



普通高等教育食品类专业“十二五”规划教材
高等学校食品类国家特色专业建设教材


食品生物技术

SHIPIN SHENGWU JISHU



□□□□□□□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□□

孙俊良◎主编

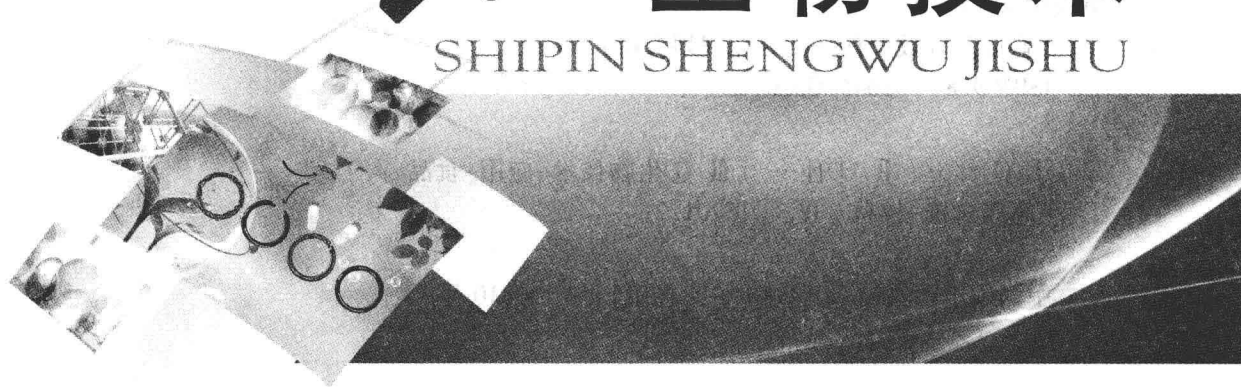
 郑州大学出版社



普通高等教育食品类专业“十二五”规划教材
高等学校食品类国家特色专业建设教材

食品生物技术

SHIPIN SHENGWU JISHU



孙俊良◎主编



郑州大学出版社

郑州

内容提要

本书主要介绍了生物技术在食品原料生产、加工和制造中的应用,可供高等学校轻工食品类、食品质量与安全、食品检验、农产品加工与储藏等各专业作为教材,也可供食品卫生检疫部门、各类食品企业和科研院所等有关科技人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

食品生物技术/孙俊良主编. —郑州:郑州大学出版社,2011.10
(普通高等教育食品类专业规划教材)
ISBN 978-7-5645-0520-2

I. ①食… II. ①孙… 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 (2011) 第 146810 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:王 锋

全国新华书店经销

新乡市凤泉印务有限公司印制

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:17

字数:405 千字

版次:2011 年 10 月第 1 版

邮政编码:450052

发行部电话:0371-66966070

印次:2011 年 10 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-0520-2

定价:28.00 元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换



编写指导委员会

(按姓氏笔画排序)

- | | |
|-----|------------------------|
| 王茂增 | 河北工程大学农学院副教授 |
| 艾志录 | 河南农业大学食品科学技术学院教授 |
| 刘全德 | 徐州工程学院食品生物工程学院副教授 |
| 刘延奇 | 郑州轻工业学院食品与生物工程学院教授 |
| 孙俊良 | 河南科技学院食品学院教授 |
| 朱 珠 | 吉林工商学院食品工程分院教授 |
| 权伍荣 | 延边大学农学院食品科学系教授 |
| 张凤宽 | 吉林农业大学发展学院生物食品学院教授 |
| 张进忠 | 安阳工学院生物与食品工程学院教授 |
| 李新华 | 沈阳农业大学食品学院教授 博导 |
| 汪东风 | 中国海洋大学食品科学与工程学院教授 博导 |
| 肖安红 | 武汉工业学院食品科学与工程学院教授 |
| 邵秀芝 | 山东轻工业学院食品与生物工程学院教授 |
| 陆启玉 | 河南工业大学粮油食品学院教授 博导 |
| 陈从贵 | 合肥工业大学生物与食品工程学院教授 |
| 岳田利 | 西北农林科技大学食品科学与工程学院教授 博导 |
| 侯玉泽 | 河南科技大学食品与生物工程学院教授 |
| 胡耀辉 | 吉林农业大学食品科学与工程学院教授 博导 |
| 章超桦 | 广东海洋大学食品科技学院教授 博导 |
| 蔺毅峰 | 运城学院生命科学系教授 |
| 阚建全 | 西南大学食品科学学院教授 博导 |



Food
本书作者

主 编 孙俊良

副 主 编 陆剑锋 李迎秋 莫海珍

编写人员 (按姓氏笔画排序)

王 娜 孙俊良 李市场

李迎秋 杨 柳 陆剑锋

莫海珍 高兆建



近年来,我国高等教育事业快速发展,取得了举世瞩目的成就,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还不能完全适应经济社会发展的需要,迫切需要进一步深化高等学校教育教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质创新性人才的需要。为此,国家实施了高等学校本科教学质量与教学改革工程,进一步确立了人才培养是高等学校的根本任务,质量是高等学校的生命线,教学工作是高等学校各项工作的中心的指导思想,把深化教育教学改革,全面提高高等教育教学质量放在了更加突出的位置。

专业建设、课程建设和教材建设是“质量工程”的重要组成部分,是提高高等教育教学质量的关键。“质量工程”实施以来,在专业建设、课程建设方面取得了明显的成果,而教材是这些成果的直接体现,同时也是深化教学内容和教学方法改革的重要推动力。为此,教育部要求加强新教材和立体化教材建设,提倡和鼓励学术水平高、教学经验丰富的教师,根据教学需要编写适应不同层次、不同类型院校,具有不同风格和特点的高质量教材。郑州大学出版社按照这样的要求和精神,在教育部食品科学与工程类专业教学指导委员会的指导下,在全国范围内,对食品类专业的培养目标、规格标准、培养模式、课程体系、教学内容等,进行了广泛而深入的调研,在此基础上,组织全国二十余所学校召开了食品类专业教育教学研讨会、教材编写论证会,组织学术水平高、教学经验丰富的一线教师,吸收了近年来食品类专业教育教学经验和成果特别是各校特色专业建设成果,编写了本套系列教材。

教育教学改革是一个不断深化的过程,教材建设是一个不断推陈出新、反复锤炼的过程,希望这些教材的出版对食品类专业教育教学改革和提高教育教学质量起到积极的推动作用,也希望使用教材的师生多提意见和建议,以便及时修订、不断完善。

编写指导委员会

2010年11月



随着食品生物技术领域的迅速发展,生物技术对人类健康、经济发展和工业科技产生了越来越深远的影响,基因工程优化动植物原料和发酵工程菌的使用,使人类可以用全新的方法及手段设计和加工新型的食品及食品原料;或者利用生物体及其细胞、亚细胞和分子组成部分,结合工程学、信息学等手段去研究、加工处理或制造食品产品。近年来,随着食品安全问题不断出现,生物技术在食品安全检查和质量控制方面也发挥着重要的作用。生物检测技术如酶联免疫技术、生物传感器等技术的发展,除了能帮助我们提高食品保障以外,还能快速、灵敏、特异性检测微生物和它们产生的毒素,以及实现食品工业生产的在线监测和监控。

截至2010年,全国已有235余所高校开设食品类专业,招生人数达到10万人以上,为了满足食品学科发展的需要和适应食品生物技术产业发展现状,本书在参考相关学科和其他同类教材经验的基础上编写而成。本书以适应教学需要为主要目的,力图简明扼要地介绍食品生物技术的研究现状和发展方向,注重培养学生的综合素质能力,提高教学效果和学生的自学能力。

本书由孙俊良任主编,李迎秋、莫海珍和陆剑锋任副主编。参与编写的还有王娜、李市场、高兆建和杨柳老师。其中第1章由孙俊良(河南科技学院)编写,第2章、第7章由李市场(河南科技大学)和陆剑锋(合肥工业大学)编写,第3章、第6章由高兆建(徐州工程学院)和杨柳(吉林农业大学)编写,第4章、第5章由莫海珍(河南科技学院)和李迎秋(山东轻工业学院)编写,第8章、第9章由王娜(河南农业大学)和孙俊良编写。

本书在编写过程中得到了许多同志的支持和帮助,胡梁斌、梁新红、陈莹、李东霄、李波和李桂荣老师为本书的内容统稿和文字修改做了大量的工作,在此深表感谢!本书在编写过程中参考了大量的参考文献,因为篇幅有限不能一一列举,在此对各位专家和作者表达深深的歉意和感谢!

鉴于编者的水平和时间关系,恳请各位读者和同行对本书的不妥之处批评指正,提出宝贵意见。

编者

2011年8月



Food

目录

第1章	绪论	1
1.1	食品生物技术的概念	2
1.2	食品生物技术的研究对象及其内在联系	2
1.3	食品生物技术的地位和作用	4
1.4	食品生物技术的发展方向	8
第2章	基因工程	9
2.1	基因工程概述	10
2.2	工具酶和基因载体	12
2.3	目的基因的获得和表达	21
2.4	基因工程在食品工业中的应用	36
第3章	细胞工程	44
3.1	细胞工程原理与技术	45
3.2	动物细胞工程及其应用	47
3.3	植物细胞工程及其应用	58
3.4	微生物细胞工程及其应用	70
3.5	细胞工程在食品工业中的应用	73
第4章	酶工程	82
4.1	酶工程概述	83
4.2	酶的生产与分离纯化	86
4.3	酶的改造与修饰	92
4.4	酶与细胞的固定化	103
4.5	酶反应器	106
4.6	酶工程在食品工业中的应用	110
4.7	酶工程研究现状及发展展望	116
第5章	蛋白质工程	119
5.1	蛋白质工程概述	120
5.2	蛋白质的折叠	126
5.3	蛋白质分子设计	130
5.4	蛋白质的修饰和表达	132

5.5	蛋白质技术在食品工业中的应用	137
第6章	发酵工程	143
6.1	发酵工程概述	144
6.2	微生物及其发酵过程	145
6.3	发酵设备与工艺	154
6.4	发酵过程控制	155
6.5	发酵产物的分离过程	166
6.6	发酵工程在食品工业中的应用	169
6.7	发酵工程的研究现状和未来	171
第7章	生物技术与食品安全	174
7.1	食品安全问题	175
7.2	免疫学技术的应用	177
7.3	分子生物学技术的应用	186
7.4	生物传感器的应用	189
7.5	生物技术食品的安全性评价	196
第8章	食品生物工程下游技术	204
8.1	生物分离工程的概念	205
8.2	发酵液的预处理和固液分离	208
8.3	膜分离技术	216
8.4	萃取浸提技术	219
8.5	层析技术	224
8.6	电泳技术	229
8.7	典型产品的分离工艺	232
8.8	生物分离技术的研究现状及发展	234
第9章	食品生物技术实验	236
实验1	质粒 DNA 的制备及电泳检测	237
实验2	植物细胞培养基母液的制备	239
实验3	动物细胞融合	243
实验4	固定化 α -淀粉酶及活性测定	244
实验5	原果胶酶的提取与活性测定	246
实验6	毛霉的分离和豆腐乳的制备	247
实验7	蛋白质的相对分子质量测定——SDS-聚丙烯酰胺 凝胶电泳法	249
实验8	血清蛋白的分离——聚丙烯酰胺凝胶电泳法	252
实验9	小麦中 T-2 毒素的酶联免疫吸附测定 (ELISA)	254
实验10	蛋清溶菌酶的提取纯化和浓度测定	256
参考文献		260

生物技术是一门应用生物的科学,人类利用生物技术生产所需产品的历史已经非常悠久。例如,在6000年前已经可以利用发酵技术酿酒和做面包,在2000年前开始利用霉菌来治疗伤口和消化不良,1797年开始使用天花疫苗,1928年发现抗生素青霉素等。现代生物技术是在20世纪70年代末80年代初发展起来的,指的是以现代生物学研究成果为基础,以基因工程为核心的新兴学科。

第1章 绪论

1.1 食品生物技术的概念

1.1.1 生物技术的定义

1981年,英国学者史密斯定义生物技术(biotechnology)为:生物机体、生物系统或生物加工过程在制造业和商品业中的应用,并认为生物技术是一门研究微生物、生物化学和生物系统加工技术综合应用的科学。国际经济合作与发展组织(OECD)在1982年提出的生物技术的定义为:人们以现代生命科学为基础,结合先进的工程技术手段和其他基础学科的科学原理,按照预先的设计改造生物体或加工生物原料,为人类生产出所需产品或达到某种目的的技术。生物技术不是一个独立的学科而是一套技术或手段。广义的生物技术指任何利用活的生物体或其一部分生产产品或改良生物品质的技术;狭义的生物技术主要是指新发展的关键技术,如遗传工程技术、蛋白质工程技术以及细胞融合技术等。

当今,科学技术飞跃发展,生物技术对人类健康、经济发展和工业科技产生了深刻影响,广泛应用于食品、医药、化工、农业、环保、能源和国防等众多领域,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。

1.1.2 食品生物技术定义

食品生物技术(food biotechnology)是生物技术的重要分支学科,主要是指生物技术在食品加工中的应用,是利用生物体及其细胞、亚细胞和分子组成部分,结合工程学、信息学等手段去研究及加工处理或制造食品产品的新技术。

食品生物技术的使用已有悠久的历史,原始社会的农民就学会了精心挑选性状优良的植物进行育种,收获足够的粮食来维持生活和社会发展,并提高作物口感和抗逆性;另外,传统发酵食品如酸奶、醋、黄酒、酱油和豆豉的生产也有数千年的历史。虽然当时的操作者并不理解操作所涉及的基本科学原理,但是这些物种选育和发酵技术的使用都属于食品生物技术的范畴。近年来,食品生物技术已逐渐成为食品工业的支柱,广泛应用于功能食品开发、生物制药、农产品综合利用等领域,极大地促进了传统食品产业的改造和新兴产业的形成。

1.2 食品生物技术的研究对象及其内在联系

现代生物技术包括基因工程、细胞工程、酶工程、蛋白质工程和发酵工程等五大工程技术。生物技术是一个综合技术体系,五大工程技术相互联系,相互支撑。

1.2.1 基因工程

基因工程(genetic engineering)是指将一种或多种生物体(供体)的核酸分子(目的基因)导入到原来没有这类基因的宿主生物体内,使之按照人们的意愿持续稳定地繁殖,并



表达出新性状的技术。

基因工程可以实现动物、植物、微生物等基因转移或 DNA 重组,改良食品原料。比如通过构建反义乙烯形成酶(EFE)基因载体,获得转基因番茄,可以延缓成熟和软化,提高储藏性能。基因工程还可用于改良微生物的菌种性能,生产酶制剂、增加保健食品的有效成分等。如将外源 α -乙酰乳酸脱羧酶基因导入啤酒酵母细胞,并使其表达,可以降低啤酒中双乙酰含量,提高啤酒风味等。

1.2.2 细胞工程

细胞工程(cell engineering)指的是应用现代细胞生物学、发育生物学、遗传学和分子生物学的理论与方法,按照人们的需要和设计,在细胞水平上进行遗传操作,重组细胞的结构和内含物,以改变生物的结构和功能,即通过细胞融合、核质移植、染色体或基因移植以及组织和细胞培养等方法,按照人们预定的设计,在细胞或细胞器水平上改变细胞内的遗传物质,以达到改良品种、创造新品种、加快繁殖动植物和微生物个体以及获得特种细胞代谢产品的一门技术。

细胞工程技术可用于生产新型食品、各种保健食品的有效成分和食品添加剂。例如从动物身上提取干细胞,通过组织培养或者重新编写细胞的程序,使其逐渐分化为某种器官或肌肉细胞,最终长成肉制品。通过这种技术生产出来的肉还可以根据人们的需要调节肉中所含的营养成分。

1.2.3 酶工程

酶工程(enzyme engineering)就是将酶或者微生物细胞、动植物细胞、细胞器等集中在一定的生物反应装置中,利用酶所具有的生物催化功能,将相应的原料转化成有用物质,并应用于社会生活的一门工程技术。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。

酶是活细胞产生的具有高度催化活性和高度专一性的生物催化剂,需要特定的基质和环境,具有较高的局限性。现代生物技术不仅可以提高酶的活力,增加稳定性和降低成本,而且可以制造新的具有期望特性的新酶。在食品工业中应用时可以减少高温和强酸碱处理过程,因此可以更好地保障食品的营养和风味,并减少污染的可能性。

1.2.4 蛋白质工程

蛋白质工程(protein engineering)是以蛋白质的结构与功能为基础,利用基因工程或者其他生物或化学的手段,按照人类自身的需要,对蛋白质的分子结构或者对编码蛋白质的基因进行定向改造,以获得更适合人类需要的蛋白质产品的技术。蛋白质工程主要包括两个方面,一是根据需要合成具有特定氨基酸序列和空间结构的蛋白质,二是确定蛋白质化学组成、空间结构与生物功能之间的关系,在此基础之上,实现从氨基酸序列预测蛋白质的空间结构和生物功能,设计合成具有特定生物功能的全新的蛋白质,这也是蛋白质工程最根本的目标之一。

蛋白质工程自问世以来,短短十几年的时间,已经取得了引人瞩目的进展,包括提高蛋白质的稳定性,延长药用蛋白的保存期,抵御由于重要氨基酸氧化引起的活性丧失等。

4 食品生物技术

蛋白质工程不仅可以对生物工程的产品进行再加工,还可对一些纯天然的蛋白质进行模拟和改造。

1.2.5 发酵工程

发酵工程(fermentation engineering)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。

微生物发酵生产食品有着独有的特点:繁殖过程快,要求的营养物质简单,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(例如谷氨酸和赖氨酸),有机酸(如柠檬酸,乳酸)和风味化合物(例如酯和醛)等。这些微生物代谢产物,许多已经进入工业化生产水平。

1.2.6 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、酶反应生成的等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、加工并精制成目的成分,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(downstream processing),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。

1.3 食品生物技术的地位和作用

1.3.1 生物技术发展阶段与重要历史事件

“生物技术”一词最早是在1919年由匈牙利农业经济学家 Ereky 提出,1928年英国人 Fleming 发现青霉素(penicillin),标志着生物技术的应用逐渐进入工业化时代。1944年 Avery 证明了基因的物质基础是 DNA。1953年 Watson 与 Crick 发现 DNA 双旋体(double helix)为遗传的基本构造后,对细胞核中存在的脱氧核糖核酸分子结构与功能之间关系有了比较清晰的阐述,人类进入了分子生物学时代。1973年 DNA 重组技术(克隆技术)研发成功,随后基因重组的胰岛素问世,继而是干扰素、B 型肝炎疫苗、红细胞生成素的批量上市。1997年克隆羊的成功,又掀起全球性的轰动。2000年6月人类基因组



“工作框架图”宣告绘制完毕,目前还有许多有价值的微生物、动物、植物的测序工作正在进行中。

据此,逐步形成了以基因工程为核心内容,包括细胞工程、酶工程、发酵工程和蛋白质工程的现代生物技术,奠定了生物技术进入生物产业的基础,并逐步形成了许多分支学科,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,对于提高国家总体实力,促进国民经济发展和人类健康具有深远的意义。

1.3.2 食品生物技术在食品工业中的地位和作用

联合国《世界人口展望》报告称,全球人口数量将在 2050 年达到 91 亿,在目前数量(67 亿)上激增 40%。因此人类必须在有限的土地和水资源的限制下,使用更少的能源、肥料和农药来制造比目前多 40% 的食物。这给农业和食品工业体系造成了极大的挑战和压力,要解决这些难题,需要更新的绿色环保和可持续的生物技术。

对于食品行业来说,需要三个方面的保证:食品保障(提供足够的食品)、食品安全(提供安全无毒的食品)和食品质量(食品的品质能够满足消费者的需求)。现代生物技术在这些方面发挥了重要的作用。

1.3.2.1 改良原料品质

(1) 种植业 生物技术可以提高农产品的产量。在 1961 年到 2004 年期间,亚洲的谷物产量平均每年上涨 2.8%,除了采用现代耕作技术以外,还得力于新的更多的高产作物品种的推广。基因工程技术是提高作物抗虫、抗病、抗环境胁迫等品质,解决食品保障的有力手段。

农作物受到许多害虫、病害和杂草的影响,因地理区域以及作物品种不同,蒙受的损失也不同。据统计,2006 年全球 26%~29% 的大豆和小麦,30%~40% 的玉米、水稻和马铃薯遭到害虫危害。采用转基因技术在提高作物抗虫性的同时,也可以提高农作物的产量以及降低农药的使用量,提高食品的安全性并降低由于化学农药使用造成的环境污染。美国国家玉米和小麦促进中心培育的新的抗秆锈病品种已经通过鉴定,正向全球推广。我国农业部经过严格评价过程,也于 2009 年批准发放了转植酸酶基因玉米“BVLA430101”、转基因抗虫水稻“华恢 1 号”及杂交种“Bt 汕优 63”的生产应用安全证书。

应用生物技术还能够改善水果和蔬菜的外观,延长食物的储藏期,增加营养成分,提高产量,提高抗虫和抗病性能。快繁技术的利用可以从单细胞或植物生长部分,快速繁殖特定植物。对于植物的基因改造还可以使食物具有不同的色彩从而增加品种和商业价值。在未来,生物技术能够生产出抵抗恶劣环境条件如干旱、盐碱、沙化土壤、极热或极冷的新型作物,从而使目前无法耕作的荒田可以用于作物生长,提供全球人口的食品保障。

(2) 养殖业 到 2030 年,全球对于肉类的需求会增加 85%,制约养殖业发展的一个重要的因素是疾病,如口蹄疫和疯牛病。在发展中国家,每年因为动物疾病造成的损失达 35%~50%。

科学家们尝试用克隆技术以及精准育种(precision animal breeding)技术来克服这些困难。例如使用分子设计育种提高猪的产仔数量。采用基因组选择信息,而不是简单的分离或者切断 DNA 片段,还有很大的发展潜力。对于牲畜疾病解决的重要手段是发展疫苗。牛瘟曾经是东非造成牛死亡的一种致命疾病,通过快速诊断结合疫苗防疫,现在

牛瘟病毒已经成为继 1979 年的天花病毒以后第二种被消灭的病毒。

海洋生物种类繁多, 生物技术的应用不但能促进海洋养殖业发展, 还可对保护海洋生物起到积极作用。海洋生物处在高盐、低温和高压环境中, 生存条件十分恶劣, 因此, 海洋生物有很强的再生能力、防御能力和认识能力, 这些独特的功能与它们体内的成分有关。如从海鞘中提取的海鞘素 β 具有抑制白血病细胞生长、治疗白血病的作用, 从蓝绿藻中分离到的糖脂具有抗 HIV-1 作用。随着对海洋生物进一步研究, 更多的海洋天然产物和生物活性物质将被发现。利用生物技术提取及制造这些物质造福人类, 已是生物技术发展的重要课题。

1.3.2.2 营养强化

生物技术在食品生产方面发挥了重大的作用, 包括标准化营养组分、维生素、发酵启动剂以及酶工业等。食品生物技术还可提高食品工业的质量, 使用生物技术处理食品 and 食品组分可以提供种类繁多的发酵食品 and 食品功能性组分。

(1) 功能性食品 现在, 食品制造业重要的趋势之一是满足消费者对于功能食品或促进健康的食品的需求, 如食品不仅不含有害物质, 同时还能预防疾病, 如心脏病、骨质疏松症、癌症、糖尿病等。生物技术可提高食品原材料营养价值。世界卫生组织预计维生素 A 的缺乏会导致每年 50 万儿童的失明, 增加营养水平包括维生素 A、铁和锌的含量等的生物肥料已经用于水稻、甘薯等主要粮食作物。

生物技术还可生产特殊食品以面向特定群体的消费者, 如删除小麦中面筋蛋白, 避免麸质过敏症。有一些人(主要是 5 岁以下的幼儿)会对大豆过敏, 主要是大豆中一种称为 P34 的蛋白质引起的。2002 年, 美国科学家用转基因技术让编码 P34 蛋白质的基因停止作用, 大豆就不再产生 P34 蛋白质这种过敏原了。

又如食品加工过程中通过转基因葡萄酒酵母的使用, 可以提高白葡萄酒白藜芦醇的含量; 通过酶和细胞固定化技术及生物反应器的使用可进行连续食品加工; 还可使用转化酶改善油脂中脂肪酸组成; 以及降低牛奶蛋白浓缩物中乳糖含量从而减少乳糖不耐受症等。

食物中的某些功能, 可以通过使用生物技术来实现。基因工程可以改变细胞中特定基因, 最终使食品具备新的功能性质或者特定的组分。利用转基因动、植物作为生物反应器是 21 世纪发展的趋势。如将某些药用蛋白质基因转移到奶牛体内, 其乳汁就含有该蛋白质, 这不但成本低, 而且产量高。用动、植物作为生物反应器生产的重要物质如: 血管紧张肽转化酶抑制剂、抗体、脑啡肽、表皮生长因子、促红细胞生成素、人生长激素、人血清蛋白、干扰素等。

(2) 天然功能成分 食品营养强化传统工艺是在食品中添加加工过程中损失的营养成分, 如牛乳中添加维生素 A 或维生素 D, 或者面包中添加铁。目前, 随着对食品安全问题的重视, 消费者期待强化食品中添加的新组分应该是“天然”的。因此一个重要的研究领域是利用生物技术生产营养组分。

例如利用微生物或植物细胞生物合成香气组分, 或者增加、再生、强化以及改变食品的风味。如利用香茅兰内生菌制备卷烟香味料, 通过酶处理使键合态的芳香物质从前体中释放出来; 采用中空纤维反应器固定化 β -葡萄糖苷酶用于提取成熟番茄的萜烯醇等芳香组分; 运用基因工程可对辣椒素合成酶进行基因克隆, 培育高产辣椒素含量的优良品种等。

很多食品功能成分属于植物提取物,通过采用细胞和组织培养技术,可以突破季节和规模限制,可增加特定生物活性物质的分泌合成。如采用细胞培养技术生产紫草宁既可作染料又可药用,生产迷迭香酸用于抗菌、抗氧化、抗病毒、抗发炎等。

采用发酵技术,可以生产乳酸菌、灵芝和冬虫夏草等健康食品,经过食用真菌发酵蔓越橘果渣生产的具有抗氧化活性的多酚物质,已作为营养食品添加剂和调料在食品工业中使用。

1.3.2.3 保鲜

每年因食品腐败造成的损失是十分严重的,据估计,发展中国家农产品的损失达到总量的30%~40%,化学合成防腐剂由于其安全性受到消费者的质疑而受到限制,如在日本已经禁止苯甲酸钠在食品中的添加。鉴于化学合成食品防腐剂的安全性和其他缺陷,人们正在致力于寻找更安全方便的天然食品防腐剂,采用生物技术降低成本是大范围推广天然防腐剂的先决条件。

从乳酸链球菌发酵产物中提取的天然生物活性抗菌肽(nisin),不会改变人体肠道正常菌群以及产生其他抗菌素所导致的抗性,已广泛用于乳制品、鱼类制品和饮料等食品的防腐保鲜。其他的微生物源的那他霉素、红曲霉素,以及采用酶处理技术提高动物源的溶菌酶、壳聚糖、鱼精蛋白、蜂胶等,植物源的琼脂低聚糖、辛香料、丁香、乌梅提取物等也开始用于食品的保鲜。

除了添加食品保鲜剂外,开发和优化新型食品保鲜技术也是问题的解决方案。可以通过育种技术提高果蔬的耐储性能,如利用反义RNA技术,降低番茄聚半乳糖醛酸酶的活性,从而延迟果实的软化。

1.3.2.4 食品安全检测

食物的安全卫生问题越来越引起国际社会的关注。近年来,国际上一些地区和国家频发恶性事件,食品安全已变得没有国界。世界某一地区的食品安全问题很可能会波及全球,从而对其他国家的食品安全带来巨大影响。另外人们还在膳食与疾病,保健食品,生产控制等许多领域对于食品成分的测定和监控要求可靠准确的数据。

目前的食品检测主要对应生物性污染和化学性污染,以及目前发展起来的对转基因食品的检测。

过去使用的传统食品中微生物检测方法,需要在琼脂平板上反复增菌、菌落分离及多种生化、血清学鉴别实验等,检测方法操作繁琐、耗时长,难以满足飞速发展的现代食品生产和流通领域对检测速度的要求。通过生物诊断方法,并结合分子遗传技术的使用,可以大大提高特异性、敏感性及微生物测试速度。比如从许多其他无害的大肠杆菌菌株中鉴定区分大肠杆菌O157:H7型,这种大肠杆菌是导致出血性结肠炎和溶血性尿毒症的主要病原菌,传统菌检测法全程需4~7天,采用多重PCR快速检测体系或者利用大肠杆菌抗体的免疫吸附反应可以在1h甚至10min内迅速便捷灵敏地完成检测。

目前的食品安全检测技术如酶联免疫吸附试剂盒、常规PCR(聚合酶链反应)和结合荧光探针的荧光定量PCR、DNA探针、噬菌体技术和依赖核苷酸序列扩增(NASBA)技术,以及生物传感器等技术的发展,除了能帮助我们提高食品保障以外,还能快速、灵敏、特异性检测微生物和它们产生的毒素,以及实现食品工业生产的在线检测和监控。

1.4 食品生物技术的发展方向

在激烈的市场竞争下,食品企业一方面要保证已有食品的品质,另一方面要开发创新更安全和更健康的食物,为了实现这些目标,今后的食品生物技术研究主要集中在三个领域:食品(加工)原料生产、食品保藏和食品工艺控制。

首先,转基因食品方兴未艾,农业生物技术领域中尤以转基因动、植物研究开发最为活跃,在与环境协调的粮食生产方式方面,生物技术将降低农用化学品的使用量,并使农作物更好地适应于特定的环境。基因工程还对食品原料的品种改良,使其更适合于食品加工,提高食品生产效率或提高产品质量。利用合成、降解或转化酶使廉价原料转化成高附加值的食品,利用细胞融合技术生产保健食品和调味品,以及用发酵工程生产新型食品原料如黄原胶和多糖胶等。

其次,将生物技术与现代电子、光电、电磁、机械、程控、材料等科学领域中的高新技术结合应用于食品工业的各项加工环节中,从而提高产品得率与质量、改善产品品质与风味、保证营养与卫生安全、提高生产效率并节能降耗。比如纳米技术和基因工程、微电子技术结合的生物感应器,将会带来高效的产品和方法,如杀虫剂的胶囊密封和缓释技术。胶囊可以保持惰性,直到与植物叶片或者昆虫消化道接触,才开始释放杀虫剂,减少了食品中农药的残留问题。射频芯片与生物传感器的结合使用,可以建立实施食品安全追溯系统。

生物技术在食品检测和质量控制中也起着重要作用,各种试剂盒和 DNA 芯片以及其他的新技术也将会在食品检测中得到广泛应用。目前已完成或正在进行基因组测序的食品微生物中的食品级真菌有酿酒酵母、乳酸酵母、黑曲霉,食品级细菌有枯草芽孢杆菌、乳酸乳球菌、植物乳杆菌、保加利亚乳杆菌等。这些工作将对食品生物技术产生积极的影响。

同时,未来生物技术不仅有助于实现食品的多样化,而且有助于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。今后,当我们了解了更多的人类基因组以及更多的基因缺陷疾病后,开发特定的食物,以降低疾病如癌症发生的风险也成为可能。

但是,任何一门新技术在使用前,都必须调查潜在的危害并进行危险性分析。在所有新的生物技术中,疑问和忧虑最多的是遗传工程,主要包括它对环境、物种、人体健康和食品安全具有的潜在影响。另外,由于少量遗传修饰栽培种取代传统栽培种,生物多样性可能丧失。这需要采取一种谨慎的逐项方法来处理每个产品或过程发放之后的生物安全的法律问题,需要对生物多样性、环境和食品安全的可能影响进行评价,进行风险评估,并对这些产品或过程的发放之后的影响进行认真监测,以确保其对人类、动物和环境的持续安全。

思考题

1. 食品生物技术的定义是什么? 食品生物技术对食品工业起到怎样的作用?
2. 食品生物技术主要包括哪些技术? 阐述它们之间的内在联系。