

园产品工艺学

主编 顾振新

JIAGUANG-100

苏州大学出版社

农村自学考试实验区教材

园 产 品 工 艺 学

主 编 顾振新
副主编 汪志君

苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

园产品工艺学/顾振新主编. —苏州: 苏州大学出版社, 2001. 4

江苏省农村自学考试实验区教材

ISBN 7-81037-774-4

I. 园… II. 顾… III. 园艺作物-加工-工艺学-乡村教育-自学考试-教材 IV. S609

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 03391 号

园产品工艺学

顾振新 主编

责任编辑 陈兴昌

苏州大学出版社出版发行

(地址: 苏州市十梓街 1 号 邮编: 215006)

丹阳教育印刷厂印装

(地址: 丹阳市西门外 邮编: 212300)

开本 787×1092 1/16 印张 16.5 字数 412 千

2001 年 4 月第 1 版 2001 年 4 月第 1 次印刷

印数 1-2000 册

ISBN 7-81037-774-4/S·6(课) 定价: 24.50 元

苏州大学版图书若有印装错误, 本社负责调换

苏州大学出版社发行科 电话: 0512-5236943

出版前言

高等教育自学考试制度在我省实施十多年来,已先后开考了文、理、工、农、医、法、经济、教育等类 90 多个本、专科专业,全省共计 350 余万人报名参加考试,已有 13 万人取得毕业证书。这项制度的实施,不仅直接为我省经济建设和社会发展造就和选拔了众多的合格人才,而且对鼓励自学成才,促进社会风气的好转,提高劳动者的科学文化素质,均具有非常重要的意义。十多年来的实践证明,自学考试既是一种国家考试制度,又是一种基本的教育制度,受到广大自学者和社会各界的欢迎,产生了巨大的社会效益,赢得了良好的社会信誉。

为了贯彻落实党的十五届三中全会精神,深入实施科教兴省战略,探索和建立为我国农村经济与社会发展培养人才的新路子,我省经全国高等教育自学考试指导委员会批准,从 1999 年开始开展农村高等教育自学考试实验区的试点工作。这是一项全方位的试点工作,我们将在专业设置、自学教材和考试形式等方面进行重大改革,使高等教育自学考试制度更加适应农村经济发展和人才培养的要求。

自学考试制度是建立在个人自学基础上的教育形式,而个人自学的基本条件是自学教材。一本好的自学教材不仅可以使自学者“无师自通”,而且对保证自学考试质量具有重要作用。对农村自学者来说,由于缺少“名师指点”和自学者之间的相互交流,自学相当困难,除了要有一本高质量的自学教材外,还需要有与之配套的自学指导书,以便帮助自己系统地掌握教材的内容,达到举一反三、触类旁通、提高自学效率的目的。因此,我们在农村自学考试实验区教材建设中,试图探索一种教材编写的新路子,将教材内容与自学指导有机地融合在一起,使自学者更加容易地理解和掌握教材的内容;同时,打破常规教材编写追求系统性、完整性的戒律,针对我省当前农村经济发展的实际状况,把农村经济发展、农民发家致富需要的知识和理论写进教材中去,使之成为农村自学者学习科学文化知识、提高自身素质的教科书,成为指导农业生产和农民致富的科学手册。

农村自学考试实验区的教材建设工作是一项基础建设工作,它是我省农村自学考试实验区试点工作取得成功的必要保证。为此,省高等教育自学考试委员会成立了“江苏省农村自学考试实验区专业指导委员会”,具体负责教材建设的规划和编写审定工作。

随着农村自学考试实验区试点工作的进一步展开,我们将有计划、有步骤地组织有关高等院校、成人高校、高等职业学校、中等农业专科学校以及行业主管部门中业务水平较高、教学经验丰富、了解农村情况、熟悉自学考试特点和规律的专家、学者,编写一批既适合自学特点,又适应农村经济建设和社会发展需要的自学教材,以满足农村自学者的需要。我们相信,农村自学考试实验区教材的陆续出版,必将对我省农村自学考试事业的发展,为农业培养“留得住、用得上”的应用型、复合型人才,加快农村现代化建设,起到积极的促进作用。

编写适应农村经济建设和社会发展需要的自学教材,是一项探索性的工作,需要在实践中不断总结和提高。为使这项有意义的工作能取得事半功倍的效果,希望得到社会各方面更多的关心和支持。

由于作者对自学考试特点和农村实际情况了解的深度有限,书中不当之处在所难免,敬请广大读者惠予指正。

江苏省高等教育自学考试委员会办公室

2000 年 4 月

目 录

绪 论

.....	(1)
-------	-----

第一章 园产品加工保藏原理

第一节 园产品容易腐败的原因.....	(4)
第二节 园产品加工保藏的原理.....	(9)

第二章 园产加工原料及预备处理

第一节 园产加工原料的种类	(14)
第二节 园产加工原料的适性	(16)
第三节 园产加工对原料的要求	(27)
第四节 园产加工的卫生要求	(28)
第五节 园产加工原料的预备处理	(32)

第三章 果蔬干制工艺

第一节 果蔬干制原理	(39)
第二节 干制方法与设备	(47)
第三节 果蔬干制基本工艺	(53)
第四节 主要果品的干制技术	(58)
第五节 主要蔬菜的干制技术	(61)

第四章 果蔬罐藏工艺

第一节 罐藏容器	(68)
第二节 果蔬罐藏原理	(71)
第三节 果蔬罐藏基本工艺	(82)
第四节 果蔬罐头常见问题及解决方法	(96)
第五节 罐藏技术的进展	(99)
第六节 果蔬罐藏实例.....	(102)

第五章 果蔬糖制工艺

第一节 果蔬糖制原理.....	(109)
第二节 果蔬糖制品的种类及特点.....	(115)
第三节 蜜饯类糖制加工.....	(116)
第四节 主要果蔬蜜饯加工.....	(121)
第五节 果酱类加工工艺.....	(128)
第六节 主要果蔬果酱类加工.....	(130)

第六章 蔬菜腌制工艺

第一节 蔬菜腌制品的种类.....	(135)
第二节 蔬菜腌制加工原理.....	(136)
第三节 蔬菜腌制基本工艺.....	(143)
第四节 主要蔬菜腌制方法.....	(148)

第七章 果蔬汁加工工艺 (158)

第一节 果蔬汁的分类 (158)

第二节 果蔬汁加工基本工艺 (159)

第三节 果蔬汁加工中的常见问题及预防 (183)

第四节 发酵蔬菜汁的加工 (186)

第五节 果蔬汁加工实例 (187)

第八章 果蔬速冻工艺 (194)

第一节 冷冻保藏原理 (194)

第二节 冷冻原理 (196)

第三节 冷冻对果蔬的影响 (203)

第四节 果蔬速冻方法及设备 (205)

第五节 速冻果蔬的冻藏与解冻 (208)

第六节 果蔬速冻工艺 (213)

第七节 果蔬速冻实例 (215)

第九章 果酒酿造工艺 (218)

第一节 果酒的分类 (218)

第二节 果酒酿造基本原理 (220)

第三节 果实发酵酒酿造工艺 (227)

第四节 果实蒸馏酒加工工艺 (233)

第五节 果实配制酒加工工艺 (235)

第六节 果实起泡酒加工工艺 (235)

第七节 几种果酒酿造工艺要点 (238)

第八节 几种常见酒病的防治 (243)

第十章 果蔬原料的综合利用 (245)

第一节 柑桔的综合利用 (245)

第二节 葡萄的综合利用 (247)

第三节 番茄的综合利用 (248)

第四节 芦笋的综合利用 (249)

第五节 其他果蔬的综合利用 (250)

参考书目 (254)

后记 (255)

绪 论

一、园产品的概念

园产品是指可供食用的园艺产品,如果品、蔬菜、食用菌、食用花卉及其加工品,还包括作为食品新资源而被开发利用的野果、野菜及其他野生植物等。虽种类繁多,但园产品有两个共性:① 主要提供人体维生素、矿物质等营养素以及保持健康所必须的膳食纤维和生物活性物质;② 含水分较高,组织结构较脆弱,因而一般容易腐烂、变质。

二、园产品工艺学的内容

园产品加工,就是根据园产原料的特性,通过物理的、化学的或生物的方法加以处理,达到防止产品的腐烂、变质,保持和改善其色、香、味、质、形以及营养价值的目的,以满足人们对食品不断提高的均衡化和多样化的需求。园产品中含有丰富的营养成分,易于腐败。因此,必须进行妥善保存和进一步加工。果蔬原料经过加工处理后生产出形态、风味、营养价值各不相同的加工产品,主要有果蔬干制品、罐头食品、糖制品、腌渍制品、果蔬汁、速冻制品、果酒等。

园产品工艺学是一门运用食品化学、食品微生物学、食品机械及园产原料等基础知识,研究园产品加工工艺过程及质量控制,以生产出优质、营养、卫生、方便和实惠的园产加工食品的专门课程。

园产品工艺学包括以下主要内容:

- (1) 园产品加工保藏原理;
- (2) 园产品加工原料及预备处理;
- (3) 果蔬干制工艺;
- (4) 果蔬罐藏工艺;
- (5) 果蔬糖制工艺;
- (6) 果蔬腌制工艺;
- (7) 果蔬汁加工工艺;
- (8) 果蔬速冻工艺;
- (9) 果酒酿造工艺;
- (10) 果蔬原料的综合利用。

三、园产品加工在国计民生中的地位

1. 园产品是人类膳食营养平衡中不可缺少的组成部分。人类的食物大体可分为三大类:

- (1) 碳水化合物类——农产食品(米、面等);
- (2) 蛋白质、脂肪类——畜产食品(肉禽、蛋、奶)及豆类;
- (3) 维生素、矿物质类——园产食品(蔬菜、果品、食用菌、食用花卉等)。

园产品除了提供人体不可缺少的维生素(A、B、C、D、E、K、P等)和矿物质外,还是主要的膳食纤维来源;特别是它属于生理碱性食品,起着平衡体液酸碱度的重要作用。现代经济发达国家出现的“文明病”,就与饮食失调有关。因而园产品越来越受到世界各国的重视。

2. 园产品加工是保证均衡供应和流通的重要手段。园产品的生产具有明显的季节性和地区性,通过科学合理的加工,可以长期有效地防止果蔬等易腐食品的腐烂变质,更好地保持和提高其营养成分,消除某些园产品直接食用的不利或有害因素,生产出琳琅满目、花色各异的产品,丰富市场,以满足人们食品消费多样化的需求。

3. 园产品加工业已逐渐发展成为我国食品工业中重要的支柱产业。园产品经过加工,不仅大大避免了果蔬产品采后的腐烂损失,而且显著地提高了经济效益,对促进果蔬生产,繁荣农村经济和增加农民收入起到了推动作用。

4. 通过深度加工和综合利用,开发我国丰富的野生植物资源。对残次落果、果皮、果芯、果核等副产品进行加工利用,可以变废为宝,既增加了经济收入,又减少和防止了病虫传播和环境污染。

四、我国园产加工发展概况

我国是个文明古国,园产品加工的历史悠久,在两三千年前就有葡萄酒;约1700年前西晋就有蜜饯莲子、藕片、冬瓜条(《三国志》);1400多年前魏就有枣干、李脯、乌梅、柿干(《齐民要术》);1000年前的宋、明就有“盐曝糖藏蜜煎为果”(《本草纲目》);1892年创办张裕葡萄酒公司;20世纪初上海泰丰公司设立罐头厂;50年代兴办脱水菜厂;60年代建立蔬菜速冻厂;70年代发展果汁生产;70年代至今,无论在生产设备、生产规模、生产技术和生产品种上都有了很大的提高。

我国园产品加工不仅历史悠久,而且有着宝贵的传统加工技艺。在干制、蜜饯等方面有所发明创造,特别在果脯蜜饯加工方面形成了各具风格的“京、苏、福、广”四个帮派的传统工艺。还有我国特有的腌制品加工方法,如四川的榨菜、泡菜,扬州的酱菜等的制作工艺。但是,过去长期的封建统治束缚了科学技术的发展,使许多代表灿烂文化的创造发明不仅得不到发扬光大,而且逐渐失传;同时,由于长期闭关自守,国外的先进食品科技很难被吸收借鉴,致使我国食品工业(包括园产品加工业)与经济发达的国家之间存在着较大的差距。例如,加工原料的品种选育、引种和原料基地的发展不快,机械化和现代化速度缓慢等。更为重要的是,在园产加工业中,科技人员的比例极低,而且仍是凭经验操作。

新中国成立后,特别是改革开放以来,随着工农业生产的发展和人民生活水平的提高,园产品加工业得到了迅速的发展。在全国范围内具有一定规模的、设备先进的生产厂家已为数不少,并且仍在增加。我国果蔬加工品,如果蔬罐头、速冻品、脱水菜、果蔬汁、果酒及腌制蔬菜等制品仍是目前出口创汇的主要农副产品,每年都为国家换取大量的外汇。

近年来,随着科学技术的不断发展,各学科的相互渗透,新技术、新方法的不断出现和应用,以及加工过程中机械化、自动化程度的不断提高,园产食品工艺学的深度和广度也在不断发展。在各个领域都有很多新技术的应用,如罐头工业中出现了以水静压杀菌为代表的杀菌技术。在果汁生产中应用了冷冻浓缩、泡沫干燥、超滤和反渗透等技术。葡萄酒工业有红葡萄酒热浸提、人工快速陈酿、葡萄酒连续化生产等技术。干制品更有各种新型低能耗的设备应用于生产,冷冻升华干燥也朝着实用的方向发展等。所有这些对作为农业大国的中国来说是一个很大的挑战和机遇,也给我国园产加工等食品工业开辟了广阔的发展前景。因此,

园产品加工业,除了运用现有的技术和设备解决当前的问题之外,还必须开展科学研究,不断改进生产工艺,使产品质量和数量都能迅速赶上或超过世界先进水平。

园产品工艺学是一门应用性学科,主要学习园产原料的干制、罐藏、糖制、腌制、制汁、速冻和酿造等工艺以及综合利用的原理与技术,要求理论联系实际,学习知识与掌握技能并重。

第一章 园产品加工保藏原理

园产品及其加工品含有充足的水分和丰富的营养成分,这些物质很容易在微生物的作用下引起腐烂变质,如生霉、酸败、发酵、软烂、腐臭等。同时,园产品在本身酶类及外界环境中的氧气、光线、高温和潮湿的作用下,其自身的物质发生氧化、还原和分解反应,促使园产品的变色、变味以至腐烂变质,因此,园产品加工后如不考虑保藏措施,则比新鲜果蔬更容易败坏。

第一节 园产品容易腐败的原因

腐败通常泛指一切食品发生变质的现象,表现为因微生物所引起的变质(主要是碳水化合物的分解、酸败和发霉)以及由化学和生理变化(如氧化、老化、褐变)而引起的变质。园产品由于其特殊的组成成分和生理状态,采收之后极易腐败。引起腐败原因大致有以下四个方面。

一、加工原料的易腐性

1. 原料含水量高

园产品的加工原料包括水果、蔬菜、食用菌和某些花卉,它们的含水量普遍很高。常见的水果含水量约为 75%~90%,蔬菜含水量约为 78%~96%,即使是含水量低的板栗也有 65%左右的水分,大蒜有 61%左右的水分。水分(特别是果蔬体内的有效水)是微生物生长活动所必需的物质,有效水可用水分活度(a_w)来估量。水分活度是对介质内部能参与化学反应的水分的估量,并随着它在食品内部各微小范围内的环境不同而不同,其数值可用下面公式求得

$$a_w = p/p_0$$

其中 p 为溶液的水蒸气压; p_0 为同一温度时纯水的饱和蒸汽压。

实际上, a_w 的值在数值上和用百分率表示的相对湿度值相等。水分活度是表示溶液和物质的水分状态;而相对湿度则表示物质周围的空气状态。

一般细菌所需的最低 a_w 为 0.86~0.96(耐盐细菌为 0.75),酵母菌为 0.88~0.92(耐盐渗透压酵母 0.75),霉菌为 0.80~0.93(耐干霉菌为 0.87)。果蔬体内的水分活度多在 0.9~0.99 之间,有利于各种微生物的活动。

2. 原料营养丰富

园产品是有机体,均含有糖类、有机酸、氨基酸、维生素和矿物质等各种营养物质。对微生物来说,它们所含的氮源、碳源丰富,而且营养物之间比例平衡,各种必需的生长因子也不缺乏。因此,它们是微生物良好的天然培养基,有利于微生物的生长和繁殖。

3. 原料组织结构脆弱

采收后的果蔬,在体内酶的作用下,分解代谢加强,果肉组织开始软化,细胞逐渐自溶、崩溃,细胞间隙减小,极易受机械损伤。这些伤害能刺激果蔬加快消耗营养物质,使得它们更

易于遭受微生物的侵害,从而降低了果蔬的耐贮性。

4. 原料抗性减弱

任何植物体都具有天然的抗性,以抵御外界的不利因素,园产品也不例外。在遭受微生物侵袭或机械伤害以及遇到不利的环境时,它们能通过激化氧化系统,加强呼吸作用,产生自卫反应。但是由于采收后的果蔬已脱离母植体,生命体趋于衰老,正常气体的交换受阻,正常的呼吸代谢被破坏,缺氧呼吸比重增大,组织内积累的乙醛、酒精等物质达到最高含量。这些都标志着耐贮存性、抗病性已处在迅速衰减的过程中,微生物的入侵也就容易多了。

二、采收后的物理因素的影响

1. 温度的影响

温度是果蔬易腐性最重要的影响因素,不但能影响它们的各种生理生化过程,而且又能影响微生物的活动;温度还同其他环境条件,如湿度等,有着密切的联系。

温度的变化,不仅会引起果蔬各种生理生化的量变,也会引起质变。温度升高,果蔬的呼吸作用、蒸腾作用、水解作用、后熟衰老作用等都加强,这些都意味着消耗的养料会增多,衰老过程加速,贮藏期限缩短。

温度对有机体呼吸作用的影响如图 1-1 所示。

该图表示的是洋梨在各种不同的温度下的呼吸强度。从图中可以看出,在 0℃~25℃ 范围内,洋梨的呼吸强度随温度的提高而加强,温度越高呼吸强度越大,呼吸峰出现越早,持续的时间越短。当然,呼吸强度随着温度的升高而加强,这是指在一定的温度范围内而言的。一般来说温度超过 35℃~40℃,呼吸强度反而降低,如果温度还要继续升高,由于果蔬中的酶被破坏,呼吸作用将会停止。

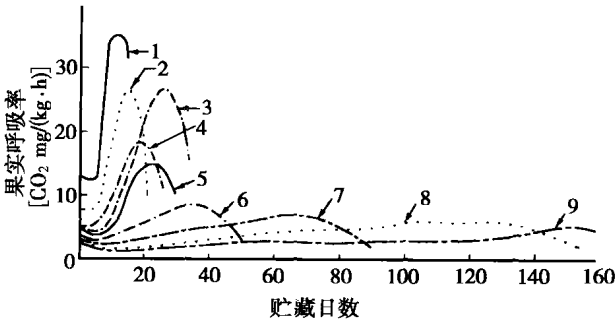


图 1-1 洋梨的呼吸强度与贮藏温度的关系
(Kidd 和 West, 1937)

1. 21℃ 2. 15.5℃ 3. 12℃(1926) 4. 12℃ 5. 10℃
6. 4.5℃ 7. 2.8℃ 8. 1.1℃ 9. -0.25℃

呼吸高峰之后,果蔬便进入衰老阶段。但是,有些种类并不出现呼吸高峰,随着温度的升高,它们呼吸强度加强,积累的营养物质消耗更多,贮藏期也相应缩短。因此,一般说来,高温易使园产品趋于衰老,对其耐贮性不利,但有些果蔬收获后,经过一定的高温处理可加强其耐贮性,如马铃薯收获后在一段时间内保持适当的高温,可以加速愈伤过程;洋葱、大蒜等收获后,适当的高温处理可以加速鳞茎干燥,使表面的鳞片膜质化。但这些都只是短时间的特殊处理,处理结束就应立即降至适宜的贮藏温度。

在一定的范围内果蔬的呼吸强度随温度的降低而减弱,延迟呼吸高峰的出现,推迟衰老期的到来,从而可延长贮藏期。但决不能认为贮藏温度越低,越利于贮藏。因为温度过低,即使还在冻结温度以上,也将引起正常代谢被破坏,从而发生低温生理病害。这种反应对喜温果蔬尤其明显,如香蕉、荔枝、黄瓜和生姜等。因为它们 的适温低限较高,很多约在 8℃~10℃。低于这个温度,则会发生低温伤害。冻结对任何果蔬都有害,因为冻结总会使原生质

和细胞结构造成一定程度的伤害。有些果蔬之所以可进行冻藏,是因为这些果蔬的耐寒力强。轻度的冻结尚不致引起明显的损害,在缓慢解冻过程中细胞可以重新吸水复鲜。但即使如此,冻结仍然会使这些果蔬受到一些伤害,引起一些生理变化,所以在解冻后就不再能长期保存了。从这一角度而言,这种能引起生理病害的低温只能降低果蔬的耐贮性,缩短它们的贮藏期限。在适当的低温条件下,果蔬的各种代谢降到最低水平,而各代谢环节之间仍保持原有的协调平衡,即仍然保持正常的新陈代谢过程。

其次,在一定温度范围内,温度高,微生物生命活动会加强,相应地,它们对果蔬的破坏能力也明显增强,使果蔬的耐贮性急速下降。有人研究接种后的灰霉病菌(*Botrytis cinerea*)在不同温度下的生长情况,发现该菌生长最旺盛的时间如表 1-1 所示。

表 1-1 灰霉病菌不同温度的生长状况

温度 C	接种后至生长最旺盛时间间隔的天数
5	7
2	6
0	12
-2	17

相反,低温则有利于抑制微生物的活动。但一般低温很难使微生物死亡,在-78℃,固体 CO₂ 中仍可见到存活的腐败菌孢子。只有在长期的低温下,微生物才逐渐失去生活力。

此外,贮藏温度的波动对贮藏有害无益。因为温度波动不但对果蔬和微生物的新陈代谢有刺激促进作用,而且还会导致空气中的水分在贮藏果实的表面凝结为水珠,利于霉菌的生长,从而导致果蔬的腐败。

综上所述,温度与果蔬的易腐性关系密切,在保藏手段上,应该在保证果蔬正常代谢不受干扰破坏的前提下,尽量降低温度并力求保持稳定,才能延长贮藏期。

2. 湿度的影响

空气湿度的高低,一方面影响到果蔬的蒸腾作用,另一方面影响到微生物的活动。采收后的果蔬仍在不断进行水分蒸发,若得不到补充,就很容易造成失水过多而萎蔫。萎蔫不但造成果蔬表面皱缩,降低了商品价值,减轻了重量;而且由于萎蔫,正常的呼吸作用受到破坏,酶的活动趋于水解,从而加速了细胞内可塑性物质的水解过程,促进组织走向衰老,削弱果蔬固有的耐贮性和抗病性。因此,在果蔬贮运过程中,防止过多的水分蒸发就显得非常必要了。

毫无疑问,提高相对湿度可以有效地降低果蔬水分蒸发,避免由于萎蔫产生各种不良的生理效应,Matter(1972 年)指出,几乎饱和的空气湿度对防止香蕉在 12.2℃ 以下遭受冷害有一定的保护作用,并且可大大促进果蔬芳香味的产生。过去曾认为相对湿度高会增加果蔬的腐烂率,但新近的研究指出:在 98%~100% 的相对湿度中贮藏的胡萝卜、美国防风、马铃薯和椰菜并不比在 90%~95% 相对湿度中贮藏的腐烂率高。一般认为不是因为相对湿度,而是因为水气在果蔬上凝结为水珠而导致腐烂的增加。

3. 机械损伤的影响

从产品采收开始及其后的各种处理中,随时都可能遭受由机械外力对组织结构造成的创伤,这就是机械伤。机械伤包括外伤和内伤。外伤指开放性创伤,直接破坏果蔬的表面保护组织及其附近的组织结构,加速内部组织的气体交换,增强呼吸作用和蒸腾作用,并为微

生物入侵开放了大门。内伤指由挤、压、碰、震动等机械力造成果蔬内部组织的损伤，外表不易觉察；但细胞受伤后不再能继续进行正常的新陈代谢，终至组织死亡，从根本上丧失对微生物的抵抗性。大的开放性创伤容易为人们所重视，而不易发觉的刺伤、擦伤和内伤则常常被忽略。其实这些伤害的危害性也极大。许多果蔬在贮藏中受到链孢霉、镰刀孢霉、青霉等的危害，很多都是由机械损伤引起的。常常见到贮藏中的冬瓜、南瓜等，外形完整无损，内部完全腐烂，这是采收搬运中内瓢受震动裂伤而造成的腐烂。对一些果蔬进行采后晾晒，虽然可使伤口干萎收缩，但非真正的愈合，所以仍易感受病菌侵染。

另一方面，任何机械损伤，即使是轻微的挤伤或压伤，都会引起果蔬呼吸加强。图 1-2 所示为机械损伤对呼吸强度的影响，能明显表现出机械损伤的危害性。

损伤影响呼吸的机制可能是：开放性伤口使内层组织直接与空气接触，加速气体交换，提高组织内氧气的含量；乙烯的合成过程加强（乙烯合成是一种需氧过程），从而加强对呼吸的刺激作用；组织对创伤的保卫反应，加强愈伤的合成过程；等等。

呼吸强度的增加，则意味着营养成分的过分消耗，贮藏期的缩短。

4. 光线的影响

果蔬采前的光照条件，包括光照的时间和强度对贮藏也有一定的影响。日照短和光弱都会降低果蔬中的抗坏血酸的含量，使果蔬品质和色泽差，且不易贮藏。有试验证实果实受阳光照射的多少与抗坏血酸的含量呈正相关，树冠外侧暴露在阳光下的苹果抗坏血酸的含量较高。采收后贮藏过程中，光线会分解叶绿素等色素物质，同时维生素类物质也会受到光线的影响。这些变化都不利于果蔬的贮藏。

三、采收后化学因素的影响

果蔬采收之后，多种化学因素会影响其耐贮性，包括空气中的氧气、二氧化碳、设备包装容器和加工用水中所含有的各种氧化类、还原类物质，还有其自身体内的酶。这些化学因素常常会引起果蔬的变色、变味、软烂以及维生素的损失。

1. 气体的影响

与耐贮性有直接关联的气体主要是空气中的氧气和二氧化碳，它们直接参与果蔬的呼吸作用。适当降低氧气的分压，或适当增高二氧化碳的分压，都有抑制园产品呼吸强度、延缓完熟老化过程和抑制微生物活动的作用，可降低它们的易腐性，延长贮存期。同时控制氧气和二氧化碳两者的含量，可以获得更好的效果。如果适当控制贮藏环境中氧气和二氧化碳的比例，即使温度较高，也有比较明显的减少损耗、延长贮存期的效果。

(1) 氧气分压的影响。氧气与果蔬的呼吸强度关系密切，氧气的存在，有助于有氧呼吸的顺利进行。但对于采收后的果蔬而言，这样会使得营养消耗过多，降低它们的耐贮性和抗病性，使它们趋于腐烂。而低氧浓度能减少腐烂。有实验证实，5%~8%氧浓度可降低柠檬

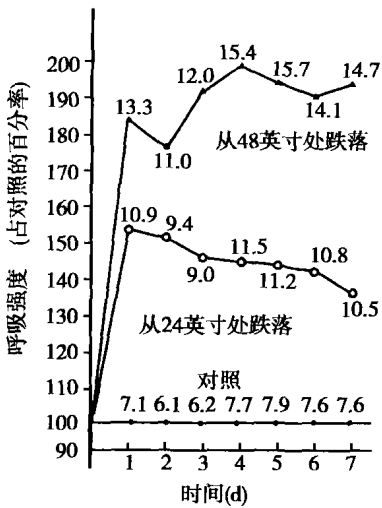


图 1-2 机械损伤对呼吸强度的影响
（“valencia”甜橙从 61cm 及 122cm 处落向硬面后，在 15.5℃ 下的相对呼吸率。曲线上的数值为实际的呼吸强度 CO₂ mg/(kg · h)，Vines, 1965)

的腐烂率(如图 1-3 所示)。

其原因一方面可能是在低氧环境下真菌的生长受到抑制(当然不同的真菌种类有不同的敏感性);另一方面低氧可使果蔬的呼吸高峰延迟出现并降低其强度,甚至不出现呼吸高峰,这样就减少了物质消耗,提高了果蔬的耐贮性。但是,如果氧气含量过低,又会缺氧,引起呼吸障碍,从而遭致病菌的侵染。各种果蔬对低氧的敏感性不同,多种果蔬低氧临界浓度约为 2%,一些热带、亚热带植物可达 5%,甚至 9%。

(2) 二氧化碳的影响。若环境中的二氧化碳分压增大,溶于细胞与某些细胞组分相结合的二氧化碳的量也增多。一定浓度的二氧化碳会减弱与完熟有关的合成反应,如抑制蛋白质和色素的合成,这一生理变化同样也会延缓果蔬的完全成熟,提高果蔬的耐贮性。适量的二氧化碳还有助于保绿。据报道,二氧化碳对甘蓝、孢子甘蓝、青花菜、芹菜、菠菜、绿菜豆等都有防止黄化的效果。但二氧化碳的浓度过高则会引起一系列有害影响,如风味和颜色恶化,促进生理病害。F. Adamiski(1974)发现高二氧化碳(10%或更高)增加洋葱鳞茎内部败坏的发病率。因此,过高浓度的二氧化碳只会降低果蔬的耐贮性和抗病性,使它们更容易腐败。

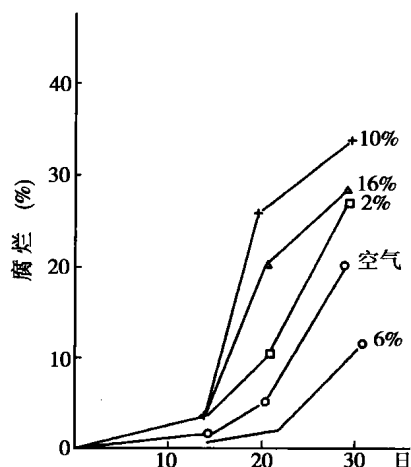


图 1-3 贮藏于 15.5℃ 下柠檬
腐烂与氧浓度的关系

2. 酶的影响

酶是果蔬体内影响最大的一类化学物质,属于生物催化剂。其作用具有两重性:一方面,它为园产品维持正常的代谢所必需,另一方面它的活动又不利于园产品贮藏。不利的一面表现有两个方面。其一为酶促褐变,即由果蔬体内的酶所引起的色泽的变化,如过氧化物酶、过氧化氢酶和多酚氧化酶能催化体内酚类物质氧化成醌类及其聚合物,使果蔬颜色褐化。虽然褐变一般无毒,但却严重影响产品的外观,在苹果、桃、杏和梅等贮藏过程中常会产生。其二是酶解作用,采收后的果蔬仍是一生命体,仍然进行生命活动,但是因为已完全脱离了母植体,不再有养料的供应,所以,其体内酶的作用以水解为主。因此,这时如果酶代谢旺盛,果蔬体内贮存物质的分解就越迅速,贮存量急剧下降,细胞膜肿胀、细胞胞间层溶解,组织结构也随之迅速瓦解,果蔬的抗病性迅速降低,不耐贮藏,容易腐烂。例如,果胶酶复合体活性的增大是致使大多数果品果肉软化的主要原因。

四、生物的影响

由于昆虫等小动物的侵害和微生物的滋生也会引起果蔬的腐败、变质及产生有毒的物质等多种现象。其中,有害微生物的生长发育是导致食品腐败的主要原因。在整个加工贮藏过程中,微生物的污染源很多,如加工用水、原料和加工机械等。

这些有害微生物侵害园产品的步骤可分为以下三步。

- (1) 接触阶段: 病原菌附着到寄主的表面。
- (2) 侵入阶段: 附着在寄主表面的病原菌穿越寄主的表面保护组织侵入内部细胞。
- (3) 扩延阶段: 已侵入果蔬内部细胞的病菌利用寄主细胞内的营养物质生长繁殖扩大

侵染。

经过这三阶段之后,果蔬就已处于被侵染的状态,贮藏性能大大降低。另一类寄生菌可以萌发芽孢经皮孔甚至角质层侵入组织。

由微生物所引起的腐败通常表现为生霉、腐烂、发酵、软化、膨胀、产气、变色和浑浊等。细菌、霉菌和酵母菌都能够引起果蔬的腐败。果蔬的贮藏病害的很大部分是由腐生菌或兼寄生菌引起,如链格孢属(*Alternaria*),镰刀孢属(*Fusarium*),葡萄孢属(*Botrytis*),青霉属(*Penicillium*),根霉属(*Rhizopus*)等。在苹果的贮藏过程中,常见病如苦腐病、轮纹病;柑桔贮藏过程中的青霉病、黑腐病;大白菜在贮藏过程中的软腐病等的病原都是营腐生或兼寄生生活的真菌或细菌。腐生菌的危害性主要是因为它依靠寄主的死组织为营养,兼寄生菌可营兼腐生生活。它的侵袭过程是病原菌先分泌毒素破坏寄生细胞,然后菌丝进入这些死细胞,吸取其中的营养供生长发育并进一步扩延。

另外,微生物也会侵染加工后的园产品,如水果类产品常受酵母菌、霉菌、非芽孢耐酸性菌和耐酸芽孢菌的危害;而蔬菜和食用菌则常受不耐酸的嗜热或嗜温菌的危害。

第二节 园产品加工保藏的原理

园产品加工保藏,就是针对引起园产品变质、败坏的原因,采取物理的、化学的或生物的方法加以处理,使园产品在流通过程中保持和提高它们的品质(营养价值、商品价值和安全卫生程度),以达到保藏的目的。园产品加工保藏有别于新鲜原料的贮藏保鲜,它是通过各种手段抑制和钝化外界微生物和内在的酶,采用适当加工措施使制品长期保藏。归根到底,加工的根本任务就是将园产品通过各种加工工艺处理后达到长期保存,经久不坏,随时取用的目的。

随着现代科技的发展,用于保藏园产品的手段也在不断增加和改进。但就其基本原理来看,可归纳为三种类型。

(1) 完全或部分杀灭微生物和破坏酶的活力,主要依靠加热、射线或杀菌剂(钝化剂)处理。

(2) 抑制微生物的活动和酶的活力,包括利用低温(冷冻、冷藏)、脱水(干燥)、提高渗透压(盐腌、糖渍)、添加防腐剂、抗氧化剂和改变酸碱度等处理。这些措施并未使微生物杀灭和使酶失活,当环境条件改变时,它们仍会再度活化。

(3) 利用有益微生物的活动,常见的是利用酵母菌的酒精发酵(葡萄酒、果酒)、醋酸菌的醋酸发酵(果醋)和乳酸菌的乳酸发酵(酸泡菜、乳酸饮料)等作用,生成发酵产物来抑制其他有害微生物的活动。

以下就各种加工保藏手段的基本原理加以简要说明。

一、加热杀菌

各种微生物被加热到一定温度,其生理活性物质——酶蛋白、核蛋白、脱氧核糖核酸等即发生变性、钝化,细胞膜也失去渗透吸收机能,从而失去增殖能力和代谢活性而死亡。在一定条件下,杀菌所需要的时间随着温度的升高而减少。例如,每毫升玉米汁($\text{pH}=6.1$)中含有耐热性芽孢115 000个,全部杀灭所需的时间 100°C 为1 200min, 110°C 为190min, 120°C 为19min, 130°C 为3min, 135°C 为1min, 140°C 以上的高温只要几秒时间。加热杀菌的理想效果

应该是,将温度对被杀菌物料的损伤以及对其品质的影响控制在最小限度内,并且能迅速有效地杀死存在于其中的有害微生物,达到指标水平。

加热杀菌以其有效性、简便性和经济性已成为加工和贮藏中杀灭有害微生物的主要方法。实际上,引起食品腐败、变质的微生物绝大多数是酵母菌、霉菌和不产芽孢细菌。致病菌和产毒菌(肉毒梭菌除外)的大部分也不形成芽孢。同时,考虑到高温下食品的风味、品质会显著变坏,因此,根据食品的成分和贮藏要求的不同,人们所使用的灭菌方法也不一样,目前人们常用的两种加热灭菌方法为巴氏杀菌和高温杀菌。

1. 巴氏杀菌

杀菌的温度在水的沸点以下,普遍使用的范围为 60℃~90℃。它的目的是为了达到食品的卫生标准,提高食品的贮藏期。对不受芽孢细菌污染的食品(酸性水果、番茄、果酱、酸菜)或无需长时间保存的食品(啤酒、饮料),以及热敏性食品(果蔬汁、牛奶),通常采用这种方法。使用时必须使温度和时间相适应,温度高时时间短些;反之,温度低时时间则相应长些。

2. 高温杀菌

杀菌的温度在水沸点以上,常在 100℃~120℃之间。高温杀菌是需要长期贮藏的、有可能被芽孢细菌感染的食品的基本杀菌方法。杀菌之后,产品中不能存在正在繁育的致病菌,也不能存在能败坏食品的微生物,达到所谓的“商业无菌”状态。此法根据杀菌的温度和处理方法的不同,又可分为常压杀菌和加压杀菌。常压杀菌在正常大气压下进行,杀菌的温度为水的沸点。常用在 pH 值 4.6 以下的酸性或高酸性的水果罐头的杀菌工艺中,可进行一次或多次杀菌。加压杀菌是在加压的条件下进行的,杀菌的温度高于常压下水的沸点,通常为 105℃~121℃之间,适用于 pH 值 4.5 以上的果蔬罐头的杀菌,因为它们有可能被芽孢细菌感染。

近年来,国内外已重视研究超高温瞬时杀菌、冷却杀菌以及无菌装罐等新技术,罐藏工业正向连续化、自动化方向发展,容器也由以前的焊锡罐演变为由电阻焊缝罐、复合材料层压蒸煮袋。

二、低温冷冻

一般微生物生长繁殖的温度范围为-10℃~80℃。但各种微生物具体活动温度范围较狭。按照它们对温度的不同要求,可分为嗜热、嗜温和嗜冷菌(表 1-2)。

表 1-2 微生物对温度的要求

种 类	最低温度(℃)	最适温度(℃)	最高温度(℃)
嗜热菌	30~45	50~70	70~90
嗜温菌	5~15	30~45	45~55
低温菌	-5~5	25~30	30~35
嗜冷菌	-10~5	12~15	15~25

将原料或成品保藏在较低的温度下,低温下微生物的活动受阻,内部的生物化学变化速度变慢,食品不易发生生霉、腐败等现象,得以较好地保持原有品质,这就是所谓的冷藏。将食品保持在-28℃以下的温度环境中,使其冻结,之后将制品贮藏在-18℃以下的环境中,这是冻结产品的冷藏。冻结可分速冻和缓冻两种方式。目前,发达国家趋向于更低的温度冻

结(-40°C),及更低的温度冻藏(-28°C)。

随着环境温度的下降,微生物的生长和酶的活性减缓下来以至完全停止。当温度降至 0°C 时,大多数产毒菌和致病菌即停止繁殖,而某些霉菌和酵母菌仍有活力。温度降到 -10°C 时,几乎所有的微生物均不能继续活动,但某些嗜冷菌和酶类仍有活性。只有当温度降到 -18°C 以下时,微生物和酶的作用才能基本停止。将经过适当处理的园产加工品,再在 -25°C 以下的低温中迅速冻结,然后在 -12°C 到 -18°C 低温下保藏或运销。由于冻结迅速,果蔬细胞内外的冰晶极小,汁液外流很少,组织损伤较轻微,可使制品经久不坏。园产品在低温下不易变质的原因主要有三个。

(1) 低温可抑制微生物生长和繁殖。通常在 10°C 以下大多数微生物便难以繁殖, -10°C 就几乎不再发育。

(2) 在低温下食品内原有的酶活性大大降低。大多数酶的适宜的活动温度为 $30^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。一般来说,如将温度维持在 -18°C 以下,酶的活性将受到很大程度的抑制,从而延缓食品的变质和腐败。

(3) 在低温下水变成冰,水的活度降低,食品的保水能力大大加强,这样微生物和酶的活性均受到很大的抑制。

总之,在冷冻的低温下,微生物的活动停止,园产品组织细胞冻结,原生质处于相对静止的脱水状态,多数酶类的活性也被抑制,可以较有效地制止食品色泽、风味、质地以及营养成分的变化,这就是利用低温冷冻食品来防止食品腐败、变质的原理。

食品原料或制品从生产到消费的全过程中,始终保持低温,人们就称这整个低温流通体系为冷链(cold chain, 简称 C. C.)。冷链包括制冷系统、冷却系统、冷库、冷藏车船以及冷冻销售系统等。速冻保藏是当前果蔬加工保藏技术中,保存风味和营养素较为理想的方法。

三、脱水干燥(干制)

干制在我国有着悠久的历史,劳动人民在长期的社会实践中积累了丰富的经验,创制了各种各样的干制品,如柿饼、红枣、葡萄干、桂圆、金针菇、木耳、笋干等。

干制的目的是减少新鲜果蔬中所含的水分,提高原料中可溶性物质的浓度,使微生物不能利用。因为微生物的活动和酶的活性也受到食品中水分含量的影响,确切地说,是被食品的水分活度(a_w)所制约。各种微生物的生长发育都要求有一定的水分活度,因此,用自然或人工的方法使果蔬水分减少到相当低的程度(含水量 $15\%\sim 20\%$ 以下),使水分活性远远小于各种微生物活动的范围,就会使微生物处于生理干燥状态,得不到水分和养分的供给而停止活动。同时,酶也由于缺乏有效水分作为反应介质而不能催化反应,酶活性受到抑制,从而保证干制品在一定时间内不变质。这就是利用脱水干燥制造的果蔬干制品赖以保藏的道理。

因此,利用热能或其他能源排除多余水分的脱水干燥方法可以有效地保存食品。一般果干的含水量达 20% 以下。干制蔬菜含水量达 5% 以下就非常安全,但此时微生物仅仅处于假死状态,特别是它们的孢子具有很强的耐干性能。一旦干制品受潮,水分活度增大,它们又会重新活动起来,使制品败坏。所以必须重视干制品生产的卫生和隔潮包装,力求密封,才能较长期地保持制品品质。

四、盐腌糖渍

盐腌糖渍法是一种与脱水干燥同样能降低食品水分活度,提高食品中溶质浓度的方法。