

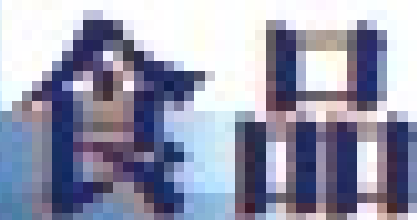
# 食品

SHIPIN FANGFU  
BAOXIAN JISHU

# 防腐保鲜技术

张志健 李新生 编著

 科学技术文献出版社



食品科学与工程  
Food Science and Engineering

# 防腐保鲜技术

张世强 李敏 编著

 中国轻工业出版社

# 食品防腐保鲜技术

张志健 李新生 编著

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北京

图书在版编目(CIP)数据

食品防腐保鲜技术/张志健,李新生编著.-北京:科学技术文献出版社,2006.1

ISBN 7-5023-5196-5

I. 食… II. ①张… ②李… III. 食品保鲜 IV. TS205

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 140349 号

- 出 版 者 科学技术文献出版社  
地 址 北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038  
图书编辑部电话 (010)58882909,(010)58882959(传真)  
图书发行部电话 (010)68514009,(010)68514035(传真)  
邮 购 部 电 话 (010)58882952  
网 址 <http://www.stdph.com>  
E-mail: stdph@istic.ac.cn  
策 划 编 辑 陈家显  
责 任 编 辑 陈家显  
责 任 校 对 赵文珍  
责 任 出 版 王杰馨  
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销  
印 刷 者 北京国马印刷厂  
版 ( 印 ) 次 2006 年 1 月第 1 版第 1 次印刷  
开 本 850×1168 32 开  
字 数 296 千  
印 张 12.125  
印 数 1~5000 册  
定 价 19.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

(京)新登字 130 号

## 内 容 简 介

本书是陕西理工学院教师张志健和李新生在其从事多年教学、科研及实践体会的基础上,参考了大量国内外近年来食品防腐保鲜方面的研究成果编著而成。全书共分六章,分别介绍了食品在贮藏期间的变化、食品涂膜保鲜技术、食品氧化抑制技术、食品气体调节保鲜技术、食品防腐技术和果蔬贮藏病害防治技术。既具有一定的理论性,又具有较强的实践性,通俗易懂。本书既可供有关食品科技工作者和工程技术人员参考,也可作为有关教学、培训或自学用书。

---

科学技术文献出版社是国家科学技术部系统唯一一家中央级综合性科技出版机构,我们所有的努力都是为了使您增长知识和才干。

中国(中)国科学院图书馆

中国科学院图书馆, 北京, 中国科学院图书馆, 中国科学院图书馆

1985.3

中国科学院图书馆

中国科学院图书馆

中国科学院图书馆

科学技术文献出版社  
SCIENCE AND TECHNOLOGY DOCUMENTS PUBLISHING HOUSE



科学技术文献出版社方位示意图

中国科学院图书馆, 北京, 中国科学院图书馆, 中国科学院图书馆

## 前 言

食品贮藏是商品经济的客观需要,是组织食品流通不可缺少的一个环节,是解决食品生产与消费时空矛盾的主要手段,是平衡和繁荣市场,保证及丰富人民生活的必要条件,也是扩大对外贸易的重要前提。总之,食品贮藏在我国社会主义商品经济和市场经济中具有重要的意义。

但食品不耐贮藏,在贮藏过程中受其自身物理、化学、生物化学和生理学等特性,以及温度、湿度、气体成分、微生物、害虫等环境因素的影响发生物理性变化(如干缩、萎蔫、吸湿、溶化、串味等)、化学变化(如油脂氧化酸败、天然色素氧化分解、非酶促褐变等)、生物化学变化(如酶促褐变、肌肉僵直、自溶等)、生理学变化(如果蔬呼吸、成熟、衰老、抽薹、发芽、鲜蛋的胚胎发育等)和微生物学变化(如腐败、霉变、发酵等),统称为食品腐败变质。因此,预防和抑制食品在贮藏过程中的质量变化是食品生产经营者的重要任务,也是食品科学工作者的重要研究课题。

由于食品具有种类、特性及影响因素的多样性,质量变化的复杂性,因此,预防和抑制食品腐败变质的技术和方法多种多样,如低温贮藏、气调贮藏、辐射贮藏、化学保藏等。其中化学保藏是指使用一些对食品和人体无毒、无害的化学物质,对食品进行处理,以改善食品的贮藏特性或提高食品的稳定性和抵抗性,并保持食

品良好的品质,又称为食品防腐保鲜。将所用的化学物质称为食品防腐剂、保鲜剂或防腐保鲜剂。食品防腐保鲜技术因其效果显著、适应性强、操作简便易行、成本低廉等特点,已被广泛采用,它已经不仅是提高其它食品保藏技术效果的辅助手段,而且成为一种独立的食品保藏技术。

随着现代农业和食品工业的发展,食品防腐保鲜剂需求量不断增大,促进了食品防腐保鲜剂行业的飞速发展,特别是随着人们食品安全意识和要求的增强,使食品防腐保鲜剂的开发和使用发生了根本性改变,要求食品防腐保鲜剂具有高效性(低剂量即有效)、广谱性、方便性、安全性等特点。于是近年来,人们不仅对传统食品防腐剂(如苯甲酸及其盐、山梨酸及其盐、酒精等)的应用范围和使用方法进行了研究,而且新产品不断地被开发出来,如丙酸盐、脱氢醋酸钠、双乙酸钠等,特别是天然食品防腐剂得到人们的高度重视和研究,并取得了可喜成果,如壳聚糖、海藻糖、溶菌酶、鱼精蛋白、蜂胶、抗菌肽类、果胶分解物、乳酸链球菌素、纳他霉素等;多功能复合防腐保鲜剂不断涌现,涂膜、脱氧、脱乙烯等技术也在不断改进。总之,近年来,食品防腐保鲜的研究成果层出不穷。

本书是笔者在多年教学、科研及实践体会的基础上,参考大量国内外资料对近年来食品防腐保鲜研究成果归纳整理而成。目的在于为食品贮藏业对这些新技术的筛选应用提供方便;为有关科技工作者、研究人员提供相对系统、便利的参考资料;为有关教学、培训或自学提供教材或参考资料;也是对近年来食品防腐保鲜研究工作的总结。

本书共分六章,分别介绍了食品在贮藏期间的变化、食品涂膜保鲜技术、食品氧化抑制技术、食品气体调节保鲜技术、食品防腐



技术和果蔬贮藏病害防治技术。在食品涂膜和气体调节保鲜技术方面,除了介绍具体应用技术外,还对其防腐保鲜理论进行归纳整理,使其具有了一定的系统性;而在食品氧化抑制、防腐等方面则主要介绍新型抗氧化剂和新型防腐保鲜剂及其应用技术,以及大家已熟悉的抗氧化剂和防腐保鲜剂的新应用技术。

在本书编写过程中,笔者期望尽量能满足不同层次读者的需要,即使本书既具有一定的理论性,又通俗易懂,具有较强实践性。但由于笔者所掌握的资料有限及编写经验不足,书中难免存在这样或那样不足之处,敬请读者朋友提出宝贵意见和建议。

在本书编写过程中得到了陕西理工学院图书馆、陕西理工学院生物系资料室的大力支持,参考了大量图书、报刊资料,在此一并表示感谢!

# 目 录

<b>第一章 食品在贮藏期间的变化</b> .....	( 1 )
第一节 食品在贮藏期间的变化概述 .....	( 1 )
第二节 食品在贮藏期间的生理学变化 .....	( 4 )
第三节 食品在贮藏期间的生物化学变化 .....	( 14 )
第四节 食品在贮藏期间的氧化与变色 .....	( 25 )
第五节 食品在贮藏期间的水分变化 .....	( 39 )
第六节 食品在贮藏期间的微生物学变化 .....	( 61 )
<b>第二章 食品涂膜保鲜技术</b> .....	( 73 )
第一节 涂膜保鲜概述 .....	( 73 )
第二节 多糖类涂膜保鲜技术 .....	( 81 )
第三节 脂质类涂膜保鲜技术 .....	( 123 )
<b>第三章 食品氧化抑制技术</b> .....	( 146 )
第一节 食品氧化抑制技术概述 .....	( 146 )
第二节 茶多酚 .....	( 154 )
第三节 香料的抗氧化性能 .....	( 168 )

---

第四节	其它抗氧化物质·····	(178)
第四章	食品气体调节保鲜技术·····	(191)
第一节	食品脱氧及二氧化碳调节技术·····	(192)
第二节	乙烯调节技术·····	(216)
第五章	食品防腐技术·····	(229)
第一节	酒精气体防腐保鲜技术·····	(229)
第二节	有机酸防腐保鲜技术·····	(238)
第三节	酯类防腐保鲜技术·····	(272)
第四节	细菌素防腐保鲜技术·····	(280)
第五节	其它食品防腐保鲜技术·····	(297)
第六章	果蔬贮藏病害防治技术·····	(310)
第一节	果蔬贮藏病害防治概述·····	(310)
第二节	果蔬生理病害防治技术·····	(333)
第三节	果蔬熏蒸防腐保鲜技术·····	(345)
第四节	果蔬防腐保鲜技术·····	(356)
参考文献	·····	(376)

# 第一章 食品在贮藏期间的变化

## 第一节 食品在贮藏期间的变化概述

食品的种类繁多,其化学组成及组织结构复杂,自然特性千差万别,而且在贮藏期间会受到多种环境因素的影响,导致其在贮藏期间可能发生多种多样的质量变化现象。但从食品质量变化的机理来看,食品的质量变化主要有微生物学变化、生理学变化、生物化学变化、化学变化和物理机械变化等几种类型。

### 1. 微生物学变化

即由微生物所引起的质量变化。包括由细菌引起的腐败、霉菌引起的霉变、酵母菌及某些细菌引起的发酵等。微生物学变化不仅涉及面广,几乎所有食品都有可能发生微生物学变化,而且对食品的色、香、味、形、营养价值及安全卫生性能等多个方面均有危害。

### 2. 生理学变化

即水果、蔬菜、鲜蛋等鲜活食品在贮藏期间因生命活动的延续而引起的质量变化。主要包括各种鲜活食品共有的呼吸作用;新鲜水果和蔬菜的成熟、衰老、老化、抽薹、发芽;鲜蛋的胚胎发育等。引起生理学变化的根本原因在于这类食品在贮藏期间仍为有生命的活体,仍在进行其生命活动,其体内的酶仍具有活性,在发挥作用。

### 3. 生物化学变化

即由食品中原有酶的催化作用所引起的质量变化。上述微生物

物学变化和生理学变化实质上也是酶作用的结果,只不过引起微生物学变化的酶来源于微生物,引起生理学变化的酶与引起生物化学变化的酶虽然均来源于食品本身,但前者属于生命现象,而生物化学变化这里主要指已丧失生命的所谓生鲜食品因自身酶作用所发生的变化,主要包括畜、禽、鱼及其它水产品贮藏期间所发生僵直、解僵或成熟、自溶等变化,同时也包括果蔬等鲜活食品所发生的与其生命活动无关的酶催化变化,如酶促褐变等。

#### 4. 化学变化

即在食品贮藏期间,食品的化学成分自身所发生的分解、缩合或相互之间所发生的化合、聚合,以及它们与空气中氧所发生的非酶促反应等,如淀粉的老化、油脂的氧化酸败、蛋白质的变性、肌红蛋白的变色、非酶促褐变、维生素的氧化分解等。

#### 5. 物理机械变化

主要指食品在贮藏期间所发生水分的变化、香味物质的挥发、对环境中的异味的吸附,以及由于受外力作用所发生的机械性损伤等变化。尤其是水分变化和机械性损伤对食品质量的影响很大,它们不仅会使食品的物理机械性能发生改变,如因水分的蒸发、吸收转移及凝结等,使食品干缩、萎蔫、溶化等,而且与食品的微生物学变化、生理学变化、生物化学变化及化学变化均有着密切关系。

与其它事物的变化相似,食品在贮藏期间质量的变化既有内在原因,又有外在原因。其中内在原因主要包括化学组成、组织结构、生物学特性,以及食品的 pH 值和水分含量或水分活度等。

食品质量变化的外在原因,即食品贮藏环境因素,如温度、湿度、气体、光及射线、微生物等。根据环境因素对食品的作用方式不同,可将其划分为三大类,一是参与或直接作用于食品而导致食品质量变化的因素,如微生物及其酶;二是影响食品质量变化的进程的因素,如温度、光及射线;三是既参与食品的质量变化过程,又影响食品质量变化进程的因素,如空气中的氧气和湿度。空气中

的氧气既可能引起油脂氧化酸败、食品氧化变色、维生素 C 的氧化分解等,又对为害食品的微生物的生长繁殖有着重要影响,从而间接影响食品的质量。

此外,食品的各种变化之间也存在或相互促进,或互为条件,或相互制约的关系。

防腐和保鲜是两个有区别而又互相关联的概念。防腐是针对有害微生物的,一是防止微生物造成食品的腐烂;二是防止产毒微生物(如黄曲霉等)的为害。保鲜是针对食品本身品质。因此,要达到两个目的,应采用不同的药剂和方法。食品的防腐保鲜是一门综合技术,也可以说是一项系统工程,防腐保鲜的效果是一个综合效果,不是哪一种手段能单独达到的。

如前所述,食品在贮藏期间会发生这样或那样的质量变化,甚至会导致食品腐败变质,丧失食用价值。因此,要充分发挥食品贮藏在经济建设中的重要作用,就必须采取措施来防止食品在贮藏期间的质量变化。通常将这项工作称为食品贮藏保鲜,即就是利用某些物理技术、化学物质或生物技术来改善食品的耐贮藏性及食品的贮藏环境,以达到预防和抑制食品在贮藏期间可能发生的腐败变质现象,确保食品原有的色、香、味、形及营养卫生品质。

根据食品腐败变质的原因及影响因素,对食品贮藏保鲜技术的开发及应用主要从两个方面着手:一是改善食品的贮藏特性或稳定性及抵抗性。如目前普遍采用的脱水、烟熏、盐糖酸等的腌渍、罐藏、辐射、添加防腐剂、添加抗氧化剂、涂膜、保鲜药剂处理等;二是改善贮藏环境,减轻或避免外界因素对食品的为害,如冷藏、冻藏、气调贮藏、真空包装、充气包装、脱氧及其它气调节技术等。

从所采用的技术性质来看,食品贮藏保鲜技术主要有:物理技术,如干燥脱水、加热杀菌、辐射、冻藏、冷藏、气调贮藏、真空包装、充气包装等。化学技术,如烟熏、盐糖酸等的腌渍、添加防腐剂、添

加抗氧化剂、涂膜、保鲜药剂处理、脱氧及其它气调节技术等。生物技术,如采用基因工程改善天然食品耐贮藏性,酶及微生物在食品贮藏中的应用等。习惯上人们将防止食品腐败变质所采用的化学技术称为防腐保鲜技术。

此外,考虑某些传统的化学和生物防腐保鲜技术,如烟熏、盐糖酸等的腌渍、发酵等技术的运用,已完全改变食品原有的特性,已使其变为另一种食品品种,而且现代人们对这些技术的运用目的并不是在于改善食品的耐贮藏性,而是在于加工一种不同于原料产品的新产品,因此认为,这些传统技术不应再列入现代食品防腐保鲜技术的范畴之中,而应将其归于食品加工技术范畴。

## 第二节 食品在贮藏期间的生理学变化

作为食用部分的果蔬包括了植物的根、茎、叶、花、果实和种子等几乎所有器官,从整体而言,植物的成熟、衰老、老化、休眠、发芽、抽薹及呼吸、蒸腾等生理现象均有可能在果蔬贮藏期间出现。而这些生理现象的出现又必然对果蔬的食用品质、耐藏性、抗病性等产生影响。当然,有的生理现象的出现对果蔬的贮藏或食用品质是有益的,如休眠、果品和果菜的适度成熟;有的则对果蔬的贮藏可能有益,也可能有害,如呼吸作用;其它生理现象,包括不适时、不适度的成熟,则对果蔬的贮藏和食用品质是有害的。因此,对果蔬贮藏期间这些生理现象发生的条件、机制、影响因素、调节控制及其对果蔬贮藏特性和食用品质的影响进行研究,将对果蔬贮藏保鲜工作具有重要的指导意义。

### 一、果蔬采收后的呼吸作用

呼吸作用是指有生命的生物体(包括果蔬)在许多复杂酶系统参与下,经由许多中间反应环节进行的生物氧化-还原过程。与其

它植物一样,果蔬贮藏中的呼吸作用也有有氧呼吸和无氧呼吸两种类型。果蔬的呼吸标志着果蔬生命的存在。果蔬采后,作为生命过程的一个主要方面——光合作用已经停止,呼吸作用便成为果蔬贮藏中最基本的生命过程,是果蔬贮藏代谢的主导。它与果蔬贮藏中的其它生理生化现象有着密切的联系,并制约着这些过程。

### (一) 果蔬呼吸消耗与呼吸热

果蔬呼吸,不论是有氧呼吸还是无氧呼吸,均要消耗呼吸底物(营养成分)并放出热量(称为呼吸热)。果蔬采后的呼吸消耗是干物质的净消耗,它会导致果蔬在贮藏中发生失重(自然损耗)和变味,显然果蔬呼吸强度越大,这种消耗就越多,而从果蔬贮藏保鲜来看,这种消耗应该越少越好。

呼吸热的释放会使果蔬及环境温度升高,而温度升高又会使呼吸作用加强,因此呼吸热的释放对贮藏也是不利的,应设法抑制呼吸热的产生,并及时排除呼吸热。据理论计算,果蔬以葡萄糖为底物进行有氧呼吸,约有 55% 的能量是以热能形式放出,当发生氧化磷酸化解偶联时,以热能形式放出的能量还要更多。

根据果蔬的呼吸强度[毫克  $\text{CO}_2$ /(千克·小时)]可以计算呼吸消耗量和放热量。对含糖量为 2.5% 的果蔬,设贮藏中的呼吸强度为 10 毫克  $\text{CO}_2$ /(千克·小时),计算每吨每 24 小时消耗的糖量及放出的热量。从以葡萄糖为底物的有氧呼吸方程可以算出:264 毫克  $\text{CO}_2$  相当于 180 毫克葡萄糖,1 毫克  $\text{CO}_2$  相当于 0.682 毫克葡萄糖。则该果蔬消耗的葡萄糖 =  $(0.682 \times 10 \times 1000 \times 24) / 1000 = 163.68$  克/(吨·24 小时),占其含糖量的 0.655%。又每产生 264 克  $\text{CO}_2$  约产生 674 千卡\* 热,1 毫克  $\text{CO}_2$  相当于 2.553 卡。

\* 1 卡 = 4.1868 焦。



通常呼吸热可按呼吸释放的总能量计算,即呼吸强度每 1 毫克  $\text{CO}_2$ /(千克·小时),每吨产品每 24 小时释放的呼吸热 =  $(2.553 \times 24 \times 1000) / 1000 = 61.27$  千卡。则上述果蔬的呼吸热为  $61.27 \times 10 = 612.7$  千卡/(吨·24 小时)。若该果蔬的比热按 0.9 计,并设全部呼吸热郁积不散失,则该果蔬每日温度上升  $612.7 / (0.9 \times 1000) = 0.68$   $^{\circ}\text{C}$ 。

可以看出,呼吸热是相当可观的,而呼吸热如积聚不散影响将更为严重。

## (二)呼吸失调与生理障碍

果蔬在贮藏中,既可能进行有氧化呼吸,也可能进行无氧呼吸。无氧呼吸不仅增加底物的消耗,而且积累乙醛、酒精等有害物质,使细胞中毒受害,甚至死亡。虽然有氧呼吸也有消耗底物、释放热量的缺点,但如果将有氧呼吸控制在最低水平,则果蔬贮藏所造成的损失将远小于无氧呼吸。

果蔬采收后,因环境管理或处理不当,或在成熟衰老过程中,无氧呼吸都有可能发生,使呼吸发生质变,称其为呼吸失调。

果蔬在贮藏中是进行有氧呼吸,还是无氧呼吸,其关键的影响因素是环境  $\text{O}_2$  的浓度。如图 1-1 所示,环境  $\text{O}_2$  浓度从正常空气水平下降时,植物组织的  $\text{CO}_2$  释放量随着减少。实际上呼吸的吸氧量也相应减少,表明因环境中  $\text{O}_2$  水平下降有氧呼吸受到抑制。但在  $\text{O}_2$  水平降至某一值之前,呼吸的质并未改变。过了这个值,即图中箭头所指处,则  $\text{CO}_2$  不是继续下降而是相反地急剧上升,以迄  $\text{O}_2$  水平降至 0。此时  $\text{CO}_2$  释放量的增加是无氧呼吸的结果。所以这个  $\text{O}_2$  水平是有氧呼吸和无氧呼吸的交界,称为无氧呼吸的消失点,意思是  $\text{O}_2$  水平高于这个点无氧呼吸就消失了。消失点的  $\text{O}_2$  浓度一般在 1%~5%,因作物器官种类和生理状态而异。可以看出,在消失点之前,供给  $\text{O}_2$  可以避免出现无氧呼吸,亦即