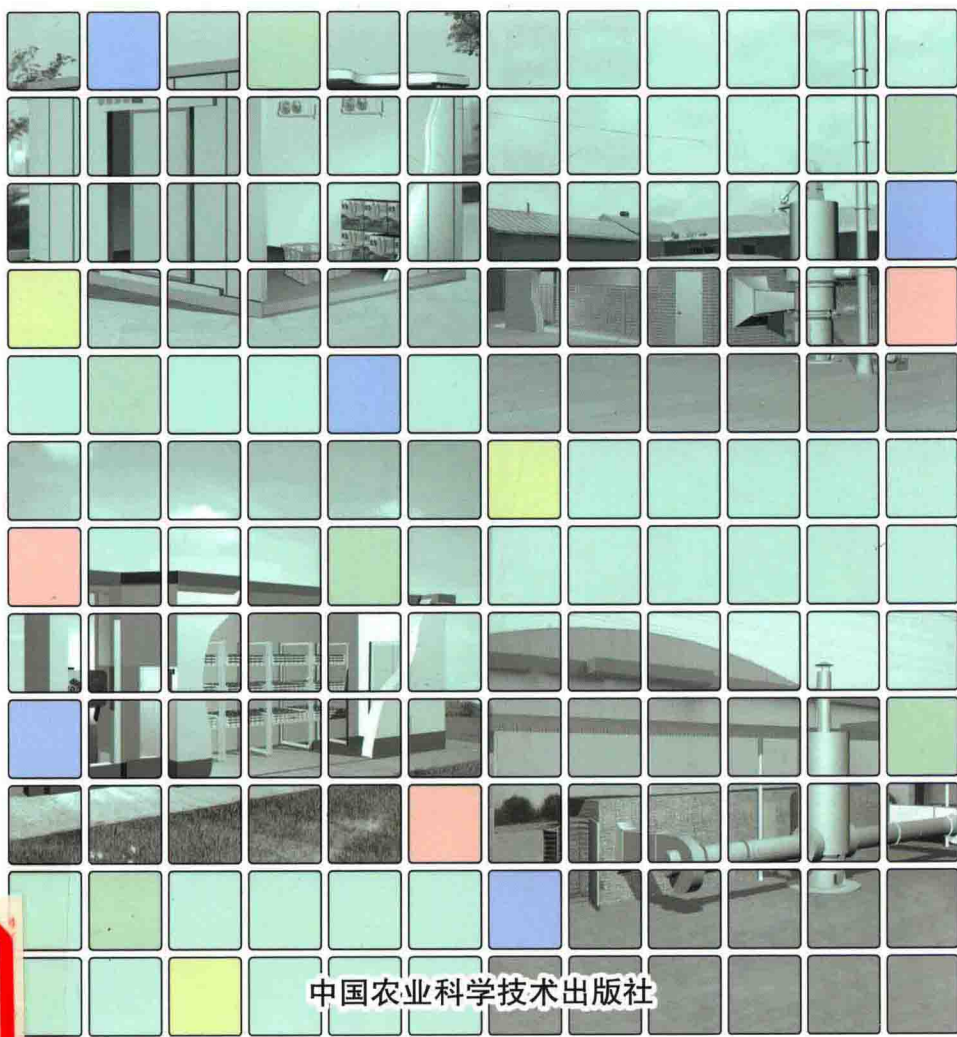


果蔬

产地贮藏与干制

● 刘 清 主编

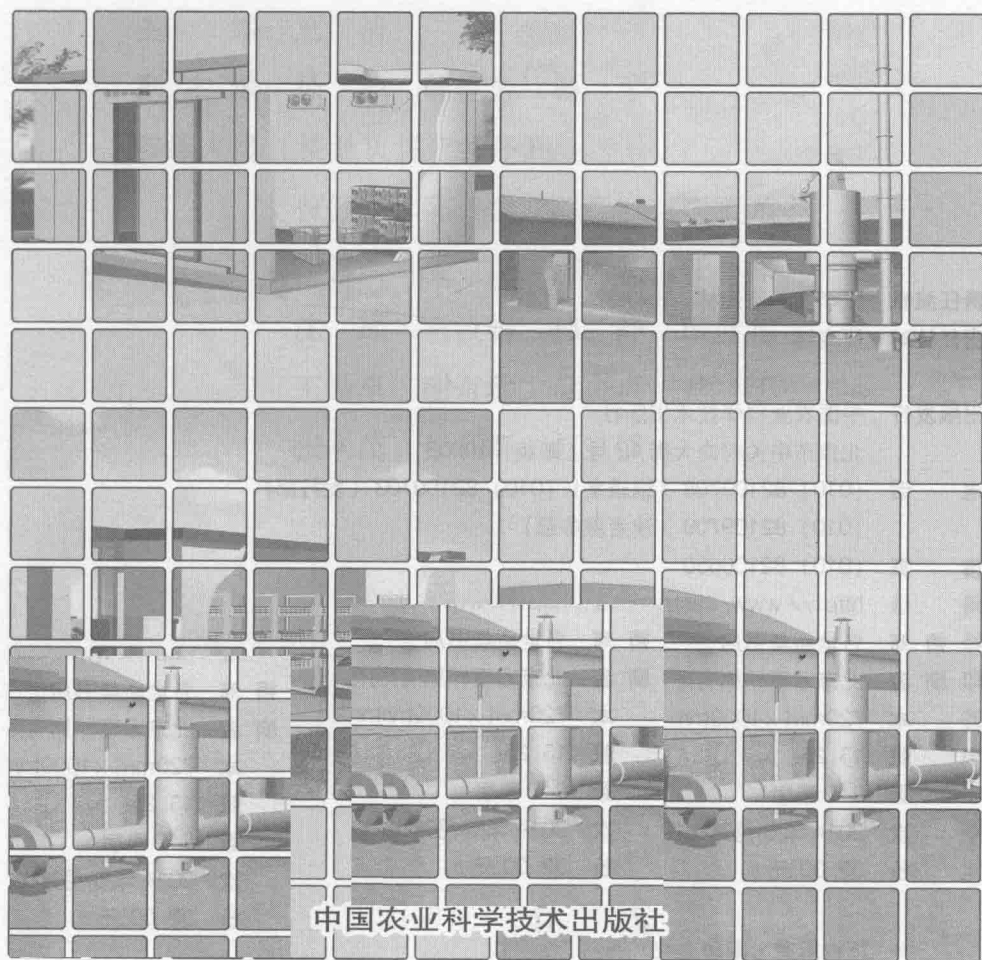


中国农业科学技术出版社

果蔬

产地贮藏与干制

● 刘 清 主编



图书在版编目 (CIP) 数据

果蔬产地贮藏与干制/刘清主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2013. 12

ISBN 978-7-5116-1476-6

I. ①果… II. ①刘… III. ①果蔬保藏②果蔬加工-干制
IV. ①TS255.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 295256 号

张孝安 涂润林

责任编辑 张孝安 涂润林

责任校对 贾晓红

出版发行 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82109708 (编辑室) (010) 82109703 (发行部)
(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82106650

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 商 各地新华书店

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 720mm × 1000mm 1/16

印 张 13.25

字 数 247 千字

版 次 2014 年 5 月第 1 版 2014 年 5 月第 1 次印刷

定 价 32.00 元

版权所有 · 翻印必究

前 言

《果蔬产地贮藏与干制》

编委会

主 编：刘 清

副主编：孙 洁 师建芳 杨 琴

参编人员（按姓氏拼音排序）：

曹健康 陈 全 陈彦云 李笑光

李喜宏 娄 正 卢大新 任小林

沈 瑾 石汝娟 孙 静 田世龙

王希卓 谢奇珍 徐贞贞 尹 江

张永茂 张利群 赵玉强

前 言

农产品贮藏、干制是农产品初加工的重要环节，是我国农产品加工的重要组成部分。作为农业生产和农产品流通之间的纽带，农产品产地贮藏、干制是产后收获的延伸环节，也是农产品转化为商品的必要操作和进入流通环节的前提。发展农产品产地贮藏、干燥技术设施，既能实现农产品减损增值、农民增收增效，又能提高农产品质量安全，具有重要的意义。

蔬菜和水果是中国产量排名第一位和第三位的农产品，收获后的新鲜蔬菜水果含水量高（大部分果蔬含水量约90%），产后呼吸代谢旺盛，如不妥善贮藏或及时进行干制，极易腐烂变质。据调查，目前中国水果产后平均损失率为15%~20%，蔬菜产后平均损失率为25%~30%，远高于联合国粮农组织（FAO）5%的水平。由于使用的季节性强、投资收益率低，长期重视不够等原因，果蔬产地贮藏、干制设施与技术还存在许多问题。首先，贮藏干制设施简陋原始。大多数果蔬产后仍采用土窖进行贮藏，传统土窖不能通风控湿，贮藏过程中果蔬腐烂、失水现象普遍，品质、品相下降严重。80%以上果蔬仍采用传统露天晾晒或土法烘干，庭院、马路是主要晾晒场所，蚊蝇污染、微生物繁殖等无法控制，质量卫生状况堪忧。其次，农产品贮藏干制设施管理水平低。农民不会科学使用建设好的贮藏干燥设施，不懂使用和维护管理，无法充分发挥设施实效。譬如马铃薯窖，农民收获马铃薯后如果没有进行晾晒就入窖，收获后马铃薯的高呼吸代谢会让表皮变硬，入窖后也贮不好；如果晾晒后入窖，将马铃薯窖堆得过满，会影响通风，依然贮藏不好。再次，农产品贮藏干制设施缺乏系统规划和专业设计。目前适于产地农户和合作社使用的贮藏干燥设施研究不多，现有设施技术有些来源于老百姓的实践，有些来源于科研人员，在实际应用中存在建设类型和尺寸五花八门，保温密封性差，结构安全无保障，能源利用效率不高等问题。

随着中国优势农产品区域布局的不断推进，区域综合生产能力稳步提升，我国蔬菜和水果的种植面积和产量一直处于稳步上升的趋势，总量供应充足，亟须通过产后加工实现增值。在消费方面，随着城乡居民生活水平不断提高，居民对农产品的消费需求不再局限于消费量的增加，更是对农产品的品质、营养、质量安全及外观提出了更高的要求。从国际环境来看，农产品在国际贸易市场的竞争



环境日趋激烈。农产品贸易竞争,已不仅停留在生产环节,而是逐渐向产后加工环节拓展,对后续农产品加工原料的颜色、口感、风味的要求越来越高。总之,无论从生产、消费以及国际竞争的角度,未来都需要加快发展农产品产地贮藏、干制设施与技术。

农产品加工业已成为现代农业的重要组成部分和主要标志,《全国现代农业发展规划》(2011—2015年)提出要“实施农产品加工提升工程,推广产后贮藏、保鲜等初加工技术与装备”,由此可见,农产品产地初加工已成为农产品加工业发展的重点内容。2012年,中国农业部和财政部决定“十二五”期间全面启动农产品初加工补助项目,围绕“减损增供、农业增效、农民增收、品质提升”的目标,以水果、蔬菜等主要品种和贮藏、保鲜、干燥等主要初加工环节为重点,选择技术成熟、推广条件完备、预期效果显著的产地初加工设施进行普及推广,也将果蔬产地贮藏干制技术设施的规范化、系列化提上了日程。长期以来,学术界从基础研究的角度对果蔬贮藏干燥开展了大量的研究,涌现出一大批的科研成果,包括论文和专著等,从工程角度研究果蔬贮藏与干制的少之又少。到目前为止,还没有一部可以指导果蔬产地贮藏、干制设施建设的书籍。为此,编者组织有关工程技术人员,对国内现有果蔬贮藏、干制设施与技术进行了大量的调查研究,并基于国家公益性行业(农业)科研专项(20090309)“现代农业产业工程集成技术与模式研究”第四子课题“农产品产地加工贮藏装备与设施工程集成及模式优化”的研究成果,撰写了本书籍,以期对中国农产品产地市场体系建设发挥一定的作用。

需要补充说明的是,贮藏与干制设施的建造和使用具有一定的技术要求。中国幅员辽阔,农产品种类繁多,由于果蔬品种和各地的气象水文地质情况等有差异,故本书的技术图纸和管理技术仅供参考,各地在本地化设计、建设和使用时,应根据当地情况进行合理调整。

本书涉及农产品产地贮藏、干制技术和管理的各个方面,实践性较强,由于作者水平有限,书中有不当之处,敬请读者批评指正!

编者

2013年10月

目 录

绪 论	1
第一章 果蔬产地贮藏	7
第一节 果蔬采后生理特性	7
第二节 果蔬采后贮运病害	10
第三节 果蔬贮前商品化处理	13
第二章 果蔬产地贮藏设施与技术	21
第一节 简易贮藏设施与技术	21
第二节 通风贮藏设施与技术	23
第三节 冷库贮藏设施与技术	31
第四节 气调贮藏设施与技术	59
第三章 果蔬贮藏管理技术	67
第一节 马铃薯	67
第二节 甘 薯	78
第三节 苹 果	87
第四节 柑 橘	101
第五节 葡 萄	106
第六节 香 蕉	112



第四章 果蔬产地干制	127
第一节 果蔬干制基本原理	127
第二节 果蔬干制主要影响因素	129
第三节 果蔬产地干制技术	131
第五章 果蔬产地干制设施与技术	135
第一节 普通烘房设施与技术	135
第二节 循环热风烘房设施与技术	147
第三节 多功能烘干窑设施与技术	169
第六章 果蔬干制管理技术	182
第一节 辣 椒	182
第二节 香 菇	186
第三节 杏	189
第四节 枸 杞	193
第五节 黑木耳	197
参考文献	202



绪 论

一、中国果蔬生产利用现状

蔬菜和水果中含有丰富的碳水化合物、有机酸、维生素、无机盐及微量元素等其他营养成分，既是人类重要的营养来源，也是人类生活中必不可少的食物。中国是目前世界上蔬菜和水果产量最大的国家，据农业统计资料显示，2012年，中国蔬菜播种面积超过2 000万 hm^2 ，蔬菜总产量超过7.0亿t，比2011年蔬菜产量增加4%以上。2012年，中国果园面积超过1 200万 hm^2 ，园林水果产量超过1.5亿t，比2011年园林水果产量增加7%以上。目前，蔬菜和水果是中国产量排名第一位和第三位的农产品，在保障农产品供应上具有举足轻重的作用。

目前，蔬菜和水果大部分用于鲜食以满足人们生活的需要。但是，鉴于水果和蔬菜具有季节性生产和周年性供应的重要特征，常常造成市场供求矛盾的发生。每年收获季节大量水果和蔬菜上市，许多地方市场供大于求，“菜贱伤农”情况时有发生。由于新鲜水果和蔬菜含水量高（大部分果蔬含水量约90%）、产后呼吸代谢旺盛、极易腐烂的特质，给贮藏、运输、流通等产业环节带来相当程度的困难。据调查，中国水果产后平均损失率为15%~20%，蔬菜产后平均损失率为25%~30%，每年水果和蔬菜的损失量超过2.0亿t，产后巨大的损失在一定程度上抵消了为增产增收所付出的努力。

除鲜食以外，果蔬也加工成果蔬汁、罐头、脱水果蔬等产品，但加工比例小。以水果为例，中国90%以上的水果用于鲜销，而发达国家则用40%~70%的水果进行加工。其中，个别国家加工量占水果总产量的70%~80%。在加工产品方面，罐头一直是果蔬加工的主要品种，也是中国出口的传统商品。目前，中国拥有罐头生产企业1 000多家，年产各种罐头近千万吨，其中，出口量已突破300万t。在各种罐头的种类中，水果蔬菜罐头约占80%，中国最大的生产省份首先是福建省，年产量约为40万t，占全国果蔬罐头产量的20%，其次是浙江省，果蔬罐头的产量为32.8万t，占全国总产量的16%。果蔬除被加工成罐头外，还被加工成果蔬汁、果蔬粉等产品，水果还有果酱、果脯、果醋等产品；蔬菜也出现了净菜、半成品菜、速冻菜等产品。



此外,脱水果蔬作为一种新兴的食品也越来越多地受到人们的青睐。在日本、美国、中国香港等国家和地区,此类产品已成为一种适应现代人快节奏、高效率生活方式的流行食品;在中国,它不仅在方便食品领域大量使用,而且也是旅游、边防、地质等部门解决吃菜难的有效方法。此外,脱水果蔬还具有新鲜果蔬的色、香、味、形、质,而且便于贮存。不过,中国脱水蔬菜的加工量仅占总产量的10%左右,果品的干制比例就更低,农产品加工前后的平均产值比仅为1:1.8。而美国洋葱、大蒜和葡萄的干制量分别占其收获量的20%、80%和25%,其农产品加工前后的平均产值比可达到1:3.8,可见中国果蔬干制发展空间和增值潜力巨大。

二、中国果蔬产地贮藏与干制现状

果蔬的初级加工相对于深加工而言,是指对果蔬产品进行不改变内在成分的加工过程,包括清选、分级、预冷、贮藏、干制等环节,其中,贮藏和干制是非常重要的两个初加工环节。

目前,中国蔬菜、水果产地初加工处理由农户完成的比重超过产量的一半,有的品种高达80%以上,由于农户产后贮藏、保鲜、干制等初加工设施简陋,甚至严重短缺,导致产后损失大、质量安全突出,卖难问题频发。

1. 损失严重

据统计,每年水果产后损失约2 200万t、蔬菜约1.4亿t、马铃薯约1 100万t,相当于全国年浪费约933万hm²耕地的产出。

内蒙古自治区、河北省、吉林省、甘肃省和宁夏回族自治区等省区均为中国马铃薯主产区。由于地处北方,冬季气候寒冷,每年9月下旬集中收获的马铃薯必须在较短的时间内入库贮藏,否则将造成冻害,影响产品的使用价值。出于自食、留种和待价而售等方面的需要,多年来农户贮藏的比重都在产量的60%以上,而且普遍采用传统的井筒式土窖贮藏马铃薯,既不能通风,也无法控制温度和湿度,难以达到理想的存储条件,致使马铃薯在贮藏过程中极易出现失水、变青、发芽等现象,平均损失率为15%~20%,严重的可达40%以上,烂窖现象也时有发生。

在黄土高原和环渤海湾等苹果主产区,因缺少适宜的贮藏设施,农户储藏的苹果很容易出现萎蔫、酒化、腐烂现象,品质品相下降,经济利益受损。目前,中国苹果产后损失率为15%~20%。如果按照农户贮藏60%、平均损失率17%

计算,2011年,农户苹果贮藏损失约360万t,相当于22.67万 hm^2 果园的产量;按照产地价格每吨2000元计算,农户经济损失高达72亿元。

红枣、枸杞、辣椒、黄花菜和食用菌等许多果蔬产品主要需制干后上市销售。多年来,这类产品的制干过程80%以上由农户来完成,主要采取自然晾晒方式,多以马路、庭院、空地等为晾晒场所。这种制干方式,对良好气候的依赖性极强,一旦遭遇阴雨天,霉变、腐烂等问题就不可避免;即使在天气晴好的条件下,灰尘、汽车尾气的污染以及虫吃、鸟食、鼠咬等,也会对产品的品质品相和质量安全造成不利影响。贵州省辣椒年产量超过150万t,除了一部分用于鲜食外,大量产品都需要进行干制处理。长期以来,贵州省辣椒制干主要依靠自然晾晒,在“天无三日晴”的气候条件下,霉烂变质率高达20%,且成品水分含量大,色泽发暗,既不耐贮藏,又影响品级,农民经济损失较重。河北省献县是红枣生产大县,多年来红枣制干都是以传统的自然晾晒方式为主,耗时长、霉烂率高、质量难保证,常年损失率为20%~30%,一旦下雨损失就更大。

2. 卖难问题频现

由于缺少产地初加工设施技术,从事果蔬种植的农民普遍抗风险能力差,一旦市场有变,根本没有缓手之策,果蔬类产品卖难问题时有发生,不仅给农户带来巨大损失,也严重影响其种植积极性。

作为世界柑橘生产大国,中国柑橘品种多,面积产量都很大,由于产后初加工能力落后,柑橘卖难问题时有发生,如2008年、2010年因气候影响,湖南省湘西、怀化等地柑橘出现卖不出去的现象,往年1元/500g的柑橘只卖到0.1元/500g,农民损失九成。2011年,在中国柑橘产量增长10%的背景下,江西省柑橘销售集体遭遇卖难;安远脐橙销量只有总产量的1/7,南丰蜜橘当地收购价比往年下降30%。2012年春节之后,浙江省丽水的椪柑、台州的“黄岩蜜橘”等遭遇卖难问题,产品大量滞销。

近年来,马铃薯卖难的问题也很突出。2008年,内蒙古自治区东部马铃薯大丰收,导致农民卖薯难,部分马铃薯冻烂在地里,农民遭受严重损失。2009年,马铃薯市场行情一路走高,尤其是2010年,马铃薯价格创历史新高,地头收购价达到1.0元/500g,加之政府积极扶持发展马铃薯产业,内蒙古自治区马铃薯的种植面积和产量都快速增加,2011年,内蒙古自治区马铃薯种植面积76万 hm^2 ,比2010年增加7.3万 hm^2 ;产量1100多万t,比2010年增加260万t。但9月下旬以来,在马铃薯主产地随处可见,满地的马铃薯早已装好了袋,堆在地里就是无人问津。



2011年,食用菌主产区河南省三门峡市也遭受了丰产不丰收的卖难情况。该市2011年食用菌栽培总规模1.26亿袋,鲜品总产量18.5万t。由于食用菌国内市场出现了局部和阶段性的产品过剩,食用菌价格出现了大幅度下跌,6月份之前,鲜菇收购价格每500g还在2.0~2.8元,然而短短几天以后,价格骤然直下,掉到1.0~1.6元/500g,甚至更低,由于缺乏贮藏、烘干设施,食用菌种植农户遭受严重损失。

总的来说,果蔬产地初加工具有作业对象丰富各异、操作工序繁简并存的特点。与精深加工相比,中国在果蔬产地初加工技术和设施装备研究上的投入较少。在初加工各环节中,关于贮藏、保鲜和干制方面的研究较多,但存在以下问题:一是基础研究多、工程化研究少。如干制环节一般研究集中于不同农产品在不同干制技术下的工艺研究,而对隧道窑、烘房等干制设施的研究很少。偏理论基础的保鲜技术研究多,而偏工程应用的贮藏设施研究少。二是适用于企业使用的技术研究多,适合农户、合作社使用的技术研究少。以贮藏环节为例,研究多集中于投资额大、运行成本高、适于较大规模的大型气调库、冷藏库等,而对适合于农户和合作社使用的中小型贮藏窖、简易冷库的研究较少。三是不同种类农产品研究差异大,以干制环节为例,烟草行业不论是基础研究还是工程设施研究都已十分深入,而果蔬等农产品干制的研究相对较少。

由于国外农产品生产规模化、组织化程度较高,果蔬产地初加工水平也较高,许多经济发达国家把农产品产后贮藏、保鲜、加工放在农业工作首位,实现了50%以上果蔬工业化加工转化。美国对农产品产后保鲜与加工的投入,已占农业全部投入70%。日本建立全国性的现代化农产品低温保鲜体系,果蔬收后损失低于5%。中国农产品产后初加工在现阶段及今后相当长一段时间,还会是以农民、农村专业合作社为主来完成,而农户初加工设施、设备及技术使用率尚不足5%,问题突出。因此,需要重点关注果蔬产地初加工技术与设施设备。2012年,中国农业部和财政部联合启动农产品产地初加工补助项目,以果蔬贮藏、保鲜、干制等主要初加工环节为重点,支持农户和专业合作社加快改善初加工设施条件,有效提升中国果蔬产地初加工设施技术,逐步改善果蔬产地初加工条件,降低农产品损失。

三、发展果蔬产地贮藏干制技术设施的意义

农产品初加工是农产品加工的重要组成,《全国现代农业发展规划》(2011—2015年)提出要“实施农产品加工提升工程,推广产后贮藏、保鲜等初加工技

术与装备”，作为生产季节性和地域性很强的果蔬类农产品，其产业健康发展尤其需要先进的产地初加工设施技术作为支撑。与农产品精深加工的发展速度和技术水平相比，中国农产品产地贮藏加工的原始和传统状态已影响到农产品加工业的协同健康发展。其表现在以下3个方面。

第一，制约农产品后续精深加工的发展。产地初加工的落后既影响了精深加工原料的稳定供应，也影响了精深加工产品的质量。如现有水果由于产后预冷设施缺乏，采后颜色、口感、风味等容易发生变化，品质下降，从而影响加工成品如水果脆片、果汁的质量。

第二，带来农产品加工的卫生安全问题。许多果蔬作物如辣椒、红枣、核桃等，80%以上由农户采用传统的自然晾晒甚至马路晾晒，或者土法烘干来进行干制处理，在这些过程中存在很多卫生安全隐患，如蚊叮虫咬造成的污染、道路沥青、粉尘、车辆排放物造成的污染及二氧化硫、苯并芘等有害物质超标等。因为天气原因农产品如果不能及时干制还可能产生黄曲霉毒素等致癌物。

第三，不利于农产品加工业的可持续发展。由于果蔬产地初加工技术与设施落后，加工过程能耗高、物耗高、成本高，污染大。例如，西南地区辣椒的产地初加工，普遍使用简易棚房、烘干炉灶、蜂窝煤煤炉等传统设施，整个加工依靠人工操作，蒸煮和烘干1t辣椒需要的能耗高，而且加工过程排放大量烟尘，污染十分严重。

针对上述问题，发展果蔬产地贮藏干制技术设施，可以起到一举多效的作用。具体体现在以下六个方面。

第一，增加供给。减损等于增产，如果我国果蔬产后损失降低一半，相当于增加约1亿t果蔬的供给能力。在土地、水等资源紧张的情况下，这比再投入更多的财力、物力去提高产量来得更快。

第二，均衡上市。季节性生产与不间断供应是农产品产销的基本规律。如果能够改善提高初加工贮藏、干制设施技术，就可以有效延长果蔬产品的销售时间，在一定程度上调节市场供应，甚至实现错季销售，均衡农产品的上市供应量。

第三，稳定价格。目前，经常出现果蔬生产旺季价格低，农民增产不增收，生产淡季价格高，居民消费不起的现象。如果能增强农民贮藏干燥的加工能力，可以在相当程度上避免产后上市集中、价格低廉问题，缩小淡旺季差价。

第四，提高品质。科学的贮藏加工，能够有效防止霉变腐烂和细菌污染，避免原始传统方法带来的质量卫生安全问题，提高农产品的入市品质和等级。

第五，保证加工。由于没有贮藏能力，现在很多农产品精深加工企业每年的



开工时间很短，如西北马铃薯淀粉和苹果汁加工企业每年开工时间平均只有一个月，有的只有十几天，效益普遍不好。增强农产品贮藏能力，可以延长加工时间，提高企业效益。

第六，促进增收。农户或合作社通过贮藏、干制等初加工设施技术，能明显提高农业效益。据在甘肃、宁夏的调查，2003—2010年7年间，农户贮藏马铃薯3~5个月销售，每吨最少可增收400元，以户均贮藏10t计，每户每年可增收4000多元。

随着农产品加工业的快速发展，农产品贮藏和干制技术已成为农产品加工业的重要环节。在农产品贮藏和干制过程中，需要采取一系列措施，以确保农产品的新鲜度和品质。首先，要选择合适的贮藏和干制设施，如冷库、干燥机等。其次，要严格控制贮藏和干制过程中的温度、湿度和时间，以防止农产品变质。最后，要加强农产品贮藏和干制过程中的卫生管理，防止污染。通过这些措施，可以有效地延长农产品的保质期，提高农产品的附加值，从而增加农民的收入。

在农产品贮藏和干制过程中，还需要注意以下几点：一是要选择适宜的贮藏和干制场所，避免阳光直射和潮湿环境；二是要定期检查农产品的贮藏和干制情况，及时发现和处理问题；三是要做好农产品的包装和运输工作，确保农产品在运输过程中不受损坏。通过这些措施，可以有效地提高农产品的贮藏和干制效果，为农产品加工业的发展提供有力支持。



第一章 果蔬产地贮藏

第一节 果蔬采后生理特性

一、呼吸生理

果蔬采收是一个活体，具有生命活动的重要标志是呼吸作用，制约与影响其他生理生化过程。可以说，没有呼吸作用，就没有果蔬的生命，也就谈不到贮藏保鲜了。

果蔬呼吸作用是一系列酶的催化作用，把复杂的有机物质逐步降解为二氧化碳、水等简单物质，同时释放出能量，以维持正常的生命活动。呼吸影响着果蔬采后的品质、成熟、耐贮性、抗病性及整个贮藏寿命。呼吸作用越旺盛，各种生理生化过程进行得越快，采后贮藏寿命就越短。因此，果蔬采后贮运过程中，在保证正常呼吸代谢而不产生无氧呼吸伤害的前提下，呼吸强度越低，呼吸底物消耗越少，贮藏期越长。

以苹果保鲜为例，利用果实的呼吸原理，进行机械气调贮藏（CA）和限制自发气调贮藏（MA）。其中，限制气调贮藏，利用果实自身呼吸降低袋内氧气，提高二氧化碳浓度，反过来抑制自身呼吸，降低消耗，达到延长贮藏期目的。影响呼吸作用的主要因素有：

1. 温度

一般来说，在 $0 \sim 35^{\circ}\text{C}$ 内，温度每升高 10°C ，呼吸强度就增加 $1.0 \sim 1.5$ 倍，也就相当于保鲜寿命或时间相差 $1.0 \sim 1.5$ 倍。

可以简单地说，一方面，在果蔬不产生冷害或冻害的情况下，温度越低越好。因此，贮藏果蔬的普遍措施就是尽可能维持较低的温度，将果蔬的呼吸作用抑制到最低限度。但是，在热带、亚热带生长的果蔬，低于一定温度将产生冷害，如香蕉不能低于 13°C ，否则，其会变黑、不软化；辣椒不能低于 7°C ；豆角不能低于 8°C 。另一方面，贮藏温度要恒定，否则，温度波动会促使呼吸作用加



强，增加物质消耗，还使薄膜袋内结露水，不利于贮藏保鲜。

2. 湿度

一般来说，轻微的干制较湿润更可抑制呼吸作用。果蔬种类不同，反应也不一样。例如，湿度过高，柑橘呼吸作用加强，造成水肿病（浮皮果）。相反，如果湿度低于80%，香蕉不能正常后熟。

3. 气体

空气正常含氧气21%、氮气78%、二氧化碳0.03%。保鲜库内，二氧化碳和果实释放出的乙烯对呼吸作用影响重大。适当降低贮藏环境中的氧浓度和适当提高二氧化碳浓度，可以抑制果蔬呼吸作用，延缓后熟衰老过程。

4. 机械损伤

果蔬在采收、分级、包装、运输和贮藏过程中会遇到挤压、碰撞、刺扎等损伤。当果蔬受到伤害时，呼吸强度增强，乙烯产量增加，贮藏寿命缩短，还容易受病菌侵染而引起腐烂。

5. 植物激素及某些化学物质

植物激素包括乙烯、2, 4-D、萘乙酸、脱落酸、青鲜素、矮壮素、B9等。植物激素中的生长素和激动素对果蔬总的作用是抑制呼吸、延缓后熟；乙烯和脱落酸总的作用是促进呼吸、加速后熟。当然，由于浓度的不同和种类不同，各种植物激素的反应也是多样的。

6. 其他因素

如内因的种类、品种、成熟期、采收成熟度，外因的生长环境条件等都可影响果蔬的呼吸。

二、蒸腾生理

果蔬采收以后，失去了从母体的水分供应，水分代谢以蒸腾失水为主。

1. 蒸腾失水对果蔬贮藏与保鲜的影响

(1) 失重、失鲜

失水会减轻重量，通常称为干耗，但更重要的是，失水导致表面皱缩、失去

光泽、质地软化、风味减淡等。一般当失水达 3% ~ 5% 时, 就会表现出明显的失鲜。

(2) 呼吸代谢加强

失水达一定程度时, 会诱导一些水解酶活性加强, 呼吸上升, 果蔬品质劣化加快。

(3) 果蔬抗病性、耐贮藏性降低

果蔬失水后抵抗外界病原菌的能力降低, 加速了衰老, 保鲜期缩短。

2. 影响蒸腾失水的因素

(1) 表皮组织

果蔬表皮的自然开孔为皮孔、气孔, 表皮外部有角质层和蜡质层, 其厚度与品种种类、生态条件、栽培技术等有关。在有利于果蔬生长发育的条件下形成的果实, 其含糖高, 角质层或蜡质层也较厚, 在一定程度上可限制水分蒸腾。

(2) 温度

温度高, 水分子移动快, 蒸腾就快。

(3) 相对湿度

相对湿度越低, 蒸腾越快。相对湿度又与温度有关, 低温条件下, 湿度很难提高。

(4) 空气流动

空气流动会改变果蔬周围的湿度条件, 空气流速越大, 蒸腾速率越大, 就容易失水。

3. 控制失水的主要措施

(1) 适时采收

在田间地头及运输过程中要进行遮阳, 减少太阳直射造成的水分散失。

(2) 采收后处理

及时入库预冷, 降低品温。

(3) 包装要求

塑料袋小包装。

(4) 保鲜要求

贮藏设施内添加加湿器, 直接向地面洒水等。

4. 结露现象

果蔬贮、运、销过程中, 常常在产品的表面或包装容器的内表面 (特别是薄