

绪 论

【本章导航】

本章主要介绍食品贮藏与保鲜技术的内容和任务；食品贮藏与保鲜的原理；传统保鲜技术、现代保鲜技术、国外食品贮藏与保鲜技术；食品贮藏与保鲜技术的历史；我国食品贮藏与保鲜技术发展状况及展望。

一、食品贮藏与保鲜技术的内容和任务

食品贮藏与保鲜技术，是一门研究食品变质腐败原因及其控制方法，解释食品发生变质腐败现象的机理并提出合理、科学的防护措施，阐明食品保鲜的基本原理和贮藏与保鲜技术，从而为食品的实际贮藏与保鲜措施提供理论和技术基础的学科。

食品贮藏与保鲜技术的主要内容和任务可以归纳为以下几个方面。

(1) 研究食品贮藏与保鲜的原理，探索食品在生产、贮藏、运输和分配过程中腐败变质的原因和控制方法。

(2) 研究食品在贮藏保鲜过程中的物理特性、化学特性及生物学特性的变化规律，以及这些变化对食品品质与质量安全的影响。

(3) 解释食品变质腐败的机理及控制食品变质腐败应采取的技术措施。

(4) 通过物理的、化学的、生物的或兼而有之的综合措施来控制食品品质变化，最大限度地保持食品的品质。

(5) 食品贮藏与保鲜技术的种类、设备及关键技术。

食品贮藏与保鲜技术是以食品工程原理、食品微生物学、食品化学、食品原料学、食品营养与卫生、动植物生理生化、食品法规和条例等为基础的一门应用科学，涉及的知识面广泛而复杂。食品又分很多种类，在任何一本书里，都不可能穷尽所有食品的冷藏与保鲜技术。本书侧重讲述食品冷藏与保鲜技术的原理，列举主要食品冷藏保鲜技术与手段。

二、食品贮藏与保鲜的原理

根据食品保藏的原理可以将现有的食品贮藏与保鲜方法分为以下四个类型。

1. 维持食品最低生命活动的保藏方法

此法主要用于新鲜水果、蔬菜等食品的冷藏与保鲜。通过控制水果、蔬菜所处环境的温度、相对湿度及气体组成等，就可以使水果、蔬菜的新陈代谢活动维持在最低水平上，从而延长它们的保藏期。

2. 抑制变质因素的活动来保藏食品的方法

微生物及酶等主要变质因素在某些物理的、化学的因素作用下,将会受到不同程度的抑制,从而使食品品质在一段时间内得以保持。但是,解除这些因素的作用后,微生物和酶即会恢复活力,导致食品腐败变质。

3. 运用发酵原理保藏食品的方法

这是一类通过培养有益微生物进行发酵,利用发酵产物——酸和乙醇等来抑制腐败微生物的生长繁殖,从而保持食品品质的方法,如泡菜和酸黄瓜就是采用这类方法保藏的食品。

4. 利用无菌原理的保藏方法

利用无菌原理的保藏方法即利用热处理、微波、辐射、脉冲等方法,将食品中的腐败微生物数量减少到无害的程度或全部杀灭,并长期维持这种状况,从而达到长期保鲜食品的目的。

在食品加工与保藏实践中,常见的有“储藏”“贮藏”和“保藏”的表述,目前还没有规范的定义。通常的理解,储藏是指对商品或物品的存放,体现备用的意图,如粮食的储藏(作为储备粮);贮藏是指对有生命活动的对象使用积极的方法使其质量保藏一定存放时间,如果蔬的贮藏;保藏一般是把东西收存起来以免遗失或损坏,对于食品保藏,一般是指经加工后的食品存放且要考虑其质量保持。

通常将贮藏期较短食品的保藏称为“保鲜”,将贮藏期较长食品的保藏称为“贮藏”。粮食油料的保藏习惯上称为“储藏”或“储存”,普通食品的保藏习惯上称为“贮存”或“保存”。

食品保藏是指可食性农产品、食品半成品、工业制成品等在贮藏、运输、销售及消费中保鲜保质的理论与实践,既包括鲜活和生鲜食品的贮藏保鲜,也包括食品原辅料、半成品和工业制成品的贮藏保质,而不仅仅限于食品加工制造意义上的保藏。

三、食品贮藏与保鲜技术的种类

(一) 传统保鲜技术

1. 低温冷藏

一般来说,保存鲜肉最普通的方法就是低温保藏,它是一种既经济又实用的保鲜技术。降低温度一方面可降低酶活性,另一方面能减缓微生物生长繁殖的速度。当温度降低到冰结晶最大生成区时,细菌就停止生长,直到死亡。低温贮藏可阻止腐败性微生物生长,并几乎可防止病原菌的生长。但低温贮藏成本高、能耗大、质量不稳定,而且像茄子等原产热带、亚热带的果蔬不能在低温下贮藏,只能在亚低温下贮藏,否则容易发生冷害,造成重大损失,而病菌在亚低温下繁殖较快,致使食品在贮藏期间常发生严重腐烂。冷却低温保藏对鲜肉的品质有很大的影响,我国的运输、销售还没形成一体化的冷藏链,因而在鲜肉还没到达消费者手中之前,其质量就大大降低了。

2. 高温灭菌

此法一般在肉类食品中较适用。加热处理用来杀死肉品中存在的腐败细菌和致病

菌,可起到抑菌灭酶的作用。如果加热到肉制品中心温度达 70 ℃时,除耐热性芽孢菌仍残存外,致病菌已基本死亡,再结合适当的烟熏、真空包装、冷藏等措施,产品可存放半年。加热至中心温度 120 ℃时,数分钟即可杀死包括耐热性芽孢菌在内的所有微生物,产品在室温下保质期可达 1 年以上。

3. 调节 pH 值

适合微生物生长的 pH 值是 6.5~9.0,当肉制品 pH 值降到一定酸度,在碱性环境下更能有效抑制杀灭一定微生物,如发酵可降低肉制品 pH 值而防腐。它是利用人工环境控制使肉食品中乳酸菌成为优势菌,将肉食品碳水化合物转化为乳酸,降低产品的 pH 值,抑制其他微生物的生长。实际生产中常用的酸是乳酸、抗坏血酸。

(二) 现代保鲜技术

1. 防腐剂

防腐保鲜剂分为化学防腐剂和天然防腐剂(生物保鲜剂)。

1) 化学防腐剂

化学防腐剂在肉制品中使用的主要有乙酸、柠檬酸、乳酸及其钠盐、抗坏血酸、山梨酸及其钾盐等。试验证明,这些酸单独或配合使用,对延长肉类保存期均有一定效果。山梨酸、山梨酸钠是具有良好抑菌防腐功能而又卫生安全的添加剂。一些国家将其作为通用型防腐剂,最大使用量是 0.1%~0.2%。德国等国家则将其作为干香肠、腌腊制品的防腐剂,以 5%~10%的溶液外浸使用。

2) 天然防腐剂

在生活水平逐渐提高的今天,人们更加崇尚天然食品。因此,天然的食品保鲜技术更得到人们的青睐。生物保鲜技术完全摒弃了传统保鲜技术的种种缺点和不足,将以天然、高效、低成本、无毒副作用的特点逐渐走向历史的舞台。采用生物制剂对食品进行贮藏保鲜,不但没有化学处理带来的健康危害和环境污染等问题,而且贮藏环境小、贮藏条件好控制、处理目标明确、处理费用低,更符合现今人们对食品卫生的要求。

2. 真空包装

真空包装技术广泛应用于食品保藏中,如肉类的包装保鲜,主要是把畜禽屠宰后的胴体进行去骨分割或带骨分割成块,然后真空包装在收缩或不收缩的塑料膜内。真空包装的作用如下。

- (1) 抑制微生物生长,防止二次污染。
- (2) 减缓脂肪氧化速度,同时减少水分的蒸发。
- (3) 使食品整洁,提高竞争力。

真空包装在食品色泽的保持、厌氧微生物的抑制等方面存在不足。

3. 气调贮藏

气调贮藏是指在放入食品的包装内,抽掉空气,将调整好的气体充入包装袋内,抑制微生物的生长,延长贮藏期。气调包装常用的气体有:①二氧化碳。革兰氏阴性细菌可被 10%的二氧化碳所抑制,二氧化碳可改变细胞内的 pH 值,从而延迟腐败的发生。②氮气。氮气可防止霉菌的生长,抗氧化而不影响肉的色泽。③氧气。氧气的作用是维

持氧合肌红蛋白,使肉色鲜艳,并能抑制厌氧细菌,但也为许多有害菌创造了良好环境。目前,国际上常用高 CO_2 充气包装。控制贮藏环境中 O_2 和 CO_2 的含量,可降低果蔬的呼吸作用等代谢活动,同时可抑制真菌的繁殖,控制腐烂。常常采用限气包装贮藏,它是气调贮藏的一种,简单易行,投资少,无污染,并可在运输、批发和零售过程中对产品进行保鲜,比常规气调贮藏成本低。

4. 真空冷冻干燥贮藏

经过真空冷冻干燥的物品,有以下优点:①保持原物品的生物活性及营养价值。它采用的干燥工艺是先速冻,然后在真空环境中升华干燥,因此可保持原物品的物质结构及营养价值不变。②冷冻干燥蔬菜和水果外观好看,不干裂、不收缩,维持物品的原形态和色泽。③使用方便。冷冻干燥的物品其组织像海绵一样疏松,且具有很高的吸湿性,只要加入适当水分即可恢复原来的新鲜状态。蔬菜和水果复水率可达90%以上。④易于保存。冷冻干燥后食品可在室温下长期保存而不变质。一般冷藏和气调保鲜只能保存几个月,最多不超过1年,而冻干物品可保存长达5年以上。⑤质量轻,便于运输。冻干后的物品质量轻,肉类和蛋类可减轻50%~60%,蔬菜和水可减轻70%~90%。

5. 辐射保鲜

辐射保鲜技术的特点如下:①经过处理的食品几乎不会升温,是一种冷灭菌的方法,因此能保持食品原有质量,不改变其营养成分;②处理成本低,人力和能源消耗相对较低;③处理后的食品安全可靠。利用 ^{60}Co 和 ^{137}Cs 放射的 γ 射线可以杀虫杀菌,调节生理反应。据报道,利用 γ 射线辐射,并结合 SO_2 处理是鲜食葡萄最好的防腐保鲜方法。我国1958年开始研究辐射贮藏食品,对鲜果品、蔬菜、粮食、肉类、水产、饮料、土特产、中成药等200多个品种进行了辐射保鲜、杀虫、灭菌、防霉、消毒、改善品质等方面的研究。

(三) 国外食品冷藏与保鲜技术

1. 微波杀菌

德国贝斯托夫公司研制成功微波混合室系统,利用微波对食品进行杀菌处理,效果十分理想。该系统由附有相应电源设备的微小发生器、波导管连接器及处理室组成。它能够以食品内极其微小的温度差异,对在连续流动的食品进行快速的巴氏处理。在处理室内,微波的能量可以均匀地分布于被处理的食品上,加热到72~85℃的巴氏灭菌温度时间保持1~8 min,而后送入贮藏室,贮藏前温度降至15℃以下。该技术杀菌适用于已经包装的面包片、果酱、香肠和锅饼等食品,保存期6个月以上。

2. 高压电场杀菌

该技术是利用强电场脉冲的介电阻断原理,对微生物产生抑制作用。法国、美国一些厂家已将这种技术用于食品加工中。它们将鱼糜和肉糜泵入电场区,使高压电脉冲将微生物细胞破坏而汇出脂肪,并在以后的分离工序中回收汇出的脂肪。这种技术可避免加热法引起的蛋白质变性和维生素破坏的缺点。该系统的工作原理是:当食物送入装有相平行的两个碳极的脉冲管时,触头接通,电容器便开始充电,充电后,触头转向另一端,电容器通过一对碳极放电,并在几微秒内完成。当使用温度45~50℃、场强在30 kV/cm时,对微生物的杀灭效果尤佳。

3. 静电杀菌

发达国家的食品工业已重视静电技术在食品杀菌中的开发应用。用静电电晕放电所产生的离子雾和臭氧处理食品,可取得良好的杀菌保鲜效果。研究表明,臭氧能杀灭存于粮食果实及瓶罐袋和贮存室内的细菌和霉菌,其杀菌速度比氯气快 15~30 倍。

4. 磁力杀菌

日本秋田大学、秋田酿造试验场共同合作研究的交变磁力杀菌技术获得成功。磁力杀菌时,将食品放在 N 极和 S 极之间,经过连续摇动,不需加热,即可达到 100% 的杀菌效果,并对食品的成分和风味无任何影响。

5. 高压低温杀菌

日本味之素公司在 60 °C 条件下,使用 6 000 大气压对食品进行杀菌处理,可将霉菌和芽孢菌的数量减少到原先的 1/100 000。在 25 °C 条件下,使用 6 000 大气压,处理 20 min,可将土豆色拉、猪肉等食品的芽孢菌全部杀死。美国用高压低温对天然果汁进行杀菌处理,也取得满意的结果。该技术运用于肉食、果蔬或果汁时,都不会破坏其原有的成分结构和风味,而达到杀菌效果。

6. 感应电子杀菌

以电为能源的线性感应电子加速器所产生的电离辐照,可导致微生物细胞发生变化,进而钝化和杀死有害微生物。这种新技术是将电子加速,去撞击重金属铅板,铝板发生具有宽带电子能量频谱的强射线,具有较高的杀菌能量,使用也较方便。

7. 强光脉冲杀菌

脉冲强光杀菌是一种安全(无汞)、强效、节能的新型冷杀菌技术。脉冲强光杀菌是利用脉冲的强烈白光闪照而使惰性气体灯发出与太阳光谱相近,但强度更强的紫外线至红外线区域光来抑制食品和包装材料表面、固体表面、气体和透明饮料中的微生物的生长繁殖。

8. X 射线杀菌

一种利用 X 射线杀菌的密封连带式无菌食料填充包装机,由日本东洋自动机构公司和滕森工业公司联合研制开发成功。这种机品采用 X 射线对食品进行预杀菌。杀菌过程不像其他同类填充包装机那样先制袋,然后将袋一只只送到填充包装机前进行袋内杀菌,而是将以复合膜为原料、经过杀菌制的袋,在密封状态下直接送到填充包装机前进行填充包装,从而简化普通包装袋采用的填充后再加热杀菌的工序,既快捷又可避免破坏食品的风味。

9. 红外线杀菌

日本三兹公司首创的红外线无菌包装机,全机由封装机和通道式红外线收缩机组成。该机可根据被包装物的形状和大小,选用相应厚度和颜色的热收缩薄膜,同时在辐射中灭菌。其灭菌程序简便,包装率提高了 6~8 倍。

10. 核辐射杀菌

这是美国食品界新开发的利用放射性元素衰变时发出的电离射线(即 γ 射线)杀菌,一般用钴 60 或铯 137 做放射源。波长极短的 γ 射线能穿透固体物品,通过破坏细胞壁来杀死微生物,使加工食品无菌。这是一种“冷处理”,即处理过程中食品无明显升温现象。

如 10 万~30 万拉德的辐射,能杀死畜禽肉中沙门氏等多种病源菌,而且不破坏食品的风味和营养价值。

11. 抗生酶杀菌

抗微生物酶在食品中杀菌的开发应用,在日本、美国受到重视。例如带有溶菌酶的壳多糖酶和葡萄糖酶,它们可以杀死革兰氏阳性菌,其作用机理是破坏细胞的细胞膜。目前发现的抗微生物酶有四类:一是使细菌失去新陈代谢作用;二是对细菌产生有毒作用;三是破坏细胞的细胞膜成分;四是钝化其他的酶。

四、食品贮藏与保鲜技术的历史

食品贮藏与保鲜是一种古老的技术。据确切的记载,公元前 3000 年到前 1200 年之间,犹太人经常用从死海取来的盐保存各种食物。中国人和希腊人也在同时代学会了盐腌鱼技术。这些事实可以看成是腌制保鲜技术的开端。大约公元前 1000 年,古罗马人学会了用天然冰雪保存龙虾等食物,同时还出现了烟熏保鲜技术。这说明冷藏和烟熏技术已有雏形。《圣经》中记载了人们利用日光将枣子、无花果、杏及葡萄等晒成干果进行保鲜的事情,我国古书中也常出现“焙”字,这些表明干藏技术已进入人们的日常生活。《北山酒经》中记载了瓶装酒加药密封煮沸后保存的方法,可以看作罐藏保鲜技术的萌芽。

早在两千多年前,我国即有储藏食品的“冰鉴”。在古籍《周礼》中就有冰鉴储存食品的记载:“祭祀共冰鉴。”冰鉴,一种铜制的用来藏冰的容器,相当于现代的冰箱。苏东坡在《格物粗谈》中曾提道:“夏天肴饌悬井中,经宿不坏。”冰鉴无法储存大批量的食品,因而早在周代,我国即建有简易的“冰库”,称之为“凌阴”,到汉代又称为“凌室”,是一种容积较大的冰窖。但周秦以后,只有皇宫才建有“凌阴”。至隋唐,民间肆坊始出现土冰库。据顾禄《清嘉录》记载,清代苏州民间藏冰已较普遍,当地人置窖冰,每逢盛夏,街坊担卖,谓之“凉冰”,可杂以杨梅、桃子、花红之属,俗呼冰杨梅、冰桃子。

1809 年,法国人 Nicolas Appert 将食品放入玻璃瓶中加木塞密封并杀菌后,制造出真正的罐藏食品,成为现代食品保鲜技术的开端。从此各种食品保鲜技术不断问世。1883 年前后出现了食品冷冻技术,1908 年出现了化学品保鲜技术,1918 年出现了气调冷藏技术,1943 年出现了食品辐射保鲜技术,等等。现代食品保鲜技术和古代食品保鲜技术的本质区别在于,现代食品保鲜技术是在阐明各种保鲜技术所依据的基本原理的基础上,采用人工可控制的手段来进行的,因而可以不受时间、气候、地域等因素的限制,大规模、高质量、高效率地实施。

五、我国食品冷藏与保鲜技术发展状况及展望

(一) 我国食品冷藏技术发展状况

1. 食品冷藏业飞速发展的动因

任何事物的发展都是与其驱动力相关的,近些年我国食品冷藏业的飞速发展源于下列三个方面的驱动。

1) 农业发展势头好,农产品极大丰富

到 2021 年为止,我国农业生产战胜了各种自然灾害,实现了连续 7 年的丰收,为农产品加工业的快速发展奠定了坚实的物质基础。作为农产品加工业的支柱产业——食品工业,其主要原料(粮食、肉类、禽蛋、果蔬、水产品)均来自农产品。目前,我国上述这五大类农产品的年产量均列世界第 1 位。充裕的农产品及其制成品的生产、加工、储运等各个环节都离不开良好的现代食品冷藏技术的充分运用。因此,这必然是引发我国食品冷藏业迅猛发展的第一动因。

2) 居民收入增加,消费水平提高

近年来,随着国民经济的发展,我国城乡居民的收入持续增加。2021 年我国城镇居民人均可支配收入达到 35 128 元,全年农村居民人均纯收入达到 18 931 元,创历史新高。收入的增加促进了国人消费水平的提高。食品的消费在人们日常消费中所占的比重还是比较大的。经研究发现,食品作为一种流通的商品,从生产到消费都有一定的周期,而在这一过程中能够较完整地保持食品原有的色、香、味的方法就是食品冷藏技术。目前食品冷藏技术已广泛地应用于各类食品的生产加工与储藏环节。经冷却、冰温、冻结加工的各种食品普遍受到人们的欢迎而充斥到人们的日常生活中。因此,近年来我国人民食品消费水平和质量的提高直接推动了我国食品冷藏业的高速发展。

3) 法规保障食品安全,为食品工业发展保驾护航

近几年,我国政府从关心民生、保障食品安全角度出发,所制定的一系列有关食品工业及其产品的政策、方针、规划,对我国食品冷藏业的发展都起到了有力的支持和引导作用。早在 2002 年,农业部等六部委就联合印发了《关于进一步加快农产品流通设施建设的若干意见》,对农产品市场流通基础设施的建设方向、内容、功能等提出了明确要求,为各地加强农产品流通基础设施的建设提供了有力的指导。2006 年,国家发改委、科技部、农业部联合下发了《全国食品工业“十一五”发展纲要》,从国家层面提出了我国“十一五”期间食品工业进一步提升、发展的宏伟蓝图,进一步推动了食品工业全面、协调和可持续性发展。2010 年 7 月,国家发改委正式印发了《农产品冷链物流发展规划》。所有这些文件的颁布和实施,无疑都会为我国食品冷藏业的健康、持续的发展指明方向。近日,国务院办公厅印发了《“十四五”冷链物流发展规划》。

2. 21 世纪以来我国食品冷藏技术发展的特点

在政策助推下,近几年国内食品冷库建设较快。根据中物联冷链委统计情况,2020 年全国食品冷库总量达到 7 080 万吨,新增库容 1 027.5 万吨,同比增长 16.98%,已超过美国食品冷库容量规模水平。盘点一下这个行业近 10 年发展的轨迹,发现它有如下几个特点。

- (1) 食品冷藏行业与其他行业相比,在改革开放的年代率先实现了投资主体多元化。
- (2) 绝大多数食品冷藏企业经营管理粗放。
- (3) 在食品冷藏行业内,产业化龙头企业的带头示范作用明显高于其他行业,但创新能力不强,企业间竞争激烈,降低了整个行业的盈利水平。
- (4) 食品冷藏行业内近几年企业集群发展的态势明显。
- (5) 在果蔬冷藏行业的布局已彻底改变。

(6) 我国食品冷藏行业已实现了全行业用“中国装备,装备中国”的发展目标。

(7) 食品冷藏加工新技术的应用与研发多集中在大型食品生产与加工企业。

(二) 食品保鲜技术发展状况及展望

我国食品保鲜技术的发展是不平衡的。它表现在不同食品保鲜技术之间的不平衡及同种保鲜技术中不同技术手段之间的发展不平衡上。比如罐藏保鲜技术在相当长的一段时间内曾占据食品保鲜技术的主导地位,但是,随着人们生活水平的逐渐提高,食品保鲜技术的开发和广泛应用,罐头食品在色、香、味等方面的缺陷以及相对较高的成本,罐头工业的发展陷入困境。与此相反,食品冷藏技术由于能较好地保存食品的色、香、味及营养价值,并能提供丰富又多彩的冷冻食品,而逐渐占据食品工业的主导地位,其中,速冻食品尤其是速冻调理食品的发展速度令人瞩目。国家统计局数据显示:2021年1—9月中国速冻米面食品累计产量为240.9万吨,同比增长10.56%。目前,全世界速冻食品正以年平均20%的增长速度持续发展,年总产量已达到6000万吨,品种达3500种,预计未来10年内,速冻食品的销量将占全部食品销量的60%以上。另外,在同种保鲜方法的不同手段之间存在明显的发展不平衡状况。比如罐藏技术中金属罐、玻璃罐藏技术发展缓慢,而塑料罐、软罐头及无菌罐装技术等发展潜力巨大。又如干藏法中普通热风干燥技术的发展处于相对停滞状态,而喷雾干燥及冻干技术的发展却非常迅速。总之,只有那些能适应现代化生产需要、能为人类提供高质量食品,并且具有合理生产成本的食品保鲜技术才能获得较快的发展。

随着社会发展进步,人们力求品尝的都是“鲜”的食品。国内外食品保鲜技术的发展已从过去的单一化向综合化、多样化的方向发展。通过前面的比较,我们可以快速、清晰地看出每种保鲜方法的优缺点,它们优缺点各异,适用范围也不尽相同。所以在选择保鲜方法的时候应该按照其各自的适用范围选择最为行之有效的保鲜方法。具体使用哪一种方法还需要看不同方法与不同类型的产品的适用性。

食品冷藏与保鲜技术作为一种有效利用食品资源、减少食品损耗的重要手段,对于缓解当今人口迅速膨胀而导致食物资源相对短缺的状况以及解决我国主要矛盾具有重要作用。开发更为有效先进的食品冷藏与保鲜技术是所有从事食品行业人员义不容辞的义务与责任。

【复习思考题】

一、名词解释

食品冷藏与保鲜技术;气调包装

二、思考题

1. 简述食品贮藏与保鲜技术的主要内容和任务。
2. 简述食品贮藏与保鲜技术的原理。
3. 传统保鲜技术和现代保鲜技术有哪些?
4. 国外食品贮藏与保鲜技术有哪些?

【即测即练】



第一章

食品的组成与变质

【本章导航】

了解植物细胞、动物肌肉结构和肌纤维这些食品材料的基本构成；熟悉食品的化学组成，掌握蛋白质的主要性质及其分类；熟悉新鲜食物组织的生物化学，掌握内在成熟过程中主要发生的变化，掌握果蔬在成熟过程中的生物化学变化和组织变化；掌握引起食品品质变劣的微生物因素、了解化学因素和物理因素及其特性。

导入案例

销售腐败变质食品应如何承担法律责任

《中华人民共和国食品安全法》法律条文

第三十四条 禁止生产经营下列食品、食品添加剂、食品相关产品：

(六) 腐败变质、油脂酸败、霉变生虫、污秽不洁、混有异物、掺假掺杂或者感官性状异常的食品、食品添加剂；

第一百四十八条 消费者因不符合食品安全标准的食品受到损害的，可以向经营者要求赔偿损失，也可以向生产者要求赔偿损失。接到消费者赔偿要求的生产经营者，应当实行首负责任制，先行赔付，不得推诿；属于生产者责任的，经营者赔偿后有权向生产者追偿；属于经营者责任的，生产者赔偿后有权向经营者追偿。

生产不符合食品安全标准的食品或者经营明知是不符合食品安全标准的食品，消费者除要求赔偿损失外，还可以向生产者或者经营者要求支付价款十倍或者损失三倍的赔偿金；增加赔偿的金额不足一千元的一千元。但是，食品的标签、说明书存在不影响食品安全且不会对消费者造成误导的瑕疵的除外。

案例解读

2016年9月，赵某因举办婚礼，在当地一家连锁超市购入3箱火腿。后来在婚礼过程中，亲戚均向赵某反映火腿上有霉点，吃的时候有酸味。婚礼结束后，赵某发现火腿的确已经腐败变质，于是气愤地找到该超市，要求超市按照规定给予10倍赔偿，但是超市坚决不同意赵某的请求。赵某立即向市食品药品监管部门进行举报，后来执法人员在调查过程中，发现超市的库房仍存有大量过期火腿。经查证，该超市的违法行为事实清楚、证据确凿，故依法进行了立案查处。

专家说法

食品腐败变质是食品安全案例中经常出现的情形,变质食品中含有多种对人体有害的微生物,一旦人们食用了此种食品,可能会引起肠道不适,甚至是中毒反应。因此,生产经营者绝对不能生产销售腐败变质食品。《食品安全法》第三十四条也对此进行了明确,禁止生产经营腐败变质、油脂酸败、霉变生虫、污秽不洁、混有异物、掺假掺杂或者感官性状异常的食品、食品添加剂。本案例中,超市在明知火腿已经变质的情况下,依然进行销售,违反了《食品安全法》的规定,因此,当地食品药品监管部门对其进行了查处。同时,赵某购买的火腿由于变质不能食用,根据《食品安全法》第一百四十八条的规定,可以向经营者或者生产者要求赔偿损失,接到消费者赔偿要求的生产经营者,应当实行首负责任制,先行赔付,不得推诿。赵某除要求赔偿损失外,还可以向该超市要求支付价款10倍或者损失3倍的赔偿金;增加赔偿的金额不足1000元的,为1000元。

一句话点评

生产商及经营者应当密切关注生产经营的食品是否霉变,避免造成食品安全事故的发生。

(本文摘自中国医药科技出版社出版的《看图读懂食品安全法》)

资料来源: http://blog.sina.com.cn/s/blog_471ca21d0102zbxn.html.

食品的品种多、分布广,食品的营养成分包括无机物质和有机物质。无机物质直接来自自然界中的水和盐等物质,有机物质按其来源可分为植物性物质和动物性物质。植物性食品主要包括各种谷物、水果和蔬菜;动物性食品主要指肉、鱼、禽、蛋、乳和动物脂肪等。植物性食品在冷藏过程中是有生命的,靠自身的物质消耗来维持生命的代谢活动,可继续完成成熟、衰老、死亡等过程;动物性食品除鲜蛋有生命外,其他均为无生命食品。无论是有生命食品还是无生命食品,食品自身均进行着一系列的生物化学反应,同时微生物也不断地对其进行侵染,使食品最终腐烂变质。

第一节 食品的组成

一、食品材料的基本构成

细胞是生物体结构与功能的基本单位,无论是单细胞生物或多细胞生物,生物的物质代谢、能量代谢、信息传递、形态建成等都是细胞为基础的。而人类的食品几乎均来源于生物,在冷冻冷藏中,食品的物理变化和生物化学变化均发生在细胞内外,因此,了解细胞的结构与功能显得尤为重要。

(一) 细胞的分子组织层次

活细胞由无生命的分子组成。首先,由C、H、O、N、P和S等元素形成前体分子 H_2O 、 CO_2 、 NH_3 等,然后再由这些前体分子组成生物分子的代谢中间物,如丙酮酸、柠檬酸、苹果酸和草酰乙酸等。中间物进一步形成构件分子,如氨基酸、核苷酸、脂肪酸和单糖等,再由这些构建分子构成生物大分子,如蛋白质、核酸、多糖和脂等。生物大分子组装成

超大分子集合体,如核糖体、生物膜和染色质等,再由这些超大分子集合体构成细胞器,如真核生物中的细胞核、线粒体、叶绿体等,这些细胞器进一步组装成活细胞。细胞的分子组织层次如图 1-1 所示。



图 1-1 细胞的分子组织层次

生物分为原核生物和真核生物两大类。原核生物包括各种各样的细菌,结构相对来说比较简单,并且都是以单细胞形式存在,细胞中没有明显的由膜包围的核,DNA(脱氧核糖核酸)区域称为拟核。真核生物包含细胞核以及许多其他细胞器,绝大多数真核生物为多细胞生物,但也包括单细胞生物,如酵母菌和草履虫。

(二) 植物细胞

植物细胞由细胞壁、细胞膜、细胞溶液、细胞核、质体、液泡等构成。其中,细胞壁、液泡和质体是植物细胞特有的组成部分,也是植物细胞与动物细胞的主要区别之一。

植物细胞类似细菌,有细胞壁和特殊的细胞器叶绿体,而动物细胞既没有细胞壁,也没有叶绿体。细胞壁是细胞的外壳,略带弹性,由纤维素、半纤维素、木质素、果胶质等组成,通过果胶质与相邻的细胞壁连成整体。细胞壁具有稳定细胞形态、减少水分散失、防止微生物侵染和保护细胞免受机械损伤等作用。

细胞膜是紧挨细胞壁内侧的一层生物膜,主要由脂类、蛋白质和水组成,是细胞生命活动的重要场所与组成部分,具有保护细胞、交换物质、传递信息、转换能量、运动和免疫等生理功能。植物细胞可以脱离细胞壁而生活,却不能脱离细胞膜而生存。细胞膜在不同的温度下热力学性能也不同。当细胞膜出现破裂时,细胞内大量的离子将外溢,造成食品质量下降。

细胞液主要由水、蛋白质、盐、糖类和脂类组成,其中水占 80% 以上,蛋白质等其他物质悬浮于水中,使细胞液表现为一种生物胶。细胞液为细胞器维持完整性提供所需离子环境,供给细胞器行使其功能所需的一切底物,某些生化活动和生化活动中涉及的物质运输都在细胞液内进行。在冻结与冻藏中,细胞液中的水可能形成冰晶,从而破坏细胞内部结构,使代谢失调。

质体包括白色体、杂色体和叶绿体。白色体不含色素,存在于胚细胞及根部和表皮组织中;杂色体含有胡萝卜素和叶黄素,分布于花瓣和果实的外表皮内;叶绿体含有叶绿素,存在于一切进行光合作用的植物细胞中,是光合作用的主要场所,叶绿素是使果蔬呈现绿色的物质,在加工中易被氧化破坏。

液泡位于细胞质中,是一种外面有一层膜结构的水囊,是细胞内原生质的组成之一。液泡内的物质靠液泡膜有选择地进出,液泡内的物质主要是水、糖、盐、氨基酸、色素、维生素等。在正常的代谢过程中,液泡不仅能调节细胞内水溶液的化学势和 pH 值,同时也具有分解大分子化合物的作用。当细胞衰老或液泡受机械损伤时,液泡内的酶外溢,使细胞发生自溶。在冻结与冷藏过程中,液泡中的水也形成冰晶。

(三) 动物肌肉结构和肌纤维

动物体可利用部分的组织主要由肌肉组织、脂肪组织、结缔组织和骨骼组织等组成,其组成比例随动物种类、肥度和年龄的不同,有较大的变化范围:肌肉组织 50%~60%,脂肪组织 20%~30%,结缔组织 7%~11%,骨骼组织 13%~20%。此外,还有较少的神经组织和淋巴及血管等。

肌肉组织是肉的主要组成部分,可分为横纹肌、平滑肌和心肌三种。其中横纹肌是肌肉的主体,也是加工的主要对象。横纹肌附着在骨骼上,随动物的意志伸张或收缩而完成运动机能,故又称骨骼肌或随意肌,肌肉的组织结构如图 1-2 所示。横纹肌构成单位是肌纤维,肌纤维也叫肌纤维细胞,呈细长圆筒状,长度由数毫米到 12 cm,直径只有 10~100 μm 。每 50~150 根肌纤维集聚成束,每个肌束的表面包围一层结缔组织薄膜,称为初始肌束。

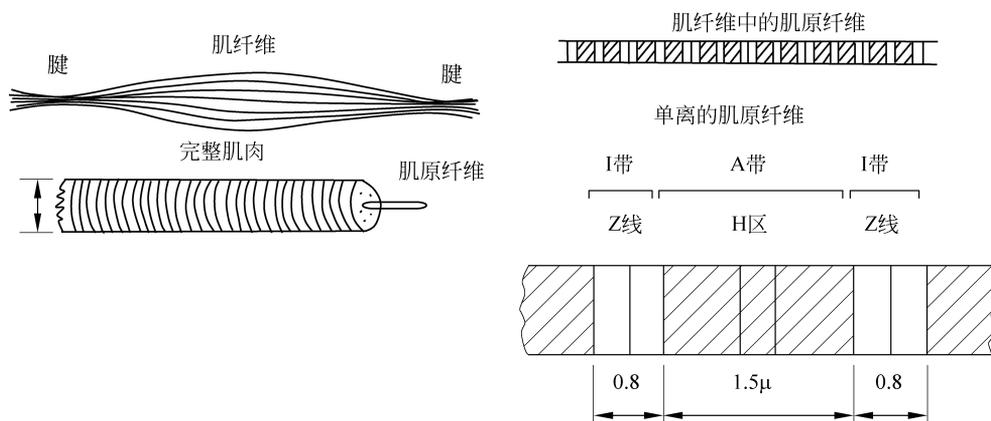


图 1-2 肌肉的组织结构

肌纤维外都覆盖结缔组织——肌膜,内部有少量细胞核、线粒体、内基质网组织。肌原纤维则由两种蛋白质构成,一种是构成细超原纤维丝的肌动蛋白,另一种是构成粗超原纤维丝的肌球蛋白,它们之间相互作用构成肌肉的运动。肌原纤维之间充满肌浆。肌束集合而形成肌肉,肌肉再被外面的结缔组织所包裹,而血管、淋巴和神经组织就分布于这些结缔组织中。鱼肉中肌纤维的排列不同于鸟类和哺乳动物,其排列方式遵从于在水中屈曲身体向前推进的需要。

平滑肌不具有横纹肌的特征性条纹,是构成血管壁和胃肠壁的物质。含有平滑肌的动物器官,如鸟类的肠组织和软体动物(蛤、牡蛎)的肉,也可以作为食品原料。

心肌是构成心脏的物质。心肌的肌原纤维结构与横纹肌相似,但心肌的纤维排列不如横纹肌那样规则。它们在肌肉组织中所占的比例很小,但也都是由肌纤维细胞构成的。这些肌纤维与横纹肌的肌纤维仅在细胞和细胞核的形状方面略有不同。

脂肪组织是决定肉质的重要部分,是由退化了的疏松结缔组织和大量的脂肪细胞所组成,大多分布在皮下、肾脏周围和腹腔内。结缔组织深入动物体的任何组织中,构成软组织的支架。骨骼组织是动物的支柱,形态各异,由致密的表面层和疏松的海绵状内层构成,外包一层坚韧的骨膜。

二、食品的化学组成

食品的化学成分是极其复杂的,除水分、挥发性成分外,固形物成分可分为有机物和无机物两类。有机物中最主要的有蛋白质、糖类、脂类、维生素及酶等,无机物则有无机盐类和其他无机物。这些化学成分大部分是人体必需的营养成分,其功能如图 1-3 所示。

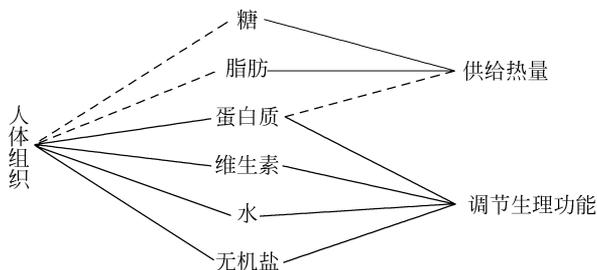


图 1-3 食品化学成分的功能

注: ——代表主要功能; - - -代表非主要功能。

食品在加工和贮藏过程中其化学成分会发生变化,这就可能会影响食品的食用和营养价值,如在果蔬冷加工过程中维生素的损失、动物性食品冻结过程中蛋白质的冻结变性和动物组织解冻过程中的汁液流失等。因此,研究食品的化学成分及变化是极为重要的。

(一) 蛋白质

蛋白质是一类复杂的高分子含氮化合物,它是一切生命活动的基础,是构成生物体细胞的主要原料,也是食品冷冻冷藏加工过程中保护的主要对象,每克蛋白质能为人体提供 16.7 kJ 热量。

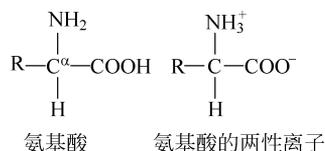
1. 蛋白质的组成

构成蛋白质的基本元素有碳、氢、氮、氧、硫、磷等,有些蛋白质还含有铁、铜、锌等元素。蛋白质中碳、氢、氧、氮、磷、硫的含量(质量分数)大致如下:碳:50.6%~54.5%;氧:21.5%~23.5%;氢:6.5%~7.3%;氮:15.0%~17.6%;硫:0.3%~2.5%;磷:0~0.4%。

蛋白质分子是一个分子氨基酸的羧基和另一个分子氨基酸的氨基相互缩合形成肽键,肽键把许多氨基酸连接在一起形成较长的多肽链,然后通过氢键而形成螺旋状多肽链,再通过副键(如盐键等)将几条螺旋状多肽链盘曲折叠成保持着不同形状的立体结构。蛋白质相对分子质量差别很大,结构也很复杂。在酸、碱、酶等物质作用下,蛋白质可发生下列水解反应,最终将最大分子蛋白质水解为较小分子氨基酸:

蛋白质→多肽→二肽→氨基酸

氨基酸是构成蛋白质的基本单位,目前从各种生物体内发现的氨基酸已有180多种,但是参与蛋白质构成的氨基酸主要是20种,其中除脯氨酸和羟脯氨酸外,均为 α -氨基酸,即一个氨基(-NH₂)、一个羧基(-COOH)、一个氢原子(-H)和一个R基团(-R)连接在一个碳原子上。在不同的氨基酸分子中,其侧链彼此不同,其余部分均相同,结构通式如图1-4所示。



氨基酸 氨基酸的两性离子

图1-4 氨基酸的结构通式

氨基酸在肽链中的排序和空间排布不同,使蛋白质呈现一级至四级结构,从而在生物体内形成其特定的功能。在冷冻冷藏中,只要结构发生变化,食品的质量即发生变化。

2. 蛋白质的主要性质

1) 两性电解质

蛋白质分子与氨基酸分子一样,分子中有游离的氨基和羧基,属于两性化合物。蛋白质既能和酸作用,又能和碱作用。在酸性环境中,各碱性基团与H⁺结合,使蛋白质带正电荷;在碱性环境中,酸性基团解离出H⁺,与环境中的OH⁻结合成水,使蛋白质带负电荷。当溶液在某一特定的pH值时,蛋白质分子可因内部酸性基团和碱性基团的解离度相等而呈等电状态,蛋白质不显电性,这时溶液的pH值称为该蛋白质的等电点(isoelectric point, IEP)。蛋白质处于等电点时,将失去胶体的稳定性而发生沉淀现象。不同的蛋白质,有不同的等电点。在等电点时蛋白质的溶解度、黏性、渗透压、膨胀性、稳定性等达到最低限度。食品加工和贮藏中都要利用或防止蛋白质因等电点而引起的各种性质的变化。

2) 蛋白质的胶凝性质

蛋白质的直径为1~100 nm,其颗粒尺寸在胶体粒子范围内的是亲水化合物。蛋白质在水中会形成胶体溶液,大部分蛋白质的分子表面有许多亲水基(如-SH, -CO-等)吸引水分子,在蛋白质颗粒周围形成一层水化层,这样就使各个蛋白质颗粒不易互相碰撞,从而阻碍了它们的沉淀。这是使蛋白质(亲水胶体溶液)稳定的一种因素。另一种使蛋白质溶液稳定的因素是蛋白质胶粒带有电荷。因此只有消除这两个因素之后,方能使蛋白质沉淀。

蛋白质在食品中的另一种存在状态是凝胶态,它与蛋白质溶液的温度有关。当温度

下降时,可由溶胶态转化为凝胶态,溶胶态可看作是蛋白质颗粒分散在水中的分散体系,而凝胶态则可看作是水分散在蛋白质中的一种胶体状态。

3) 蛋白质的变性

食品中的蛋白质是很不稳定的,如前所述,它是既具有酸性又具有碱性的两性物质。蛋白质的水溶液温度在 52~54 °C 之间,具有胶体性质,是胶体状溶液。如果温度升高或冷冻,蛋白质则从溶液中结块沉淀,成为变性蛋白质。

蛋白质的沉淀作用可分为可逆性和不可逆性两种。

(1) 可逆性沉淀:碱金属和碱土金属的盐,如 Na_2SO_4 、 NaCl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 MgSO_4 等能使蛋白质从水溶液中沉淀析出,其原因主要是这些无机盐夺取了蛋白质分子外层的水化膜。被盐析出来的蛋白质保持原来的结构和性质,用水处理后又重新溶解。在一定条件下,食品冷加工后所引起的蛋白质的变化是可逆性的。

(2) 不可逆性沉淀(又称为变性作用):在许多情况下,各种物理因素和化学因素的影响,致使蛋白质溶液凝固而变成不能再溶解的沉淀,这种过程称为变性。这样的蛋白质称为变性蛋白质。变性蛋白质不能恢复为原来的蛋白质,所以是不可逆的,并失去了生理活性。

总之,蛋白质的变性,在最初阶段是可逆的,但在可逆阶段后即进入不可逆变性阶段。酶同样也是蛋白质,但当其变性后即失去活性。

4) 蛋白质的分解

蛋白质的分解按照下列步骤逐步进行:蛋白质→胨→胨→多肽→氨基酸→胺→ NH_3 + CO_2 + H_2S + CH_4 + H_2O ,最终的分解产物有 NH_3 、 H_2S ,具有强烈的刺激性气味。

3. 蛋白质的分类

蛋白质的分类方法很多。动物性蛋白质可以分为球蛋白类和纤维蛋白类;植物性蛋白质可以分为谷蛋白类和醇溶谷蛋白类。

1) 根据分子形状分类

(1) 球蛋白类。这类蛋白质主要存在于动物性食品中,分子形状长短轴之比小于 10,包括肌球蛋白、酪蛋白、白蛋白、血清球蛋白。这类蛋白质的营养价值往往较高,通常含有人体必需氨基酸,且易于被机体消化吸收。

(2) 纤维蛋白类。它是机体组织结构不可缺少的一类蛋白质,由长的氨基酸碳链形成纤维状态或卷曲成各种盘状结构,成为各种组织的支持物质,如肌腱和韧带等结缔组织中的胶原蛋白。这种蛋白的分子形状长短轴之比大于 10,一般不溶于水。

2) 根据组成分类

(1) 单纯蛋白质。单纯蛋白质是指分子组成中,除氨基酸构成的多肽蛋白成分外,没有任何非蛋白成分。自然界中的许多蛋白质属于此类。根据来源、受热凝固性及溶解度等理化性质的不同,单纯蛋白质分为白蛋白、球蛋白、谷蛋白、醇溶蛋白(有的写成“谷醇溶蛋白”或“醇溶谷蛋白”)、组蛋白、鱼精蛋白和硬蛋白 7 类。

此类蛋白分布于动物或植物中,以各种形态存在,构成动物或植物的组分,影响作为食物的功能性质,有的可用于制取食品配料或工业原料。

(2) 结合蛋白质。结合蛋白质是单纯蛋白质和其他化合物结合构成,被结合的其他

化合物通常称为结合蛋白质的非蛋白部分(辅基)。二者以共价或非共价形式结合,往往作为一个整体从生物材料中被分离出来。按其非蛋白部分的不同而分为核蛋白(含核酸)、糖蛋白(含多糖)、脂蛋白(含脂类)、磷蛋白(含磷酸)、金属蛋白(含金属)及色蛋白(含色素)等。

3) 根据其营养物质即根据氨基酸的种类和数量分类

(1) 完全蛋白质。完全蛋白质是一种质量优良的、含有人体必需而在人体内不能合成的 8 种氨基酸的蛋白质,它所含的氨基酸种类齐全、数量充足、比例合适,不但能维持人的生命和健康,还能促进儿童的生长发育。酪蛋白、乳白蛋白、麦谷蛋白等均属于完全蛋白质。

(2) 半完全蛋白质。这种蛋白质所含的各种人体必需氨基酸的种类尚齐全,但由于含量不均,互相之间比例不合适,若在膳食中作为唯一的蛋白质来源,可维持生命,但不能促进生长发育。如小麦蛋白中的麦胶蛋白,即属于半完全蛋白质。

(3) 不完全蛋白质。这种蛋白质所含的人体必需氨基酸的种类不全,用作唯一的蛋白质来源时,既不能促进生长发育,也不能维持生命。如玉米中的胶蛋白等,即属于不完全蛋白质。

(二) 脂肪

1. 脂肪的成分

脂肪在食品中的作用主要是提供热量,1 g 脂肪的发热量平均可达 38 kJ,约为同等重量的糖和蛋白质发热量的 22 倍以上,是食品中热量最高的营养素。

脂肪主要由甘油和脂肪酸组成,其中也有少量色素、脂溶性维生素和抗氧化物质。脂肪的性质与脂肪酸关系很大,脂肪酸可分为饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸,脂肪中含有的饱和脂肪酸成分越多,其流动性越差。习惯上称常温下呈固态的脂肪为脂,如多数动物性脂肪;反之则称为油,如菜油、花生油、芝麻油等各种植物油。

陆生动、植物脂肪中以 C_{18} 脂肪酸居多, C_{16} 脂肪酸次之;水产动物脂肪中以 C_{20} 和 C_{22} 脂肪酸居多。水产动物脂肪中,不饱和脂肪酸的含量不但占绝大部分,而且种类也很多。淡水鱼类脂肪中以 C_{18} 不饱和脂肪酸的比例较高,而海水鱼类脂肪中则以 C_{20} 及 C_{22} 不饱和脂肪酸居多。两栖类、爬行类、鸟类及啮齿类脂肪中的脂肪酸组成介于水产动物和陆生高等动物之间。

2. 脂肪的性质

在脂肪性质中,与冷冻冷藏关系较为密切的是脂肪的水解和氧化性质。

脂肪在酸、碱溶液中或在微生物作用下可迅速水解为甘油和脂肪酸,使甘油分离出来,脂肪酸在酶的一系列催化作用下可生成 β -酮酸, β -酮酸脱羧后成为具有苦味及臭味的酮类;脂肪变质的另一原因是脂肪酸链中,不饱和键被空气中的氧所氧化生成过氧化物(peroxide),过氧化物继续分解产生具有刺激性气味的醛、酮和酸等物质。脂肪氧化也称为脂肪酸败(rancidity),脂肪酸败不但使脂肪失去营养,还会产生毒性。可以从两个方面减少或避免脂肪酸败:一是向食品中添加天然抗氧化剂(antioxidant)或合成抗氧化剂;二是控制合理的加工贮藏条件。例如,在加工中尽量使脂肪保持合理的水分,研究表明,

水分过高或过低都会加速脂肪的氧化酸败过程。此外,在贮藏中应该尽可能保持干燥、低温、缺氧和避光的环境。

(三) 糖类

糖类是由碳、氢、氧三种元素组成的多羟基醛或多羟基酮。绝大多数糖含氢和氧的比例和水中的氢、氧的比例一样为 2:1。因此,糖又称为碳水化合物(carbohydrate)。糖主要存在于植物性食品中,占植物干重的 50%~80%。糖是人体热量的重要来源,1 g 葡萄糖在体内完全氧化可以产生 16 kJ 的热量。糖也是参与人体重要代谢过程的主要物质成分。在人体内除少量的粗纤维不能被消化吸收外,大部分糖类都能被利用,每 1 g 糖在人体内可产生 17.15 kJ 的热量。

糖类一般可分为单糖、二糖和多糖三类。

1. 单糖

单糖是不能水解的多羟基醛、酮,如葡萄糖、果糖、半乳糖等。果实中存在大量葡萄糖和果糖。

新鲜果蔬中单糖在呼吸酶的催化下,能参与呼吸作用。呼吸作用不仅消耗了糖类,而且产生了热量,还能促进果蔬的其他生理化学变化,并为微生物的生长繁殖创造了适宜的条件。针对果蔬的这种特点,可采用冷却贮藏或气调贮藏的方法控制其呼吸作用,延长其贮藏期。

2. 二糖

一分子二糖水解后,可生成二分子单糖,如蔗糖、麦芽糖、乳糖等均属于二糖。

二糖不能直接被人体吸收,只有水解后才能被人体吸收。微生物也不能直接利用二糖发酵。二糖能形成结晶,其中蔗糖最容易结晶,乳糖的结晶最硬。

各种单糖和二糖都具有一定程度的甜味,一般以葡萄糖的甜度为 1,则果糖甜度为 2.2,蔗糖为 1.45,乳糖为 0.5。

3. 多糖

一分子多糖完全水解后,可生成多分子的单糖,如淀粉、纤维素和糖原等均为多糖。

淀粉在米、面、甘薯和马铃薯中含量较多。纤维素存在于蔬菜、水果及谷类的外皮中,它不能被人体消化吸收,但有助于肠壁蠕动,帮助肠胃对食物的消化。糖原贮存在动物组织中,肝脏和肌肉中含量较多。动物肌肉中的肌糖原在自溶酶所促进的无氧分解的酵解作用下产生乳酸,使肉的 pH 值降低,肉由中性变成酸性,促进了肉的成熟。

(四) 维生素

维生素是维持生物正常活动所必需的一类有机物质。生物体对维生素的需要量很少,但它们却起着极其重要的作用,如调节新陈代谢等,缺乏维生素会引起各种疾病。人体需要的维生素主要从动物性食品和植物性食品中摄取。根据溶解度,维生素一般可分为两大类:脂溶性维生素和水溶性维生素。脂溶性维生素包括维生素 A(抗眼干燥症)、维生素 D(抗佝偻病)、维生素 E(促进生长发育)、维生素 K(帮助凝血);水溶性维生素可分为 B 族维生素和维生素 C,其中 B 族维生素包括 B₁、B₂、B₃、B₆、B₁₂ 等。冷冻冷藏对维

生素的破坏较小。

(五) 酶

酶是活细胞产生的一种特殊的具有催化作用的蛋白质,是极为重要的活性物质,故称为生物催化剂,它脱离活细胞后仍然具有活性,酶促反应是食品腐败变质的重要原因之一。没有酶的存在,生物体内的化学反应将非常缓慢,或者需要在高温高压等特殊条件下才能进行;有酶的存在,生物体内的化学反应,能在常温常压下以极高的速度和很强的专一性进行。食品加工与贮藏过程中,酶可来自食品本身和微生物两方面,酶的催化作用通常使食品营养质量和感官质量下降。因此,抑制酶的活性是食品加工贮藏中的重要内容之一。

由于酶是一种特殊的蛋白质,在不同的 pH 值环境下,其活性也不同,大多数酶的最适宜 pH 值在 4.5~8.0 范围内,即在中性、弱酸、弱碱环境中都能够保持活性。

(六) 矿物质

各种食物中都含有少量矿物质,一般占其总质量的 0.3%~1.5%,其数量虽少,但却是维持动植物正常生理机能不可缺少的。

动物性食品,根据身体各部分的不同,所含无机盐成分差异很大,如骨骼中的矿物质含量为 83%,它们主要是以钙和镁的磷酸盐及碳酸盐的形式存在;血清中矿物质主要以氯化钠(占总成分的 60%~70%)的形式存在;红细胞中含有铁;肝脏中含有碱金属与碱土金属的磷酸盐和氯化物,也含有铁;结缔组织中含有钙和镁的磷酸盐;筋肉中主要是钾的磷酸盐,其次是钠和镁的磷酸盐。

植物性食品的矿物质,主要是钾、钠、钙、镁、铁等元素组成的磷酸盐、硫酸盐、硅酸盐与氧化物。植物贮藏养料的部分(种子、块茎、块根等)含钾、磷、镁元素较多,而支撑部分含钙元素较多,叶子则含镁元素较多。

矿物质和蛋白质共存时可以维持生物各组织的渗透压,还可以组成缓冲体系,维持酸碱平衡。人体对矿物质的需求量是不同的,过多或过少均会影响健康,如缺钙会导致人体骨质疏松,缺碘会使人体甲状腺肿大,钾过多会使人体血管收缩,造成四肢苍白无力、嗜睡甚至突然死亡等。人体所需要的矿物质主要从食品中获得,它们以无机盐形式存在于食品中。在食品中矿物质的存在,能使食品汁液的冻结点比纯水冻结点低。

(七) 水分

水是组成一切生命体的重要物质,也是食品的主要成分之一。不同食品的含水量是不同的,如水果为 73%~90%,蔬菜为 65%~96%,鱼为 70%~80%,食糖为 1.5%~3%。水分存在的状态,直接影响着食品自身的生化过程和周围微生物的繁殖状况,是食品加工和贮藏中主要考虑的成分。

1. 食品中水分的存在形式

食品中的水分是以自由水和胶体结合水两种形式存在的。自由水也称为游离水,主要包括食品组织毛细孔内或远离极性基团能够自由移动、容易结冰、能溶解溶质的水。自

由水在动物细胞中含量较少,而在某些植物细胞中含量较高。胶体结合水是构成胶粒周围水膜的水,包围在蛋白质和糖分子周围形成稳定的水化层。结合水不易流动、不易结冰,也不能作为溶质的溶剂,结合水对蛋白质等物质具有很强的保护作用,对食品的色、香、味及口感影响很大。近年来研究表明,加热干燥或冷冻干燥可除去部分结合水,而冷冻冷藏对结合水影响较小。食品冻结后,在解冻过程中,自由水易被食品组织重新吸收,但胶体结合水则不能完全被组织吸收。

2. 水的功能

水是溶剂,维持各种电解质在水中的离解,维持生物体各部分一定的渗透压,直接参与生物的生理反应。食品经消化后,所有养料靠水输送到生物体各部分,代谢的废物也靠水溶解后排出体外。由此可见,水分和生命有着密切的关系。食品中的水分为微生物繁殖创造条件,所以为了防止微生物繁殖,必须降低食品水分含量,把食品中的水分除去或冻结。

3. 水分活度与微生物的生长繁殖

食品中水的状态可用水分活度 A_w 表示,食品水分含量的质量分数不能直接反映食品贮藏的安全条件,而水分活度能直接反映食品的贮藏条件。

水分活度是指食品中呈液体状态的水的蒸汽压与纯水的蒸汽压之比,即

$$A_w = P/P_0$$

式中, P 为食品中呈液体状态的水的蒸汽压; P_0 为纯水的蒸汽压。

纯水的 A_w 值为 1,绝对干燥食品的 A_w 值为 0,而绝大多数新鲜食品的 A_w 值在 0.95 以上,都在细菌繁殖的水分活度范围之内,所以生鲜食品是一种易腐性的食品。有些食品虽然含水率较高,但自由水相对含量却较少,如冻结、干燥、腌制(浸糖或浸盐)的各种食品,因其含有的自由水结成冰后,食品的水分活度降低,从而使各种微生物生长繁殖以及食品自身的生化反应失去传递介质而受到抑制。

食品中只有自由水才能溶解可溶性的成分(如糖分、盐、有机酸等)。呈溶液状态的水,其蒸汽压就随着可溶性成分的增加而减少。所以食品中呈液体状态的水,其蒸汽压都小于纯水的蒸汽压。食品的水分活度都小于 1。

不同的微生物在繁殖时所需要的水分活度范围是不同的。多数细菌繁殖时要求的最低的水分活度界限为 0.86,酵母菌是 0.78,霉菌为 0.65。

经过冻结的食品,水结成冰后,其水分活度降低,这也是抑制微生物繁殖的一个原因,冻藏是食品最常用的贮藏方法。

三、新鲜食物组织的生物化学

新鲜的水果、蔬菜、鱼、肉、蛋、乳等食物,在生物学上虽然都已经离开母体或宰杀死亡,但仍然具有活跃的生物化学活性,只是这种生物活性的方向、途径、强度与整体生物有所不同。新鲜食物组织的生物化学活性与冷冻冷藏有着密切的联系。

(一) 新鲜动物组织的生物化学

动物组织和植物组织在生理学与形态学上存在着差异。动物的生命过程强烈地依赖

于高度发达的循环系统。动物死后所有的循环都终止,肌肉组织迅速发生重要的变化,这些变化可归因于缺氧(无氧状态)和某些废物(特别是乳酸和 H^+) 的积累。动物经过屠宰放血后体内平衡被打破,机体抵抗外界因素影响、维持体内环境、适应各种不利条件的能力丧失,但是,维持生命以及各个器官、组织的机能并没有同时停止,各种细胞仍在进行各种活动,宰后肌肉发生一系列生理变化和生化变化,肉的嫩度、风味、颜色、持水能力等都发生显著变化。

1. 动物死亡后组织僵直过程中的变化

宰后动物机体组织在一定时间内,仍具有相当水平的代谢活动,发生许多死亡后特有的生化过程,在物理特征方面出现所谓死后僵直或称尸僵的现象。死亡动物组织中的生化活动,一直延续到组织中的酶因自溶作用而完全失活为止。僵直过程中,动物组织会发生一系列生物化学变化。

1) 三磷酸腺苷(ATP)显著降低

屠宰后的肌肉,由于呼吸途径由原来的有氧呼吸转变为无氧酵解,导致 ATP 的产生显著降低。此外,组织中的 ATP 随着磷酸肌酸(储能形式)的消耗及 ATP 的降解而加速减少。当 ATP 和(或)二磷酸腺苷(ADP)含量充足时,肌肉能伸展至相当的长度而不致撕裂。但随着 ATP 浓度的逐渐下降,肌动蛋白与肌球蛋白逐渐结合成没有弹性的肌球蛋白,肌肉不可能被显著地伸长而不断裂,结果形成僵硬、僵直状态,即尸僵现象。此时是最大尸僵期,肌肉最硬。

2) pH 值下降

动物被屠宰后,肌肉的 pH 值立即下降,主要是因为正常生活的动物体内,虽然并存着有氧和无氧呼吸两种方式,但主要的呼吸过程是有氧呼吸。动物被宰杀后,血液循环停止,从而供氧也停止,组织呼吸转变为无氧的酵解途径,最终产物为乳酸。伴随糖原无氧酵解代谢,组织中乳酸增多,导致 pH 值下降。除乳酸之外,ATP 降解生成的无机磷酸也是使肉的 pH 值下降的原因之一。

尸僵时肉的 pH 值降低至糖酵解酶活性消失时不再继续下降,达到最终的 pH 值,或叫极限 pH 值。极限 pH 值越低,肉的硬度越大。肌肉的 pH 值下降得越快,对肉质影响越大。温血动物宰杀后 24 h 内肌肉组织的 pH 值由正常生活时的 7.2~7.4 降至 5.3~5.5,随着乳酸的生成积累,pH 值下降,其极限 pH 值约为 5.3。鱼类死后肌肉组织 pH 值大都比温血动物高,在完全尸僵时甚至可达 6.2~6.6。宰后动物肌肉保持较低的 pH 值,有利于抑制腐败细菌的生长和保持肌肉色泽。在到达最大僵直期之前进行冷冻的肌肉,在解冻过程中,残余糖原和 ATP 的消耗会再次活跃,一直到形成最大僵直。先冷冻后解冻的肌肉,比未冷冻但处于解冻温度中的肌肉达到僵直所需要的时间要少得多,收缩大硬度也高,造成大量汁液流失,这种现象称为解冻僵直。在刚屠宰后立即冷冻然后解冻时,这种现象最为明显。因此,要在形成最大僵直后再进行冷冻,以避免解冻僵直的发生。

3) 肌肉蛋白质变性

蛋白质对于温度和 pH 值都很敏感,由于宰后动物肌肉组织中的酵解作用,在短时间内,肌肉组织中的温度升高,pH 值降低,肌肉蛋白质很容易因此而变性。肌浆蛋白质变性时,牢牢贴在肌原纤维上,使肌肉呈现一种浅淡的色泽。肌动蛋白及肌球蛋白是动物肌

肉中主要的两种蛋白质,在尸僵前期两者是分离的,但随着 ATP 浓度降低,肌动蛋白及肌球蛋白逐渐结合成没有弹性的肌动球蛋白,这是尸僵发生的一个主要标志,此时煮食,肉的口感特别粗糙。

2. 肉的成熟

肌肉达到最大僵直以后,继续发生着一系列生物化学变化,逐渐使僵直的肌肉变得柔软多汁,结构变得细致,滋味更加鲜美,这一过程称为僵直解除(简称解僵),也就是肉的成熟。肉的成熟过程中主要发生以下变化。

1) 肌肉蛋白质持水力的变化

肌肉持水力也就是指肌肉在贮存和加工过程中对肉自身水分的保持能力和对外加水的水合能力。肌肉持水力的高低直接关系到肉制品的质地、嫩度、切片性、弹性、口感、出品率等各项质量指标和经济指标。肌肉的持水能力不仅影响煮制前肉的外观,而且影响煮制过程中的汁液损失和咀嚼时的多汁性。如果活体肌肉的持水能力差,宰后会出现各种类型的汁液渗出,如未冻结生肉的“出汗现象”、冻肉解冻时的汁液损失现象及煮制过程中收缩现象等,汁液中的成分包括水溶性物质和脂溶性物质。

肌肉中蛋白质亲水基团结合的水分占总水分的 5% 左右,宰后僵直时,结合水变化很小,主要是胞内自由水流出导致胞外自由水增加。肌肉中的绝大多数水分通过毛细管作用,存在于粗纤维和细纤维之间,肌原纤维间隙中的水分含量变化远大于蛋白质结合水分含量的变化,因而肌原纤维之间的间隙大小决定了肌原纤维的持水能力。宰后早期(僵直前),肌肉处于松弛状态,其肌原纤维结构与活体肌肉没有明显差异,基本保持活体状态下的持水能力;随着宰后糖原酵解的发生,ATP 供应减少,肌肉进入僵直状态,肌原纤维发生收缩,肌原纤维间的水分流,持水能力下降;随后,在肌肉内源酶的作用下肌原纤维骨架蛋白降解,使肌原纤维间的间隙增加,胞外水分重新进入肌原纤维的间隙中,持水能力增加。与此同时,成熟过程中部分蛋白质的降解,促使蛋白质分子中的亲水基团暴露,进一步增加肌肉蛋白质的持水能力。

2) 尸僵的缓解与肌肉蛋白质的自溶

自溶是指肌肉由僵硬到完全变软的过程。一般认为是肌肉组织蛋白质在自身蛋白酶的作用下,逐渐分解生成低级肽和氨基酸的结果,因此称为自溶。刚屠宰后的肉软而无味,僵直中的肉硬、持水力小,故汁液分离多。尸僵缓解后,肉的持水力及 pH 值较尸僵期有所回升。由于组织蛋白酶的分解作用,肌肉蛋白质发生部分水解,水溶性肽及氨基酸等非蛋白氮增加,生成风味物质,肉的食用质量达到最佳适口度,此时的肉烹调时能发出肉香。组织蛋白酶分解作用产生的游离氨基酸是形成肉香和肉味的物质基础之一。不同动物肌肉中组织蛋白酶的活性差异很大,鱼肉中组织蛋白酶活性比哺乳动物肌肉的组织蛋白酶活性高 10 倍左右,因而鱼类容易发生自溶腐败,特别是当鱼内脏中天然的蛋白质水解消化酶类进入肌肉中时,最易出现“破肚子”的现象。

(二) 新鲜植物组织的生物化学

与动物组织相比,植物组织对高度发达的循环系统依赖性较小,虽然果蔬在收获后不可能再获取某些物质养分,但氧气仍可渗入,CO₂ 可以继续透出,代谢废物可从细胞质中

移出并在成熟组织细胞的液泡内积聚下来。果蔬在成熟过程中,伴随着一系列的生物化学变化和呼吸变化。

采后果蔬生理过程一般分为成熟、完熟和衰老。成熟一般是指果实生长的最后阶段,即达到充分成熟的时候;完熟是成熟以后的阶段,指果实达到完全表现出本品种典型性状,而且是食用品质最好的阶段;衰老是指生物个体发育的最后阶段,是开始发生一系列不可逆的变化,最终导致细胞崩溃及整个器官死亡的过程。

1. 果蔬采后成分的变化

水果蔬菜进入成熟时既有生物合成性质的化学变化,也有生物降解性质的化学变化,但进入衰老后更多地处于生物降解性质的变化。

1) 氨基酸与蛋白质的变化

果蔬成熟过程中,氨基酸与蛋白质代谢总的趋势中是降解占优势。

2) 色素物质的变化

果实的色素受基因控制,果皮颜色是某特定环境条件下的基因表现。植物在成熟过程中,最明显的特征是叶绿体解体、叶绿素降解消失、类胡萝卜素和花青素显现呈红色或橙色等。例如,番茄由于番茄红素的合成而呈红色,苹果由于花青素的形成而呈红色,橙子由于叶绿素破坏和类胡萝卜素的显现而呈橙色。

3) 鞣质的变化

幼嫩果实常因含多量的鞣质而具强烈涩味,在成熟过程中涩味逐渐消失,其原因可能有三种:鞣质与呼吸中间产物乙醛生成不溶性缩合产物,鞣质单体在成熟过程中聚合为不溶性大分子,鞣质氧化。

4) 果胶物质的变化

多汁果实的果肉在成熟过程中,由于果胶酶活力增大而将果肉组织细胞间的不溶性果胶物质分解,果肉细胞失去相互间的联系而导致果肉变软。但苹果中的果胶物质在成熟期和衰老期基本上没有变化。

5) 芳香物质形成

芳香物质的形成过程常与大量氧的吸收有关,可以认为是成熟过程中呼吸作用的产物。虽然成熟度是影响芳香物质生成的主要生理因素,但香气成分也强烈受制于成熟期的环境条件,特别是环境温度及昼夜温差对芳香物质的含量及组成。

6) 维生素 C 积累

果实通常在成熟期间大量积累维生素 C,它的形成与成熟过程中的呼吸作用有关,成熟衰老以后其含量又显著减少。

7) 糖酸比的变化

糖酸比是衡量水果风味的一个重要指标。多汁果实在发育初期由叶子流入果实的糖分,在果肉组织细胞内转化为淀粉贮存,因而缺乏甜味,而有机酸的含量则相对较高。随后淀粉又转变为糖,而有机酸则优先作为呼吸底物被消耗掉,因此糖分与有机酸的比例上升,风味增浓,口味变佳。

2. 果蔬采收后组织呼吸的变化

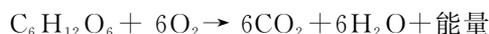
呼吸作用是指活细胞经过某些代谢途径使有机物质分解,并释放出能量的过程。采

采收果蔬是一个活的有机体,其生命代谢活动仍在有序地进行。呼吸是果蔬生命的基本特征,它不仅可以提供采收后组织生命活动所需的能量,而且还是采收后各种有机物相互转化的中枢。果蔬采收后呼吸的主要底物是有机物质,如糖、有机酸和脂肪等。在呼吸过程中,呼吸底物在一系列酶的作用下,逐渐分解成简单的物质,最终形成 CO_2 和 H_2O ,同时释放出能量。呼吸作用的某些中间产物和所释放的能量又参与一些重要物质的合成过程,在物质代谢中起着重要的枢纽作用。采收后果蔬的呼吸作用直接影响采收后品质变化、成熟衰老进程、贮藏寿命、货架寿命、采收后生理性病害、采收后处理和贮藏技术等。

1) 果蔬组织的呼吸类型

根据呼吸过程是否有氧参与,可以将呼吸作用分为有氧呼吸和无氧呼吸。

(1) 有氧呼吸。有氧呼吸是指活细胞在氧的参与下,把某些有机物彻底地氧化分解,形成 CO_2 和 H_2O ,同时释放出能量的过程。通常所说的呼吸作用就是指有氧呼吸。以葡萄糖作为呼吸底物为例,有氧呼吸可以简单表示为



在有氧呼吸过程中,相当部分能量以热的形式释放,产生所谓的呼吸热,使贮存环境温度提高,并有 CO_2 的积累。

(2) 无氧呼吸。无氧呼吸是指在无氧或氧缺乏的条件下,或是在过高浓度 CO_2 及其他不良气体条件下,活细胞将某些有机物降解为不彻底的氧化产物,同时释放出能量的过程。无氧呼吸的产物可能是乙醇、乳酸、乙醛等有机物。以葡萄糖作为呼吸底物为例,其反应为



无氧呼吸的特征是不利用氧,底物氧化降解不彻底,仍以有机物的形式存在,因而释放的能量比有氧呼吸少,但消耗的底物却要远远高于有氧呼吸。如果贮藏环境通风不良或控制的氧浓度过低,果蔬均易发生无氧呼吸,使产品品质劣变。

根据采收后呼吸强度的变化曲线,呼吸作用又可以分为呼吸跃变型和非呼吸跃变型,其特征如下。

(1) 呼吸跃变型。其特征是在完整果蔬产品采收初期,其呼吸强度渐趋下降,而后迅速上升并出现高峰,随后迅速下降。通常达到呼吸跃变高峰时果蔬产品的鲜食品质最佳,呼吸高峰过后,食用品质迅速下降。这类产品呼吸跃变过程伴随有乙烯跃变的出现。不同种类或品种的果蔬出现呼吸跃变的时间和呼吸峰值的大小差异甚大,一般而言,呼吸跃变峰值出现的早晚与贮藏性好坏密切相关。

(2) 非呼吸跃变型。其特征是采收后组织成熟衰老过程中的呼吸作用变化平缓,没有明显的呼吸跃变现象,不形成呼吸高峰。

部分水果的呼吸活性分类如下。

有呼吸跃变现象:苹果、梨、猕猴桃、杏、李、桃、柿、鳄梨、荔枝、番木瓜、无花果、甜瓜、西瓜、番茄。

无呼吸跃变现象:柠檬、柑橘、菠萝、草莓、葡萄、黄瓜。

呼吸跃变顶点是果实完熟的标志,过了顶点,果实进入衰老阶段。呼吸跃变型果蔬一

一般在呼吸跃变之前收获,在受控条件下贮存,到食用前再令其成熟。降低呼吸跃变型果蔬的贮藏温度会延迟呼吸跃变开始的时间,同时减少呼吸跃变的幅度。果实的高峰期与非高峰期的根本生理区别在于后熟过程中是否产生内源乙烯,乙烯的产生是果实成熟的开始。

2) 影响果蔬组织呼吸的因素

(1) 种类和品种。不同种类和品种的果蔬的呼吸强度相差很大,这是由遗传特性所决定的。一般来说,热带、亚热带水果的呼吸强度比温带水果的呼吸强度大,高温季节采收的产品比低温季节采收的大。就种类而言,浆果的呼吸强度较大,柑橘类和仁果类果实的较小;蔬菜中叶菜类呼吸强度最大,果菜类次之,根菜类最小。

不同种类植物的呼吸强度不同,同一植物不同器官的呼吸强度也不同。各种器官具有的构造特征也在它们的呼吸特征中反映出来。叶片组织的特征表现在其结构上有很发达的细胞隙,气孔极多,表面积大,因而叶片随时受到大量空气的洗刷,表现在呼吸上有两个重要特征:一是呼吸强度大,二是叶片内部组织间隙中的气体的组成近似于大气。正因为叶片的呼吸强度大,所以叶菜类不易在普通条件下保存。肉质的植物组织,由于不易透过气体,所以呼吸强度也较叶片组织低,组织间隙气体组成中的 CO_2 比大气中多,而氧则稀少得多。组织间隙中的 CO_2 是呼吸作用产生的,由于气体交换不畅而滞留在组织中。

(2) 温度。温度对呼吸强度的影响十分明显。通常情况下,呼吸随温度升高而加快。环境温度越高,组织呼吸越旺盛。果蔬在室温下放置 24 h,可损失其所含糖的 $1/3 \sim 1/2$,一直到接近停止生命活动的限度为止。一般情况下,在接近 0°C 时,呼吸进行缓慢,可以减少水果蔬菜的贮藏损失。

果蔬在采收后由于被断绝了物质供应来源,其自身也不能利用光合作用,所以维持其生命的基础是原来贮藏在组织内的物质。果蔬通过呼吸作用把这些贮藏物质氧化,提供维持生命的能量和中间物质,当呼吸作用旺盛进行时,贮藏物质将会很快耗尽,不能维持组织状态最后崩溃死亡。例如绿番茄采收后,呼吸略有下降,这可能是果实脱离母体、切断了呼吸底物供应的缘故。随后呼吸作用开始上升,采收后大约两周,顶部开始转红,进入呼吸高峰期,至大约 20 天时达到呼吸高峰,然后呼吸缓慢下降,进入呼吸后期,果实变为全红,然后变软,最后组织结构破坏解体、崩溃和腐烂。因此从控制温度角度来看,降低贮藏温度是降低呼吸强度、延长贮藏寿命的最有效办法。例如用气调法贮藏的蒜薹,在 0°C 条件下呼吸强度比 $11 \sim 13^\circ\text{C}$ 和 $20 \sim 26^\circ\text{C}$ 要低得多,其贮藏寿命可达 270 天,并且品质优良。

呼吸强度随温度降低而降低,但对果蔬来说,并不是贮藏温度越低越好。低于最适温度下的贮藏会引起冻伤,这可能是由于低温损伤了原生质,或破坏了线粒体膜结构,导致呼吸和磷酸化过程紊乱,使组织损伤解体和死亡。例如香蕉不能贮存于低于 12°C 的温度下,否则就会发黑腐烂。因此,果蔬合适的贮藏温度,应是既能保证植物组织受低温损伤而发生生理失调现象,又能最大限度地降低植物组织的呼吸强度的温度。例如贮藏蒜薹、菜花、大白菜的最合适温度是 0°C 左右,番茄是 12°C 左右。

当环境温度降至果蔬组织的冰点以下时,细胞就会结冰,冰晶的形成损伤细胞原生质

体,使其不能维持正常的呼吸系统功能,一些中间产物积累造成异味异臭,氧化产物特别是醌类的累积还会使冻害组织发生黑色褐变。因此,果蔬一般应贮藏在略高于冰点温度的环境中。一般果蔬汁液的冰点为 $-4\sim-2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,大多数果蔬可在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 附近的温度下贮藏。温度波动对呼吸强度也有较大影响,在平均温度相同的情况下,变温(平均温度与恒温相同)的平均呼吸显著高于恒温的呼吸强度。因此,果蔬贮藏要尽量避免温度的波动。

(3) 大气组成。有氧呼吸的总方程式为



由上述化学方程式可以看出,随着氧浓度增加,反应向右进行,即呼吸加强;当氧浓度降低时呼吸减弱。贮藏果蔬应控制环境条件,使氧浓度保持在最低水平,使有氧呼吸量达最低点,却又不发生无氧呼吸或无氧呼吸作用甚微。因为无氧呼吸要消耗大量贮藏物质,同时积累有毒的乙醛、乙醇等产物,不利于果蔬的正常生理活动。

二氧化碳和氧浓度对呼吸的影响是二氧化碳浓度增加、呼吸降低。在细胞内的高二氧化碳浓度,常导致许多生理过程变化:降低成熟过程的合成反应,如蛋白、色素的合成;降低挥发性产物的产生;破坏有机酸代谢,特别是琥珀酸;使果胶质降解缓解;抑制叶绿素合成和果实脱绿;改变各种糖的比例,抑制乙烯合成。高浓度二氧化碳常引起某些果蔬出现异常气味,如黄瓜的苦味,番茄、蒜薹的异味等。在一些情况下,异味可能是乙醇或乙醛积累的结果。在异味发生的同时,不正常颜色也可能出现。许多果蔬的氧和二氧化碳的最适条件是氧为3%左右,二氧化碳为0~5%。

正常的空气中一般含有20.9%氧气、78%氮气、0.03%二氧化碳以及其他一些微量气体。根据上述原理,可人工控制环境大气中氧和二氧化碳浓度,使植物组织为进行正常生命活动所必需的合成代谢降到最低限度,分解代谢(呼吸作用)维持在供给正常生命活动所需能量的最小强度。这一贮藏方法称为气调贮藏法。

(4) 水分。这里的水分是指空气中的相对湿度和果蔬组织的含水量。对植物呼吸代谢影响而言,空气的相对湿度可能没什么影响,但会引起果蔬腐烂。同时微生物的呼吸很强,大量消耗空气中的氧并释放出大量二氧化碳,使贮藏环境气体条件恶化,引起贮藏的果蔬代谢异常,导致不良的贮藏效果。同样,果蔬本身的含水量越高,越容易感染微生物。就水分方面来说,空气相对湿度的高低会影响果蔬的水分蒸发,改变细胞组织的含水量,进而影响组织的生理变化和贮藏效果。

果蔬组织结构的特点是细胞和细胞之间的间隙大,细胞角质化层很小,并大多数呈单行排列,使果蔬水分容易蒸发而迅速凋萎。同时由于果蔬的蛋白含量较低,原生质的保水能力较低,呼吸和蒸发使果蔬容易减缩。空气流动,加速水分蒸发,所以贮藏时通常不宜有剧烈的空气流动。

从贮藏的角度出发,减少果蔬的含水量有利于贮藏,但为了保鲜,则宜保护水分免于损失。水分是进行正常代谢的环境条件,如原生质失水,使参与生化过程的酶失常,水解过程增加。果蔬细胞个大、间隙大、壁薄,贮藏时易失水。酶处于自由状态时,激活分解过程;而酶处于结合状态时,则失去激活分解过程的能力。果蔬组织发生凋萎时,组织的含水量低,有利于增加自由状态酶的比例,引起分解过程增加、呼吸加强、消耗增加、营养恶化,所以果蔬贮藏保鲜的综合要求是维持组织正常的含水量。

(5) 机械损伤。机械损伤能引起组织呼吸明显上升。受伤的果蔬呼吸强度明显增强,有如下两个原因:一是机械损伤增加了氧的通透性;二是损伤口周围的细胞进行着旺盛的生长和分裂,力图形成愈合组织,以避免其他未受伤的部分受损害,这些细胞分裂和生长需要大量原料和能源,受伤组织呼吸明显增强正是为了满足这种需要,人们称这种呼吸的加强为“伤呼吸”。例如马铃薯受伤后2~3天,它的呼吸强度是没有受伤时的5~6倍。此外,果蔬受伤后,从伤口流出大量营养物质,其中有丰富的糖、维生素和蛋白质等,都是微生物生长的良好条件,此时物大量在伤口处微生繁殖,呼吸强度大大提高,所以受伤严重的蔬菜易于发热,同时腐烂率较高。

3) 乙烯的生理作用及其调控

乙烯是加速果实成熟的调节物质,是一种植物激素。在成熟衰老时期,植物组织本身对乙烯的敏感性增加,使得乙烯成为调节果蔬成熟衰老过程最为重要的植物激素。

(1) 乙烯的主要生理作用。

① 提高果蔬的呼吸强度。对于呼吸跃变型果蔬,乙烯可以促进未成熟果蔬呼吸高峰提早到来,并引发相应的成熟变化,但对呼吸跃变峰值没有显著影响。对呼吸作用的影响只有一次,外源乙烯处理必须在果蔬成熟以前,处理之后果蔬内源乙烯便有自动催化作用。对于非呼吸跃变型果蔬,呼吸强度也受乙烯影响,当施用外源乙烯处理时,乙烯浓度与呼吸强度成正比,而且在果蔬的整个发育过程中呼吸强度对外源乙烯都有反应,每施用一次,都会有一个呼吸高峰出现。

② 促进果蔬成熟。所有果蔬在发育期间都会有微量乙烯产生。呼吸跃变型果蔬在果实未成熟时乙烯含量很低,通常在果实进入成熟和呼吸高峰出现之前乙烯含量开始增加,并且出现一个与呼吸高峰类似的乙烯高峰,同时果实内部的化学成分也发生一系列的变化。非呼吸跃变型果蔬在整个发育过程中乙烯含量没有很大的变化,在成熟期间乙烯产生量比呼吸跃变型果蔬少得多。

果蔬对乙烯的敏感程度与果实的成熟度密切相关,许多幼果对乙烯的敏感度很低,要诱导其成熟,不仅需要较高的乙烯浓度,而且需要较长的处理时间。随着果实成熟度的提高,果蔬对乙烯的敏感度也越来越高。要抑制呼吸跃变型果实的成熟,必须在果实内源乙烯的浓度达到启动成熟浓度之前就采取相应的措施,这样才能够延缓果实的成熟和延长贮藏寿命。另外,排出乙烯可延迟果实的成熟。例如,用气密性塑料袋包装绿熟香蕉,在袋内放置用饱和的高锰酸钾处理过的砖块或珍珠岩吸收乙烯,可以延缓香蕉的成熟;用减压贮藏提高乙烯的扩散率,降低果实内乙烯的分压,同样可以延缓果实的成熟。用外源乙烯处理可诱导和加速果实成熟。某些水果如巴梨、香蕉等,如到自然成熟后再来采收,由于很快过熟而无法保存,一般可在果实变为淡绿色尚未转黄、质地尚硬时采收,然后在消费前用乙烯催熟。番茄也可以提前采收,然后用乙烯催熟。但人工催熟水果的质量达不到水果自然成熟的水平。

(2) 抑制乙烯生成和作用的措施。为了延缓果蔬采收后的成熟与衰老,要尽量控制贮藏环境中乙烯的生成,并设法抑制其作用或将其排出。可以采用如下措施。

① 合理拣选,将有病虫害和机械损伤的果实剔除。

② 不要将乙烯释放量少的非呼吸跃变型果实以及对乙烯敏感的果实与大量释放乙

烯的果实混合贮藏和运输。

③ 控制贮藏环境条件,抑制乙烯的生成和作用。降低氧的浓度,提高二氧化碳的浓度。在不至于造成果实冷害和冻害的前提下,尽量降低贮藏温度。

④ 排除或吸收贮藏环境中的乙烯,可采取通风排除乙烯或用乙烯吸收剂等方法。

四、食品的分类

食品实际上包括了从自然资源及后期加工产品中分离出来的,作为人类食物的形态各异的一大类物质。从组成来看,大部分食品都属于复杂的混合物,组成中不仅有无机物、有机物,还包括有细胞结构的生物体。

我国的饮食文化发达,食品种类繁多,至今尚无统一的、规范的分類方法。市场上的食品有多种多样的名称,如豆制品、肉制品、奶制品、膨化食品、腌制食品、休闲食品等。其实,这些食品名称出自不同的食品分类方法。不同的分类方法有不同的分类标准或判别依据。

1. 按原料来源分类

(1) 植物性食品原料:包括稻米及其制品;麦、面及其制品;淀粉及其制品;豆类制品;果品、蔬菜、植物油脂及其制品。

(2) 动物性食品原料:包括家畜、家禽、水产品等,以及蛋类和奶类。

(3) 此外,还有矿物性食品原料:包括各种矿泉水和食盐等。

一种原料往往可以用来制成多种产品,而一种产品又往往需要多种原料。因此按原料的分类方法不能涵盖所有的食品,尚需其他分类方法。

2. 按食品的形态分类

按食品的形态上,食品可分为液状食品、凝胶状食品、凝脂状食品、细胞状食品、纤维状食品和多孔质食品。也有人把它分为液状食品(包括可流动的溶液胶体、泡沫和气泡)和固体半固体状食品(粉体、半固体、固体泡、组织细胞等)。

3. 按种类分类

(1) 软饮料(包括纯净水、碳酸饮料、果蔬汁饮料、乳饮料、植物蛋白饮料、茶饮料、功能性饮料等)。

(2) 乳制品(包括纯牛奶、酸乳、乳粉、冰淇淋等)。

(3) 肉制品(包括西式肉制品、中式肉制品等)。

(4) 大豆制品(包括大豆粉、大豆蛋白、豆腐等)。

(5) 果蔬制品(包括速冻果蔬、干制果蔬、腌制果蔬、果蔬汁、果酱和果冻等)。

(6) 方便食品(包括方便主食、速冻食品等)。

(7) 焙烤食品(包括面包、饼干、糕点等)。

(8) 糖果和巧克力(包括各种糖果和巧克力制品)。

(9) 调味品(包括食用香料、发酵类调味品、复合调味品等)。

(10) 酒类(包括啤酒、白酒、黄酒、葡萄酒、米酒等)。

4. 按食品的营养成分特点分类

(1) 谷类食品:主要提供碳水化合物、植物性蛋白质、B族维生素和烟酸。

(2) 动物性食品：主要提供动物性蛋白质、脂肪、无机盐和维生素 A、B₂、B₁₂ 等。

(3) 豆类加工食品：主要提供植物性优质蛋白质、脂肪、无机盐、B 族维生素和植物纤维。

(4) 蔬菜、水果及其加工品：主要提供膳食纤维、无机盐、维生素 C 和胡萝卜素。

(5) 食用油脂：主要提供脂肪、必需脂肪酸、脂溶性维生素和热量。

(6) 糖和酒类：主要提供热能、糖，还能提供某些无机盐。

5. 按食品受污染程度分类

这种分类包括一般食品、绿色食品和生态食品。在绿色食品生产过程中，允许一定量的农药、化肥、激素、抗生素等的使用。在生态食品的生产过程中，严禁使用这类物质。

6. 现代食品的分类

(1) 粮食及制品：指各种原粮、成品粮以及粮食加工制品，包括方便面等。

(2) 食用油：指植物和动物性食用油料，如花生油、大豆油、动物油等。

(3) 肉及其制品：指动物性生、熟食品及其制品，如生、熟畜肉和禽肉等。

(4) 消毒鲜乳：指乳品厂(站)生产的经杀菌消毒的瓶装或软包装消毒奶，以及零售的牛、羊、马奶等。

(5) 乳制品：指乳粉、酸奶及其他属于乳制品类的食品。

(6) 水产类：指供食用的鱼类、甲壳类、贝类等鲜品及其加工制品。

(7) 罐头：将加工处理后的食品装入金属罐、玻璃瓶或软质材料的容器内，经排气、密封、加热杀菌、冷却等工序达到商业无菌的食品。

(8) 食糖：指各种原糖和成品糖，不包括糖果等制品。

(9) 冷食：指固体冷冻的即食性食品，如冰棍、雪糕、冰淇淋等。

(10) 饮料：指液体饮料和固体饮料，如碳酸饮料、汽水、果味水、酸梅汤、散装低糖饮料、矿泉饮料、麦乳精等。

(11) 蒸馏酒、配制酒：指以含糖或淀粉类原料，经糖化发酵蒸馏而制成的白酒(包括瓶装和散装白酒)和以发酵酒或蒸馏酒做酒基，经添加可食用的辅料配制而成的酒，如果酒、白兰地、香槟、汽酒等。

(12) 发酵酒：指以食糖或淀粉类原料经糖化发酵后未经蒸馏而制得的酒类，如葡萄酒、啤酒。

(13) 调味品：指酱油、酱、食醋、味精、食盐及其他复合调味料等。

(14) 豆制品：指以各种豆类为原料，经发酵或未发酵制成的食品，如豆腐、豆粉、素鸡、腐竹等。

(15) 糕点：指以粮食、糖、食油、蛋、奶油及各种辅料为原料，经烘烤、油炸或冷加工等方式制成的食品，包括饼干、面包、蛋糕等。

(16) 糖果蜜饯：以果蔬和糖类为原料，经加工制成的糖果、蜜饯、果脯、凉果和果糕等食品。

(17) 酱腌菜：指用盐、酱、糖等腌制的发酵或非发酵类蔬菜，如酱黄瓜等。

(18) 保健食品：指依据《保健食品管理办法》，称之为保健食品的产品类别。

(19) 新资源食品：指依据《新资源食品卫生管理办法》，称之为新资源食品的产品类别。

(20) 其他食品：未列入上述范围的食品或新制定评价标准的食品类别。

参照国家标准 GB/T 15091—1994, 加工食品共分为 18 类。

(1) 粮食制品：以粮食为主要原料加工制成的食品。

(2) 肉制品：以畜禽的可食部分为主要原料加工制成的食品。

(3) 食用油脂：可食用的甘油三脂肪酸酯的统称, 分为动物油脂和植物油脂。一般常温下呈液体状的称油, 呈固体状的称脂。

(4) 食糖：一般指用甘蔗或甜菜精制的白砂糖或绵白糖。食品工业用糖还有淀粉糖浆、饴糖、葡萄糖、乳糖等。

(5) 乳制品：以牛乳、羊乳等为主要原料加工制成的各种制品。

(6) 水产品：以可食的水生动植物(鱼、虾、贝、藻类等)为主要原料, 加工制成的食品。

(7) 水果制品：用栽培或野生鲜果(包括仁果类、核果类、浆果类、柑橘类、瓜类等)为主要原料, 加工制成的各种制品。

(8) 蔬菜制品：以新鲜蔬菜为主要原料制成的食品。

(9) 植物蛋白食品：以富含蛋白质的可食性植物为原料, 加工制成的各种制品。

(10) 淀粉制品：以淀粉或淀粉质为原料经过机械、化学或生化工艺加工制成的各种制品。

(11) 蛋制品：以禽蛋为原料加工制成的各种制品。

(12) 糕点：以粮食、食糖、油脂、蛋品为主要原料, 经调制、成型、熟化等工序制成的食品。

(13) 糖果：以白砂糖或淀粉糖浆为主要原料, 制成的固体甜味食品。

(14) 调味品：在食品加工及烹调过程中广泛使用的, 用以去腥、除膻、解腻、增香、调配滋味和气味的一类辅助食品, 如酱油、食醋、味精、香辛料等。

(15) 食用盐：以氯化钠为主要成分, 用于烹调、调味、腌制的盐。它分为精制盐、粉碎洗涤盐、普通盐及各种调味盐等。

(16) 饮料酒：乙醇含量在 0.5%~65.5%(体积分数)的饮料, 包括各种发酵酒、蒸馏酒及配制酒。

(17) 无酒精饮料：乙醇含量低于 0.5%(体积分数)的饮料, 包括碳酸饮料、果汁饮料、蔬菜汁饮料、乳饮料、植物蛋白饮料、饮用天然矿泉水、固体饮料和其他饮料等八类。

(18) 茶：用茶树鲜叶加工制成, 含有咖啡因、茶碱、茶多酚、茶氨酸等物质的饮品。

第二节 食品变质及影响因素

新鲜的食物在常温下(20℃左右)存放, 由于附着在食物表面的微生物和食物内所含酶的作用, 食物的色、香、味和营养价值会降低, 如果贮存过久, 食物会腐败或变质, 以致完全不能食用, 每年由于食物的腐败变质而引起的浪费是十分惊人的。引起食物腐败变质的因素按其属性可分为生物学因素、化学因素和物理因素, 每类因素中又包含诸多不同的引发食物腐败变质的因子。

一、食品腐败变质的常见类型

(一) 微生物引起的变质

自然界微生物分布极其广泛,几乎无处不在,而且生命力强,生长繁殖速度快。如果食品长期存放,即为微生物提供了良好的培养基,可使它们迅速生长繁殖,导致食品营养成分迅速分解,由高分子物质分解为低分子物质(如鱼体蛋白质分解,可部分生成三甲胺、四氢化吡咯、氨基戊醛等),食品质量随之下降,进而发生变质和腐败。因此在食品变质的原因中,微生物往往是最重要的。引起食品腐败的微生物种类很多,有细菌、酵母和霉菌,以细菌引起的最为显著。

我们把引起食品腐败的微生物称为腐败微生物,腐败微生物的种类及其引起的腐败现象主要取决于食品的种类、成分、加工以及贮藏环境等因素。食品成分,尤其是动物和植物性食物,如肉类、鱼类、蛋类和蔬菜等,由于含水分多、营养丰富,也为微生物的繁殖提供了良好的环境。为了很好地保藏食品,要掌握微生物繁殖和生长的条件,以便更好地采取措施抑制微生物繁殖,达到保持食品原有的色、香、味的目的。

1. 微生物与蔬菜的腐败

由于新鲜蔬菜含有大量的可利用水分,且其 pH 值处于很多细菌的生长范围之内,因此细菌成为引起蔬菜腐败的常见微生物。由于蔬菜具有相对较高的氧化还原电势且缺乏平衡能力,因而引起蔬菜腐败的细菌主要是需氧菌和兼性厌氧菌。表 1-1 列出了蔬菜中常见的腐败菌及腐败特征。

表 1-1 蔬菜中常见的腐败菌及腐败特征

蔬菜种类	腐败菌类型	腐败特征
十字花科蔬菜(大白菜、青菜、甘蓝)、番茄、莴苣等	欧式杆菌	软腐病,病部呈水浸状病斑、微黄色,后扩大成黄褐色而腐烂,呈黏滑软腐状,并散发出恶臭味
十字花科蔬菜	鞭毛菌亚门霜霉属真菌	霜霉病,初期为淡绿色病斑,后逐渐扩大,转为黄褐色,呈多角形或不规则形,病斑上有白色霉层
番茄、茄子、辣椒、黄瓜、胡萝卜	半知菌亚门葡萄孢霉属真菌	灰霉病,病部灰白色,水浸状,软化腐烂,常在病部产生黑色菌核
番茄、马铃薯、茄子、辣椒	半知菌亚门链格孢霉属真菌	早疫病,又称轮纹病,病斑黑褐色,稍凹陷,有同心轮纹
辣椒、黄瓜、冬瓜、南瓜等	鞭毛菌亚门疫霉属真菌	疫病,初为暗绿色小斑块,水浸状,后形成黑褐色明显微缩的病斑,并产生不可见白色稀疏霉层
番茄	半知菌亚门地霉属真菌	酸腐病,病斑暗淡,油污水浸状,表面变白,组织变软,发出特有的酸臭味
瓜类、菜豆、辣椒	半知菌亚门刺盘报霉属真菌	炭疽病,病斑凹陷,深褐色或黑色,潮湿环境下病斑上产生粉红色黏状物

2. 微生物与水果的腐败

由于水果的 pH 值大多低于细菌生长的 pH 值范围,因此由细菌引起的水果腐败现象并不常见。水果的腐败主要是由酵母和霉菌引起的,特别是霉菌。表 1-2 为水果中常见的腐败菌及腐败特征。

表 1-2 水果中常见的腐败菌及腐败特征

水果种类	腐败菌类型	腐败特征
苹果、梨、葡萄、香蕉、 杧果、番石榴等	半知菌亚门炭疽属 真菌	炭疽病,初期病斑为浅褐色圆形小斑点,后逐渐扩大、变黑,趋凹陷,果软烂,高湿条件下病斑上产生粉红色黏状物
苹果、梨等	半知菌亚门小穴壳属 真菌	轮纹病,初期出现以皮孔为中心的褐色水浸状圆斑,斑点不断扩大,呈深浅相间的褐色同心轮纹,病斑不凹陷,烂果呈酸臭味
苹果、梨、柑橘等	半知菌亚门青霉素 真菌	青霉病或绿霉病,初期果实局部表面出现浅褐色病斑,稍凹陷,病部表面产生霉状块,初为白色,后为青绿色粉状物覆盖其上
苹果、梨	担子菌亚门胶锈菌属	锈病,初期为橙黄色小点,后期病斑变厚,背部呈淡黄色孢状隆起,散出黄褐色粉末(锈孢子),最后病斑变黑、干枯

3. 微生物与肉类的腐败

引起肉类腐败的微生物种类繁多,因肉类的加工及包装方法而异。在新鲜及冷藏的肉类中常见的微生物有假单胞菌属、黄杆菌属、小球菌属、五色杆菌属、产碱杆菌属及梭状芽孢杆菌属等细菌,有芽枝霉属、枝霉属、毛霉属、青霉属、根霉属及分枝孢霉属等霉菌,有假丝酵母属、丝孢酵母属及赤酵母属等酵母菌。采用真空包装的肉类中,占优势的微生物常常是乳酸菌。而咸肉中存在的微生物主要是霉菌,包括曲霉属、交链孢霉属、镰刀霉属、毛霉属、根霉属、葡萄孢霉属、青霉属等。引起腌火腿腐败的微生物主要有芽孢杆菌属、假单胞菌属、乳杆菌属、小球菌属及梭状芽孢杆菌属等。

微生物引起的肉类腐败现象主要有发黏、变色、长霉及产生异味等。发黏主要是由酵母菌、乳酸菌及一些革兰阴性细菌的生长繁殖所引起,当肉类表面细菌总数达到 $10^{7.5} \sim 10^8$ 个/cm² 时,即出现此现象。肉类的变色现象有多种,如绿变、红变等,但以绿变为常见。绿变有两种:一种是由 H₂O₂ 引起的绿变,另一种是由 H₂S 引起的绿变。微生物在引起肉类变质时,通常都伴随着各种异味的产生,如酸败味,因乳酸菌和酵母菌的作用而产生的酸味以及因蛋白质分解而产生的恶臭味等。一般当肉表面的菌数在 $10^7 \sim 10^{7.5}$ 个/cm² 时,即会产生异味。

4. 微生物与蛋类的腐败

带壳蛋类中常见的腐败微生物有假单胞菌属、不动菌属、变形杆菌属、产碱杆菌属、埃希杆菌属、小球菌属、沙门菌属、沙雷菌属、肠细菌属、黄色杆菌属及葡萄球菌属等细菌,有毛菌属、青霉属、单胞枝霉属、芽枝孢霉属等霉菌,而圆酵母属则是蛋类中发现的酵母菌。

污染蛋类的微生物从蛋壳上的小孔进入蛋内后,蛋会发生蛋白分解,系带断裂,蛋黄

因失去固定作用而移动,随后蛋黄膜被分解,蛋黄与蛋白混合成为散黄蛋,发生早期变质现象。散黄蛋被腐败微生物进一步分解,产生 H_2S 、吲哚等腐败分解产物,形成灰绿色的稀薄液并伴有恶臭,称为泻黄蛋,此时蛋已完全腐败。有时腐败的蛋类并不产生 H_2S 而酸臭,也不呈绿色或黑色而呈红色,且呈浆状或形成凝块,这是由于微生物分解糖而产生的酸败现象,称为酸败蛋。当霉菌进入蛋内并在蛋壳内壁和蛋白膜上生长繁殖时,会形成大小不同的霉斑,其上有蛋黏着液,成为黏壳蛋或霉蛋。

5. 微生物与水产品的腐败

健康新鲜的贝类肌肉及血液等处是无菌的,但鱼皮、黏液、鳃部及消化器官等处是带菌的。据 Shewan 测定的结果,鲭鱼体表面黏液中每平方厘米带有 $10^2 \sim 10^6$ 个细菌,每克鳃带菌 $10^3 \sim 10^7$ 个,肠内容物中每毫升带菌 $4 \times 10^6 \sim 8 \times 10^6$ 个。

海水鱼中常见的腐败微生物有假单胞菌、无色杆菌、摩氏杆菌、黄色杆菌、小球菌、棒状杆菌及葡萄球菌等。海水鱼中的腐败微生物种类将随渔获海域、渔期及渔获后处理方法的不同而不同;虾等甲壳类中的腐败微生物主要有假单胞菌、不动细菌、摩氏杆菌、黄色杆菌及小球菌等;而牡蛎、蛤、乌贼及扇贝等软体动物中常见的腐败微生物包括假单胞菌、无色杆菌、不动细菌、摩氏杆菌等;淡水鱼中自带的腐败微生物除海水鱼中常见的那些细菌,还有产碱杆菌属、产气单胞杆菌属、短杆菌属等细菌。

污染鱼贝类的腐败微生物首先在鱼贝类体表及消化道等处生长繁殖,使其体表黏液及眼球变得浑浊、失去光泽,鳃部颜色变灰暗,表皮组织也因细菌的分解而变得疏松,使鱼鳞脱落。同时,消化道组织溃烂,细菌即扩散进入体腔壁并通过毛细血管进入肌肉组织内部,使整个鱼体组织分解,产生氨、 H_2S 、吲哚、粪臭素、硫醇等腐败特征产物。一般当细菌总数达到或超过 10^6 个/g 时,从感官上即可判断鱼体已进入腐败期。

6. 微生物与冷冻食品的腐败

微生物是引起冷冻食品腐败的最主要原因。冷冻食品中常见的腐败微生物主要是嗜冷性菌及部分嗜温性菌,有些情形下还可发现酵母菌和霉菌。在嗜冷性菌中,假单胞菌(I群,II群,III群,IV群)、黄色杆菌、无色杆菌、产碱杆菌、摩氏杆菌、小球菌等是普遍存在的腐败菌。而在嗜温性菌中,较为重要的是金黄色葡萄球菌、沙门氏菌及芽孢杆菌等。冷冻食品中常见的酵母菌有酵母属、圆酵母属等,常见的霉菌有曲霉属、枝霉属、交链孢霉属、念珠霉属、根霉属、青霉属、镰刀霉属及芽枝霉属等。

冷冻食品中存在的腐败微生物的种类与食品种类及所处温度等因素有关。比如冷藏肉类中常见的微生物包括沙门氏菌、无色杆菌、假单胞菌及曲霉、枝霉、交链孢霉等,而冷藏鱼类中常见的微生物主要是假单胞菌、无色杆菌及摩氏杆菌等。另外虽然同是鱼类,但是微冻鱼类的主要腐败微生物是假单胞菌(I群,II群)、摩氏杆菌、弧菌等;冻结鱼类的主要腐败菌是小球菌、葡萄球菌、黄色杆菌、摩氏杆菌及假单胞菌等,它们之间存在着明显的差异。

冷冻食品中微生物存在的状况还要受氧气、渗透压、pH 值等因素的影响。例如在真空下冷藏的食品,其腐败菌主要为耐低温的兼性厌氧菌,如无色杆菌、产气单胞杆菌、变形杆菌、肠杆菌,以及厌氧菌如梭状芽孢杆菌等。

7. 微生物与干制食品的腐败

干制食品具有较低的水分活度,使大多数微生物不能生长,但是也有少数微生物可以在干制食品中生长,主要是霉菌及酵母菌,而细菌较为少见。

8. 微生物与食物中毒

某些微生物在引起食品腐败的同时还会导致食物中毒现象,这些微生物被称为病原菌或食物中毒菌。因污染了病原菌而引起的食物中毒也称细菌性食物中毒,包括感染型食物中毒和毒素型食物中毒两类。引起感染型食物中毒的细菌主要是沙门氏菌、病原性大肠菌、肠炎弧菌等。其共同特点是食用含有大量上述病原菌的食物后引起人体消化道的感染从而导致食物中毒。而引起毒素型食物中毒的细菌主要有葡萄球菌、肉毒杆菌等。这类食物中毒的共同特点是食物污染了上述细菌后,在适宜的条件下繁殖并产生毒素,人体在摄入这些食物之后就会引起中毒。

相对而言,毒素型食物中毒比感染型食物中毒更需引起注意。因为引起感染型食物中毒的病原菌容易通过加热杀灭,而毒素型食物中毒菌虽可通过加热杀灭,但其产生的某些毒素却有较强的耐热性,如金黄色葡萄球菌所产生的肠毒素,在 120 °C 下处理 20 min 仍不能被完全破坏。

另外,还有些病原菌引起的食物中毒既不完全属于毒素型,也不完全属于感染型,被称为中间型食物中毒。能够引起此类食物中毒的病原菌主要是肠球菌、魏氏杆菌及亚利桑那菌等。

(二) 化学因素引起的变质

食品 and 食品原料是由多种化学物质组成的,绝大部分为有机物质和水分,另外还含有少量的无机物质。蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素、色素等有机物质的稳定性差,从原料生产到贮藏、运输、加工、销售、消费,每一环节无不涉及一系列的化学变化。有些变化对食品质量产生积极的影响,有些则产生消极的甚至有害的影响,导致食品质量降低。其中对食品质量产生不良影响的化学因素主要有酶的作用、非酶褐变、氧化作用等。

1. 由酶引起的变质

酶是生物体内的一种特殊蛋白质生物催化剂,其与被作用的基质结合形成一定的中间产物后,基质分子内建的结合力便会减弱,从而降低反应的活化能,酶能促使化学变化的发生而不消耗自身,具有高度的催化活性。绝大多数食品来源于生物界,尤其是鲜活食品和生鲜食品,在其体内存在着具有催化活性的多种酶类,因此食品在加工和贮藏过程中由于酶的作用,特别是由于氧化酶类、水解酶类的催化会发生多种多样的酶促反应,造成食品色、香、味和质的变化。另外,微生物也能够分泌导致食品发酵、酸败和腐败的酶类,这些酶与食品本身的酶类一起作用,加速食品变质腐败的发生。

无论是动物性食品或是植物性食品,它们本身都含有酶,进行生化反应的速度随食品的种类而不同。例如,鱼类引起本身组织酶的作用,在相当短的时间内经过一系列中间变化,使蛋白质水解为氨基酸和其他含氮化合物及非含氮化合物,脂肪分解生成游离的脂肪酸,糖原酵解成乳酸。鱼体组织中氨基酸类物质的增多,为腐败微生物繁殖提供了有利条件,使鱼类的品质急剧变坏以致不能食用,这是酶引起的不良作用。畜肉生化过程进行缓

慢,牲畜经屠宰放血后,停止对肌肉细胞供给氧气,破坏了肌肉组织的新陈代谢及正常的生理活动,体内氧化酶的活动减弱,自行分解的酶活动加强,在有机磷化物参与下自行分解的酶很快将糖原变成乳酸,磷化物形成正磷酸。乳酸和磷酸的积聚,使肉呈酸性反应,这时肉呈僵硬状态,坚硬干燥,不易煮烂。僵硬以后肉中乳酸量继续增加使肌肉变得柔软富有汁液,具有肉香味,较易煮烂。从僵硬到柔软的过程称为肉的成熟,虽然肉的成熟能改善肉类本身的质量和风味,但也为肉的腐败创造了条件。原因是经过成熟的肉呈酸性,不利于腐败细菌的繁殖,但如果继续在较高温度条件下保存,蛋白质在蛋白酶的作用下分解产生氨,使肉呈碱性,为腐败细菌创造了有利的生长环境,引起肉类腐败变质。

蔬菜类蛋白质含量少的食品由于氧化酶的催化,促进了呼吸作用,由绿色新鲜变得枯萎发黄失去原有的风味;同时呼吸作用的加强、温度的升高,加速了蔬菜的腐败变质。另外霉菌、酵母、细菌等微生物对食品的腐败作用也是这些微生物活动过程中产生的各种酶引起的缘故。

常见的与食品变质有关的酶主要是脂肪酶、蛋白酶、果胶酶、淀粉酶、过氧化物酶、多酚氧化酶等。因酶的作用引起的食品腐败变质现象中较为常见的是果蔬的褐变、虾的黑变、脂质的水解和氧化以及鱼类、贝类的自溶作用和果蔬的软烂等。

2. 由非酶引起的变质

引起食品变质的化学反应大部分是由于酶的作用,但也有一部分不与酶直接有关,如油脂的酸败。

(1) 氧化作用:当食品中含有较多的不饱和化合物,诸如不饱和脂肪酸、维生素等在贮藏、加工及运输等过程中又经常与空气接触时,氧化作用将成为食品变质的重要因素。这会导致食品的色泽、风味变差,营养价值下降及生理活性丧失,甚至会生成有害物质。

油脂与空气直接接触,发生氧化反应,生成醛、酮、酸、内酯、醚等化学物质,并且油脂本身黏度增加,相对密度增加,出现令人不愉快的“哈喇”味,称为油脂的酸败。除油脂酸败以外,维生素C很容易被氧化成脱氢维生素,若脱氢维生素C继续分解,生成二酮古乐糖酸,则失去维生素C的生理作用。番茄色素由8个异戊二烯结合而成,由于其中有较多的共轭双键,故易被空气中的氧所氧化(胡萝卜素色素也有此性质)。综上所述,无论是微生物引起的食品变质,还是由酶或者非酶因素引起的变质,在低温环境下均会被延缓、减弱,但低温并不能完全抑制微生物的作用,即使在冻结点以下的低温时,食品进行长期贮藏,其质量仍然有所下降。

(2) 非酶褐变:主要有美拉德反应(Maillard reaction)引起的褐变、焦糖化反应引起的褐变以及抗坏血酸氧化引起的褐变等,这些褐变常常由于加热及长期的贮藏而发生。

由葡萄糖、果糖等还原性糖与氨基酸引起的褐变反应称为美拉德反应,也称为羧氨反应。美拉德反应所引起的褐变与氨基化合物和糖的结构有密切关系,含氮化合物中的胺、氨基酸中的盐基性氨基酸反应活性较强。糖类中凡具有还原性的单糖、双糖(麦芽糖、乳糖)都能参加美拉德反应,反应活性戊糖(木糖)最强,己糖次之,双糖最低。褐变的速度随温度升高而加快,温度每上升 10°C ,反应速率增加 $3\sim 5$ 倍。食品的含水率高,则反应速率加快,如果食品完全脱水干燥,则反应趋于停止,但制品吸湿受潮时会促进褐变反应。美拉德反应在酸性和碱性介质中都能进行,但在碱性介质中更易发生,一般是随介质的

pH 值升高而反应加快。因此,高酸性介质不利于美拉德反应进行。光线,氧及铁、铜等金属离子都能促进美拉德反应。

另外,氧气的存在也有利于需氧性细菌、产膜酵母菌、霉菌及食品害虫等有害生物的生长,同时也能引起罐头食品中金属容器的氧化腐蚀,从而间接地引起食品变质。

(三) 其他生物学因素

害虫和鼠类对食品保藏有很大的危害性,不仅造成保藏损耗加大,而且随着繁殖迁移,它们排泄的粪便、分泌物和尸体等还会污染食品,甚至传染疾病,从而使食品的卫生质量受损,严重者甚至丧失商品价值,造成巨大的经济损失。

1. 害虫

害虫的种类繁多,分布较广,并且躯体小、体色暗、繁殖快、适应性强,多隐居于缝隙、粉屑或食品组织内部,所以一般的食品仓库中都可能有害虫存在。对食品危害性大的害虫主要有甲虫类、蛾类、蟑螂类和蜻类。例如危害禾谷类粮食及其加工品、水果蔬菜的干制品等的害虫主要是象虫科的米象、谷象、玉米象等甲虫类。

2. 鼠类

鼠类是食性杂、食量大、繁殖快和适应性强的啮齿类动物。鼠类有咬啮物品的习性,对包装食品及其他包装物品均能造成危害。鼠类还能传播多种疾病,鼠类排泄的粪便、咬食物品的残渣也能污染食品和贮藏环境,使之产生异味,影响食品卫生,危害人体健康。防治鼠害要防鼠和灭鼠相结合。

二、引起食品腐败和变质的因素

(一) 微生物生长和繁殖的条件

微生物对食品的破坏作用与食品的种类、成分以及贮藏环境有关,尤其是动物和植物性食品,如肉类、鱼类、蛋类和蔬菜类,由于含水分多、营养丰富,也为微生物的繁殖提供了良好的环境。为了很好地保藏食品,要掌握微生物繁殖和生长的条件,以便更好地采取措施抑制微生物繁殖,达到保持食品原有的色、味的目的。

1. 水分

水分是微生物生命活动所必需的,是组成原生质的基本成分,微生物借助水进行新陈代谢。食品中的水分越多,细菌越容易繁殖。一般认为,食品含水率在 50% 以上时细菌才能正常繁殖,在 30% 以下时细菌繁殖开始受到抑制,当含水率在 12% 以下时细菌繁殖困难。当空气湿度达到 80% 以上时,食品表面含水率达 18% 左右,当食品含水率在 14% 以下时对某些霉菌孢子有一定的抑制作用,尽管选用水分较少的食品保藏,但若存放在湿度较大的环境中,食品表面水分增加,仍然会加速食品的发霉。因此,降低湿度有利于食品保藏。微生物在很浓的糖或盐的溶液中,因原生质失去水分而使微生物难以提取养料和排出体内代谢物,甚至原生质随即收缩而与外面的细胞壁相分离,还会产生蛋白质变性等现象,从而抑制微生物的生命活动,使微生物生命活动完全停止,甚至杀死微生物,所以人们常用盐腌和糖渍保存食品。用低温保藏食品,使食品内的水分结成冰晶,与腌制的效

果相仿。这两种情况都降低了微生物生命活动和实现生化反应所必需的液态水的含量,所不同的是,水在冻结过程中只是转变为冰,并不与食品分离,没有像腌制那样将水分去掉。

2. 温度

温度是生物生长和繁殖的重要条件之一,各种微生物各有其生长所需的温度范围,超过该范围会停止生长甚至终止生命。此温度范围对某种微生物而言,又可分为最低、最适和最高三个区域,在最适温度,微生物的生长速度最快。由于微生物种类的不同,其最适温度的界限也不同,根据其最适温度的界限,可将微生物分为嗜冷性微生物、嗜温性微生物、嗜热性微生物三种,大部分腐败细菌属于嗜温性微生物。由表 1-3 可知,如果温度超过微生物生长温度范围,对微生物有较明显的致死作用。

表 1-3 微生物对温度的适应性

类 别	最低温度	最适温度	最高温度	种 类
嗜冷性微生物	0	10~25	25~30	霉菌、水中细菌
嗜温性微生物	0~7	20~40	40~45	腐败菌、病原菌
嗜热性微生物	25~45	50~60	70~80	温泉、堆肥中的细菌

一般细菌在 100 °C 下可迅速死亡,而芽孢菌要在 121 °C 加压水蒸气作用下经过 15~20 min 才死亡。高温之所以能杀死微生物,主要是因为蛋白质受热凝固变性,立即终止它的生命活动。而低温不能杀死全部微生物,只能阻止存活微生物的繁殖,一旦温度升高,微生物的繁殖就逐渐旺盛起来。因此要防止由微生物引起的变质和腐败,必须将食品保存在稳定的低温环境中。

相对而言,细菌对低温耐力较差,在培养基冻结后部分细菌死亡,但很少见到全部细菌死亡的情况。嗜冷性微生物如霉菌或酵母菌最能忍受低温,即使在 -8 °C 的低温下,仍然发现有孢子的活动。大部分水中的细菌也都是嗜冷性微生物,它们在 0 °C 以下仍能繁殖。个别的致病菌能忍受极低的温度,甚至在温度 -44.8~-20 °C 下也仅受到抑制,只有少数死亡。冻结对微生物的低温致死作用,是由于生理过程不正常所引起的,原因是微生物对不良的环境条件不能适应,如在低温时,细胞中的类脂物变硬,减弱了原生质的渗透作用。此外,温度下降使细胞部分原生质凝固。由于在低温下,水结成冰,所生成的冰结晶对细胞有致命的影响,因此用低温来保藏食品,必须维持足够低的温度以抑制微生物的作用,使它失去分解食品的能力,达到低温贮藏食品的目的。

3. 营养物质

微生物和其他生物一样,也要进行新陈代谢。营养物质如乳糖、葡萄糖与盐类等简单物质,可直接通过微生物细胞膜渗透进入细胞内,而淀粉、蛋白质、维生素等有机物质,首先分解成简单物质,然后渗透到微生物细胞内。微生物对营养物质的吸收有选择性,如酵母菌喜欢糖类营养物,不喜欢脂肪,而一些腐败菌需要蛋白质营养物。

4. pH 值

微生物对培养基的 pH 值的反应是很灵敏的,在最适的 pH 值环境中微生物生长和

繁殖正常。大多数细菌在中性或弱碱性的环境中生长较适宜,霉菌和酵母则在弱酸的环境中较适宜。若培养基过酸或过碱,都能影响微生物对营养物质的吸收。当 pH 值不同时,组成原生质的半透膜的胶体所携带的电荷也不同,胶体在一定 pH 值下带正电荷,而在另一 pH 值下带负电荷,电荷的更换,引起某些离子渗透性的改变,影响了微生物的营养作用。若在培养基中加入某些化学药品,能使微生物立即死亡,如重金属盐类、酚类和酸类物质,能使原生质中蛋白质迅速凝固变性;加漂白粉、臭氧与氧化物,能使原生质中的蛋白质因氧化而破坏;醛类能使蛋白质中的氨基酸分解成更简单的物质;加高浓度的盐和糖能使原生质萎缩,而促使细胞质壁分离。不过化学药品只对营养细胞有效,对芽孢的作用则较弱。此外,放射线对微生物也能起杀灭作用,这主要是由于射线对细胞核质猛烈冲击的缘故。

(二) 影响酶作用的因素

1. 温度

酶的活性与温度有关,在一定温度范围内($0\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$),酶的活性随温度的升高而增大。即在低温时,酶的活性很小;温度升高,酶所催化的化学反应速度也随之加快;温度降低,则反应速度减慢。但酶是蛋白质,其本身也因温度升高而变性,使反应速度降低或完全失去其催化活性。在酶促反应中,提高温度使反应速度加快,但温度过高使酶失去活性,这两个相反的影响是同时存在的。在温度低时前者影响大,这时反应速度随温度上升而加快;当温度不断上升时,酶的变性成为主要矛盾,因此,酶的有效浓度逐渐降低,反应速度也减慢。一般在 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,酶开始被破坏,到 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 几乎所有酶都被破坏,故反应到达某高峰后,温度再升高,速度反而降低。与微生物一样,酶也有一个最适温度,在此温度下反应速度最大。降低温度也可以降低酶的反应速度,因此食品在低温条件下,可以防止由酶作用而引起的变质。低温贮藏要根据酶的品种和种类而定,一般要求在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温下贮藏,而对含有不饱和脂肪酸的多脂鱼类及其他食品,则需在 $-30\sim -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温中贮藏,以达到有效抑制酶的作用,防止氧化的目的。

2. 其他因素

pH 值、水分活度等因素也会影响酶促反应的进行。

(三) 物理因素

食品在贮藏和流通过程中,其质量总体呈下降趋势。质量下降的速度和程度除了受食品内在因素的影响外,还与环境中的温度、湿度、空气、光线等物理因素密切相关。

1. 温度

温度是影响食品质量变化最重要的环境因素,它对食品质量的影响表现在多个方面。食品中的化学变化、酶促反应、鲜活食品的生理作用、生鲜食品的僵直和软化、微生物的生长繁殖、食品的含水率及水分活度等无不受温度的制约。温度升高引起食品腐败变质的主要表现是,影响食品中的化学变化和酶催化的生物化学反应速度以及微生物的生长发育程度等。一般温度每升高 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$,化学反应速率增加 $2\sim 4$ 倍。故降低食品的环境温度,就能降低食品中的化学反应速率,延缓食品的质量变化,延长其贮藏寿命。

温度对食品的酶促反应比对非酶反应的影响更为复杂,这是因为一方面温度升高,酶促反应速率加快;另一方面当温度升高到使酶的活性被钝化时,酶促反应就会受到抑制或停止。

淀粉含量多的食品,要通过加热使淀粉 α 化后才能食用。放置冷却后, α 化淀粉会老化,产生回生现象。 α 化淀粉在 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上迅速脱水至 10% 以下可防止老化,如挤压食品等就是利用此原理加工而成的。

2. 水分

水分不仅影响食品的营养成分、风味和外观形态的变化,而且影响微生物的生长发育和各种化学反应的进行,因此食品的含水率和水分活度与食品质量的关系十分密切。

食品所含的水分分为结合水和自由(游离)水,但只有自由水才能被微生物酶和化学反应所利用,可用水分活度来估量。微生物的活动与水分活度密切相关,低于某一水分活度时,微生物便不能生长繁殖。

由于水分的蒸发,一些新鲜果蔬等食品会出现外观萎缩、鲜度和嫩度下降等现象。

3. 光线

光线照射也会促进化学反应,如脂肪的氧化、色素的褪色、蛋白质的凝固等,均会因光线的照射而加速反应。因此食品一般要求避光贮藏或用不透光的材料包装。

4. 氧气

空气组分中约 78% (体积分数)的氮气对食品不起什么作用,而只占 20% (体积分数)左右的氧气因其性质非常活泼,能引起食品中多种变质反应和腐败。首先,氧气通过参与氧化反应对食品的营养物质(尤其是维生素A和维生素C)、色素、风味物质和其他组分产生破坏作用。其次,氧气还是需氧微生物生长的必需条件,在有氧条件下,由微生物繁殖而引起的变质反应速度加快,食品贮藏期缩短。

5. 其他因素

除了上述因素外,还有许多因素能导致食品变质,包括机械损伤、环境污染、农药残留、滥用添加剂和包装材料等,这些因素引起的食品变质现象不但普遍存在,而且十分重要,特别是农药残留、滥用添加剂引起的食品变质现象呈越来越严重的趋势,必须引起高度重视。

综上所述,引起食品腐败变质的原因多种多样,而且常常是多种因素共同作用的结果。因此必须清楚了解各种因素及其作用特点,找出相应的防止措施,从而应用于不同的食品原料及其加工制品中。

【复习思考题】

一、名词解释

水分活度; 有氧呼吸; 无氧呼吸

二、思考题

1. 食品中水分的存在形式有哪些? 水在食品内的功能有哪些?
2. 水分活度与微生物生长繁殖的关系如何?
3. 果蔬进入成熟后有哪些变化?

4. 微生物引起食品腐败变质的现象非常常见,叙述影响微生物生长繁殖的因素有哪些。
5. 简述引起食品腐败变质的化学因素及其特性。

【即测即练】

