

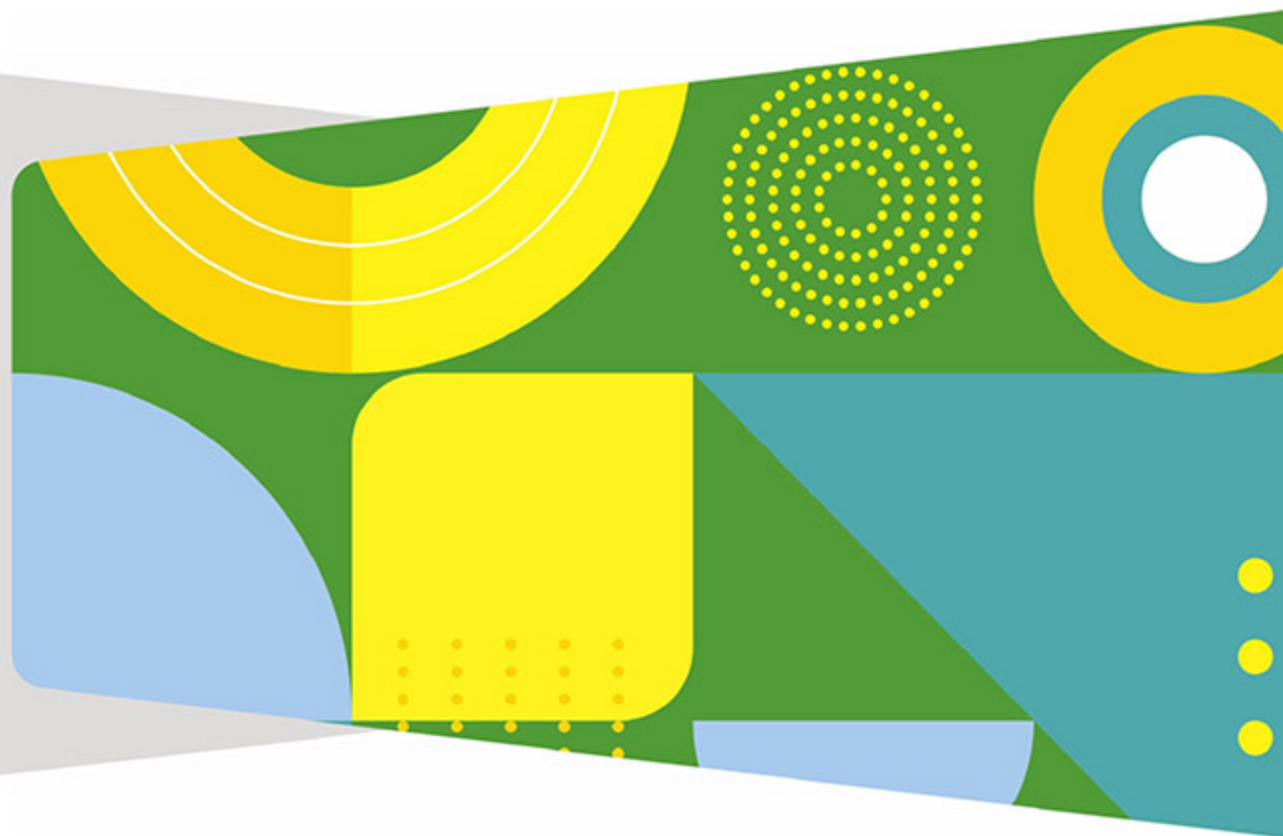


“十四五”普通高等教育本科部委级规划教材

食品生物技术

Shipin Shengwu Jishu

尹永祺 方维明◎主编
周小伟 刘梦培 郭月英◎副主编



中国纺织出版社有限公司

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位




“十四五”普通高等教育本科部委级规划教材

食品生物技术

Shipin Shengwu Jishu

尹永祺 方维明◎主编

 中国纺织出版社有限公司

内 容 提 要

本书介绍了食品生物技术研究历史和发展动态,系统论述了基因工程、细胞工程、蛋白质分子进化及代谢工程、酶工程、发酵工程等技术的基本原理和方法及其在食品原料生产、加工、制造和食品安全及品质控制中的应用概况,特别阐述了食品生物技术食品产业中的综合利用范例。本书可作为本科院校、高等职业院校食品及相关专业的教材,亦可作为食品生产企业、食品科研机构相关人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

食品生物技术 / 尹永祺, 方维明主编. -- 北京:
中国纺织出版社有限公司, 2021. 4
“十四五”普通高等教育本科部委级规划教材
ISBN 978 - 7 - 5180 - 8186 - 8

I. ①食… II. ①尹… ②方… III. ①生物技术—应用—食品工业—高等学校—教材 IV. ①TS201. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 220424 号

责任编辑:闫 婷 潘博闻 责任校对:王花妮
责任印制:王艳丽

中国纺织出版社有限公司出版发行
地址:北京市朝阳区百子湾东里 A407 号楼 邮政编码:100124
销售电话:010—67004422 传真:010—87155801
<http://www.c-textilep.com>
中国纺织出版社天猫旗舰店
官方微博 <http://weibo.com/2119887771>
三河市宏盛印务有限公司印刷 各地新华书店经销
2021 年 4 月第 1 版第 1 次印刷
开本:787×1092 1/16 印张:17.5
字数:344 千字 定价:49.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

普通高等教育食品专业系列教材

编委会成员

主 任 夏文水 江南大学
郑伟良 中国纺织出版社有限公司

副 主 任(按姓氏笔画排序)

刘恩岐 徐州工程学院
李先保 安徽科技学院
金昌海 扬州大学
赵丽芹 内蒙古农业大学

成 员(按姓氏笔画排序)

白艳红 郑州轻工业大学	纵 伟 郑州轻工业大学
朱双杰 滁州学院	武 龙 大连海洋大学
任广跃 河南科技大学	国 帅 中国纺织出版社有限公司
刘书成 广东海洋大学	金昌海 扬州大学
刘全德 徐州工程学院	郑伟良 中国纺织出版社有限公司
刘恩岐 徐州工程学院	赵丽芹 内蒙古农业大学
齐 斌 常熟理工学院	钟瑞敏 韶关学院
杜传来 安徽科技学院	夏文水 江南大学
李先保 安徽科技学院	郭元新 江苏科技大学
李 菁 中国纺织出版社有限公司	桑亚新 河北农业大学
肖诗明 西昌学院	黄峻榕 陕西科技大学
余有贵 邵阳学院	崔竹梅 常熟理工学院
余晓红 盐城工学院	韩曜平 常熟理工学院
张 忠 西昌学院	裴世春 通化师范学院
陈梦玲 常熟理工学院	

《食品生物技术》编委会成员

- 主 编** 尹永祺(扬州大学)
方维明(扬州大学)
- 副主编** 周小伟(韶关学院)
刘梦培(郑州轻工业大学)
郭月英(内蒙古农业大学)
- 参 编** (排序不分先后)
余晓红(盐城工学院)
蒋长兴(淮阴工学院)
刘 俊(扬州大学)
刘根梅(韶关学院)
刘国艳(扬州大学)
饶胜其(扬州大学)
高 璐(扬州大学)
杨正飞(扬州大学)

前 言

食品生物技术是生物技术在食品原料生产、加工和制造中应用的一个重要学科,其利用基因工程、细胞工程、蛋白质工程、酶工程以及发酵工程等生物技术对食品以及食品原料进行研究及加工处理或制造,对现代食品产业的健康发展和改革升级起到强力的支撑作用。本书是为食品科学与工程、食品质量与安全、农产品加工与贮藏等相关专业学生编写的教材,也可供其他专业学生、教师和科技工作者参考。

本书以分子生物学发展为基础,从食品工程角度出发,系统阐述基因工程、细胞工程、蛋白质分子进化及代谢工程、酶工程及发酵工程的基本原理及其与食品工业的相互关系,同时介绍了生物技术在食品安全和食品加工中的综合利用以及转基因食品的发展与安全。本书绪论由尹永祺和方维明编写,第二章由刘梦培编写,第三章由周小伟编写,第四章由刘俊和蒋长兴编写,第五章由刘国艳编写,第六章由饶胜其和郭月英编写,第七章由高璐和余晓红编写,第八章由尹永祺和杨正飞编写,第九章由刘根梅编写。

本书在编写过程中参考了国内外许多作者的著作和文章,在此特表示衷心的感谢。限于编写人员的水平和经验有限,本书中难免会有一些缺陷甚至错误之处,恳请专家和广大读者予以指正,以便进一步修改完善。

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 食品生物技术概念及其发展史	(1)
一、食品生物技术概念	(1)
二、食品生物技术发展阶段	(1)
第二节 食品生物技术基本特征及其研究内容	(3)
一、食品生物技术基本特征	(3)
二、食品生物技术研究内容	(3)
第三节 现代食品生物技术发展方向	(6)
一、开发新的食品、添加剂和酶制剂	(6)
二、提升食品加工制造水平	(7)
三、加强食品质量与安全控制	(8)
四、推动食品工业可持续发展	(9)
第二章 基因工程技术与食品工业	(10)
第一节 基因工程概述	(10)
一、基因工程的概念与特点	(10)
二、基因工程的要素及主要内容	(11)
三、基因工程的应用性研究	(12)
四、基因工程的发展	(13)
第二节 基因工程工具酶和载体	(14)
一、工具酶	(14)
二、载体	(19)
第三节 基因工程的基本技术	(24)
一、目的基因的制取	(24)
二、目的基因与质粒载体的体外重组	(30)
三、重组克隆载体引入受体细胞	(35)
四、含目的基因重组体的筛选与鉴定	(36)
五、目的基因在宿主细胞中的表达	(40)
第四节 基因工程常规技术	(45)
一、凝胶电泳技术	(45)
二、杂交技术	(46)
三、PCR 技术	(48)

四、荧光定量 PCR	(52)
五、DNA 测序	(53)
六、生物芯片.....	(55)
第五节 基因工程在食品工业中的应用	(56)
一、基因工程在植物类食品中的应用.....	(56)
二、基因工程在动物性食品中的应用.....	(58)
三、基因工程在微生物中的应用.....	(60)
第三章 细胞工程技术与食品工业	(67)
第一节 细胞融合技术	(67)
一、细胞融合技术的含义.....	(67)
二、细胞融合技术的一般步骤.....	(67)
第二节 植物细胞培养技术及其在食品中的应用	(71)
一、植物细胞培养基的组成和制备.....	(72)
二、植物细胞培养流程和系统.....	(75)
三、植物细胞培养方法.....	(75)
四、植物细胞的大规模培养技术.....	(77)
五、影响植物细胞培养的因素.....	(80)
第三节 动物细胞培养技术及其在食品中的应用	(85)
一、动物细胞培养的一般流程.....	(86)
二、动物细胞培养基组成及制备.....	(87)
三、动物细胞培养方法和环境要求.....	(90)
四、生物反应器选择.....	(100)
五、动物细胞大规模培养的应用.....	(102)
第四节 细胞工程在食品工业中的应用	(103)
第四章 蛋白质分子进化及代谢工程技术与食品工业	(105)
第一节 蛋白质工程概述	(105)
一、蛋白质工程的含义.....	(105)
二、蛋白质工程的内容和目的.....	(105)
第二节 蛋白质分子进化策略	(106)
一、理性分子设计和定位突变.....	(106)
二、非理性分子设计和定向进化.....	(109)
三、半理性分子设计.....	(112)
四、蛋白质分子进化文库的筛选策略.....	(112)
第三节 蛋白质分子进化在食品工业中的应用	(113)
一、提高酶的催化活性.....	(113)

二、提高酶的热稳定性·····	(114)
三、提高酶的 pH 稳定性·····	(114)
四、提高酶在非水相中的稳定性·····	(114)
五、提高酶对底物的选择特异性·····	(115)
六、提高酶的抗氧化性·····	(115)
第四节 代谢工程与食品工业 ·····	(116)
一、代谢工程的含义·····	(116)
二、代谢工程的早期发展·····	(117)
三、后基因组时代的代谢工程·····	(119)
四、代谢工程的最新进展·····	(123)
五、代谢工程的未来展望·····	(124)
第五章 酶工程技术与食品工业 ·····	(127)
第一节 酶工程原理和技术 ·····	(127)
一、酶工程概述·····	(127)
二、酶的特性·····	(128)
三、酶的生产方式·····	(132)
四、酶的提取与纯化·····	(132)
五、酶的改造与修饰·····	(133)
六、酶的固定化与酶反应器·····	(133)
第二节 酶工程与食品加工 ·····	(134)
一、酶工程技术与粮油加工·····	(134)
二、酶工程技术与畜禽水产加工保鲜·····	(136)
三、酶工程技术与果蔬加工保鲜·····	(137)
四、酶工程技术与酿造发酵工业·····	(138)
第三节 酶工程技术与食品原料和资源 ·····	(139)
一、酶工程技术与食品原料品质和改良·····	(139)
二、酶工程技术与食品资源开拓和利用·····	(142)
第四节 酶工程技术与营养功能因子和食品添加剂 ·····	(143)
一、酶工程技术与食品营养功能因子·····	(143)
二、酶工程技术与食品添加剂·····	(145)
第六章 发酵工程与食品工业 ·····	(149)
第一节 概述 ·····	(149)
一、发酵工程的概念·····	(149)
二、发酵工程的发展历史·····	(149)
三、发酵工程类型与发酵过程特点·····	(150)

四、发酵生产工艺流程和关键技术·····	(151)
五、发酵工程与食品工业·····	(154)
第二节 微生物菌种制备原理与技术·····	(155)
一、发酵工业微生物菌种·····	(155)
二、菌种的制备原理与方法·····	(158)
三、菌种的鉴定·····	(160)
四、菌种改良技术·····	(162)
五、菌种的保藏·····	(165)
第三节 发酵过程控制原理与技术·····	(167)
一、发酵过程控制概述·····	(167)
二、固态发酵及其工艺控制·····	(170)
三、液态发酵及其工艺控制·····	(173)
四、生物发酵过程中的污染控制·····	(182)
五、发酵终点的判断及控制·····	(186)
第四节 发酵产物提取与精制技术·····	(187)
一、发酵产物分离概述·····	(187)
二、发酵液的预处理和固液分离技术·····	(188)
三、发酵产物提取方法·····	(192)
四、发酵产物的精制方法·····	(196)
第五节 发酵工程在食品工业中的应用·····	(201)
一、酒类生产·····	(201)
二、氨基酸发酵·····	(207)
三、有机酸发酵·····	(208)
四、单细胞蛋白的发酵生产·····	(210)
第七章 生物技术与食品安全及品质控制·····	(212)
第一节 概述·····	(212)
一、食品安全概念·····	(212)
二、食品安全检测技术概述·····	(212)
三、生物技术在食品检测中的应用·····	(214)
第二节 食品检验中的生物技术·····	(215)
一、PCR 检测技术·····	(215)
二、核酸探针技术·····	(219)
三、生物传感器检测技术·····	(222)
四、生物芯片技术·····	(224)
五、免疫学检测技术·····	(226)

第三节 生物技术及其食品安全管理	(230)
一、食品生物技术的伦理、安全和规范	(230)
二、生物技术食品安全管理的内容	(231)
三、国内外生物技术食品安全管理及相关法规	(232)
第八章 生物技术与食品综合利用	(236)
第一节 生物技术与果蔬综合利用	(236)
一、生物技术在果蔬综合利用中应用概况	(236)
二、生物技术在果蔬综合利用中具体应用	(237)
第二节 生物技术与畜禽综合利用	(243)
一、生物技术在畜禽产物综合利用中应用概况	(243)
二、生物技术在畜禽产物综合利用中具体应用	(245)
第三节 生物技术与粮油加工综合利用	(250)
一、生物技术在粮油加工综合利用中应用概况	(250)
二、生物技术在粮油加工综合利用中具体应用	(251)
第四节 生物技术与水产品综合利用	(254)
一、生物技术在水产品综合利用中应用概况	(254)
二、生物技术在水产品综合利用中具体应用	(255)
第九章 转基因食品的发展与安全	(258)
第一节 转基因食品的发展	(258)
一、转基因食品概念	(258)
二、转基因食品分类	(258)
三、转基因食品的发展及现状	(259)
第二节 转基因食品的安全性	(260)
一、转基因食品的利弊	(260)
二、转基因食品的安全性评价	(263)
三、转基因食品的标识	(264)
四、转基因食品的安全管理	(265)
参考文献	(268)

第一章 绪论

第一节 食品生物技术概念及其发展史

一、食品生物技术概念

(一) 生物技术

生物技术(biotechnology)的概念伴随着人类对生命的本质及生命规律的认识的加深而深化。1919年,匈牙利农业经济学家 Karl Ereky 首创生物技术这一名词,并认为“凡是以生物机体为原料,不论其用何种生产方法进行产品生产的技术即为生物技术”。20世纪50年代后,人们实现了DNA重组技术并成功生产了重组胰岛素和重组人生长激素等基因工程产品,从而人们将发酵技术、酶催化技术、生物转化技术和原生质体融合技术等排除,认为生物技术只应包括基因工程一类具有现代生物技术内涵或以分子生物学为基础的技术。目前,国际上广泛认可1982年国际经济合作与发展组织提出的定义:生物技术是应用自然科学和工程学的原理,依靠生物作用剂的作用将生物物料进行加工以提供产品和社会服务的技术。这里的生物作用剂可以是酶、整体细胞或多细胞生物体,如游离或固定化的酶、细胞或动、植物;提供的产品包括粮食、医药、食品、化工原料、能源、金属等;为社会提供的服务包括疾病的预防、诊断与治疗、环境污染的检测和治理等。由此定义可看出生物技术不是一个独立的学科而是一套技术或手段。目前,已逐步形成一系列生物技术分支学科,其中包括医药生物技术、食品生物技术、农业生物技术、环境生物技术和化工生物技术等。

(二) 食品生物技术

食品生物技术(food biotechnology)是生物技术在食品原料生产、加工和制造中应用的一个学科。它包括了食品发酵和酿造等最古老的生物技术加工过程,也包括了应用现代生物技术来改良食品原料的加工品质的基因、生产高质量的农产品、制造食品添加剂、植物和动物细胞的培养以及与食品加工和制造相关的其他生物技术,如酶工程、蛋白质工程和酶分子的进化工程等。

二、食品生物技术发展阶段

食品生物技术是一门既有古老历史又有崭新内容,在当代发展迅速的科学技术和生产工艺,其发展可分为传统食品生物技术和现代食品生物技术两个阶段。

(一) 传统食品生物技术

传统食品生物技术包括酿造、酶制剂、味精和氨基酸生产技术等,被广泛应用于生产多种食品,如面包、奶酪、啤酒、葡萄酒以及酱油、醋、米酒和发酵乳制品。

传统生物技术从史前时代起就一直为人们所开发利用,并造福人类。公元前 6000 年,古埃及人和古巴比伦人就已开始酿造啤酒,我国也在石器时代后开始用谷物酿酒。埃及人则在公元前 4000 年就开始用酵母菌发酵生产面包。在公元前 221 年,秦朝初期我国人民已能掌握传统发酵技术用以制作豆腐、酱油和醋,并一直沿用至今。1885 年法国科学家 L. Pasteur 证实发酵是由微生物引起的,并建立了微生物纯种培养技术,从而为发酵技术的发展提供了理论基础,使发酵技术纳入了科学的轨道。该阶段食品生物技术的主要技术特征是发酵过程为非纯种微生物自然发酵,生产过程简单,对设备要求不高,规模一般不大,主要产品有酱油、醋、酒、泡菜、干酪、酸乳、面包酵母等。

到 20 世纪 20 年代,工业生产中开始采用大规模的纯种培养技术生产化工原料丙酮、丁醇。50 年代,在青霉素大规模发酵生产的带动下,发酵工业和酶制剂工业迅速发展并广泛应用于食品加工。这一时期的主要技术特征是利用了微生物的纯培养技术、深层通气搅拌培养技术、代谢控制发酵技术等;出现了次级代谢产物产品,如各种抗生素的生产;生产规模大(单细胞蛋白工厂的气升式发酵罐的容积已超过 2 000m³),产品既包括初级代谢产物(氨基酸、酶制剂、有机酸等),也包括次级代谢产物(抗生素、一些多糖等)。

(二) 现代食品生物技术

现代食品生物技术是基于 20 世纪 70 年代初在分子生物学、生化工程学、微生物学、细胞生物学和信息技术等学科基础上形成的现代生物技术而发展起来的综合性技术。现代食品生物技术利用近代发酵技术、酶技术、基因工程技术生产食品原料(葡萄糖、麦芽糖、果葡糖浆等)、食品添加剂(活性干酵母、味精等氨基酸,柠檬酸等有机酸,天然微生物色素,鸟苷酸等核苷酸,黄原胶等微生物多糖,维生素、食品用酶制剂、乳酸链球菌素等)和食用益生菌等产品。

1944 年, Avery 等阐明了 DNA 是遗传信息的携带者。1953 年, Watson 和 Crick 提出了 DNA 的双螺旋结构模型,阐明了 DNA 的半保留复制模型,从而开辟了分子生物学研究的新纪元。1961 年, M. Nirenberg 等破译了遗传密码,揭开了 DNA 编码的遗传信息是如何传递给蛋白质这一秘密。基于上述基础理论的发展,1973 年, Boyer 和 Cohen 建立了 DNA 体外重组技术,标志着基因工程技术的开始。重组技术使得食品生物技术中生物转化这个环节的优化过程变得更为有效,而且它所提供的方法不仅可以分离到那些高产量的微生物菌株,还可以人工制造高产量的菌株。原核生物细胞和真核细胞都可以作为生物工厂来生产胰岛素、干扰素、生长激素和病毒抗原等大量的外源蛋白;DNA 重组技术还可以简化许多有用化合物和大分子的生产过程。植物和动物也可以作为天然的生物反应器,用来生产新的或改造过的基因产物。其后,随着细胞融合技术及单克隆抗体技术的相继成功,并实现了动植物细胞的大规模培养,同时固定化生物催化剂也得到广泛应用,新型反应器不断涌现,形成了具有划时代意义的现代生物技术。

第二节 食品生物技术基本特征及其研究内容

一、食品生物技术基本特征

食品生物技术如同生物技术一样是所有自然学科中涵盖范围最广的学科之一。它以分子生物学、细胞生物学、微生物学、免疫学、生理学、生物化学、生物物理学、遗传学、食品营养与毒理学等几乎所有生物学科的次级学科为支撑;又结合化学、物理学、化学工程学、数学、微电子技术、计算机技术、信息学等非生物学科,同时还应用了大量的现代化高新仪器及分析检测技术,如电子显微镜、液质联用仪、气质联用仪、DNA 序列分析仪等。因此,食品生物技术既是边缘性学科,又属知识密集型的应用学科,是一门多学科相互渗透的综合性学科。

食品生物技术与食品产业紧密相关,其对食品产业结构渗透性较强、关联度较高,而传统的食品加工关联度较低。食品生物技术贯穿整个食品工业产业链:原材料阶段,利用基因工程等进行新品种培育、品质改良并提高产量;产品加工阶段,通过发酵工程、酶工程等促使食品加工工艺高效化、提高产品附加值,提高农产品的利用率以及提高食品的保健功能;产品储藏和运输阶段,减少产品的损失并提高产品质量管理的效率和保证食品质量和安全性,此外,还利用食品生物技术对食品生产中的废弃物(纤维素、脂肪和蛋白质等)进行综合化利用,提高资源的利用率并减少环境污染。

二、食品生物技术研究内容

现代食品生物技术发展很快,已经形成以基因工程、细胞工程、蛋白质工程、酶工程和发酵工程为主体的综合技术体系。

(一) 基因工程

基因工程(genetic engineering)也称遗传工程或重组体 DNA 技术,是在体外将异源 DNA(目的基因)与基因载体(质粒、病毒等)重组成复制子并转移至宿主细胞的过程。它是以分子生物学为基础,以 DNA 重组技术(或称克隆技术)为手段,实现动物、植物、微生物等不同种之间的基因转移或 DNA 重组。

目前基因工程在改善食品原料品质、改革传统的发酵工业、改善食品品质和加工特性、增强果蔬食品的储藏性和保鲜性能、生产保健食品与特殊食品等领域发挥着重要的作用。利用基因工程已培育出多种优良品种,包括油菜新品种(高不饱和脂肪酸和高油酸含量)、番茄新品种(高固体含量、增强风味)和玉米新品种(高直链淀粉含量、低胶凝温度以及无脂肪的甜玉米)等;改革传统发酵工业方面,面包酵母等工程菌的应用提高了发酵产品质量,同时已工业化生产蛋白酶、纤维素酶、果胶酶和植酸酶等;改善食品品质和加工性能方面最典型体现在酱油和啤酒的酿造中,利用基因工程分别提高了酱油中氨基酸含量、降低

啤酒中双乙酰含量,从而提高产品风味;利用基因工程中的反义基因技术使番茄的成熟期和储藏期得到延长,耐储存草莓、香蕉和芒果等果蔬的研究也在持续进行;此外,利用基因工程技术从植物细胞中制造出更多有益于人类健康的保健因子,从而生产保健食品,也可以用来生产特殊食品,如选育出具有抗肝炎功能的番茄可产生类似乙肝疫苗的效果等。

(二) 细胞工程

细胞工程(cell engineering)是指以细胞为基本单位,在体外条件下进行培养、繁殖或人为地使细胞的某些生物学特性按人们的意志发生改变,从而达到改良生物品种和创造新品种,加速动物或植物个体的繁殖,或获得某些有用的物质的技术。它包括了动物和植物细胞的体外大量培养技术、细胞融合技术(也称细胞杂交技术)、细胞拆分、染色体工程和繁殖生物学技术等。

动、植物细胞培养技术是当今细胞工程的发展重点,与微生物细胞培养一样,人工控制条件下在生物反应器中大规模培养获得人类所需要的各种食品产品及保健产品,而且可缩短生产周期,不受地理环境和气候影响。目前利用细胞融合技术已培育出番茄、马铃薯、烟草和短牵牛等杂种植株;利用植物细胞培养可以获得许多特殊的产品,如生物碱类、色素、激素、抗肿瘤药物等;利用动物细胞培养可以大规模地生产药品,如干扰素、人体激素、疫苗和单克隆抗体等。

(三) 蛋白质工程

蛋白质工程(protein engineering)是20世纪80年代初诞生的一个新兴生物技术领域,它是以蛋白质结构和功能的研究为基础,运用遗传工程的方法,借助计算机信息处理技术,从改变或合成基因入手,定向地改造天然蛋白质或设计全新的人工蛋白质分子,使之具有特定的结构、性质和功能,能更好地为人类服务的一种生物技术。蛋白质工程是继基因工程以后又一个可根据人们的意愿改造天然生物大分子,甚至可以设计和创造全新的非天然的生物大分子的生物技术。蛋白质工程可赋予蛋白质特殊的性质和功能,满足人们在某些特定条件下的特殊需要。通常蛋白质工程以基因操作为基础,是基因工程技术的发展和延伸,所以又被称为“第二代遗传工程”。

目前,蛋白质工程通过定位突变和体外定向进化等方法,有数十种蛋白质分子经过这种改造,达到了提高蛋白质的稳定性(溶菌酶引入二硫键和磷酸丙糖异构酶转化氨基酸残基)、消除酶的被抑制特性(枯草芽孢杆菌蛋白酶)、增强酶的特异性(支链淀粉酶)和提高酶的催化能力(嗜热脂肪芽孢杆菌的 Tyr-tRNA 合成酶)等目的。此外,蛋白质工程还可应用于蚕丝蛋白和螺旋藻蛋白等功能性食品的开发应用。

(四) 酶工程

酶工程(enzyme engineering)是指利用酶、细胞器或细胞所具有的特异催化功能,对酶结构进行修饰改造,并借助于生物反应器和工艺优化过程,有效地发挥酶的催化特性来生产人类所需产品的技术。它包括酶制剂的制备、酶的固定化、酶的修饰与改造及酶反应器等方面内容。

生产营养成分丰富和比例合理的食品,是食品企业的根本目的,而食品工业常用的高温高压或者酸碱处理常会造成营养成分的损失。酶处理通常在温和条件下反应,可以较好地保持食品的营养成分,节约能源和保护环境。相较化学和合成防腐剂,酶制剂用于食品保鲜不会造成食品的污染,并且使用简单热处理方法便可使酶失活,反应进程容易控制,并可最大限度地保持食品原有的营养和风味。同时糖化酶、 α -淀粉酶、蛋白酶、果胶酶和脂肪酶等规模化生产的酶被广泛应用于乳品、肉制品、果蔬和焙烤等食品加工,在提高产品质量、降低成本、节约原料和能源、保护环境等方面发挥着重要作用。酶工程还用于低聚果糖、天冬氨酸、L-苹果酸、阿斯巴甜、芳香剂、抗氧化剂以及乳化剂等食品添加剂的生产。此外,酶工程在食品工厂废弃物处理、食品检测、去除食品中抗营养物质等方面也有应用。

(五) 发酵工程

发酵工程(fermentation engineering)也称微生物工程,是指采用现代工程技术手段,利用微生物的生长繁殖和代谢活动,为人类生产所需产品,或直接把微生物应用于工业生产过程的技术。发酵工程的应用,即采用现代发酵设备,使经优选的细胞或经现代技术改造的菌株进行扩大培养和控制性发酵,获得工业化生产预定的食品或食品的功能成分,并可以提高发酵食品的质量、安全性和产品一致性。发酵工程处于食品生物工程的中心地位,大多数生物工程的目标产物都是通过发酵工程来实现的。

微生物发酵生产食品有着独有的特点:繁殖过程快,营养物质简单,易于实现工业化生产。在发酵过程中,微生物生长和代谢会产生复杂的代谢物质。这些代谢物,包括分解碳水化合物、蛋白质和脂质的酶,维生素,抗菌物质(如细菌素,溶菌酶),凝胶形成剂(如黄原胶),氨基酸(如谷氨酸和赖氨酸),有机酸(如柠檬酸,乳酸)和风味化合物(例如酯和醛)等。

(六) 生物工程下游技术

生物技术产品一般存在于一个复杂的多相体系中,通常需经过分离和纯化等过程,才能制得符合使用要求的产品。因此由生物自然产生的或由微生物菌体发酵的、动植物细胞组织培养的、酶反应生成的各种生物工业生产过程获得的生物原料,都需要经过提取分离、加工并精制目的成分,最终使其成为产品,通常这种分离技术称为生物工程下游技术,也称为下游工程或下游加工过程。生物工程下游技术主要包括大分子物质提取、分离及纯化技术、沉淀技术、浓缩技术、膜分离技术、各种色谱技术、各种电泳技术以及产品的浓缩、结晶、干燥等技术。

生物工程下游技术是实现生物工程产业化的关键步骤,如超临界流体萃取可用于香精香料的提取、生理活性物质的提取以及中药有效成分的分析等。超滤技术可用于牛奶加工中从乳清中分离蛋白质和低相对分子质量的乳糖,也可用于氨基酸生产、抗生素回收,还可用于咖啡中脱除咖啡因等。

这些工程技术之间并不是各自独立的,它们相互联系相互渗透。其中基因工程技术是核心技术,能带动其他技术的发展,如通过基因工程对细菌或细胞改造后获得的工程菌或

细胞都需要通过发酵工程或细胞工程来生产有用的物质。而通过基因工程技术可对酶进行改造从而增加酶的产量、提高酶的稳定性以及提高酶的催化效率等。

第三节 现代食品生物技术发展方向

生物学技术在食品工业上的应用,不仅满足于解决可能出现的全球粮食危机的问题,更重要的是,它能满足人们对食物感官舒适、营养丰富、功能全面的要求。我国食品生物技术产业历经数十年的发展,在技术进步、产业成熟度、骨干企业发展、产品国际化、带动关联产业发展以及提高国民生活质量等方面已取得长足进步,成为中国生物技术应用领域中经济和社会效益贡献最大的产业之一。作为一项极富潜力和发展空间的新兴技术,食品生物技术有以下发展趋势。

一、开发新的食品、添加剂和酶制剂

未来食品生物技术有助于实现食品的多样化,如生产特定的营养保健食品,开发功能食品和特殊用途食品如医学食品、军事食品等,此外,还可生产品种多样的食品添加剂和生产食品工业用酶制剂。

(一) 功能性食品

我国功能食品产业具有西方国家无可比拟的资源优势和经验累积。尽管世界卫生组织正式确定的药用植物达2万种,然而只有200多种进行过较为详尽的研究,而我国中草药种类已超过6000种,加之中医药学理论指导,这为有中国特色的保健食品开发提供了无可比拟的资源优势。中国的功能性食品经历了30多年的发展,已经形成了自身完整的产业链和具有行业特色的运营模式。20世纪80年代,保健食品年产值只有十几亿元,而2013年保健食品与营养品产值已经超过3000亿元。

利用日益成熟的转基因技术、克隆技术、正在加速发展的基因组学技术和蛋白质组学技术、生物信息技术、生物芯片技术、干细胞组织工程等关键技术,开发食物新资源、改造传统食品产业,使食品往健康、功能化方向发展,提高国民健康水平。同时需注重基于大数据分析的保健功能产品的研发,移动互联技术的普及为大健康工程的实现提供了可能。在大数据时代,健康食品的研发工作不再是简单的配方调配,而是以数据分析为基础,连接用户健康需求、科学支撑、产品设计与用户反馈的方式。例如,软件公司开发的疾病预测工具,可以提供热点地图式的发病分布图,人们可清楚地看到国内糖尿病高发地区,进而可结合这些地区人们的饮食习惯,开发低GI(血糖生成指数)食品和辅助降血糖食品。互联网技术和生物传感器的突破给健康大数据的收集提供了便捷,而这些数据能够产生价值的关键是整合和分析。目前,大数据的利用在健康食品研发领域的利用较少,而这也正是未来食品生物技术在功能食品创新生产的关键点。

健康食品从过去简单营养素的添加或强化,发展到对功能性的研究追求,这其中融合