

SHIPIN GANZHI
GONGCHENG

食品干制工程

白崇仁
谢秀英 编著
苏 澎



HENAN KEXUEJISHU
CHUBANSHE
河南科学技术出版社

食 品 干 制 工 程

白崇仁 谢秀英 苏 澎 编著

河南科学技术出版社

豫新登字[02]号

内容提要

本书以果品、蔬菜、肉、蛋和乳类等物料为重点,系统地介绍了食品的干燥原理、干制工艺、设备设计、控制与测试技术以及试验研究方法等方面的内容,是一本综合阐述食品干制理论和应用技术的著作。

本书取材广泛、内容充实、实用性强,可供从事食品以及其他农副产品加工行业的科研、设计人员,大专院校师生以及现场技术人员参考。

食品干制工程

白崇仁 谢秀英 苏 澎 编著

责任编辑 封延阳

河南科学技术出版社出版发行

河南洛阳豫西印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 20.5印张 492千字

1993年6月第1版 1993年6月第1次印刷

印数:1—2,000册

ISBN7-5349-1063-3/T·218

定价:14.00元

目 录

绪论.....	(1)
第一章 食品的化学成分及干藏原理.....	(4)
第一节 食品中的干物质.....	(4)
第二节 食品中的水分	(11)
第三节 水分活度与食品的保藏性	(16)
第二章 食品干燥的基本理论	(21)
第一节 湿空气的性质	(21)
第二节 湿空气的性质图	(33)
第三节 干燥过程中物料水分状态的变化和分类	(41)
第四节 干燥过程的试验规律	(42)
第五节 物料干燥的机理	(46)
第六节 影响湿热转移的因素	(54)
第三章 食品干制工艺	(56)
第一节 食品在干制过程中的变化	(56)
第二节 合理制定干制工艺条件的途径	(62)
第三节 食品干制的前处理	(63)
第四节 食品的干燥方法	(73)
第五节 部分食品干制工艺参考示例	(76)
第四章 食品干燥过程的基本计算	(87)
第一节 物料衡算	(87)
第二节 热量衡算	(88)
第三节 干燥器出口空气状态的确定	(91)
第四节 恒定干燥条件下干燥时间的计算	(95)
第五节 干燥条件变动情况下的干燥速度.....	(101)
第五章 食品干燥设备.....	(106)
第一节 干燥设备的分类.....	(106)
第二节 箱式干燥机设计.....	(112)
第三节 隧道式干燥机.....	(118)
第四节 气流带式干燥机.....	(123)
第五节 流化床干燥机.....	(128)
第六节 气流干燥机.....	(144)
第七节 喷雾干燥机.....	(167)
第八节 接触干燥机.....	(201)

第九节	辐射干燥机	(221)
第十节	干燥机的主要辅助设备	(230)
第六章	食品的冻结干燥	(259)
第一节	概述	(259)
第二节	食品冻结干燥的原理和方法	(260)
第三节	食品冻结干燥设备	(269)
第七章	食品干制过程的测试与控制	(276)
第一节	温度测量	(276)
第二节	湿度测量	(292)
第三节	食品含水量和水分活度的测量	(298)
第四节	压力、流速和流量测量	(301)
第五节	常压热风干制设备测试	(309)
第六节	真空干制设备测试	(311)
第七节	干制设备的控制	(312)
第八节	微型计算机在干制设备中的应用	(314)
第八章	干制品的包装与贮藏	(317)
第一节	干制品的品质变化	(317)
第二节	干制品的包装与贮藏	(319)
参考文献		(323)

绪 论

一、食品干制的特点

干制,作为各种湿物料的干燥加工过程,在整个工农业生产中被广泛地采用。

通常可以把干燥理解为物料的脱水过程,即把“干燥”和“脱水”这两个术语等同起来。但是从现代干燥过程的角度来看,人们又常把这两个概念加以区别:干燥泛指在利用自然条件或人工控制条件下使物料中水分蒸发的工艺过程;而脱水特指在人工控制条件下促使物料中水分脱出的工艺过程。

干燥是一个复杂的工艺过程,往往是产品生产的决定性环节。根据能量转换特征,物料的脱水原理和方法基本上可以分为两种:

(1)水分以液态从物料中脱出,水的物态不发生变化;

(2)水分脱出时,其物态发生变化,即发生由液态(或经过固态冰)变成气态的相变。

第一种脱水可以用机械的方法(如压榨、离心分离、过滤等)来实现,或者将湿物料直接同具有更低迁移势的物质相接触(接触传质)来实现。

第二种脱水与热量消耗于水分的相变有关。在大多数情况下,这种热量是用传导、对流和辐射等方式从外部供给物料的。

采用哪种脱水方法,取决于水分同物料的结合能。显然,如果不去改变水分的物态,则只能脱去那些同物料结合得不太牢固的水,这时,能量主要消耗于克服流体受固体间架的阻力。当改变水分的物态时,干燥速度和蒸发层的分布主要取决于水分同物料的结合强度。在这种情况下,能量既消耗于克服这种结合力,也消耗于汽化潜热。

大多数食品,其性质是胶体,其结构是毛细管多孔物料,其中水分同固体间架结合得比较牢固。这类物料以很高的含水量进入干燥过程,而且大部分水分要在干燥过程中脱出。例如干制蔬菜时,水分大约从 90%降低到 6~12%;干制果品时水分约从 80%降低到 4~30%;干制面包时水分约从 49%降低到 10%左右。

应当指出,食品的干制同一般农产品的干燥以及同其他物料干燥相比,在产品品质和卫生标准等方面有更高的要求。为此应合理控制各种干燥技术对干制品品质所产生的种种影响,并应选用污染较轻、品质较高的原料,在清洁卫生的条件下进行干制处理。

二、食品干制的意义

我国的食品资源十分丰富,不但产量大,而且品种繁多。但是由于大多数食品含水量大,不宜储存和长途运输,致使销售时间和销售范围受到很大限制。据统计,新鲜果品和蔬菜,每年损失的数量约为总产量的 30~40%,大大降低了果蔬生产的经济效益。

食品的干制,既是保藏食品的一种主要方法,也是许多种食品的一个重要加工工序。食品干制的目的是:

(1)通过干制,将食品中的水分降低到足以防止腐败变质的程度,控制食品品质的变化,使之趋于稳定,以便在通常的温度条件下长期保存和长途运输。这样不但可以延长供应季节,扩

大供应范围,平衡产销高峰,交流各地产品,而且还可以供应野外工作者、旅游者、边(海)防部队,以及提供救灾和战备的食品储备;

(2)通过干制,可以减小食品的重量和体积,便于携带、储运与流通,并可降低包装和储运费用;

(3)通过干制,不仅能够保持而且可以改善食品的原有品质指标,使其具有原来所没有的特殊风味。例如萝卜干、鱿鱼干、柿饼、干蘑菇、冻豆腐等;

(4)通过干制,使之便于食用和调制汤类。目前,食品的干制已不仅用于保藏,而且正发展成为生产“方便食品”、“即食食品”、“快餐食品”等的重要方法。如方便面和速溶咖啡等食品,食用极为方便,将蔬菜等食品干制成碎片或粉末状,可随时调制成粉末汤类。

因此,干制工艺在食品加工中具有十分重要的意义。

三、食品干制的发展概况

将农副产品干燥,制成干制食品,是一种古老的加工和保藏方法。在我国,北魏《齐民要术》一书中就有关于干制方法的记载,如“种椒”篇中记有:“天晴时摘下,薄布,曝之令一日即干,色赤椒好。若阴时收者,色黑失味”;又“种柿”篇记有:“柿有树干者,亦有火焙令干者”。所谓“焙”字,即用火烘干之意。在《本草纲目》中记有采用凉晒加工桃干的方法。在《群芳谱》一书中还提到了先烘而后密封的红枣贮藏方法。我国人民在长期的生产实践中创造了品种繁多的干制食品,如葡萄干、柿饼、桂圆干、果脯、木耳、玉兰片、梅干菜、腊肉、鱿鱼干以及各种肉松等,均是驰名中外的传统商品。

但是,这些传统的干制食品主要是采用自然干燥条件,即靠自然晒干或风干的方法进行。这种方法基本上是不能以人们的意志所转移的。不论是晒干还是风干,都包含着干燥最本质的两个条件:水分的吸热汽化和水蒸气的不断排除。在自然晒干中,虽然提供了供热条件,但没有提供较好的排气条件;在自然风干中,虽然提供了排气条件,但没有提供较好的供热条件。而利用人工控制干燥条件的干燥,就是把上述两种干燥条件完全按照人们的意志加以控制。

在国外,采用人工控制干燥条件的干制方法可追溯到18世纪。1780年曾有人将蔬菜用热水处理后进行干燥;也有人在用火炉加热的烘房中,将蔬菜放在架子上进行干燥。由于第一次世界大战战时的需要,脱水蔬菜首先得到发展,其种类主要是青刀豆、胡萝卜、芹菜、菠菜、马铃薯和汤粉等。据统计,1914年德国的脱水菜厂仅488个,到1916年就增加到841个。但是,果品脱水的发展却比较缓慢,这主要是因为果品长期沿用着传统的晒干法。果品干制方法在1890年以后才有较大的变化。当时由于气候条件不好,造成了李子的大量损耗,于是出现了很简单的隧道式干燥装置,这对促进果品脱水设备的研究起了很大的作用。后来,人们又进一步广泛地研究和开发了食品的各种脱水方法和设备,例如用滚筒干燥法干制番茄粉,用喷雾干燥法干制乳制品和蛋制品。第二次世界大战期间,脱水食品生产的工程设施得到了迅速发展。战后,食品干制的方法和设备又有更进一步发展,并投入了大规模的生产。

近年来,食品干制的方法及设备的改进和开发,主要是围绕着食品物料的生物学特性和制品的食用要求来进行的。应用最广泛的是常压热风干燥法,隧道式干燥设备是其中较简单易行的典型设备。为了提高干制食品的品质,缩短热风干燥的受热时间,又研制出穿流带式、穿流带槽式、气流式、流化床式和喷雾式等热风干燥设备。为了使干制食品能够快速复水、快速溶解,又开发了泡沫层热风干燥法。这种干制方法能使制品具有多孔性蜂窝状结构,但并非所有食品

物料都可以制成这样的干制品。

采用常压热风干燥法进行干制时,不可避免地要使食品物料受到较高温度的处理,而且常压热风中含有大量氧气,氧化作用会使食品的色、香、味以及营养成分发生变化,使制品品质下降。因此,对于某些热敏性食品物料,应当采用真空干燥法来代替常压热风干燥的方法。同时,其供热方式也应相应改用传导和辐射供热的方法。一般来说,真空干燥的干制食品,其品质要比常压热风干燥的制品好得多。为了快速复水或溶解,真空干燥也采用了泡沫干燥法,使干制品的结构具有疏松的特点。

食品物料采用上述干燥方法时,其干制品不可避免地要发生干缩、变形,复水后不可能完全恢复到原来的形状(称为复原不可逆性)。为了改善干制品的这种性能,除了使食品物料在干制时不受热损害和氧化损害外,还应使其尽可能保持原来的组织结构。为了达到这一目的,采用了一种特殊的真空干燥法,叫做冻结干燥法。采用这种干燥方法,水分将不经过液态而直接从冰晶状态升华成水蒸气而排出。由于干燥过程是在低温与低压条件下进行,故同其他干燥方法相比有许多优点,可以获得用其他方法无法得到的品质和外观,特别是复水性能好。但是,冻结干燥设备的初始投资大,生产费用也高。为了节省费用,将普通干燥法与冻结干燥法结合使用,用普通干燥法使原料部分水分蒸发之后,再采用冻结干燥法最后完成干燥。

近年来,还开发出一种名叫“音干”的食品干燥方法。这种方法是利用低频率的音波高速度地“轰走”食品物料中的水分,其效率比现行的烘干技术高4~10倍,干燥时间短,与食品直接接触的热量少,从而可避免过热干燥所引起的食品品质的下降。所以,经过音干的食品味道较好,营养价值也较高。

此外,微波、远红外线等干燥技术都已在食品干制工业中逐步推广使用,从而进一步缩短了干燥时间,提高了干制品的品质,并且降低了能量消耗。

第一章 食品的化学成分及干藏原理

第一节 食品中的干物质

一、食品中的基本化学成分

食品原料主要来源于农、林、牧、副、渔等各行业中的动植物。虽然各种食品原料的形态和物理化学性质不同,但从宏观上看,都可以看作是由干物质(不论是固态的或液态的)和水分所组成。

食品中的干物质,按能否溶解于水而分为水溶性干物质和非水溶性干物质两类。水溶性干物质能溶于水,包括糖、有机酸、果胶、多元醇、单宁物质、水溶性维生素、某些含氮物质、部分色素物质和大部分无机盐类等;非水溶性干物质是组成食品固体部分的物质,属于此类的有纤维素、半纤维素、淀粉、脂肪、脂溶性维生素、不溶于水的含氮物质、部分色素物质、部分无机物质和某些有机盐类等。上述化学物质的性质、含量及其变化,同食品的干制加工有着十分密切的关系。

水分是大多数食品原料中的主要成分。水分的存在是完成全部生命活动过程的必要条件。水分与食品的风味和品质有着密切的关系,但也给微生物和酶的活动创造了条件,容易引起食品的腐烂变质。

人类的食品主要分为植物性食品和动物性食品两类。植物性食品包括粮食、果品和蔬菜等,粮食是人体热能的主要来源,果品和蔬菜则是维生素、矿物质等的主要来源;动物性食品包括肉类、乳类和蛋类等,是人体蛋白质和脂肪的主要来源。从现代营养学的观点来说,这些食品必须合理调配,才能保证人体营养的均衡和完善。

二、果品、蔬菜中的干物质

(一)碳水化合物

碳水化合物是果品、蔬菜干物质中的主要成分,它包括糖、淀粉、纤维素、半纤维素和果胶物质等。

大多数果品中均含有丰富的糖分,例如葡萄含糖达20%以上,苹果为6~10%。蔬菜的含糖量一般较低,但某些果菜、根菜和球根中含量较高,如番茄含糖1.9~4.9%,甘蓝2.5~5.7%,洋葱6.8~10.5%。果蔬中的含糖形式主要是葡萄糖、果糖和蔗糖。葡萄糖和果糖都属于还原糖(单糖),是呼吸基质,又是微生物的营养物质,加之果蔬含水量大,所以容易被有害微生物侵害而腐败变质。

果蔬中所含的还原糖,特别是戊糖,能与氨基酸或蛋白质起反应,生成黑蛋白,使加工品发生褐变(又称非酶褐变),在干制或同加热有关的加工过程中以及在高温下储藏,都容易发生这种变色现象。热水烫漂虽然会使可溶性固形物质遭到损失,但对于抑制变色有利。用二氧化硫硫

处理,可以较好地防止非酶褐变。

淀粉为多糖类,主要存在于粮食和块根、块茎和豆类蔬菜中。

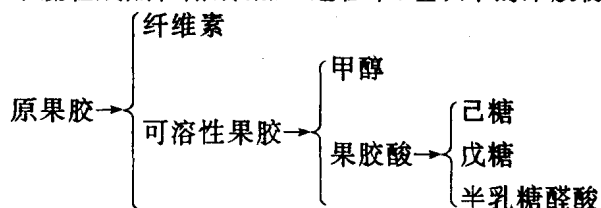
淀粉本身无甜味,不溶于冷水,在热水中可膨胀糊化而生成浓稠的胶状溶液。糊化温度随淀粉种类的不同而异,如马铃薯淀粉糊化温度为 $56\sim 62^{\circ}\text{C}$,比小麦和玉米淀粉低。淀粉遇碘溶液时即生成蓝色。淀粉与稀酸共热或在淀粉酶的作用下,能分解成葡萄糖。

纤维素和半纤维素是构成果蔬细胞的主要成分,起着支持和保护细胞的作用。食用纤维素可以促进消化和预防便秘,但含量过多会降低食用时的感官品质。

纤维素和半纤维素是与淀粉相近似的多糖类,但质地坚硬,不溶于水,在稀酸作用下也难以水解,只有在浓酸和长时间加热的情况下才能水解成葡萄糖。半纤维素由多缩戊糖和多缩己糖组成,其稳定性次于纤维素。在弱酸的作用下可以水解为阿拉伯树胶糖、戊糖、半乳糖和己糖。

果胶物质是果蔬中普遍存在的一种高分子化合物。果胶物质以原果胶、可溶性果胶和果胶酸等三种不同的形态存在于果蔬的组织中。

果蔬在成熟和储藏、加工过程中,组织中的果胶物质不断地发生变化,其变化情况大致为:



肉质果品在成熟时一般趋向于软化,同时果皮的细胞发生软木化及皮层蜡质化,其强度增加,加强了保护作用。在果肉的质地变化上起主要作用的是所含的果胶物质。由于果胶物质的变化,结果使果肉的坚密度或硬度也随之而改变。

大多数蔬菜中都含有果胶,但不论其含量高底,都缺乏凝冻能力,与糖、酸结合时大多不能形成胶冻,这主要因为其果胶成分中甲氧基含量较少。

(二)有机酸

果品、蔬菜中所含的有机酸主要有苹果酸和柠檬酸,此外还有草酸、酒石酸和水杨酸等。苹果酸为仁果类和核果类的主要酸,葡萄中亦含有之;柠檬酸为柑桔类、石榴、树莓、草莓、凤梨等的主要酸;酒石酸只含于葡萄中。蔬菜中含多种有机酸,但除番茄等少数种类有酸味外,大都因含量很小,使人感觉不到酸味。菠菜中含草酸较多,草酸在有机体中不易氧化,但有刺激和腐蚀粘膜与破坏新陈代谢的作用。草酸与钙盐化合形成草酸钙,它既不溶于水,也不能被有机体所吸收。

酸度的强弱不以总含酸量为依据,而决定于 pH 值,即氢离子浓度愈大则愈酸。蔬菜中含有各种缓冲物质,如蛋白质能限制酸过多地解离和氢离子的形成。蔬菜加热后, pH 值比加热前有所降低。

酸分还与酶的活性、色素物质的变化及维生素 C 的保存有关。酸易与一些金属发生化学反应,影响加工品品质,并侵蚀金属容器。

糖分与酸分的比例,称为糖酸比,是决定果蔬风味的重要标志,也是测定果品、蔬菜成熟度的一种指标。

(三)含氮物质

果品、蔬菜中含氮物质十分丰富。例如豆类蛋白质含量为1.9~13.6%，瓜果类为0.3~1.5%，根菜类为0.6~2.2%，葱蒜类为1.0~4.4%，叶菜类为1.0~2.4%。

果蔬中的含氮物质大部分是蛋白质，其次是氨基酸和酰胺酸，还有少量的硝酸盐和苷类。

含氮物质会使果蔬在加工过程中变色。例如前面所述，还原糖与氨基酸反应生成黑蛋白，使制品呈现褐色；含酪氨酸的蔬菜，如马铃薯等，在酪氨酸酶的作用下，发生氧化，产生黑色素。切开马铃薯块茎后在空气中放置一段时间，就会发生变色。

(四)单宁物质(鞣质)

单宁物质属于多酚类化合物，果品中含量稍多。其中水溶性单宁物质具有收敛性和涩感，因此含量过多会降低甜感，并有涩味，如未完全成熟的柿子、香蕉、番茄等。若成熟或采取人工催熟后，就可脱涩而适于食用。

单宁物质虽在蔬菜中含量极少，但对蔬菜的食用和加工品质却有一定的影响。马铃薯或藕在去皮或切碎后在空气中变黑，就是单宁物质氧化生成暗红色的根皮鞣红，这种现象称为酶褐变。为防止这种现象的产生，在蔬菜加工时，应控制单宁含量、酶的活性及氧的供给等因素。例如，应选择单宁含量少的品种作为原料；用热水烫漂、蒸汽处理或硫化处理抑制酶的活性；去皮及切分后立即放入盐水或清水中以减少氧的供给，防止氧化。

单宁遇铁会变成黑绿色，遇锡会变成玫瑰色，所以加工时不能用铁、锡等器具。单宁与碱作用很快会变黑，因此，果蔬用碱液去皮后，应立即洗净附在其上的碱液。

(五)糖苷类

糖苷类是单糖分子与非糖物质相结合的化合物，果蔬中存在着各种各样的苷，它们大都具有苦味或特殊的香味，给果品和蔬菜以特殊的风味。

黑芥子苷是十字花科蔬菜苦味的来源，含于根、茎、叶及种子中，水解后可生成具有特殊辣味和香气的芥子油、葡萄糖及其他物质，不但苦味消失，品质也有所改善。另外，芥子油还具有杀菌作用，能起到防腐的效果。

茄碱苷或称龙葵苷，主要存在于马铃薯、番茄及茄子中，是一种有毒的生物碱。马铃薯所含的茄碱苷，多集中在发芽的芽眼附近或受光发绿的部分。如果茄碱苷含量达到0.02%，人食用后就会引起中毒。因此，加工时不要选用发芽或变绿的马铃薯块茎，或者把芽眼部位和皮层全部削除后再行加工。

(六)色素物质

果品、蔬菜呈现各种不同的颜色，是由于各种色素物质存在的结果。果蔬的颜色，是鉴定其品质的重要指标之一，成熟程度的不同或环境条件的改变都会使果蔬的颜色变化。果品和蔬菜中的主要色素有花色素(花青素)、类胡萝卜素、叶绿素和黄碱素(黄酮色素)等四种。

花色素(花青素)通常以苷态存在，故又称花色苷，花色苷存在于果蔬细胞液中，水解后生成花色素。这种色素能溶于水，表现的色彩有红、蓝、紫等色，性质极不稳定，容易与多种物质反应，呈现各种不同的颜色。果蔬中存在的花色素主要有两种，即飞燕草花色素和矢车菊花色素。

矢车菊花色素分布最广，许多果品如越桔、无花果、酸樱桃、桑果、树莓、苹果以及蔬菜中的红皮洋葱中均含有之；果品中的石榴，蔬菜中的红茄子等则以飞燕草花色素为主。

花色素是一种感光性色素，它的形成需要日光。生长在背阴处的果品和蔬菜，色彩就不能

充分呈现。但是在加工过程中或制品保藏时,日光照射反而不利,会促使变成褐色。

花色素对某些细菌有毒害作用,能抑制其活动。

加热对花色素有破坏作用,能促使分解退色,如茄子、萝卜等煮后的颜色变化。花色素遇铁、锡、镍、铜等也会变色,因此加工用具应采用不锈钢或铝制品。

类胡萝卜素也称黄色色素,分布于植物的根、叶、花、果实中,它表现的颜色有黄色、橙色、橙红色,不溶于水。类胡萝卜素主要包括胡萝卜素、番茄红素、叶黄素、椒黄素和椒红素。

胡萝卜素既是色素,又是营养素。常与叶绿素和叶黄素同时存在,呈现橙黄色。胡萝卜、南瓜、番茄、辣椒中都含有这种色素。

番茄红素为胡萝卜素的异构体,呈现红色,存在于成熟的番茄、西瓜等果蔬中。气温在30℃以上不能生成番茄红素,所以在炎热的夏天番茄难以变红。

叶黄素呈现黄色,在各种果品、蔬菜中均含有这种色素。它与叶绿素、胡萝卜素同时存在于作物叶中,与胡萝卜素同时存在于黄色番茄中。

椒黄素和椒红素这两种色素存在于辣椒中,呈现黄色和红色。

果品、蔬菜的绿色,是由于含有叶绿素。叶绿素是由两种结构相似的叶绿素A和叶绿素B组成。在加工和储藏过程中,色素物质常发生变化。采摘下的绿色果菜经储藏后熟,可显现出它应固有的色彩,这是由于叶绿素被分解而促使胡萝卜素、花色素等物质显现的结果。

叶绿素是一种不稳定的化合物,不溶于水。在酸性介质中,叶绿素分子中的镁易被氢取代形成植物黑质,即由绿色变为褐色。在碱性介质中,叶绿素加水分解,生成叶绿酸和甲醇及叶醇。如叶绿酸进一步与碱反应生成钠盐,则更为稳定,绿色就可以更好地保持。

若将绿色果品、蔬菜在沸水中短时间浸放,由于植物组织内的空气被排出,组织变得比较透明,绿色显得更深。如烫煮时间较长,就会变成褐绿色。在蔬菜干制时,用亚硫酸钠溶液浸泡也能保色。

黄碱素(黄酮色素)存在于洋葱、辣椒等蔬菜中,呈黄色或白色,微溶于水,大多数能溶于酒精,在碱性溶液中呈深黄色。

(七)芳香物质(挥发油)

果品和蔬菜中的香气,是由其本身含有各种不同的芳香物质所决定的。由于含量极少,故又称作精油。又由于具有挥发性,所以甚香,可增强风味,提高食品的可消化率。

芳香物质的主要成分为酯类、醛类、醇类、酮类和烃类等。因为果品、蔬菜中所含的芳香物质种类不同,所以散发出的香气也不同。苹果、梨、桃、香蕉等的香气主要是酯类;柑桔类主要是柠檬醛和萜二烯;萝卜中含有甲硫醇;大蒜中的精油为二硫化二丙烯等;生姜中含有姜烯、姜醇等;黄瓜中含有壬二烯一醇。

有些芳香物质不是以精油状态存在,而是以糖苷或氨基酸状态存在的,必须经酶水解生成精油后才有香气。芥子油、蒜素等即为此类。

蒜素是另一种精油,是蒜氨酸的水解产物。当大蒜切碎或捣碎后,因所含的蒜氨酸和蒜氨酸酶互相接触,引起水解而生成蒜素,使其气味显著加浓。

大多数芳香物质都有杀菌作用,有利于制品的储藏。

加热容易使芳香物质损失,所以在果品和蔬菜利用热风干制时,常用60~65℃的温度。

(八)维生素类

维生素是一类低分子有机化合物,它不是构成组织的成分,也不供应热能,但它是人体生长和保持健康所不可缺少的物质。

果品和蔬菜中含有极为重要的多种维生素,不但含有丰富的维生素 C 和维生素 A 原,而且含有维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 E 和维生素 K 等。

1. 维生素 C (抗坏血酸)

在普通果品中,柑桔类是一般公认的富含维生素 C 的种类,但有些果品,如枣、番石榴、余甘子、山楂、草莓、猕猴桃等,其含量要比柑桔类还要高几倍到几十倍,而野生的蔷薇果,例如刺梨,含维生素 C 更高,可达 1.5% 以上。在蔬菜中,苦瓜、辣椒、番茄中含维生素 C 丰富。部分果品、蔬菜中的维生素 C 含量列于表 1-1 中。

表 1-1 部分果蔬的维生素 C 含量

名 称	维生素 C 含量 (mg/100g)
枣	270~1170
山 楂	83~99
广 柑	16~96
猕猴桃	84~140
余甘子	800
番石榴	300
刺 梨	1340~2435
苦 瓜	84
马铃薯	70
番 茄	11~30
辣 椒	26~198
菜 花	85~100

维生素 C 是一种不稳定的维生素。在酸性溶液或糖水中比较稳定,特别是在真空缺氧的条件下加热损失较少。在碱性环境中维生素 C 容易受到破坏。紫外线也会破坏维生素 C。

在铁、铜等金属的作用下,会加速维生素 C 的氧化而使其受到破坏,因此加工时不宜使用铁、铜用具。

上述对维生素 C 的破坏,都与酶的活性大小密切相关。凡能抑制酶活性的处理,都可以减少维生素 C 的损失。例如,在蔬菜加工过程中,采用沸水或蒸汽热烫处理、硫处理,以及利用 -30℃ 以下的低温条件进行速冻或冻结干燥,都能收到抑制酶活性的效果,有利于维生素 C 的保存。

2. 维生素 A 原(胡萝卜素)

植物体中无维生素 A,但富含维生素 A 原。因为维生素 A 原最初由胡萝卜中提取的,故称胡萝卜素。当维生素 A 原进入人体后,经肝脏可转化为维生素 A。

富含维生素 A 原的果品和蔬菜有黄肉桃、杏、枇杷、凤梨、香蕉、柿、油梨、山楂、番木瓜、柑桔、胡萝卜、雪里蕻、芦笋、番茄等。表 1-2 为部分果蔬的维生素 A 原含量。

表 1-2 部分果蔬的维生素 A 原含量

名 称	维生素 A 原含量 (mg/100g)
桃(黄肉种)	0.76
杏	1.79
枇 杷	1.6~7.7
香 蕉	0.12~0.25
柑 桔	0.3~0.7
枣	0.6
山 楂	0.82
胡萝卜	2.1
雪里蕻	1.46
芦 笋	0.73
番 茄	0.31
黄 瓜	0.26
茄 子	0.04
大 葱	1.98

维生素 A 原为脂溶性,比较稳定,不容易受环境因素影响,特别对高温相当稳定。但在加热时遇氧会氧化,罐藏时能很好保存,而长时间干制时容易损失。在碱性溶液中比在酸性溶液中稳定。

3. 维生素 B₁(硫胺素)

豆类中含维生素 B₁ 最多。维生素 B₁ 在酸性环境中较稳定,而在中性或在碱性环境中对加热十分敏感,容易被氧化或还原。维生素 B₁ 通过干制能够很好地保存。蔬菜在沸水中烫漂,尽管时间不长,也会破坏维生素 B₁,有一部分会溶于水。

4. 维生素 B₂(核黄素)

甘蓝、番茄中含量居多。维生素 B₂ 耐热、耐干,不易氧化,但在碱性溶液中热稳定性差。干制品中维生素 B₂ 均能保持其活性。

5. 维生素 E 和维生素 K

维生素 E 和维生素 K 存在于果品、蔬菜的绿色部位,很稳定。维生素 E 含量以莴苣为多,维生素 K 含量以甘蓝、青番茄为多。

(九) 油脂类

果蔬中所含的不挥发油分和蜡质,均属油脂类。在种子中油脂含量非常丰富,如南瓜子含量达 34~35%。除种子外,果品和蔬菜其他部位一般含油量很少。

成熟的果品、蔬菜的表皮往往覆盖腊质。蜡质的形成增强了外皮的保护作用,减少水分的蒸发,病菌不易侵入。所以采收时不要擦去果粉。

(十) 矿物质

矿物质在营养学上又称无机盐或灰分,是指具有营养价值的元素。果品、蔬菜中含有钙、磷、铁、硫、镁、钾、碘等多种矿物质,它们主要以各种盐类的形式存在,部分为有机物质的成分。菠菜、芹菜、胡萝卜等含有丰富的铁盐,洋葱、茄子等含有较多的磷,绿叶菜中含有丰富的钙。

钙、磷、铁是与人体营养关系最密切而需要量最多的矿物质。

(十一)植物抗菌素

抗菌素又称抗生素,如青霉素、链霉素等。植物中也含有这类物质,以保护本身免受病原菌的侵害,这种物质称为植物抗菌素。

大蒜和大葱内有一种极其活跃的植物抗菌素,有很强的杀菌作用。例如生蒜在口中咀嚼 3~5 分钟,除乳酸菌外,所有细菌会被全部杀死。番茄素是一种在番茄植株中所含有的抗菌素,它可阻止病菌的活动。

(十二)酶

酶是生活细胞所产生的生物催化剂,新鲜果品和蔬菜细胞中所有的生物化学反应,都是在酶的参与下进行的。酶控制着果蔬机体新陈代谢的强度和方向。

酶是一种特殊的蛋白质,具有蛋白质的一切性质,在高温或 pH 值不适宜的环境下,能发生不可逆的变性而被破坏。

在果品、蔬菜加工过程中,酶是引起风味和品质变坏以及营养成分损失的重要因素。所以在干制时应采用适当的处理和加工方法,在一定程度上抑制酶的活性,尽可能地减少营养物质的损失和风味的改变,保证干制品具有优良的品质。

三、肉、蛋、乳类中的干物质

肉、蛋、乳类食品中,含有丰富的蛋白质、脂肪以及多种矿物质和维生素等干物质,是人体蛋白质和脂肪的主要来源。部分肉、蛋、乳类食品的上述干物质含量见表 1-3。

肉、蛋、乳类食品的干物质成分和生化性质,对它们的品质、储存性以及加工工艺(包括干制)有密切的关系。例如,肉在加工(特别是在加热)时,通常使维生素含量降低。丧失的量决定于处理的程度和维生素的敏感性,如炖肉可损失 60~70% 维生素 B₁、26~42% 维生素 B₂。但由于肉所含维生素的原始水平高,因此甚至连煮得熟透的肉仍被认为是上述营养性维生素的良好来源。再例如,肉脂肪中的磷脂最不稳定,在加速风味变坏方面起重要的作用。牛肉及猪肉内脂肪中的脑磷脂组分会产生鱼腥气味。

表 1-3 部分肉、蛋、乳类食品主要干物质含量(食部 100g 中)

食品名称	蛋白质(g)	脂肪(g)	碳水化合物(g)	矿物质				维生素				
				总量(g)	钙(mg)	磷(mg)	铁(mg)	A (国际单位)	B ₁ (mg)	B ₂ (mg)	pp (mg)	C (mg)
猪肉(肥瘦)	9.5	59.8	0.9	0.5	6	101	1.4	—	0.53	0.12	4.2	—
猪肉(肥)	2.2	90.8	0.9	0.1	1	26	0.4	—	—	—	—	—
猪肉(瘦)	16.7	28.8	1.0	0.9	11	177	2.4	—	—	—	—	—
猪 肝	21.3	4.5	1.4	1.4	11	270	25.0	8700	0.40	2.11	16.2	18
牛肉(肥瘦)	20.1	10.2	0	1.1	7	170	0.9	0	0.07	0.15	6.0	—
牛肉(瘦)	20.3	6.2	1.7	1.1	6	233	3.2	—	—	—	—	—
羊肉(肥瘦)	11.1	28.8	0.8	0.6	—	—	—	0	0.07	0.13	4.9	0
羊 肝	18.5	7.2	3.9	1.4	—	—	—	29900	0.42	3.57	18.9	17
兔 肉	21.2	0.4	0.2	1.0	16	175	2.0	—	—	—	—	—
鸡 肉	21.5	2.5	0.7	1.1	11	190	1.5	—	0.03	0.09	8.0	—

食品名称	蛋白质 (g)	脂肪 (g)	碳水化合 物(g)	矿 物 质				维 生 素				
				总 量 (g)	钙 (mg)	磷 (mg)	铁 (mg)	A (国际 单位)	B ₁ (mg)	B ₂ (mg)	pp (mg)	C (mg)
鸡 肝	18.2	3.4	1.9	1.4	21	260	8.2	50900	0.38	1.63	10.4	7
鸭	16.5	7.5	0.5	0.9	—	—	—	—	0.07	0.15	4.7	—
鹅	10.8	11.2	0	0.9	13	23	3.7	—	—	—	—	—
燕 窝	49.9	0	30.6	6.2	429	30	4.9	—	—	—	—	—
鸡 蛋	14.7	11.6	1.6	1.1	55	210	2.7	1440	0.16	0.31	0.1	—
鸭 蛋	8.7	9.8	10.3	1.2	71	210	3.2	1380	0.15	0.37	0.1	—
鹅 蛋	12.3	14.0	3.7	1.0	75	243	3.2	—	—	0.35	0.1	0
鹌鹑蛋	12.3	12.3	1.5	1.0	72	238	2.9	1000	0.11	0.86	0.3	—
鲑 鱼	16.9	17.0	0.4	1.0	33	216	2.1	—	—	0.14	4.0	—
大黄鱼	17.6	0.8	—	0.9	33	135	1.0	—	0.01	0.10	0.8	—
小黄鱼	16.7	3.6	—	0.9	43	127	1.2	—	0.01	0.14	0.7	—
带 鱼	18.1	7.4	—	1.1	24	160	1.1	—	0.01	0.09	1.9	—
大马哈鱼	14.9	8.7	0	1.0	50	153	1.9	—	0.02	0.07	2.9	—
草 鱼	17.9	4.3	0	1.0	36	173	0.7	—	0.03	0.17	2.2	—
白 鲢	18.6	4.8	0	1.2	28	167	1.2	—	0.04	0.21	2.1	—
鲤 鱼	17.3	5.1	0	1.0	25	175	1.6	—	微	0.10	3.1	—
黄 鲮	18.8	0.9	0	1.0	38	150	1.6	—	0.02	0.95	3.1	—
鱼 翅	83.5	0.3	0	2.2	146	194	15.2	—	—	—	—	—
鱿 鱼	15.1	0.8	2.4	1.7	—	—	—	230	0.08	0.09	2.4	—
海 蜇	12.3	0.1	3.9	18.7	182	微	9.5	—	0.01	0.04	0.2	—
对 虾	20.6	0.7	0.2	1.5	35	150	0.1	360	0.01	0.11	1.7	—
河 虾	17.5	0.6	0	0.7	221	23	0.1	—	0.02	0.08	1.9	—
海螃蟹	14.0	2.6	0.7	2.7	141	191	0.8	230	0.01	0.51	2.1	—
河螃蟹	14.0	5.9	7.4	1.8	129	145	13.0	5960	0.03	0.71	2.7	—
甲 鱼	15.3	1.1	26.6	0.9	124	430	3.0	91	0.07	0.04	3.8	—
田 鸡	11.9	0.3	0.2	0.6	22	159	1.3	0	0.04	0.22	2.1	—
牛 乳	3.3	4.0	5.0	0.7	120	93	0.2	140*	0.04	0.13	0.2	1
羊 乳	3.8	4.1	4.3	0.9	140	106	0.1	80	0.05	0.13	0.3	—
奶 油	2.9	20.0	3.5	0.6	97	77	0.1	830	0.03	0.14	0.1	微

注:冬季减半。

第二节 食品中的水分

一、食品物料中含水量的表示方法

在干燥工程计算上,湿物料的含水量有两种表示方法:一种是湿基含水量 w , 另一种是干基含水量 X 。

湿基含水量是以湿物料为基准的,是指水分在整个湿物料中所占质量的百分数,即

$$w = \frac{W}{G} \cdot 100\%$$

式中 W ——水的质量(kg);

G ——水和干物质质量之和(kg),即 $G = W + G_c$ 。

通常所说的物料含水量,一般均指物料的湿基含水量。但在干燥过程中,湿物料的质量因失去水分而逐渐减小,用湿基含水量表示时不能将干燥前后物料含水量直接相减,因此引用了干基含水量的表示方法。

干基含水量是以干物质为基准,指湿物料中水分与干物质质量的百分比,即

$$X = \frac{W}{G_c} \cdot 100\%$$

式中 G_c ——湿物料中干物质的质量(kg)。

干物质的质量在干燥过程中是不变量,因此在计算时使用干基含水量的表示方法比较方便。

例 1-1 现有湿物料 100kg,若其中含有水分 20kg,试求其湿基和干基含水量。

解 湿基含水量为

$$w = \frac{20}{100} \times 100\% = 20\%,$$

干基含水量为

$$X = \frac{20}{80} \times 100\% = 25\%。$$

上述两种含水量的换算式为

$$w = \frac{X}{1+X} \cdot 100\%$$

和

$$X = \frac{w}{1-w} \cdot 100\%$$

根据上述换算公式可编制成使用起来比较方便的表 1-4。

如果物料的含水量以干物质质量比表示(kg/kg 干物质),那么将得到物料的湿含量(水分率) M (单位质含量):

$$M = \frac{W}{G_c}$$

湿含量不仅可以说明物料总体积的含水量,而且可以说明物料某层或某点的含水量。

二、食品的含水量

大多数新鲜食品中都含有大量的水分。一般果品的含水量为 70~90%,蔬菜的含水量为 75~95%,肉类的含水量为 50~80%。部分食品的含水量情况见表 1-5。

三、含水食品物料的基本性质

含水食品可分为两大类,即液态食品和湿固态食品。

液态食品包括溶液、胶体溶液和非均相的液态食品。葡萄糖溶液、咖啡浸出液等为溶液;蛋白质溶液、果胶溶液等为胶体溶液;牛奶、果汁等为复杂的液体悬浮系统。液态食品的主要特征是具有流动性,但有的流动性很差,或为膏糊状。这类食品的干制方法和设备的工作原理都是