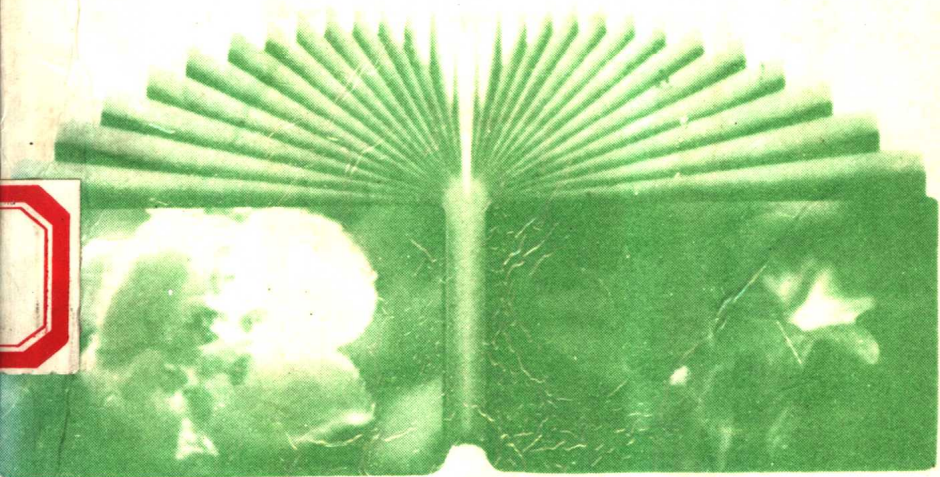


食品包装与保鲜

奚国泉 主编
刘培刚



中国商业出版社

国内贸易部教育司推荐教材

食品包装与保鲜

奚国泉 主编

中国商业出版社

(京)新登字 073 号

图书在版编目(CIP)数据

食品包装与保鲜/奚国泉著. —北京:中国商业出版社,
1995.5

ISBN 7-5044-2346-7

I. 食… I. 奚 III. ①食品包装—理论 ②食品保鲜
—食品贮藏 IV. ①TS206 ②TS205

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 09186 号

责任编辑:金·贤 张 辉

装帧设计:郭同桢

责任校对:刘培刚

中国商业出版社出版发行

(100053 北京广安门内报国寺1号)

新华书店总店北京发行所经销
蚌埠中发书刊发行有限责任公司激光照排
安徽省煤田地质局制图印刷厂印刷

787×1092毫米 32开 15印张 324千字

1995年5月第1版 1995年5月第1次印刷

印数:1—05000册 定价:14.80元

* * * *

(如有印装质量问题可更换)

绪 言

一、食品包装与贮藏保鲜技术发展简史

“民以食为天”。食品包装与贮藏保鲜技术在促进人类饮食文化进步,改善人类食物状况,满足人类食用需要等方面经历了一个漫长的发展过程。从上古时代到近代的发展过程中,食品贮藏保鲜出现了两次重大技术改革,并由此产生了食品包装技术一系列的改革。第一次是 19 世纪后半期的罐藏、人工干燥、冷冻三大主要贮藏技术的出现和应用;第二次是 20 世纪以来快速冷冻和解冻技术以及冷藏气调、辐射保藏和化学保藏等新技术的发展。在 19 世纪前半期,虽然食品贮藏保鲜技术也有了一定的进展,但是当时的贮藏技术基本上还是以日晒干燥、烟熏、盐藏、糖藏和天然冰藏为主,只是到了 19 世纪后半期才出现了以罐藏、人工干燥、冷冻技术为代表的三种主要贮藏方法。这些新技术的应用,说明了食品贮藏已由过去主要依靠自然气候条件进入人工控制条件的贮藏阶段,在很大程度上克服了人们贮藏食品对自然界的依赖性,这是食品包装与贮藏保鲜史上的一次质的飞跃,对于人类饮食文化的发展产生了巨大的影响。

食品冷冻贮藏法是从 1875 年德国的林达设计的氨气体

压缩式冷冻机开始,以机械制冰代替了过去的天然冰,使冰藏法发展成为冷冻贮藏法。由于低温在控制食品劣变方面的效果显著,从而大大延长了食品的贮藏寿命。

罐藏是在 1804 年由法国的阿培尔发明,于 1847 年完成了罐头食品工业化生产。1832 年,由法国巴斯德阐明了食品腐败的原因是由于细菌的作用,这样才为高温灭菌和密封罐藏法奠定了科学理论基础。

热风干燥技术是在 1600 年左右提出的,直到 1800 年才有手工干燥蔬菜和水果的技术应用。

1916 年德国的普兰克提出了食品的快速冷冻方法,1929 年设计了多极冷冻式装置,结合食品冻结贮藏和解冻方法的研究,进一步提高了冷冻食品的质量。

1922 年英国的凯德研究了气体贮藏法,这种方法常与冷藏方法结合在一起,又称为 CA 贮藏,对于贮藏蔬菜、水果等鲜活食品具有良好的效果。

辐射贮藏是原子能和平利用的重要方面。这种方法利用放射线的高能量进行贮藏,具有“冷杀菌”的独特贮藏效果,因而在食品贮藏中已广泛用于食品灭菌、杀虫、防止和抑制某些蔬菜的萌芽变质等方面,效果显著。

随着食品贮藏保鲜技术的发展,食品包装也发生了相应的变化。古代采取了烟熏、腌制、盐渍、浓缩和脱水等方法,并采用陶瓷、竹木等容器包装食品。1804 年,随着罐藏工业的发展,法国成功地采用了玻璃罐包装食品,1871 年日本制造了金属罐装食品罐头。1940 年美国开始研究蒸煮食品,1950 年研究成功了蒸煮食品的软包装,到 1972 年,蒸煮袋包装食品实现了商品化,近年来国外还出现了可烘烤纸盘包装食品,可

将纸盘连同食品一起送入微波炉中加热煮熟。

近年来,一些技术发达国家都在开发和应用食品的保鲜技术。对活鲜食品和生鲜食品采用功能性塑料薄膜和复合结构的包装材料,结合真空、充气和气调技术对食品进行防护包装,以达到保持食品新鲜度,并延长食品贮存期的目的。

二、食品包装与贮藏保鲜课程的研究内容

食品包装和贮藏保鲜课程主要研究各类食品的贮藏性能,贮藏中的质量变化及其影响质量变化的因素;根据食品贮藏原理和食品的贮藏性能选择适当的贮藏包装方式和方法,最大限度地保持食品的原有质量,降低损耗,节省费用,促进商品流通,满足人民对食品日益增长的需要。

食品包装与贮藏保鲜是一门涉及多学科的应用技术,是食品科学的一个重要组成部分,它与食品化学、食品微生物、食品工艺学、食品生物化学等均有着密切的联系。因此,本课程的学习,应建立在对上述课程很好地理解和掌握的基础上。

目 录

绪 言	(1)
第一章 食品保藏与包装的基础理论	(1)
第一节 食品贮藏中的生理变化和生物化学变化	(1)
第二节 食品保藏中主要化学成分的变化	(9)
第三节 食品保藏中微生物引起的质量变化	(32)
第四节 温度对食品品质稳定性的影响	(41)
第五节 食品水分的变化对食品品质 稳定性的影响	(54)
第二章 食品低温贮藏	(81)
第一节 食品低温贮藏的原理	(81)
第二节 食品的冷却	(85)
第三节 食品的冻结	(90)
第四节 食品低温贮藏管理	(98)
第五节 低温食品的回热与解冻	(106)
第三章 食品气调贮藏	(116)
第一节 食品气调贮藏的原理	(116)
第二节 气调贮藏的设备	(120)
第三节 气调贮藏的管理	(131)
第四章 食品干燥贮藏	(138)
第一节 食品干燥贮藏的特点	(138)
第二节 食品干制的机理	(145)
第三节 食品干燥方法	(156)
第四节 干燥食品的贮藏管理	(168)
第五章 食品罐藏	(171)
第一节 装罐、排气和密封	(171)

第二节	杀菌和冷却	(185)
第三节	罐头的败坏、腐蚀和罐头的检查、贮存	(213)
第六章	食品辐射贮藏	(222)
第一节	辐射的概念及食品辐射装置	(222)
第二节	食品辐射的效应与辐射保藏原理	(229)
第七章	食品化学贮藏	(246)
第一节	食品防腐剂	(247)
第二节	食品杀菌剂	(252)
第三节	食品抗氧化剂与脱氧剂	(258)
第八章	食品腌渍和烟熏贮藏	(267)
第一节	食品腌渍与烟熏的原理	(267)
第二节	腌制品与烟熏制品色香味的形成	(279)
第三节	食品腌渍和烟熏方法及其贮藏原理	(288)
第九章	仓库害虫与鼠类的防治	(302)
第一节	仓库害虫和鼠类的危害	(302)
第二节	仓库害虫及其防治	(303)
第三节	鼠类及其防治	(316)
第十章	食品的包装	(323)
第一节	食品包装的作用	(323)
第二节	食品包装材料和容器	(330)
第三节	食品包装技术	(367)
第十一章	各类食品的保藏	(380)
第一节	果品蔬菜的保藏	(380)
第二节	肉类食品的保藏	(419)
第三节	蛋类食品的保藏	(437)
第四节	水产品的保藏	(453)
第五节	粮油食品的保藏	(465)

第一章 食品保藏与包装的基础理论

第一节 食品贮藏中的生理变化和生物化学变化

食品的生理变化是指蔬菜、水果、鲜蛋、活鱼等鲜活食品以及粮食中的原粮所进行的呼吸生理活动;食品的生物化学变化则是指畜、禽、鱼肉等生鲜食品所发生的死后僵直和软化等变化。

一、鲜活食品的呼吸作用

自然界一切生物的生命活动和新陈代谢过程都需要有不断的能量消耗和补充,这些能量是从蕴藏于有机物的化学潜能获得的。碳水化合物、脂肪和蛋白质属于生物体内存在的能源物质,它们的化学潜能需要通过生物氧化作用才能释放出来。呼吸作用便是生物体的活细胞中复杂能源物质在多种酶系统(主要是氧化还原酶)的参与下逐步降解为简单物质释放能量的过程。呼吸作用的化学实质是有机物的缓慢生物氧化,其功能则是以有机物释放的能量和某些中间产物供给生物体进行生理活动和新陈代谢的需要。

鲜活食品的呼吸作用有两种类型:有氧呼吸和缺氧呼吸。

有氧呼吸是鲜活食品的正常呼吸作用,它是有氧条件下对能源有机物彻底生物氧化的过程。以己糖为基质时,每分子

己糖降解为 6 分子二氧化碳和 6 分子水,并释放 2707.0kJ 热量。缺氧呼吸是在缺乏供氧条件下,利用基质分子内的氧对能源有机物不彻底生物氧化的过程。每分子己糖经过缺氧呼吸可生成 2 分子乙醇和 2 分子二氧化碳以及 117.2kJ 的热量。呼吸作用产生的能量并不能为活组织细胞完全利用,而大部分能量以呼吸热的形式释放出来。

根据实验证明,生物体(包括活鲜食品)可以通过糖酵解、三羧酸循环、戊糖磷酸等多种呼吸代谢途径获得必要的能量,其中糖酵解—三羧酸循环是生物体主要的呼吸代谢途径。在这一呼吸代谢途径中大致分为两个阶段。第一阶段为糖酵解,即 EMP 途径。此时基质的降解并不需要外界的氧,经与高能量的三磷酸腺苷(ATP)的磷酸化作用,使一分子己糖降解为二分子丙酮酸。第二阶段以丙酮酸为起点进行进一步降解的过程。丙酮酸是一种活性强的物质,在呼吸代谢途径中属于中枢性的中间产物,生物体内许多物质代谢途径均可通过丙酮酸相互连结起来。依照外界环境有无供氧条件,丙酮酸可转化为不同的产物,从而将呼吸作用区分为上述两种类型。有氧时,丙酮酸在烟酰胺腺嘌呤二核苷酸(NAD^+)和硫基辅酶 A ($\text{HS}-\text{CoA}$)作用下,脱羧、氧化成为乙酰辅酶 A ($\text{CH}_3\text{CO}\sim\text{SCoA}$),进入三羧酸循环,使代谢中间产物降解,脱羧产生二氧化碳,并通过呼吸链的中间传递体(辅酶 I、辅酶 II、细胞色素 C 等)使脱下的氢与氧结合成水,这便是有氧呼吸作用,也称为三羧酸循环途径或简称为 TCA 途径。缺氧时,丙酮酸则经脱羧酶作用变为乙醛,再由还原型烟酰胺腺嘌呤二核苷酸(NADH)加氢作用,将乙醛还原为乙醇(即酒精发酵),或者将丙酮酸还原为乳酸(即乳酸发酵),这便是发生在活鲜食品中

的缺氧呼吸作用。

呼吸作用与食品贮藏有密切关系。从活鲜食品的安全贮藏来讲,无论哪种呼吸作用类型的加强都在消耗食品的营养成分,同时由于呼吸热的产生和积累还会导致植物性活鲜食品的腐坏变质,尤其是缺氧呼吸中的乙醛和乙醇过多的积累,能使活组织细胞中毒而出现生理病害,缩短食品贮藏寿命。缺氧呼吸中乳酸的积累,常见于动物性生鲜食品的肌肉组织中,并在失活的畜、禽、鱼肉中含量急剧增加,由于乳酸降低 pH 值,从而影响生鲜食品的生化变化过程。但是,应该看到呼吸作用是活鲜食品最基本的生理变化,正常的呼吸作用和呼吸代谢途径的畅通而不受阻碍,不仅使活鲜食品获得必要的能量,维持其生命活动,而且也是一种自卫反应,它可以利用强大的生物氧化系统抵御外界微生物的侵染,防止生理病害的发生,所以在活鲜食品的贮藏中,应该做到保持有氧呼吸,防止产生缺氧呼吸,并将有氧呼吸控制在比较低的范围,这是贮藏活鲜食品应该掌握的基本原则。为此,就需对促进呼吸强度(以 $\text{CO}_2\text{mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ 或 $\text{CO}_2\text{ml}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ 表示)的有关因素(如温度、氧等)加以控制,如采取低温、降低空气中的氧分压和提高二氧化碳分压等措施进行贮藏。对于干燥状态的原粮应严格控制其安全水分含量,而对活鲜食品则应供给必需的氧气,这样可以收到较好的贮藏效果。

二、生鲜食品的僵直和软化

当活畜、活禽和活鱼屠宰或捕捞致死以后,它们的肌肉组织会发生一系列的生化变化过程(图 1—1)。其中按变化的先后顺序表现在畜、禽、鱼肉形态上的改变主要是死后的僵直和

软化。如果对畜、禽、鱼肉等生鲜食品贮藏管理不善,则会在软化以后由于微生物的繁殖而导致腐败变质使生鲜食品失去食用价值。

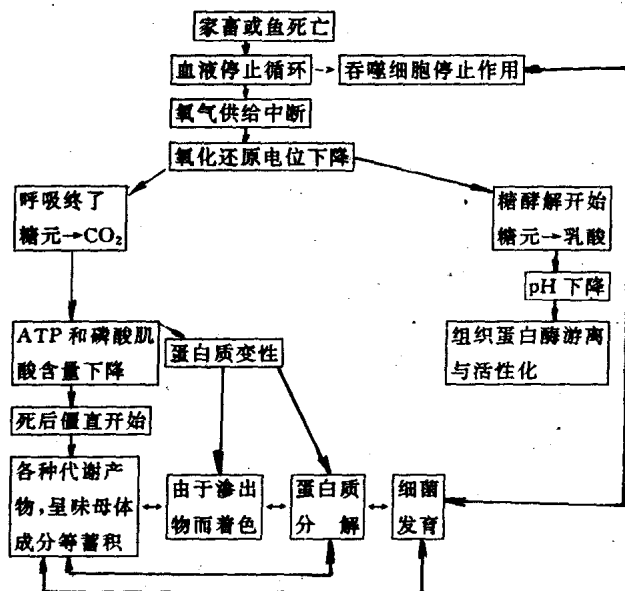


图 1—1 家畜及鱼死后的主要变化

(一) 生鲜食品的僵直

僵直又称为僵硬或尸僵,是畜、禽、鱼失去生命活动后的一段时间里肌肉丧失原有的柔软性和弹性而呈现僵硬的现象。

生鲜食品的僵直是一个复杂的连锁的生化变化过程。当动物死亡后,血液停止循环,肌肉组织细胞供氧中断,有氧呼吸转为缺氧呼吸即肌糖元沿糖酵解途径最终变为乳酸,使肌

肉 pH 值显著降低,同时肌肉中的磷酸肌酸(CP)消失而不能再生,当大部分磷酸肌酸消失后,三磷酸腺苷(ATP)随之迅速减少,此时肌肉收缩变硬,开始了动物死后的僵直过程。目前许多学者认为三磷酸腺苷消失与僵直的开始有密切的联系。兹将肌肉僵直过程中肌糖元酵解与 pH 值变化,三磷酸腺苷与磷酸肌酸含量降低以及肌肉蛋白质的变化等述之如下:

1. 肌糖元酵解与 pH 值的变化:肌糖元是动物体内的重要能源物质,在畜禽体中含量较高约为 0.5~1.0%,而鱼体含量较低,多者约为 0.25~0.5%,少者不及 0.1%。虽然随着肌糖元含量增加在死后动物肌肉中酵解的乳酸含量也增多,但是乳酸的生成量是有限度的,若以 pH 值表示,其最终下降的极限值为 pH5.3。这是因为当肌肉的 pH 值降至 5.3 时,降解肌糖元的糖酵解酶活性变弱的结果。畜、禽鱼肉的 pH 值下降极限值并不完全一致,一般正常的畜、禽、鱼活体中几乎不含乳酸,其 pH 值约在 7.2~7.4 之间,死后初期 pH 值为 7.0 左右,之后随着乳酸的生成和积累,pH 值迅速下降,其中畜、禽肉最低 pH 值为 5.3~5.5,而鱼肉因含肌糖元量少,所以 pH 值较高,约为 6.2~6.6。

随着 pH 值的下降,将会对肌肉中的酶系统活性产生影响,这不仅抑制了上述糖酵解酶活性使乳酸的生成量保持在一定的水平上,而且还对分解三磷酸腺苷的酶活性也有显著影响。所以肌糖元酵解产生的乳酸对死后肌肉的僵直关系很大,它是通过改变与酶系统活性相关的 pH 值以成为影响僵直的重要因素。如果畜、禽、鱼在死前作剧烈运动或挣扎,则因肌糖元含量减少而死后肌肉 pH 值也较高,例如畜、禽肉的 pH 值达 6.0~6.6,而鱼肉可高达 pH7.0,这时发生的僵直称

为碱性僵直。

2. 三磷酸腺苷和磷酸肌酸含量变化:在僵直的初期,随着肌肉 pH 值的降低,先是磷酸肌酸急速分解为磷酸和肌酸,之后三磷酸腺苷也逐渐减少,由于三磷酸腺苷是在磷酸化酶作用下分解的,该酶在 pH6.5 以下时活性增强,因而当肌肉 pH 值低于 6.5 时,三磷酸腺苷加速分解,其最终产物包括有腺嘌呤、核糖、一磷酸核糖、次黄嘌呤和氨等。

3. 蛋白质的变化:根据对动物肌肉收缩运动的研究,已知三磷酸腺苷在肌肉的主要蛋白质即肌球蛋白和肌动蛋白质的结合与分离上起着重要作用,但是在畜、禽、鱼死后的僵直过程中随着三磷酸腺苷的分解和消失将严重影响参与肌肉收缩运动的蛋白质性质,这便是目前关于解释动物死后僵直机理所提出的三磷酸腺苷消失学说。该学说认为,由于三磷酸腺苷含量的降低,使原来呈现松弛状态肌原纤维中互相分离的肌球蛋白和肌动蛋白逐渐结合在一起,并形成不能伸长的肌动球蛋白,即肌凝蛋白质,其结果使柔软而有弹性的肌肉变为僵直状态。从牛肉在 37℃ 条件下试验的结果,证明肌肉伸长度随着 pH 值降低,肌酸态磷和酸作用下不稳定的磷(主要来自三磷酸腺苷)含量减少而变弱。

畜、禽、鱼死后僵直期及开始的时间因动物种类、致死原因和温度等不同而异。一般是鱼类的僵直早于畜、禽类,带血致死的早于放血致死的,温度高的又早于温度低的。从死后达到僵直的时间来讲,鱼类为 1~4h,禽类为 6~12h,牛为 12~24h,猪为 36h。

处在僵直期的鱼,新鲜度最高,因而食用价值也大,而僵直期的畜、禽肉,由于弹性差,不易煮烂,缺乏香味,且消化率

低,而未达到最佳的食用品质。但是,从食品贮藏来讲,僵直期的肌肉 pH 值低,有利于控制腐败微生物的污染和发展,而且肌肉组织致密,作为主要成分的蛋白质尚未分解变化,基本上保持了肉类和鱼类原有营养价值,所以很适于冷冻贮藏的要求。

(二)生鲜食品的软化

软化是畜、禽、鱼肉僵直达到最高后进一步变化的结果,其特点是肌肉逐渐由硬变软,恢复弹性;由于蛋白质和三磷酸腺苷分解使肌肉变得多汁,并且有肉的芳香气味和滋味。这一变化对于改善畜、禽肉的食用品质有重要意义,所以畜、禽在食用之前应该使之完成软化,即所谓肉类的成熟作用。但是,对于鱼类,由于它肌肉含水量大,组织脆弱,属于冷血动物且往往受到水中微生物的污染等,一旦经过软化过程会降低其食用价值,甚至招致腐败变质,所以应防止鱼类死后发生软化过程。

软化又称自溶或自身分解,主要是由于肌肉中所含组织蛋白酶(即自溶酶)活性加强,引起畜、禽、鱼肉蛋白质分解的一种生化变化。组织蛋白酶在活的动物体中受到抑制而限制了它的作用,但是当动物死后,随着肌肉 pH 值下降,其活性开始加强,至 pH5.5 时其活性显著增强,此时蛋白质受到一定程度的分解,使僵直的肌肉逐渐变化,而软化后的肌肉在电子显微镜下观察,发现肌肉纤维呈现紊乱和断碎状态,分解产物多为水溶性蛋白质和部分氨基酸等。由于蛋白质分解的产物多具碱性,能中和肌肉中的乳酸,使肌肉的 pH 值回升,趋于碱性,为腐败微生物的繁殖活动创造了条件,因此软化后的畜、禽、鱼肉其贮藏性能已显著降低,而不适于再作贮藏之用。

畜、禽、鱼肉的软化所需时间长短,常常受到动物种类,肌肉 pH 值和温度等因素的影响。一般是冷血动物(如鱼类)短于温血动物(如畜、禽类)的软化时间;鱼类中远洋回游性鱼类(如鲑、鳕等)短于栖息海底层鱼类(如鲷、鳕、鲈等)的软化时间。肌肉 pH 值处于酸性范围时,软化速度比碱性时更大。高温时大于低温时的软化速度,当温度降至 0°C 时则可使软化停止,因此采用冷冻贮藏可以有效地防止畜、禽、鱼肉的软化,延长其贮藏期限。

从上述僵直和软化的变化可以看出,畜、禽、鱼肉,由于它们的化学成分,组织构造以及酶系统特点,使之成为容易腐败变质的生鲜食品。畜、禽、鱼死后的僵直和软化是肌肉组织中连续发生的生化变化过程。从食用要求讲,以成熟阶段的畜、禽肉类最佳,以僵直阶段的鱼类最新鲜,而从食品贮藏讲,延伸僵直阶段的持续时间是畜、禽肉和鱼类保鲜的关键。因此,在畜、禽屠宰后和鱼类捕捞后,应尽快采取冷却降温措施并在贮藏时控制其僵直阶段。引起畜、禽肉和鱼类上述变化的基本内因是肌肉中酶系统(主要是糖酵解酶和自溶酶)活性增强和有机成分的降解,以及 pH 值的改变,而外界环境因素有温度、湿度、氧等等,其中温度是最主要的因素。因为僵直和软化的速度与外界温度有直接关系,温度高则变化快,贮藏期缩短,温度低则变化慢,贮藏期延长。例如,肉类成熟与温度的关系,当温度 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 时,完成成熟需 $12\sim 13$ 天, 12°C 时需 5 天, 18°C 时需 2 天, 29°C 时只需数小时。鱼类僵直的时间也随着鱼体温度的下降而延长。总之,控制低温条件是延缓畜、禽肉和鱼类等生鲜食品生化变化过程,达到安全贮藏的重要技术措施,这是冷冻方法能较长期贮藏生鲜食品的基本原理。

第二节 食品保藏中主要化学成分的变化

食品由多种化学物质组成,其中绝大部分为有机成分,另外还含有少量的无机成分。有机成分的稳定性差,容易发生变化而降低食品质量。在保藏期间对食品质量产生重要影响的化学成分有蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素、矿物质、色素、香味物质等。这些成分不仅各自发生变化,而且成分之间还会引起变化,因而化学成分变化对保藏的食品质量影响是错综复杂的。现将食品主要化学成分变化与保藏食品质量的关系述之如下:

一、蛋白质

食品中的蛋白质是以多种氨基酸为基本单位,通过主键(肽键)和副键(如二硫键、盐键、酯键、氢键等)相互连接所形成的一种螺旋卷曲或折叠的四级立体构型。在保藏期间蛋白质的变性和水解对食品质量有重要影响。蛋白质的二、三、四级结构变化会导致变性,其中四级和三级结构改变使蛋白质呈现可逆性变性,而二级结构改变则使蛋白质形成不可逆性变性。蛋白质水解是蛋白质分子的一级结构主键被破坏,最终降解为氨基酸的过程。

蛋白质的变性和水解对保藏食品质量的影响,因动物蛋白质和植物蛋白质而有所不同。

(1)动物蛋白质 主要存在于畜、禽、鱼肉、鲜蛋、鲜乳以及它们的加工食品中,又可分为肉类蛋白质、卵蛋白质和乳蛋白质三类。