

“十一五”高等学校通用教材（食品类）

食品贮藏保鲜

郑永华 主编

SHIPIN
ZHUCANG BAOXIAN



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

食品贮藏保鲜

“十一五”高等学校通用教材（食品类）书目

- 食品物流学
- 食品分析与检验
- 食品添加剂
- 食品营养学
- 食品工艺学
- 食品微生物学
- 保健（功能）食品
- 食品安全与卫生
- 食品质量管理
- 发酵食品
- 食品感官鉴评
- 食品标准与法规
- 食品生物技术概论
- 食品贮藏保鲜
- 食品原料学
- 食品化学
- 乳与乳制品工艺学
- 食品高新技术
- 食品微生物检验实验指导
- 食品新产品开发
- 食品工艺学实验指导
- 食品卫生与检验

责任编辑：李保忠

封面设计：弓禾碧工作室

ISBN 7-5026-2550-X



9 787502 625504 >

ISBN 7-5026-2550-X/TS·47

定价：42.00 元



“十一五”高等学校通用教材（食品类）

Shipin Zhucang Baoxian

食品贮藏保鲜

郑永华 主编



中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品贮藏保鲜/郑永华主编. —北京: 中国计量出版社, 2006. 11

“十一五”高等学校通用教材 (食品类)

ISBN 7-5026-2550-X

I. 食… II. 郑… III. ①食品贮藏②食品保鲜 IV. TS205

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 130739 号

内 容 提 要

本书详述了食品品质基础知识; 食品贮藏保鲜原理; 食品贮藏保鲜方法; 鲜活和生鲜食品贮藏保鲜; 加工食品贮藏; 食品流通中的保鲜等内容。

本书图文并茂, 简明易懂, 既可作为高等院校食品质量与安全、食品科学与工程、农产品贮藏加工和生物工程等专业的教材, 也可作为有关科研人员和食品贮藏保鲜行业从业人员的参考用书。

中国计量出版社 出版

地 址 北京和平里西街甲 2 号 (邮编 100013)
电 话 (010) 64275360
网 址 <http://www.zgjl.com.cn>
发 行 新华书店北京发行所
印 刷 北京迪鑫印刷厂
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 24.75
字 数 594 千字
版 次 2006 年 11 月第 1 版 2006 年 11 月第 1 次印刷
印 数 1—3 000
定 价 42.00 元

如有印装质量问题, 请与本社联系调换
版权所有 侵权必究

教材编委会

主 任 陈宗道 刘国普

副主任 刘宝兰 汪志君 陆兆新 徐幸莲

委 员 (按姓氏笔画排序)

邓少平	邓尚贵	王承明	王金华
艾志录	田呈瑞	李冬生	李建科
李保忠	肖作兵	吴 坤	励建荣
周才琼	周玉林	郑永华	孟岳成
段玉峰	姜发堂	胡秋辉	姚晓玲
徐 焱	高向阳	顾瑞霞	黄 文
屠 康	曾凡坤	韩永斌	董明盛
彭增起	蒋予箭	阚建全	

策 划 刘宝兰 李保忠

— 本 书 编 委 会 —

主 编 郑永华

(南京农业大学)

副主编 金昌海

(扬州大学)

王向阳

(浙江工商大学)

王清章

(华中农业大学)

谢 晶

(上海水产大学)

参 编 (按姓氏笔画排序)

王若兰 (河南工业大学)

李梦琴 (河南农业大学)

李 洁 (华中农业大学)

张有林 (陕西师范大学)

肖红梅 (南京农业大学)

曾凯芳 (西南农业大学)

主 审 罗云波 (中国农业大学)

编写说明

近年来,随着食品科技的迅速发展和食品新产品的不断推出,人们不仅对各类食品的安全使用问题日益重视,而且对与食品安全相关的各类知识也进一步投入精力进行关注。另一方面,为了保障与人们生命和生活息息相关的各类食品的使用安全,政府的相关部门也投入很大力度进行食品生产各环节的监管。经过各食品相关主管部门的不懈努力,我国已基本形成并明确了卫生与农业主管部门抓原材料监管、质监部门抓各类食品生产环节的监管、工商部门从事食品成品监管的制度完善的食品监管体系。

目前,食品质量问题已成为全社会关注的焦点。为了适应当前的经济发展,从根本上解决与食品质量相关的各类实际问题,我们需要从最基础的专业教育抓起。这就对我国食品类高校的教育工作提出了更高的要求。

当前,食品行业的快速发展和结构性调整使其对本行业的技术水平、知识结构和人才特点提出了更加具体的要求。因此,为了进一步提高食品专业教材的编写水平,以适应市场对素质全面、适应性强、有创新能力的高技术专门人才的需求,由中国计量出版社牵头组织了西南大学(原西南农业大学)、南京农业大学、华中农业大学、扬州大学、河南农业大学、陕西师范大学、湖北工业大学等 59 所高校参与的食品质量与安全以及食品科学与工程专业高校教材编写与出版工作。此次的教材编写与出版工作旨在为各食品类相关院校在教材建设方面的信息交流搭建一个平台,以促进各院校之间在教学内容方面相互取长补短,从而使该套教材的参编与使用院校的课程设置更趋合理化,最终培养出更加适应当前社会经济发展的应用型人才。为了达到这一要求,我们严把教材写作质量关,想方设法使参编教师的丰富教学实践能很好地融入教学理论体系之中,从而推出教师好教、学生好用的优秀教材。为此,我们特别邀请了西南大学、南京农业大学、华中农业大学、中国农业大学以及解放军第三军医大学等多所知名高校及科研

机构的专家从事相关教材的审稿工作,从而为我们成功推出该套框架好、内容新、适应面广并且与国际接轨的好教材提供了必要的保障,以此来满足食品专业高等教育的不断发展和当前全社会范围内食品安全体系建设的迫切需要。

本次教材的编写尤其注重了理论体系的前沿性,不仅将食品科技发展的新理论合理融入教材中,而且使读者通过教材的学习可以深入把握国际食品科技发展的全貌,这对我国新世纪应用型人才的培养大有裨益。相信该套教材的推出必将会推动我国食品类高校教材体系建设的逐步完善和不断发展,从而对国家新世纪人才培养战略起到积极的促进作用。

教材编委会

2006年7月

前言

• FOREWORD •

本书是面向高等院校食品质量与安全专业的教学内容和课程体系要求编写的，重点阐述了食品贮藏保鲜的基本理论、技术方法和该领域国内外的最新研究进展，通过大量的实例介绍了主要动、植物原料及其加工食品贮藏保鲜的实用技术，力求体现食品科学发展的特点，在编写框架和内容上有所创新。

本教材共分为六章，分别介绍了食品的品质基础、食品贮藏保鲜原理、食品贮藏保鲜方法、鲜活和生鲜食品贮藏保鲜、加工食品贮藏、食品流通中的保鲜技术。在编写过程中借鉴和吸收了国内外同类教材之长，并融入了编者多年来最新的科研成果和专业工作经验。本教材既有最新的食品保鲜理论和技术，又通过大量的案例介绍了食品贮藏保鲜的实用技术，努力做到理论与实践相结合。同时，本书图文并茂，简明易懂，既可作为高等院校食品质量与安全、食品科学与工程、农产品贮藏加工和生物工程等专业的教材，也可作为有关科研人员和食品贮藏保鲜行业从业人员的参考用书。

本教材由郑永华主编，并负责统稿工作。郑永华编写绪论，第二章

第二、三节，第四章第三节；曾凯芳编写第一章；王向阳编写第二章第一节；谢晶编写第三章第一节，第四章第六节；肖红梅编写第三章第二、三节，第四章第五节；金昌海编写第三章第四、五节；张有林编写第四章第一、二节；王若兰编写第四章第四节，第五章第一节；王清章、李洁编写第五章二、三、四、五、六、七、八节；李梦琴编写第六章。

在本书编写过程中，承蒙中国计量出版社的大力支持，中国农业大学罗云波教授在百忙中拨冗审稿，南京农业大学博士生杨震峰等在文字输入和校稿等方面做了大量工作，在此一并致谢。

本教材由全国多所高等农业、商业、水产和粮食院校的老师共同编写完成，是集体智慧的结晶。但由于编者水平所限，加上本教材内容丰富，知识面广，涉及的食品种类繁多，贮藏特性各异，书中错误、疏漏和不妥之处在所难免，欢迎各位同仁和读者指正。

编 者

2006年9月于南京

目 录

• CONTENTS •

绪 论	(1)
一、食品贮藏保鲜概述	(1)
二、食品的分类和贮藏特性	(1)
三、食品贮藏科学的发展简况	(2)
四、我国食品贮藏现状及存在问题	(3)
第一章 食品品质基础	(6)
第一节 食品的色泽	(6)
一、天然色素	(6)
二、人工色素	(9)
第二节 食品的香气	(9)
一、果蔬的香气	(9)
二、动物性食物的香气	(10)
三、发酵食品的香气	(10)
四、焙烤食品的香气	(11)
第三节 食品的滋味	(11)
一、甜味物质	(11)
二、酸味物质	(13)
三、苦味物质	(15)
四、咸味物质	(16)
五、辣味物质	(16)
六、涩味物质	(17)
七、鲜味物质	(17)
第四节 食品的质地	(18)
一、食品质地的感官评价	(18)

二、食品质地的仪器测定	(19)
第五节 食品的营养成分	(20)
一、碳水化合物	(20)
二、蛋白质	(21)
三、脂肪	(22)
四、维生素	(24)
五、矿物质	(28)
六、水分	(29)
思考题与习题	(30)
第二章 食品贮藏保鲜原理	(31)
第一节 食品贮藏中的生理和生化变化	(31)
一、呼吸作用	(31)
二、蒸腾作用	(38)
三、成熟与衰老	(41)
四、休眠与生长	(56)
五、僵直与软化	(58)
第二节 食品的败坏	(59)
一、化学败坏	(60)
二、微生物败坏	(64)
三、生理败坏	(70)
第三节 食品败坏的控制	(73)
一、温度控制	(73)
二、湿度控制	(77)
三、气体成分调节	(78)
四、其他辅助处理	(79)
五、应用栅栏技术	(81)
思考题与习题	(83)
第三章 食品贮藏保鲜方法	(84)
第一节 食品低温保鲜	(84)
一、食品冷加工基础	(84)
二、食品冷却技术	(86)
三、食品冻结技术	(92)
四、食品低温贮藏条件和管理	(101)
五、食品冷链流通	(111)
第二节 食品气调保鲜	(112)
一、气调贮藏概念和原理	(112)
二、气调对库体和设备的要求	(115)

三、气调贮藏条件	(117)
四、气调库的管理	(120)
五、塑料薄膜包装气调	(123)
第三节 食品物理保鲜	(124)
一、辐射处理	(124)
二、电场处理	(136)
三、减压贮藏	(139)
第四节 食品化学保鲜	(141)
一、食品防腐剂	(141)
二、果蔬采后微生物病害的化学防治	(145)
三、食品抗氧化剂与脱氧剂	(147)
第五节 食品生物保鲜	(152)
一、果蔬采后微生物病害的生物防治技术	(152)
二、基因工程技术在果蔬采后保鲜中的应用	(155)
思考题与习题	(169)

第四章 鲜活和生鲜食品贮藏保鲜

第一节 果品保鲜技术	(171)
一、仁果类	(171)
二、柑橘类	(181)
三、核果类	(186)
四、浆果类	(189)
五、其他果实	(199)
第二节 蔬菜保鲜技术	(205)
一、根茎类	(205)
二、叶菜类	(212)
三、果菜类	(219)
四、食用菌	(227)
五、其他蔬菜	(230)
第三节 鲜切果蔬保鲜技术	(233)
一、鲜切果蔬特性及加工策略	(234)
二、鲜切果蔬加工工艺	(236)
三、鲜切果蔬褐变和微生物的控制	(240)
四、鲜切果蔬加工保鲜实例	(243)
第四节 粮食贮藏技术	(245)
一、小麦贮藏	(245)
二、稻谷贮藏	(249)
三、玉米和豆类贮藏	(256)
四、油料贮藏	(261)

五、储粮害虫防治技术	(268)
第五节 畜禽产品保鲜技术	(274)
一、肉的贮藏与保鲜	(274)
二、蛋的贮存与保鲜	(278)
三、乳的贮藏与保鲜	(282)
第六节 水产品保鲜技术	(288)
一、水产品鲜度等级及鉴定	(288)
二、水产品的冷却保鲜	(296)
三、水产品的微冻保鲜	(299)
四、水产品的保活技术	(300)
思考题与习题	(301)
第五章 加工食品贮藏	(303)
第一节 粮油初加工品贮藏	(303)
一、大米贮藏	(303)
二、面粉贮藏	(307)
三、油脂贮藏	(311)
第二节 干制品贮藏	(315)
一、干制品在贮藏中的变化	(315)
二、干制品的杀虫及包装	(318)
三、干制食品的贮藏	(320)
第三节 腌制食品贮藏	(321)
一、盐渍蔬菜贮藏	(321)
二、腌制畜禽产品贮藏	(324)
三、腌制水产品贮藏	(326)
第四节 罐头食品贮藏	(327)
一、罐头食品的败坏	(327)
二、罐头的包装与装箱	(330)
三、罐头食品的贮藏和保管	(331)
第五节 冷冻食品冻藏	(332)
一、速冻果蔬的冻藏	(332)
二、冷冻畜禽产品冻藏	(334)
三、冰蛋冻藏	(336)
四、冷冻水产品冻藏	(336)
五、冷冻调理食品冻藏	(337)
第六节 焙烤食品贮藏	(339)
一、面包贮藏	(339)
二、饼干贮藏	(340)
三、糕点贮藏	(341)

第七节 调味品贮藏	(342)
一、酱油贮藏	(342)
二、食醋贮藏	(343)
三、食糖贮藏	(344)
四、食盐贮藏	(346)
第八节 嗜好食品贮藏	(347)
一、茶叶贮藏	(347)
二、酒类贮藏	(350)
思考题与习题	(354)
第六章 食品流通中的保鲜	(355)
第一节 食品流通	(355)
一、食品流通的概念和形式	(355)
二、食品流通过程及内容	(356)
第二节 食品运输中的保鲜	(357)
一、运输前的预冷	(357)
二、运输的环境条件及其控制	(360)
三、运输的方式和工具	(366)
四、运输中的卫生要求	(373)
五、运输中保护的基本要求及措施	(373)
第三节 食品销售中的保护	(375)
一、销售部门必须具备的贮藏条件	(375)
二、销售过程中的保护	(377)
第四节 食品消费中的保护	(378)
一、购买新鲜优质的食品	(378)
二、食品在消费中的保护措施	(378)
三、餐饮行业的保护	(380)
思考题与习题	(380)
主要参考文献	(381)

绪 论

食品是人类赖以生存和社会发展的物质基础,食品产业是我国国民经济制造业的第一大产业。食品生产除了农业生产中的种植、养殖和海洋捕捞等产前作业外,还包括农业产后领域的农副产品贮藏保鲜、加工制造、运输销售等后续关联产业,它们是农业产业化的重要组成部分,也是农民增收、农业发展和市场繁荣的重要途径。食品贮藏保鲜是指可食性农产品、半成品食品和工业制成品食品等在贮藏、运输、销售及消费过程中保鲜保质的理论与实践,它既包括鲜活和生鲜食品的贮藏保鲜,也包括食品原辅料、半成品和成品食品的贮藏保质。

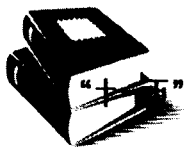
一、食品贮藏保鲜概述

食品贮藏保鲜是研究食品在贮藏过程中物理特性、化学特性和生物特性的变化规律,这些变化对食品质量及其保藏性的影响,以及控制食品质量变化应采取的技术措施的一门科学。它是一门涉及多学科的应用技术学科,是食品科学的一个重要组成部分,与生物学、动植物生理生化、有机化学、食品化学、食品微生物学、食品包装学和食品工艺学等学科均有密切联系。食品贮藏的主要研究内容是食品在贮藏过程中的品质稳定性和贮藏技术,即研究各类食品的贮藏性能和各种贮藏技术的原理、生产可行性和卫生安全性,食品在贮藏过程中的质量变化及影响质量变化的主要因素和控制方法,根据贮藏原理和食品贮藏性能选择适当的贮藏方法和技术等。

食品的物理特性主要是指食品的形态、质地和失重等物理性质;食品的化学特性是指食品中的水分及其水活活性(A_w)、各种天然物质(碳水化合物、脂类、蛋白质、矿物质、维生素、色素、风味物质和气味物质等)以及食品添加剂在食品中所具有的性质;食品的生物特性主要是指食品中的微生物和酶的特性,其次包括食品的生理生化变化和食品害虫等生物特性。食品以其丰富的营养、符合卫生要求和具有良好的色、香、味、形来满足消费者的食用要求。但由于受内因和外因的共同影响,食品在贮藏过程中会发生各种不良变化,造成食品的质量下降和数量损失,同时,由于各种污染而影响其卫生质量,危害人体健康。所以,根据各类食品的特性和要求,进行科学的贮藏管理,不仅可以保持食品的品质和食用安全性,还可以降低食品损耗和增加经济效益。为了保证食品固有的质量,控制不良变化的发生,食品贮藏中可采用各种物理的、化学的或生物的技术措施来达到保鲜保质的目的。在食品贮藏的各种技术措施中,低温是最重要、最有效、最安全和最普遍的一种技术;此外,还有湿度调节、气体成分控制、化学药剂处理和辐照处理等技术措施。

二、食品的分类和贮藏特性

食品的种类繁多,贮藏特性各异。按照加工程度不同,食品可分为天然食品和加工食品



两大类。这两类食品的贮藏特性如下。

1. 天然食品的贮藏特性

天然食品是指由农、林、牧和渔等生产所提供的初级产品,可分为植物性食品和动物性食品。植物性食品主要包括以谷类、豆类和薯类为主的农产品和以水果、蔬菜为主的园产品。动物性食品主要包括水产食品、畜肉禽蛋类食品和乳品等。水果、蔬菜、粮食和鲜蛋等具有生命活动,故又称为鲜活食品;而畜禽肉、鲜乳、水产鲜品未经熟制且含水量高,可称为生鲜食品。这些天然食品的贮藏性能差,容易腐败变质,故又统称为易腐性食品。

天然食品的贮藏性受原料的种类品种、产地、栽培和饲养条件以及贮藏环境条件等多方面因素的影响。从食品本身来讲,它们在原来动植物体中分属的组织器官类型对其贮藏性会产生直接重大的影响。从生理活动上可以将天然食品中动物的畜、禽、鱼等的肌肉组织和植物的根、茎、叶、花、果实和种子等区分为营养组织和繁殖组织器官。这两类组织器官具有各自的生物学特性,并在动植物个体生长、发育和繁殖过程中担负着不同的生理功能,是形成各种天然食品贮藏性差异的基本原因。一般来讲,来自繁殖器官的天然食品比来自营养器官的天然食品耐贮藏。

属于繁殖器官的天然食品如种子、果实和具有繁殖作用的变态根、茎类蔬菜及鲜蛋等,它们在生长发育过程中会积累和贮存大量的营养物质以维持个体的繁衍,这些营养物质多是一些化学性质稳定的高分子有机物,如淀粉、蛋白质、脂肪等。当这些天然食品具备了食用价值而进行采收或加工时,组织中各种酶的活性趋于下降,生理活性减弱,并有一些产品处于休眠状态。同时,由于这些产品具有表皮或外壳保护,使来源于繁殖组织器官的天然食品具有较高的贮藏性。属于营养器官的天然食品如叶菜、茎菜、动物肌肉和鲜乳等,它们原来处在活的生物体时,由于机体本身具有抗病能力,并不会出现腐败变质现象。但一旦它们离开生物体就失去了营养物质的补充来源,其生理活动会发生急剧变化,组织中的各种水解酶活性增强,营养成分消耗加快,产品组织遭受破坏和被微生物污染,贮藏性能随之下降。

2. 加工食品的贮藏特性

加工食品是以天然食品为原料再经过不同深度的加工处理而得到的各种加工层次的产品。由于原料、加工工艺和加工深度的不同,使加工食品的种类繁多,并随着食品资源的开发利用和新工艺、新技术及新配方的应用,新的加工食品不断出现。按加工保藏方法的不同,加工食品可分为干制品、腌制品、糖制品、罐藏制品、冷冻制品和焙烤食品等几类。除少数产品(如熟肉、黄油、奶酪和豆腐制品等)的贮藏性较低外,大多数加工食品由于经过不同的加工处理其品质和微生物稳定性得到提高,贮藏性都高于天然食品。如食品经过干制、糖渍和盐腌,可以降低水分活性,抑制微生物引起的败坏变质,因而可在常温下保存。

三、食品贮藏科学的发展简况

自从人类社会食品生产有剩余以来,便已出现了食品贮藏,并且随着人类社会的发展进程和科学技术的进步,食品贮藏保鲜技术水平不断得到提高和完善。早在原始社会,人们就采用日晒干燥、烟熏、火烤以及利用天然洞穴等方式来贮存剩余食品。利用缸瓮、井窖、地沟和土窑洞等简易设施保藏食品也有悠久历史,至今这些保藏方式在生产中仍有应用。在食品贮藏科学的长期发展过程中,对于人类饮食文化产生深刻影响的有两次重大贮藏技术的改