术的类型	17
2.2.1 膜的分类与制备	17
2.2.2 膜分离技术的类型	24
2.3 膜分离的机理	28
2.3.1 膜分离过程传递现象	28
2.3.2 溶液中组分的膜透过机理	31
2.3.3 膜组件	33
2.3.4 常用的膜分离过程工艺流程	36
2.3.5 评价膜及膜分离过程分离效果的指标	39
2.3.6 影响膜分离过程的因素及其控制	39
2.4 反渗透、超滤与微滤技术在食品工业中的应用	42

2.4.1	水处理——海水、苦咸水淡化和纯水的制备	42
2.4.2	反渗透和超滤技术在果蔬汁浓缩与加工的应用	42
2.4.3	速溶茶加工工艺中的膜技术应用	45
2.4.4	膜技术在酒类饮料生产中的应用	46
2.4.5	膜技术在奶制品加工中的应用	48
2.4.6	食品加工废水的处理	48
2.4.7	膜技术在酶制剂工业中的应用	50
2.5	电渗析分离技术及应用	51
2.5.1	电渗析的基本原理及传质机理	52
2.5.2	电渗析过程中的极化和结垢问题	56
2.5.3	电渗析设备	58
2.5.4	电渗析分离技术在食品工业的应用	61
2.6	液膜分离技术	64
2.6.1	液膜及液膜组成	64
2.6.2	液膜类型及其制备	65
2.6.3	液膜分离的操作过程	66
2.6.4	液膜分离机理	69
2.6.5	液膜分离技术的应用	72
2.7	膜反应器与膜分离技术的发展	74
2.7.1	膜技术与反应器的结合——膜反应器	74
2.7.2	全细胞膜生物反应器	77
2.7.3	膜生物反应器在食品工业中的应用	78
	参考文献	80
第3章	新型萃取技术	82
3.1	超临界流体萃取技术	82
3.1.1	超临界流体及萃取技术概述	82
3.1.2	超临界流体萃取的基本原理及过程特点	84
3.1.3	超临界流体萃取的工艺流程	90
3.1.4	超临界流体萃取技术在食品工业中的应用	93
3.1.5	亚临界流体萃取技术	95
3.2	双水相萃取技术	97
3.2.1	双水相萃取的概念及原理	97
3.2.2	生物质在双水相体系中的分配	99
3.2.3	双水相萃取的特点及影响分离效果的主要因素	101
3.2.4	双水相萃取分离的基本流程及发展	102

3.3 反相微胶团萃取	105
3.3.1 反相微胶团萃取的概念及原理	105
3.3.2 影响反相微胶团形成及分离效果的因素	106
3.3.3 反相微胶团分离方法	108
参考文献	109
第4章 微波技术与食品工业	111
4.1 微波技术的概述	111
4.1.1 微波的定义及概念	111
4.1.2 微波萃取技术的发展	112
4.1.3 微波产生的原理及热效应	113
4.2 微波萃取机理	115
4.2.1 微波的热效应和非热效应	115
4.2.2 微波能的转化与物料加热的定量表达	116
4.2.3 微波辅助萃取工艺中溶剂介质的搭配	118
4.2.4 微波场中材料的不同反应及在微波反应器中的应用	119
4.2.5 微波处理工艺中的基本加热系统	121
4.2.6 影响微波萃取的参数	124
4.2.7 微波辐射的防护	126
4.3 微波技术在食品加工中的应用	126
参考文献	129
第5章 分子蒸馏技术	130
5.1 分子蒸馏技术的发展过程	130
5.2 分子蒸馏的概念、原理及特征	130
5.2.1 分子蒸馏的概念	130
5.2.2 分子蒸馏的原理	131
5.2.3 分子蒸馏的特点	132
5.3 分子蒸馏的参数、设备及流程	133
5.3.1 与分子蒸馏效率相关的主要参数	133
5.3.2 分子蒸馏设备	134
5.3.3 分子蒸馏流程	137
5.4 分子蒸馏在食品工业中的应用	138
5.4.1 脂肪酸甘油酯混合物的分离	138
5.4.2 在制备多不饱和脂肪酸方面的应用	139
5.4.3 在维生素提取方面的应用	139
5.4.4 在精油制备方面的应用	140

5.4.5 在提取类胡萝卜素和色素方面的应用	140
参考文献	140
第6章 工业色谱技术与色谱反应器	142
6.1 色谱技术的分类及一般原理	142
6.1.1 色谱技术及其分类	142
6.1.2 色谱分离的一般性理论及原理	145
6.2 亲和色谱分离技术	148
6.2.1 亲和色谱分离技术的原理及过程	148
6.2.2 载体的选择及活化	150
6.2.3 亲和色谱分离条件的选择	152
6.3 离子交换色谱分离技术	153
6.3.1 概述	153
6.3.2 离子交换树脂结构及种类	154
6.3.3 离子交换过程及其影响因子	155
6.3.4 离子交换技术的操作及应用	156
6.4 凝胶色谱分离技术的基本原理及应用	159
6.5 色谱反应器	160
参考文献	162
第7章 食品工业中的固液分离技术	163
7.1 打浆制汁和细胞破碎	163
7.2 过滤分离	165
7.3 离心分离	166
7.4 沉淀分离	167
7.4.1 盐析法沉淀分离	169
7.4.2 等电点沉淀分离原理及应用	171
7.4.3 生物大分子的变性沉淀分离	175
7.4.4 果蔬汁、茶饮料制品及啤酒浑浊沉淀的机理及稳定化	177
7.5 结晶分离技术	182
7.5.1 结晶的定义及晶体的性质	182
7.5.2 晶核的形成和晶体的成长	183
7.6 絮凝分离	187
7.6.1 絮凝分离作用机理	187
7.6.2 絮凝剂的种类和影响絮凝作用的因素	189
7.6.3 絮凝分离技术的应用	190
7.7 蒸发	191

7.8 干燥	194
7.8.1 干燥的原理及影响干燥效果的主要因素	194
7.8.2 常压干燥技术	195
7.8.3 真空干燥技术	196
参考文献	198

第 1 章 绪 论

1.1 分离技术的概念、特点及分类

1.1.1 分离技术的概念

化工过程的分离是指通过一定的技术方法,将某种或某一类成分从混合物中分离出来的过程,它是对某种所需成分的除杂和纯化过程。分离的技术方法可以是物理的,也可以是化学的,或者是化学和物理手段相结合的;被分离处理的对象包括原料、反应产物、副产物、中间成分或者废弃物;获得的目标产物可以是小分子、大分子、生物活性分子(如酶)或者非生物活性分子。因此,分离技术就是研究采取什么样的方法能从混合物中将所需要的某种或某类成分高效地分离出来的技术。

在化工过程中,都是先反应形成产物,再进行分离。一般化工产品的反应及分离过程如图 1-1 所示。要实现混合物的分离,就需要某种专门的设备和特定的过程,同时还必须提供相应的能量和物质。这是因为从混合物中进行分离是一个无序度(熵)降低的过程。要实现体系的熵减,必须要有外加能量。



图 1-1 化工产品反应及分离的典型过程

在食品工程和生物工程中,也往往涉及一系列的生物反应,如通过发酵或细胞培养获得所需要的产物。但是,这并不意味着生产过程的结束,因为产品生产并未完成,还需要一系列的后续处理才能得到符合质量要求的产品。所以,相对于上游反应和转化过程,分离工程就是这条生产链中的下游过程。在食品工程和生物工程中,下游过程主要包括对生物反应后的物料(包括发酵、细胞培养、酶反应器处理等各种生物工程的培养液)进行分离或纯化处理,使目标产物最终成为市场需要的商品。

食品工程和生物工程中,产品的分离和纯化成本一般占总过程成本的 75%。当产品为蛋白质、酶或抗体等具有较大附加值的组分时,由于这些成分的含量相对较低、活性敏感,并且分离过程复杂,分离和纯化的成本会更高。对于食品工业,分离技

术的意义主要包括:

- (1) 为反应提供符合质量要求的反应原料;
- (2) 去除对反应有损害的物质,减少副反应的发生,提高反应产率;
- (3) 纯化反应产物;
- (4) 循环利用未反应的物料;
- (5) “三废”的治理和环境保护。

能够做到上述几点,就可以达到高效分离的目的。图 1-2 为双酶法生产葡萄糖

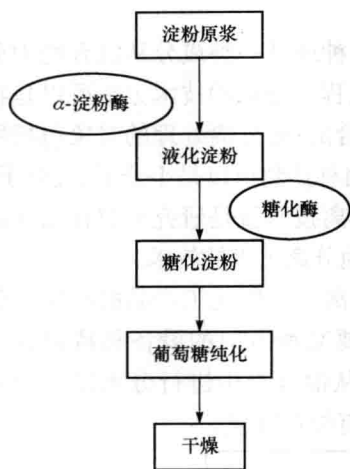


图 1-2 双酶法生产葡萄糖的过程

糖的过程中对热原物质——酶(α -淀粉酶、糖化酶)的去除过程。用淀粉原料生产葡萄糖最初是采用酸解法制备技术。后来发明了双酶法,即在淀粉的液化过程中利用淀粉酶催化完成液化,然后利用葡萄糖酶进行糖化形成葡萄糖产物。与常规的酸解法相比,双酶法在产品转化率、质量等方面都获得较大提高。但是,由于反应过程中引入了属于蛋白质的酶类,如果在终产品中不加以去除,就不能够作为医药产品使用。原因是异源蛋白质被注射或输液进入人体内会作为热源引起不良反应。通过分离原理,在纯化阶段利用超滤技术,将大分子的两种酶与小分子的葡萄糖

等产品分离,就可以达到去除异源蛋白质的目的,主要产品的档次也得到了提高。这是分离技术在产品纯化应用中的一个典范。

1.1.2 食品工程及生物工程分离的一般过程

在食品工程和生物工程中,相对于上游产品的处理,作为下游过程的分离,一般的技术路线如下:

固形物的去除→细胞破碎与细胞内含物的释放→目标成分的分离→产品深加工

在上述路线中,目标成分的分离往往在整个过程中占有重要地位。不同的产品,由于物理、化学性质的不同,会有不同的最适宜分离技术。

食品工程和生物工程中很多组分的分离涉及人类保健和医学相关的功能性成分,如蛋白质、多肽、酶、核苷酸、多糖,同时还有各种小分子成分,如氨基酸、激素、各种生长因子,副产物如乙酸、乙醇、抗生素、维生素以及各种有重要应用价值的次级代谢产物等。

一个产品的形成,往往需要采取多种分离技术才能达到要求。例如,对于抗生素的发酵生产,过程中所采用到的分离技术就包括过滤、离心、初级分离、除杂、纯化、结晶等手段。不同的技术手段对于产品形成的意义也各不相同;对于抗生素的发酵

生产,初级分离和除杂可以将抗生素的浓度由 0.1%~0.5%提高到 1%~10%;纯化处理后,其浓度可以提高到 50%~80%;经过结晶,能够将其浓度提高到 90%以上甚至接近 100%。表 1-1 列出了食品工程和生物工程中主要应用的分离方法。

表 1-1 食品工程和生物工程中主要应用的分离方法

方法归类	主要应用	特点简述
固液分离	过滤	去除细胞及细胞碎片;细胞脱水,去除果蔬汁加工余渣
	离心	去除细胞及细胞碎片
	蒸发	浓缩果蔬汁生产;酶或蛋白质沉淀前处理
	絮凝	去除细胞及细胞碎片;食品工业废水处理
	沉淀	减少体积;获得纯固体的产品;大豆分离蛋白的制备
	干燥	获得纯固体的产品
	结晶	获得较纯的结晶体产品;食品的糖、味精制备
浓缩	溶解和释放	发酵细胞中不溶于水、与膜结合的蛋白质的分离;包埋体的溶解
	萃取	去除细胞及细胞碎片;产物(蛋白质、抗生素等)的分离;蛋白质的亲和分离
	吸附	全培养基处理(抗生素);产品(蛋白质、抗生素等)的浓集;蛋白质的亲和吸附
纯化和分级分离	色谱技术	凝胶渗透色谱,根据相对分子质量的大小进行分离(蛋白质脱盐);亲和纯化(蛋白质);废水处理的离子交换色谱等其他色谱方法
	电化学分离(蛋白质)	应用电泳、等电聚焦、双向电泳酶、蛋白质等进行生物大分子的分级分离;应用电渗析进行海水淡化、氨基酸分离
	超滤	酶、蛋白质、多糖的浓缩;小分子或盐的去除
	磁力分离	将蛋白质吸附到磁性载体上进行蛋白质或细胞的分离,如顺磁性的红细胞分离

分离过程就是利用混合物中组分之间存在的性质差异,通过适当的技术把各种组分分离和纯化。一般来说,被分离组分之间的性质差别越大,分离的手段就越多,分离就越容易,分离得到的结果也越精细,产品也越好。

1.1.3 分离技术的分类

常见的分离技术有 20~30 种。

(1) 按分离技术的应用规模可分为:实验室规模(分析分离和制备分离)、中试规模和工业应用规模。

(2) 按分离性质分类则有:物理分离法、化学分离法、物理化学分离法和酶分离法等。

(3) 按分离过程中传质的类型可分成两大类:一为平衡控制分离,借助于分离介质,以各组分在介质中不同的分配系数为依据而实现分离的过程,如萃取、蒸馏、吸附、吸收、离子交换、结晶及泡沫分离等;二为速率控制分离,根据混合物中各个组分在介质中的扩散速率差异来实现分离的过程,如反渗透、超滤、电泳等。在速率控制分离过程中,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 1-2 列出了一些典型的平衡控制分离与速率控制分离过程的原理及应用。

表 1-2 平衡控制分离与速率控制分离过程的原理及应用

分离过程		分离原理	获得产品形式	应用实例
平衡控制分离	蒸发	蒸汽压差异	液体、蒸汽	果汁浓缩
	蒸馏	蒸汽压差异	液体、蒸汽	石油馏分分离,酒的浓缩
	萃取	不同组分在介质中分配系数的差异	多相液体	食用油的溶剂法提取
	结晶	溶解度变化	固体	糖、食用盐和味精的结晶析出
	离子交换	质量作用定律	液体	污水处理及硬水的软化
	泡沫吸附	表面吸附与分配差异	液体	污水中洗涤剂的去除
	凝胶过滤	相对分子质量差异	液体	蛋白质脱盐
	双水相萃取	分配系数差异	液体	培养液中大分子与小分子物质的分离,细胞菌体及碎片的去除
	反向微胶团分离	分配系数差异	液滴、液体	发酵液中酶或蛋白质的分级分离
速率控制分离	电泳及等电点聚焦	电场下带电粒子(组分)泳动速率的差异	液体	酶及蛋白质的分级分离
	反渗透	压力驱动下膜对组分的选择性透过	液体	海水淡化,果蔬汁的浓缩
	超滤	压力驱动下膜对组分的选择性透过	液体	酶和蛋白质的浓缩、除菌和除杂
	电渗析	电位差条件下膜对离子的选择性透过	液体	苦咸水脱盐,氨基酸分离,味精分离

1.2 现代分离技术与食品工业

1. 分离技术是现代食品工业的基础

绝大多数食品工业都离不开分离技术,其中不少食品加工以分离过程为主要生产工序。例如,利用膜分离技术对果蔬汁进行浓缩,可以代替传统的蒸发浓缩工艺而成为果蔬汁生产的主要工艺,不但节能,而且可以避免传统工艺中因加热而破坏果蔬汁的风味品质(如荔枝汁的烧焦味);从油料种子中提取植物油用到的是压榨技术;从植物种子原料中提取蛋白质(大豆分离蛋白)和淀粉用到的是沉淀分离技术;从糖料植物中提取糖以及速溶咖啡与速溶茶的生产,其生产工艺中主要应用浸提分离技术;饮用水的净化则主要利用膜分离及离子交换技术;等等。这些行业,离开了分离技术,生产根本无法进行;另外,若分离水平不高,产品的质量也会受到影响。

2. 良好的分离技术有利于食品原料的高值化利用及环境保护

良好的分离技术能有效利用农产品原材料中的各种成分,提高其综合利用程度,从而有利于农产品的高值化开发和利用。例如,大豆中含有35%的蛋白质,传统压榨法提取植物油,豆粕中的大豆蛋白质已经变性,在食品工业上的利用价值大为降低,只能作为饲料使用。而采用溶剂溶出法提植物油,可以高效地保持蛋白质不变性,再通过适当的技术组合,可获得多种大豆食品制品,并对乳清进行适当的处理,回收其中的有价值蛋白质,降低化学耗氧量(COD)和生物耗氧量(BOD),使其利用价值得以提高,并降低对环境的破坏(图1-3)。又如,组合适当的分离技术,可以从茶叶下脚料中分离出茶多酚(甚至其中的5种儿茶素单体)、咖啡因、茶碱、可可碱等组成成分,使茶叶原料的利用大为增值;采用有效的分离方法从柑橙中分离柑橙油、柑橙皮苷和果胶等;在制糖工业中,采用色谱分离技术可以从糖蜜中直接回收蔗糖,使产糖率提高。

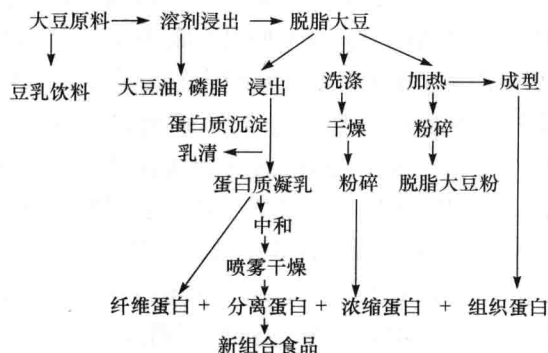


图 1-3 大豆原料的综合利用与分离技术

3. 良好的分离技术有利于保持和改进食品的营养、风味和感官性质

采用现代分离技术可以将一些需在高温下完成的操作转为在常温下进行,这样可以极大地改善食品的色、香、味及营养。因为在较低的温度下,减少了香气成分的挥发,避免了营养成分的破坏和热敏性成分的失活,尽可能地保护了一些生理活性成分的活性。例如,以膜分离技术代替常规的蒸发浓缩生产咖啡、果汁、茶饮料等产品,可以最大化地保持这些产品的风味成分,使其不因为加热而损失;以超滤法提取植物蛋白酶替代常规的试剂沉淀法,既可以避免试剂的残留,又可以最大限度地保存其活性,提高产品质量。在茶饮料及速溶茶的生产中,传统的茶饮料及速溶茶产品,会产生浑浊现象(冷后浑),原因是茶多酚与其他大分子成分结合成相对分子质量更大的络合物,从而产生沉淀。为了避免产品的这种冷后浑现象,需要增加一些转溶工艺和方法。如果采取恰当的分离手段,把导致沉淀的其他成分去除,并保留茶多酚这种风味成分,将会使产品风味和品质都得到提高。啤酒的澄清是一个技术性的问题,啤酒浑浊中的主要组成是起浑性的蛋白质和多酚类成分,最好的技术是既能够选择性去除起浑性的蛋白质,又能够保留发泡性的蛋白质和多酚类成分。因为发泡性蛋白质是使啤酒泡沫持久的成分,而多酚类则是构成啤酒苦涩味品质的成分。

4. 良好的分离技术能使产品符合食品卫生与安全相关法规的要求

食品分离技术的应用包括提取原料中的有益成分和去除有害成分。利用恰当的分离技术,去除原料中的有害成分,可使最终产品符合卫生法规,并同时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,油菜籽中含有芥子苷,木薯中含有氰化物的前体,花生、玉米等油制品易受黄曲霉污染而产生黄曲霉素,这些成分在食品中都具有毒性。又如,大豆中的多种有害成分:抗酶因子(胰蛋白酶抑制剂),植物凝集素,致甲状腺素肿大因子,胀气因子(水苏糖、棉子糖等低聚糖),豆腥味成分,由脂肪氧化酶作用产生的2-戊基呋喃、7,4-二羟基异黄酮、5,7,4-三羟基异黄酮等。这些成分可以通过适当的分离技术加以去除,保证产品的卫生与安全。此外,分离技术在保证食品生产用水的卫生方面也起到非常重要的作用。

此外,现代分离技术在食品工业中的应用,还可以使行业的生产面貌大为改观。一个突出的例子是制盐行业的变化,过去利用盐田法制盐,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,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,并带来整个行业生产面貌的改观。此外,分离技术对速溶茶、速溶咖啡、大豆分离蛋白等的生产状况也起到了改善作用。

1.3 现代食品分离过程的特点及技术方法的选择

1.3.1 现代食品分离过程的特点

现代食品工业中,分离过程多种多样,其主要的共同特点有以下几点。

1) 分离处理的对象种类繁多、结构复杂

分离处理的对象为各种原料、辅助材料、半成品,甚至可以包括气体和水。例如,在有氧发酵中需要获得无菌空气,就必须对空气进行除菌和微粒过滤,必须有适当的分离技术。分离中,有的物料属于无机化合物,有的属于有机化合物,有的具有生物活性(如酶和蛋白质),有的甚至有生命活动(如微生物)。一些热敏性成分和易于氧化的成分,如果依靠常规的加热方式,如蒸馏、蒸发等分离方法(虽然这些技术已成为食品加工中的单元操作),解决不了活性保存的问题。为了保持产物的活性,必须借助新型的分离技术。

2) 食品的产品质量与分离过程密切相关

食品工程处理的原料,尤其是在加热和暴露于氧气的条件下加工处理,非常容易腐败变质。食品变质的原因主要有以下几种:

(1) 生物学原因。例如,由于酶及微生物的活动导致食品的腐败。

(2) 化学性原因。例如,美拉德反应、风味损失、颜色变化、脂肪的氧化等。

(3) 物理性原因。例如,压力、吸潮或失水等导致的食品质构破坏。

这些都会使食品在营养、风味和感官上产生变化。因此,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) 对食用安全性要求高

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。所使用的分离技术必须保证产品符合相关的卫生准则,同时避免给原料及产品带来二次污染。食品分离过程处理的对象主要是食用性物料,获得的产品也主要是用于食用,更高级别的是用于医药,因此对其质量和安全性有较高的要求。分离过程中所使用的分离技术必须考虑这些因素。此外,一些食品原料或辅料因某种活性成分的存在而利用价值高,但往往同时含有极少量的有毒成分,这是比较普遍的现象。例如,木薯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,油菜籽中含有芥子苷,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具有较好的选择性。

1.3.2 分离步骤与方法的选择

在食品工程和生物工程中,下游过程对于上游过程中产品的处理往往涉及生