



普通高等教育食品类专业“十三五”规划教材
工程教育及新工科理念建设规划教材

食品保藏学

SHIPIN BAOCANGXUE

● 主编 唐浩国 曾凡坤 郑志



 郑州大学出版社




普通高等教育食品类专业“十三五”规划教材
工程教育及新工科理念建设规划教材

食品保藏学

SHIPIN BAOCANGXUE

● 主编 唐浩国 曾凡坤 郑志

 郑州大学出版社
郑州

图书在版编目(CIP)数据

食品保藏学/唐浩国,曾凡坤,郑志主编.—郑州:郑州大学出版社,
2019.4

ISBN 978-7-5645-6137-6

I. ①食… II. ①唐…②曾…③郑… III. ①食品保鲜-高等学校-
教材②食品贮藏-高等学校-教材 IV. ①TS205

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 047820 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:张功员

全国新华书店经销

河南文华印务有限公司印制

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:17.5

字数:417 千字

版次:2019 年 4 月第 1 版

邮政编码:450052

发行部电话:0371-66966070

印次:2019 年 4 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-6137-6

定价:39.00 元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换

前言

近年来,我国经济快速发展,人民生活水平不断提高,传统的食品产业已经很难适应消费者所需,食品领域安全问题也越来越突出。为解决日益增长的人民所需与现有食品产业落后的矛盾,必须培养一大批具有国际化视野和知识技能的食品专业人才。为此国家引入了工程教育专业认证来与国际先进国家接轨,工程教育专业认证是国际通行的工程教育质量保障制度,也是实现工程教育国际互认和工程师资格国际互认的重要基础。“食品科学与工程”专业相继有十几个院校通过了此认证。但在具体的教育实践过程中,我国还没有专业的教材来适应本专业的工程教育建设,因此我们申请编写全国高等院校“十三五”规划教材《食品保藏学》获得批准,组织国内相关高校专家编写此书,专为“食品科学与工程”专业基于工程教育及新工科理念的本科生教材。

本教材重点阐述食品保藏的基本原理、设备及工艺,同时融入近年来食品保藏业的热点问题,贯穿工程教育认证专业理念,突出具有工科特色的保藏原理和技术、设备与节能降耗等内容,目的是培养多学科交叉的复合型、创新型人才。

本教材共 12 章。具体编写分工为:第一章和第二章由河南科技大学唐浩国编写;第三章由浙江大学罗自生编写;第四章由广东海洋大学李敏编写;第五章由合肥工业大学郑志编写;第六章由西南大学曾凡坤编写;第七章由河南科技大学刘丽莉编写;第八章由合肥工业大学罗水忠编写;第九章由河南科技大学赵胜娟编写;第十章由河南科技大学杨同香编写;第十一章由四川农业大学秦文编写;第十二章由河南农业大学任洪涛(第一~三节)和安康学院杨薇(第四~五节)共同编写。本教材由唐浩国教授统稿。

本书的编写得到了教育部高等学校食品科学与工程专业教学指导分委会、郑州大学出版社及各参编院校的大力支持与帮助,在此一并表示衷心的感谢!

由于本书涉及的领域广泛,加之编者水平有限,有欠妥或错误之处,真诚地希望读者批评指正。

编者

2018.10

目录

第一章 食品保藏学的发展及未来的研究问题	1
第一节 概述	1
第二节 食品保藏的发展历史与现状	3
第三节 食品保藏学未来的研究问题	5
第二章 食品中的危害因素及控制	8
第一节 概述	8
第二节 生物性危害因素及控制	8
第三节 化学性危害因素及控制	19
第四节 物理性危害因素及控制	22
第三章 食品保藏中的品质变化	25
第一节 概述	25
第二节 食品品质变化规律	26
第三节 食品原料在保藏中的品质变化	26
第四节 食品成分在保藏中的品质变化	37
第四章 食品低温保藏	52
第一节 概述	52
第二节 食品低温保藏原理	53
第三节 食品冷却冷藏中的变化	58
第四节 食品冻结冷藏中的变化	60
第五节 食品冷却、冻结及解冻方法与装置	71

第五章 食品热处理保藏	79
第一节 概述	79
第二节 食品热处理反应的基本规律	81
第三节 食品热处理条件的确定	90
第四节 食品保藏中的热处理方法	91
第六章 食品干制保藏	99
第一节 概述	99
第二节 食品干制保藏原理	100
第三节 食品干制过程的主要变化	106
第四节 食品干制方法与装置	111
第七章 食品微波保藏	120
第一节 概述	120
第二节 微波保藏原理	124
第三节 食品微波保藏的方法与装置	126
第四节 微波使用中的安全注意事项	133
第八章 食品辐照保藏	137
第一节 概述	137
第二节 食品辐照保藏原理	139
第三节 食品辐照装置与保藏方法	150
第四节 辐照食品的管理法规	159
第九章 食品化学保藏	162
第一节 概述	162
第二节 食品防腐剂	163
第三节 食品抗氧化剂和脱氧剂	179
第四节 食品保鲜剂	188
第十章 食品腌制与烟熏保藏	194
第一节 概述	194
第二节 食品的腌制保藏	195

第三节	食品的烟熏保藏	215
第十一章	食品气调保藏	224
第一节	概述	224
第二节	食品气调保藏原理	225
第三节	气调库建设及主要设备	226
第四节	气调保藏方法	230
第十二章	食品非热杀菌保藏	237
第一节	概述	237
第二节	超高压杀菌保藏	237
第三节	高密度二氧化碳杀菌保藏	245
第四节	脉冲杀菌保藏	249
第五节	生物杀菌技术	257
参考文献	264

第一章 食品保藏学的发展及未来的研究问题

第一节 概述

一、食品保藏学的相关概念

(一) 食物与食品

(1) 食物 食物指可供人类食用的物质,提供给人类营养素和能量。

(2) 食品 食品指各种供人食用或者饮用的成品和原料以及按照传统既是食品又是中药材的物品,但是不包括以治疗为目的的物品。

(二) 冷藏与冻藏

(1) 食品冷藏(chilling storage) 食品冷藏是将冷却后的食品储藏在高于其冰点的某个低温环境中,使食品品质在合理的时间内得以保持的一种低温保存方法。

(2) 食品冻藏(freezing storage) 食品冻藏是将冻结后的食品储藏在低于 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的某一低温环境中,使食品品质在合理的时间内得以保持的一种低温保存方法。

冻藏食品的储藏期远大于冷藏食品,在 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,食品一般可以保存6个月到1年,在 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冻藏温度下,大部分食品可以保存2年以上。冻藏温度的选择要综合考虑食品品质、储藏期长短以及能源问题。

(三) 热处理与热杀菌

1. 热处理

热处理(thermal processing)是采用加热的方式来改善食品品质、延长食品储藏期的食品处理方法(技术),是食品加工与保藏中最重要的处理方法之一。

2. 热杀菌

(1) 巴氏杀菌(pasteurization) 巴氏杀菌是将食品温度加热到 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下并维持较长时间使食品中的酶失活,并破坏食品中热敏性的微生物和致病菌,使杀菌后的食品符合货架期的要求。达到同样的巴氏杀菌效果,可以有不同的温度时间组合。巴氏杀菌的目的及其产品的储藏期主要取决于杀菌条件、食品成分(如pH值)和包装情况。

(2) 商业杀菌(sterilization) 商业杀菌一般又简称为杀菌,通常是将食品加热到 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 及以上温度并维持一定的时间以杀死所有致病菌、腐败菌和绝大部分微生物,使杀菌后的食品符合货架期的要求。这种热处理形式一般也能钝化酶,但它同样对食品的营养成分破坏也较大。杀菌后食品通常也并非达到完全无菌,只是杀菌后食品中不含致病菌,残存的处于休眠状态的非致病菌在正常的食品储藏条件下不能生长繁殖,这种无菌

程度被称为“商业无菌(commercially sterilization)”,也就是说它是一种部分无菌(partially sterilization)。

(四) 食品干燥保藏

食品干燥保藏是将食品的水分活度(或水分含量)降低到足以防止其腐败变质的水平,并保持在此条件下进行长期保藏的方法。

(五) 食品辐照与微波处理

(1) 食品辐照 食品辐照是利用射线照射食品,灭菌、杀虫,抑制鲜活食品的生命活动,从而达到防霉、防腐、延长食品货架期目的的一种食品保藏方法。

(2) 食品微波保藏 是使用微波对食品中的介电物质通过介电感应加热升高食品的温度来杀菌灭酶,以延长食品保质期的一种食品保藏方法。

(六) 食品化学保藏

食品化学保藏就是在食品生产和储运过程中使用化学添加剂提高食品的耐藏性和达到某种加工目的。属于一种暂时性的或辅助性的保藏方法。

(1) 腌制保藏 让食盐或糖渗入食品组织内,降低其水分活度,提高其渗透压,或通过微生物的正常发酵降低食品的pH值,从而抑制腐败菌的生长,防止食品的腐败变质,获得更好的感官品质并延长保质期的储藏方法,称为腌制(或腌渍)保藏。

(2) 烟熏保藏 食品烟熏保藏是在腌制的基础上利用烟熏制剂熏制食品,赋予食品特殊的风味并能延长其储藏期的一种食品保藏方法。

(3) 食品保鲜 为了防止生鲜食品脱水、氧化、变色、腐败变质等而在其表面进行喷涂、喷淋、浸泡或涂膜保鲜剂,以维持生鲜食品固有品质和延长货架期。

(七) 食品保藏学

食品保藏学是专门研究食品腐败变质的原因及食品保藏方法的原理和基本工艺,解释各种食品腐败变质现象的机制并提出合理的、科学的防止措施,从而为食品的保藏加工提供理论基础和技术基础的学科。

二、食品保藏学的研究范畴

食品保藏涉及多学科、多专业的知识,且包括原料处理、冷藏、冻藏、杀菌、干制、辐照、微波加热、化学保藏、包装、运输和销售等多个环节,研究内容涉及原理、方法、设备、工艺、安全和管理等。食品保藏学的主要研究内容如下。

(一) 食品保藏原理

研究温度、氧气、光照、水分、酸碱度、电磁波和化学添加剂等对引起食品腐败变质的主要因素(微生物和酶等)的抑制作用;通过分析食品中主要的营养成分随食品加工和储藏操作单元的变化,研究各种加工和储藏操作单元工艺等对食品品质的影响,如辐照、微波、杀菌和冷藏等;研究食品保藏各个环节中食品的物理、化学和生物变化,从而得到其品质的变化规律;通过实验和数学模型,总结食品品质在储藏过程中的变化规律,预测食品的剩余货架期;应用传热传质原理,模拟计算食品的加热和冷冻过程,优化加热、冷却

及冻结条件。

(二) 食品安全

研究食品中的危害(物理、化学和生物危害),进行危害性分析和评估,采用相应的措施把食品中的危害去除或者降低到可接受的水平;严格贯彻执行国家食品安全法和有关食品的标准,研究采纳国际食品法典和标准;结合其他学科(如化学、微生物学、毒理学、流行病学和法学等)共同保障食品安全。

(三) 食品保藏设备

研究能够为冷却或冻结食品提供合适的储藏环境的设备,大型的如冷库,小型的如冰箱、冷柜等;研究维持储藏环境中恒定的低温、适宜的相对湿度、空气流通等的方法;根据冷冻冷藏食品的发展情况,开发新的适合食品冷藏链的储藏设备;研究大型的储粮设备,常温保存食品的库房,高温食品的包装材料和设备等。

(四) 食品保藏工艺

确定各种食品储藏的条件(储藏方法、储藏温度、相对湿度、包装方式等);选择合理的储藏操作单元设备;制定从原料、前处理、储藏方法、设备使用、卫生管理等的具体操作步骤或工艺流程。

(五) 食品运输技术

研究运输设备(如冷藏集装箱、冷藏汽车、机械保温车和智能装卸机器人等);研究运输设备中温度、湿度和氧气等的储存、传输、监控技术,防止温度、湿度和氧气浓度过高、过低以及较大波动;研究低温物流技术;研究冷藏链标准及规范。

(六) 食品保藏新技术

吸收其他学科理论和技术,形成多学科交叉,不断开发食品保藏新技术,如超高静压杀菌、生物防腐、脉冲电(磁)场杀菌、区块链技术、玻璃化技术以及CAS冻结系统等。

(七) 食品保藏中的节能和环保技术

节能和环保是国内外各行各业普遍关注的热点问题,食品保藏的大多数环节都涉及能源和环境问题,如何在保证食品质量安全的前提下节约能源、保护环境,将是今后食品保藏的研究重点之一。

另外,研究内容还包括食品物性和食品包装等。

总之,食品保藏过程是一个复杂的系统工程,需要多方面的研究和协调,才能得到令人满意食品品质。

第二节 食品保藏的发展历史与现状

一、古代食品保藏技术自然发展阶段

中国古人在数千年以前就掌握酿酒、酿醋和制造酱油的技术。据考古证实,距今4 000~4 200年前在龙山文化已有酒器出现,且流传下许多有关酿酒的记载。国外酿酒

历史也很悠久,相传公元前4 000~前3 000年,埃及人已熟悉酒、醋的酿造方法。酿酒、酿醋和制酱是把粮食通过微生物发酵转换成可以较长时间保藏的食品,工艺复杂,技术要求较高。公元前3 000~前1 200年,犹太人经常用从死海里提取的盐保藏各种食物,中国人和希腊人也学会了用盐腌鱼的方法。公元前3 000年,《诗经》“凿冰冲冲,纳于凌阴”即利用天然冰储藏食物。战国时期发明的铜冰鉴,可以认为是最早最原始的冰箱。2 500年前古埃及人将清水置于浅盘而制冰。1 700多年前汉朝已开始用地窖储藏天然冰技术,《邶中记》:“曹操在临漳县西南建冰井台藏冰”,后赵石虎“也在此藏冰,三伏之月以冰赐大臣”“有屋一百四十间,下有冰室,室有数井……井深十五丈,用于藏冰及石墨”。唐朝之后,天然冰雪作为冷源被广泛利用,《齐民要术》记载有农民用雪水拌种,以增强种子抗旱抗病能力。元朝《马可·波罗游记》介绍了13世纪我国用冰保存鲜肉及制造冰酪冷食的技术。明代运河两岸修建冰库,为宫廷运送鲜菜鲜果的船只加冰以保鲜。清代光绪年间,北京已专设冰窖,用于储藏蒜薹,以供皇宫。利用天然冰雪保藏食品的方法,虽然是原始的冷藏方法,但具有简便、成本低廉的优点,至今还被采用。

二、古代商业和军事需求阶段

咸阳秦宫殿遗址发现了储存食品的窑穴,深度都在十米以上,有的窑内还嵌附了陶圈,底部置放陶盆。值得注意的是窖口发现了三脚架的痕迹,表明使用了轱辘、滑车之类的吊装具(《文物》1976年第11期)。“太仓之粟,陈陈相因,充溢露积于外,至腐败不可食”(见《史记·平准书》)。秦代使用的窑藏,已大大超越了前人。隋代兴建的有黎阳仓、洛口仓(兴洛仓)、河阳仓、回洛仓、含嘉仓、子罗仓、太原仓(常平仓)、广通仓(广运仓或永丰仓)。唐代在此基础上又兴建了河阴仓、柏崖仓、集津仓、盐仓。这些仓储均建在漕运线路黄河、渭水岸边,它们的性质也就相当于现代的中转仓库。据《通典》所记,天宝八年含嘉仓储粮竟达五百八十三万三千四百石之多。仓储方式统一为窖藏,估计窖穴数可达四百穴以上。窖穴加工方法细致合理,防护措施相当完善,可完好地长期地保存粮食,160号窖有一整窖(宋代)粟,出土时仍然颗粒分明,粟内尚含50.7%的有机物。含嘉仓的储粮方法达到了窖藏的顶峰,在中国古代粮食储藏史上写下了光辉的一页。

18世纪90年代的法国拿破仑·波拿巴为了统一欧洲,为了给军队供应食物提高战斗力,悬赏征求食品长期保存的方法,尼古拉·阿培尔(Nicolas Appert)发明了食品的商业化杀菌技术。1809年,尼古拉·阿培尔将食品加热后放入玻璃瓶中用木塞塞住瓶口,并于沸水中煮一段时间后取出,趁热将塞子塞紧,再用蜡密封瓶口,制造出了真正的罐藏食品,成为罐藏食品技术的开端。

三、近代科学探索和技术发展阶段

由于化学等学科发展对食物成分有了本质认识,整体推进了食品科学技术向现代转移。Carl Wilhelm Scheeie从柠檬汁中分离得到了柠檬酸(1784年)、从苹果中分离得到了苹果酸(1784年),并检测了20种普通水果中柠檬酸和苹果酸的存在和含量。以Anotoine Laurent Lavoisier(法国)、Jons Jacob Berzelius(瑞典)等为代表的化学家建立了有机元素分析理论和方法,对2 000多种天然化合物的元素组成进行了测定。以Anotoine

Lavoisier(法国)、Thomas Thomson(苏格兰)为代表的化学家首次采用分子式表示有机化合物,并用配平的化学方程式表示发酵过程。以 Arthur Hill Hassall(英国)为代表的化学家建立了精确的微观分析方法,推动了对食品成分认识的进程;1857年法国化学家、微生物学家巴斯德提出了著名的发酵理论:一切发酵过程都是微生物作用的结果。以美国的 W Hanneberg、Justin Smith Morrill 等为代表的科学家在反对食品掺假、制定食品标准方面做了大量的工作并通过了一系列法律。

制冷理论和技术推进了低温保藏食品。1809年美国人发现了压缩式制冷的原理,1824年德国人发现了吸收式制冷的原理,为发明制冷机打下了基础。1834年,在英国的美国人 Jacob Perkins 发明了世界上第一台乙醚压缩式冷冻机;1844年,美国人 John Gorrie 制成了第一台制冷和空调用的空气制冷机;1859年,法国人 Ferdinand Carre 发明了以氨为制冷剂、以水为吸收剂的压缩式冷冻机;1872年美国人 David、Boyle 与德国人 Carl Von Linde 分别单独发明以氨为冷媒的压缩式冷冻机,作制冰机(制冷机的始祖)使用。1877~1878年,法国人 Charles Tellier 为了把牛肉从新西兰和阿根廷等国运回法国,开始用氨吸收式冷冻机,先是用于冷冻牛肉,接着用于冻结牛肉和羊肉,以解决较长时间的海运肉类保鲜问题,这是冷冻食品首次作为商品。1910年 Maurice Lehlanc 在巴黎发明了蒸汽喷射式制冷系统;1918年美国人 Copeland 发明了家用冰箱。

人工干燥技术用于食品保藏。1780年,有人用热水处理蔬菜,再风(晒)干或将蔬菜放在烘房的架子上进行人工干燥。1878年德国人研制出第一台辐射热干燥器,4年后真空干燥器也诞生了。到20世纪初,热风脱水蔬菜已大量工业化生产。人工干制在室内进行,不再受气候条件限制,操作易于控制,干制时间显著缩短,相应的产品质量上升,产品得率有所提高。

在19世纪60年代,法国人 Louis Pasteur 在研究啤酒和葡萄酒时发明了巴氏消毒法;1885年 Roger 首次报道了高压能杀死细菌;1899年 Hite 首次将高压技术应用于牛奶的保藏;1908年出现了化学品保藏技术;1918年出现了气调冷藏技术;1943年出现了食品辐照保藏技术、冻干食品生产技术等。

20世纪初,食品工业已成为发达国家和一些发展中国家的重要工业支柱产业。

四、现代食品保藏科学和技术阶段

进入21世纪以来,食品保藏学的研究领域更加拓宽,研究手段日趋现代化,研究成果的应用周期越来越短。现代食品保藏学的研究正向食品腐败机制、食品危害因子的结构和性质、储藏加工过程中营养成分的结构和功能变化机制、新型包装技术和材料、现代储藏保鲜技术,新食源、新工艺和新添加剂等研究方向发展。食品保藏学已成为食品科学与工程各专业的专业主要基础课程之一,对食品工业的发展产生着非常重要的影响。

第三节 食品保藏学未来的研究问题

食品保藏发展的最终目标是最大限度地保持食品原有的营养、风味、鲜度和组织特性,保证食品的质量和安全,方便并改善人民生活,促进经济发展。围绕这一目标,食品

保藏学的发展趋势主要表现在以下方面。

一、食品冷藏工艺和技术的改进

以提高冷冻冷藏食品的品质为目标,采用多样化的冷加工工艺,如采用冰温保鲜、微冻保鲜、低温气调保鲜、化学冷保鲜、减压冷保鲜、微波保鲜、冷冻干燥(freeze drying)等;不断开发研制食品速冻装置,如流态化冻结(fluidizing bed freezing)、高压冻结(high pressure freezing)、超声波冷冻(ultra-sound freezing)等;应用计算机控制和调节,实现食品冷冻过程的高度自动化,保证冷冻的各个环节符合标准和规范的要求;研究先进的制冷技术,在冷藏库和冷藏运输车船中划分不同的温度区域,适应不同种类食品的储藏和运输;根据城市的消费特点,运用快速的运输技术,大力发展冷却肉和水产品,不仅保持该类食品的味美、鲜嫩的特点,还可以节约能源。

二、食品保藏的节能与环保

食品的加热、杀菌、冷藏、解冻、运输和储藏等各环节都与能源和环境密切相关,随着食品工艺的快速发展,节能与环保问题也日益突出。研究食品的加热、杀菌、冷冻和储藏等工艺,根据其储藏条件和储藏期选择最合适的加工及储藏方法,成为食品业未来需要重点关注的方向。

三、与农业生产技术相结合改善食品储藏性能

留树保鲜又称挂果保鲜,是生产上将基本成熟的果实通过技术处理后使果实继续留在树上的储藏方法。如在果实成熟期间喷施一定浓度的植物生长调节剂或稳果剂,使果实在树上延迟采收。留树保鲜已成功应用于柑橘、苹果、葡萄、梨和龙眼等水果上,取得了良好的效果。例如通过该方法,广西甜橙的鲜果供应可从当年10月20日延迟到翌年5月30日。

耐储基因引入植物食品原料种植上,提高果蔬食品的耐储性。比如阻断乙烯利合成的基因在番茄果实中表达,番茄表现为较佳的耐储性。

四、军用食品的加工与储藏

“兵马未动,粮草先行”,军队的食品供应与军队的战斗力成正比。目前,世界各国军队都很重视发展自己的军用食品,不断采用食品加工和储藏的最新技术,开发新的军用食品,提高军用食品的综合性能。

(一) 野战食品

为了适应现代战争的多样化需求,野战食品包装正朝着存储单元化、装运机械化、运输集装化、保障迅捷化方向发展。研究野战食品特殊储藏性,采用合适的包装材料和体系,以保证野战食品质量,提高战时野外保障能力。

高新技术是野战食品发展的基础。食品加工与保藏新工艺和新技术是丰富野战食品品种,提高野战食品质量和性能的关键。在研发军用食品的同时,不可避免会面对军用食品向民用食品转变这一话题。不容置疑,军用食品与国内快餐食品相比,在方便性、

口感、营养素、保质期等性能指标上具有明显优势。展望未来,军用食品无疑将领导中国快餐食品的潮流。今后,随着我国市场经济的发展,人们生活节奏的加快,潜在的快餐市场越来越大。对于这一领域的研究开发,也应是未来军用食品在研究发展中必须面对和考虑的问题。

(二) 航天食品

空间站、载人登月及载人火星探测等长期载人航天运行环境下,机体营养代谢发生了明显的变化,需要立足于这些变化开展航天营养代谢研究。为乘组航天员提供营养均衡、保质期长、感官接受性好、利用度高的航天食品是保障其健康和高效工作的重要前提。月球基地或火星基地航天员食物保障模式需要从地面携带方式向就地取材加工转变,如何实现月球表面或火星表面的食物种植及食材综合加工利用技术是未来航天食品保障技术研究的重要课题。

(三) 飞行救生食品

对于空军抢险救灾和飞行训练的飞行救生食品,研究小包装保藏方案,组合各种装备,使飞行救生食品在低温、高温、振动和低气压条件下满足空军所需,以满足我军现役各机型、全疆域救生要求。研制适配性高的新型救生食品和救生饮用水,满足飞行部队各机型高强度、大范围作战训练的救生需求。

⇒ 本章小结

食品保藏历史久远,是一门古老的科学技术,公元前4000年人类就已经熟悉酒和醋的酿造。但食品保藏科学的快速发展是随着19世纪初发现酵素并制造出罐头开始的。食品保藏学涉及食品微生物学、食品化学、食品原料学、动植物生理生化、食品营养学、食品安全学、电磁学、核物理学、制冷技术、食品工程原理、食品法典与标准等多个学科和专业的知识,在原理、方法、技术、设备、工艺、法律和标准等方面包含非常广泛的研究内容。本章简要介绍了食品保藏学的概念、内容和发展趋势,给读者一个整体的、框架性的认识。

⇒ 思考题

1. 什么是食品保藏学?
2. 食品保藏学研究的内容有哪些?
3. 食品保藏学的发展方向是什么?

第二章 食品中的危害因素及控制

第一节 概述

食品存在的危害主要来自两个方面:

(1)食品本身含有有毒有害物质。如:河豚含有剧毒的河豚毒素,鲭科鱼分解产生组胺,花生中的黄曲霉毒素等;食品内的酶作用导致食品腐败;食品内的过敏源成分致使部分人群食用过敏不适。

(2)食品在生产、运输、储存、销售过程中受到外界有毒有害物质的污染,即食品污染。这是最常见的食品中存在危害的来源。

通常认为造成食品污染问题的最主要原因是环境污染,如水源污染、海域污染直接导致食源性疾患的发生和影响海产品的卫生质量,垃圾焚烧导致二噁英进入食物链等,这些现象均显示环境条件与食品安全有着密切关系。其次是种植、养殖农畜业的源头污染,如农药、兽药和饲料添加剂的滥用,造成食物中农兽药残留危害突出。再次是由于食品安全意识不强,食品生产过程中卫生质量控制不当造成污染,如食品添加剂的超标使用,加工过程中的温度、时间和消毒控制不当,包装材料、包装容器卫生控制不当等导致危害超标。

食品中的危害因素分为生物性、化学性和物理性的因素。

第二节 生物性危害因素及控制

生物性危害是指能够导致食源性疾病的病毒、细菌和寄生虫。食品中存在的危害有80%~90%是属于生物性的危害。

一、生物性危害的分类及特性

生物性危害主要包括微生物(致病微生物和腐败微生物)、病毒和寄生虫三种。

(一)致病微生物和腐败微生物

1. 致病微生物引起食物中毒的机制和生物毒素

致病微生物引起食物中毒发生的机制主要有感染型、毒素型和混合型三种。

(1)感染型 致病菌靠其侵袭力附着在肠黏膜或侵袭入黏膜下层,引起黏膜充血、白细胞浸润、水肿、渗出等炎症变化,另外,致病菌侵袭入黏膜固有层后可被吞噬细胞吞噬或杀灭,释放内毒素,刺激体温调节中枢,引起体温升高。

(2)毒素型 致病菌产生的外毒素刺激肠上皮细胞,激活腺苷酸环化酶,使cAMP升

高,激活有关酶系统,改变细胞分泌功能,氯离子分泌亢进,抑制肠上皮细胞对钠离子和水的吸收,导致腹泻。

(3)混合型 致病菌与毒素同时存在。

生物毒素、致病菌危害消费者,其中感染型主要产生内毒素,毒素型主要产生外毒素。

内毒素与外毒素的区别见表2-1。

表2-1 内毒素与外毒素的区别

区别要点	内毒素	外毒素
存在部位	为细菌细胞壁结构成分,菌体崩解后释出	由活的细菌释放至细菌体外
细菌种类	革兰氏阴性菌居多	革兰氏阳性菌居多
化学组成	磷脂-多糖-蛋白质复合物(毒性主要为类脂)	蛋白质(分子量2.7万~90万)
稳定性	通常耐热,60℃耐受数小时	通常不稳定,60℃以上能迅速破坏
毒性作用	稍弱,对实验动物致死作用的量比外毒素为大,各种细菌内毒素的毒性作用大致相同。引起变热、弥漫性血管内凝血、粒细胞减少血症、施瓦兹曼现象等	较强,微量对实验动物有致死作用。各种外毒素有选择作用,引起特殊病变,不引起宿主发热反应。抑制蛋白质合成,有细胞毒性、神经毒性、紊乱水盐代谢等
抗原性	刺激机体对多糖成分产生抗体,不形成抗毒素,不能经甲醛处理成为类毒素	较强,可刺激机体产生高效价的抗毒素。经甲醛处理,可脱毒成为类毒素,仍有较强的抗原性,可用于人工自动免疫

2. 腐败微生物

(1)分解蛋白质类食品的微生物 分解蛋白质而使食品变质的微生物,主要是细菌、霉菌和酵母菌,它们多数是通过分泌胞外蛋白酶来完成的。

芽孢杆菌属、梭状芽孢杆菌属、假单胞菌属、变形杆菌属、链球菌属等细菌分解蛋白质能力较强,即使无糖存在,它们在以蛋白质为主要成分的食品上也能生长良好;小球菌属、葡萄球菌属、黄杆菌属、产碱杆菌属、埃希氏杆菌属等分解蛋白质较弱;肉毒梭状芽孢杆菌分解蛋白质能力很弱。

许多霉菌都具有分解蛋白质的能力,比细菌更能利用天然蛋白质。常见的有青霉属、毛霉属、曲霉属、木霉属、根霉属等。

多数酵母菌对蛋白质的分解能力极弱。如啤酒酵母属、毕赤氏酵母属、汉逊氏酵母属、假丝酵母属、球拟酵母属等能使凝固的蛋白质缓慢分解。在某些食品上,酵母菌竞争不过细菌,往往是细菌占优势。

(2)分解碳水化合物类食品的微生物 细菌中能高活性分解淀粉的为数不多,主要是芽孢杆菌属和梭状芽孢杆菌属的某些种,如枯草杆菌、巨大芽孢杆菌、马铃薯芽孢杆

菌、蜡样芽孢杆菌、淀粉梭状芽孢杆菌等,它们是引起米饭发酵、面包黏液化的主要菌株;能分解纤维素和半纤维素的只有芽孢杆菌属、梭状芽孢杆菌属和八叠球菌属的一些种;但绝大多数细菌都具有分解某些糖的能力,特别是利用单糖的能力极为普遍;某些细菌能利用有机酸或醇类;能分解果胶的细菌主要有芽孢杆菌属、欧氏植病杆菌属、梭状芽孢杆菌属中的部分菌株,它们致使果蔬食品腐败变质。

多数霉菌都有分解简单碳水化合物的能力;能够分解纤维素的霉菌并不多,常见的有青霉属、曲霉属和木霉属等中的几个种,其中绿色木霉、里氏木霉、康氏木霉分解纤维素的能力特别强。分解果胶质的霉菌活力强的有曲霉属、毛霉属、蜡叶芽枝霉等;曲霉属、毛霉属和镰刀霉属等还具有利用某些简单有机酸和醇类的能力。

绝大多数酵母不能使淀粉水解;少数酵母如拟内胞霉属能分解多糖;极少数酵母如脆壁酵母能分解果胶;大多数酵母有利用有机酸的能力。

(3)分解脂肪类食品的微生物 分解脂肪的微生物能生成脂肪酶,使脂肪水解为甘油和脂肪酸。一般来讲,对蛋白质分解能力强的需氧细菌,同时大多数也能分解脂肪。细菌中的假单胞菌属、无色杆菌属、黄色杆菌属、产碱杆菌属和芽孢杆菌属中的许多种,都具有分解脂肪的特性。

能分解脂肪的霉菌比细菌多,在食品中常见的有曲霉属、白地霉、代氏根霉、娄地青霉和芽枝霉属等。

酵母菌分解脂肪的菌种不多,主要是解脂假丝酵母,这种酵母对糖类不发酵,但分解脂肪和蛋白质的能力却很强。因此,在肉类食品、乳及其制品中脂肪酸败时,也应考虑是否因酵母而引起。

(二)食源性病毒

(1)甲型肝炎病毒(HAV) 甲型肝炎病毒是一种重要的食源性疾病病毒,其污染食品的途径是通过被污染的水或食品加工人员的不良卫生习惯所致。

甲型肝炎病毒可在海水中长期生存,且在海水中可生存一年以上。1988年上海甲肝大爆发就是由于食用了被污染的毛蚶,也有人因食用冻草莓而暴发甲肝的报道。

甲肝患者的主要症状为虚脱、发烧、腹疼,甚至会出现黄疸。

(2)诺沃克病毒(Norwalk Virus) 诺沃克病毒被认为是引起非细菌性胃肠疾病(肠型流感)的主要原因。美国疾病控制中心报道,1976~1980年42%非细菌性胃肠炎的发生是由诺沃克病毒引起的。

诺沃克病毒引起的几次疾病暴发均与垃圾污染捕捞贝类的区域导致贝类污染有关。诺沃克病毒感染贝类机会可能比其他已确定的病体感染更为频繁,有可能是与贝类有关的最常见的病原体,在我国出口的贝类中曾检出过诺沃克病毒。

(3)口蹄疫病毒(FMD) 该病毒是感染偶蹄动物且能致病的病原体,该病毒不仅对偶蹄动物造成严重危害,而且人也能感染,主要对手、足、黏膜等造成损伤。

控制措施:这些病毒对热的抵抗力较弱,充分热处理可以杀灭这些病毒;加强卫生管理,阻断病毒传播途径。

(三)食源性寄生虫

(1)旋毛虫 一般存在于猪、马的肌肉中。人被感染后会发热、腹泻、肌肉疼痛,严重