

普通高等教育“十一五”规划教材



果品蔬菜

贮藏加工

原理与技术

GUOPIN SHUCAI

ZHUCANG JIAGONG YUANLI YU JISHU

王 颀 张子德 主编



化学工业出版社

普通高等教育“十一五”规划教材



果品蔬菜

贮藏加工 原理与技术

GUOPIN SHUCAI

ZHUCANG JIAGONG YUANLI YU JISHU

王 颀 张子德 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书作者在从事高等院校果品蔬菜贮藏加工原理与技术教学和研究工作基础上,经过多次探索和实践,逐步形成了本教材的编写体系。本书在详细讲授果品蔬菜化学成分与贮藏加工特性的基础上,系统讲解了果品蔬菜贮藏加工的基本原理和基本方法。本教材包括果品蔬菜化学成分与贮藏特性、果品蔬菜的采收和采后处理、果品蔬菜贮藏方式与设备、果品蔬菜的贮藏技术、果品蔬菜贮藏病害、果蔬罐藏、果蔬制汁、果品蔬菜干制、果品蔬菜糖制、果品蔬菜腌制、果品蔬菜速冻和果酒与果醋酿造等内容。

本书是高等院校食品科学与工程、生物工程、食品质量与安全 and 园艺等有关专业本科生教材,也可作相关专业和研究生的参考教材,或供果品蔬菜贮藏加工企业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

果品蔬菜贮藏加工原理与技术/王颌,张子德主编.
北京:化学工业出版社,2009.1
普通高等教育“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-04250-7

I. 果… II. ①王…②张… III. ①水果-食品贮藏-高等学校-教材②蔬菜-食品贮藏-高等学校-教材③水果加工-高等学校-教材④蔬菜加工-高等学校-教材
IV. TS255.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 188549 号

责任编辑:赵玉清

文字编辑:张林爽

责任校对:周梦华

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印刷:大厂聚鑫印刷有限责任公司

装订:三河市延风装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 17½ 字数 451 千字 2009 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:29.00 元

版权所有 违者必究

主 编：王 颀 张子德

副主编：牟建楼 何俊萍 王 敏 赵丛枝

唐 霞 李丽萍 刘正萍

前 言

《果品蔬菜贮藏加工原理与技术》是为高等院校食品科学与工程、生物工程、食品质量与安全 and 园艺等有关专业本科生编写的教材，也可供果蔬加工企业技术人员参考。《果品蔬菜贮藏加工原理与技术》是一门综合性、实践性很强的专业课。本课程是在学生学完有机化学、食品化学、生物化学、食品机械与设备和制冷学等主要专业课的基础上开设的。其目的是培养学生具备果品蔬菜新产品研发的能力，结合毕业实习和毕业设计，完成工程师所具备的基本能力训练。《果品蔬菜贮藏加工原理与技术》分上、下两篇介绍了果品蔬菜贮藏与加工技术。上篇详细阐述了果蔬产品的采后生理、采后处理与运销、采后贮藏方式方法等内容；下篇主要阐述果蔬罐藏、制汁、干制、糖制、腌制、果醋和果酒酿造等生产技术及生产实例。

我国水果、蔬菜资源丰富，其中水果年产量近 17239 万吨，蔬菜产量约 5 亿吨，均居世界第一位。我国果蔬产业已成为仅次于粮食作物的第二大农业产业。果蔬加工业是我国农产品加工业中具有明显优势和国际竞争力的行业，也是我国食品工业重点发展的行业。它不仅是保证果蔬产业迅速发展的重要环节，也是实现采后减损增值，建立现代果蔬产业化经营体系，保证农民增产增收的基础。我国加入 WTO 后，果蔬产品深加工企业的机会和挑战并存，要增强我国农副产品及深加工产品在国际市场上的竞争力，采用先进的果品蔬菜深加工技术如超临界萃取、膜分离、分子蒸馏、膜分离、无菌冷灌装、浓缩、冷加工等高新加工技术的开发和应用，缩短了中国果蔬加工技术和装备与国际先进水平的差距。虽然我国在果蔬加工方面取得了长足进步，但无论是生产规模，还是技术水平与发达国家相比仍有很大差距。因此如何发挥我国果蔬产品的生产优势，增强产品质量，加大深加工的力度，提高产品的附加值，加强出口创汇能力，增强竞争优势，已成为迫切需要解决的问题。

本书在内容的设计方面，既介绍国内外果蔬加工方面的新技术、新工艺，又涉及贮藏加工中最具体的生产实践问题，并结合编者多年的教学与生产实践，对各类果蔬加工基本原理、生产工艺、产品质量标准及常见的质量问题、解决方法等作了翔实介绍，力求内容系统且有实用价值。

本教材由王颀教授和张子德教授主编，参加本书编写的还有牟建楼、何俊萍、王敏、赵丛枝、唐霞、李丽萍、刘正萍、孙萍萍、李书红。本教材上篇由张子德负责统稿，下篇由王敏负责统稿，全书最后由王颀教授统稿。本教材完成后，经多次教学实践和反复修改最后定稿，教材中凝聚了参编全体作者在教学和科研实践中的经验和心血，本书为集体智慧的结晶。在编写过程中得到了化学工业出版社和河北农业大学等单位的同志们们的热情帮助。此外，本教材参考了大量公开发表的文献资料，在此一并向这些作者和提供过帮助的人们致以衷心的感谢！

由于作者水平有限，书中错误在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2008 年 8 月于保定

目 录

上篇 果品蔬菜贮藏与保鲜

第1章 果品蔬菜化学成分与贮藏特性	2	2.3.3 辐射	52
1.1 采前因素对果品蔬菜品质及耐贮性的影响	2	2.3.4 涂膜处理	53
1.1.1 产品自身因素	2	2.3.5 化学药剂处理	54
1.1.2 自然环境因素	4	第3章 果品蔬菜贮藏方式与设备	57
1.1.3 农业技术因素	8	3.1 自然低温冷却贮藏	57
1.2 果品蔬菜的基本组成及其在采后成熟衰老过程中的变化	10	3.1.1 简易贮藏方式	57
1.2.1 水分及无机成分	11	3.1.2 窖藏	59
1.2.2 维生素	11	3.1.3 土窑洞和通风库贮藏	61
1.2.3 碳水化合物	12	3.2 机械冷藏库	64
1.2.4 有机酸	14	3.2.1 机械制冷的原理	64
1.2.5 色素物质	14	3.2.2 冷藏库的类型	66
1.2.6 单宁物质	15	3.2.3 库体维护结构	66
1.2.7 芳香物质	15	3.2.4 冷库的管理	67
1.2.8 含氮化合物	16	3.3 气调贮藏	69
1.2.9 糖苷类	16	3.3.1 气调贮藏的条件	69
1.2.10 酶	17	3.3.2 自发气调贮藏	71
1.3 果品蔬菜原料的采后生理特性	18	3.3.3 人工气调贮藏	72
1.3.1 果品蔬菜的呼吸代谢	18	3.4 减压贮藏	74
1.3.2 乙烯对果品蔬菜成熟和衰老的影响	24	3.4.1 减压贮藏的原理	74
1.3.3 果品蔬菜的失水与环境湿度	27	3.4.2 减压贮藏库的组成和控制方式	74
1.3.4 果品蔬菜贮藏中发生的生理失调	29	第4章 果品蔬菜的贮藏技术	76
1.3.5 休眠在蔬菜贮藏中的应用	34	4.1 果品贮藏	76
第2章 果品蔬菜的采收和采后处理	38	4.1.1 苹果贮藏	76
2.1 果蔬的采收分级与包装	38	4.1.2 梨贮藏	80
2.1.1 采收成熟度	38	4.1.3 桃、李和杏贮藏	81
2.1.2 果蔬的采收方法	40	4.1.4 柿贮藏	82
2.1.3 采收注意事项	40	4.1.5 葡萄贮藏	83
2.1.4 分级	41	4.1.6 柑橘贮藏	85
2.1.5 包装	43	4.1.7 荔枝贮藏	87
2.2 预冷	46	4.1.8 香蕉贮藏	88
2.2.1 预冷的意义	46	4.1.9 菠萝贮藏	89
2.2.2 预冷方式	47	4.1.10 芒果贮藏	89
2.2.3 影响预冷速度的因素	49	4.2 蔬菜的贮藏	90
2.3 果品蔬菜的其它采后处理	50	4.2.1 萝卜贮藏	90
2.3.1 催熟及脱涩	50	4.2.2 番茄贮藏	91
2.3.2 愈伤	51	4.2.3 大蒜贮藏	93
		4.2.4 马铃薯贮藏	93
		4.2.5 甜椒(青椒)贮藏	94

4.2.6	菜豆贮藏	96
4.2.7	黄瓜贮藏	96
4.2.8	芹菜贮藏	97
4.2.9	茄子贮藏	98
4.2.10	韭菜贮藏	99

第5章 果品蔬菜贮藏病害 100

5.1	贮藏病害的定义、病因及侵染特点	100
-----	-----------------	-----

5.1.1	定义	100
5.1.2	病因	100
5.2	果品贮藏病害	103
5.2.1	侵染性病害	103
5.2.2	生理性病害	113
5.3	蔬菜贮藏病害	115
5.3.1	侵染性病害	115
5.3.2	生理性病害	120

下篇 果品蔬菜加工

第6章 果蔬罐藏 124

6.1	果蔬罐藏基本原理	124
6.1.1	杀菌原理	124
6.1.2	影响杀菌的因素	127
6.2	罐藏原料	131
6.2.1	水果罐藏原料	132
6.2.2	蔬菜罐藏原料	134
6.3	罐藏工艺	136
6.3.1	原料预处理	136
6.3.2	装罐	141
6.3.3	排气	143
6.3.4	密封	146
6.3.5	杀菌	147
6.3.6	冷却	152
6.3.7	保温及商业无菌检验	152
6.4	罐头败坏检验及贮藏	153
6.4.1	罐头的检验	153
6.4.2	常见的罐头败坏现象及其原因	154
6.4.3	罐头食品贮存	155

第7章 果蔬制汁 157

7.1	果蔬汁分类	157
7.2	果蔬汁原料	158
7.2.1	加工果蔬汁对原料的要求	158
7.2.2	常见果汁原料	159
7.2.3	常见蔬菜汁原料	160
7.3	果蔬汁加工工艺	160
7.3.1	预处理	160
7.3.2	取汁	162
7.3.3	澄清	163
7.3.4	过滤	165
7.3.5	调整	167
7.3.6	均质	168
7.3.7	脱气	170
7.3.8	浓缩	171

7.3.9	芳香回收	174
7.3.10	干燥与脱水	174
7.3.11	杀菌与包装	174
7.4	果蔬汁加工中常见的问题	176
7.4.1	变色	176
7.4.2	风味变差	177
7.4.3	后混浊、分层及沉淀	178
7.4.4	营养成分损失	179
7.4.5	腐败变质	179

第8章 果品蔬菜干制 180

8.1	果品蔬菜干制的基本原理	180
8.1.1	果蔬中水分的存在状态和特性	180
8.1.2	干燥机理	183
8.1.3	果品蔬菜干燥速度和温度的变化	184
8.1.4	原料在干燥中的变化	186
8.2	果品蔬菜干制工艺	190
8.2.1	原料选择和处理	190
8.2.2	包装	191
8.2.3	贮藏	194
8.2.4	复水	194
8.3	干制方法和设备	195
8.3.1	自然干制	195
8.3.2	人工干制	196

第9章 果品蔬菜糖制 202

9.1	果品蔬菜糖制的基本原理	202
9.1.1	食糖的基本性质	202
9.1.2	食糖的保藏作用	205
9.1.3	果胶及其胶凝作用	206
9.2	糖制品加工方法	207
9.2.1	蜜饯类	207
9.2.2	果酱类	210
9.3	果品蔬菜糖制加工工艺实例	212

9.3.1 蜜饯类	212	11.1.3 冷冻对果品蔬菜的影响	240
9.3.2 果酱类	215	11.1.4 冷冻对微生物的影响	242
9.3.3 配制果冻	217	11.2 果品蔬菜速冻工艺流程	242
9.4 质量控制	218	11.3 速冻方法与设备	244
9.4.1 果脯蜜饯类制品品质控制	218	11.3.1 隧道式鼓风冷冻法	244
9.4.2 果酱类制品的品质控制	220	11.3.2 流态化冻结装置	245
9.4.3 成品质量标准	221	11.3.3 间接接触冻结法	246
第 10 章 果品蔬菜腌制	223	11.3.4 直接接触冻结法	247
10.1 腌渍品的分类	223	11.4 速冻果蔬的流通	248
10.1.1 按保藏作用的机理分类	223	11.4.1 食品冷藏链的分类	248
10.1.2 按原料和生产工艺的特点 分类	223	11.4.2 速冻果蔬的营销环节	248
10.1.3 按照产品的物理状态分类	223	11.4.3 速冻果蔬的解冻与食用	249
10.2 腌渍基本原理	224	第 12 章 果酒与果醋酿造	250
10.2.1 食盐的保藏作用	224	12.1 果酒分类	250
10.2.2 微生物的发酵作用	225	12.2 葡萄酒酿造原理	251
10.2.3 蛋白质的分解及其它生化 作用	227	12.2.1 酵母菌与酒精发酵	251
10.2.4 腌制蔬菜的保脆和保绿	228	12.2.2 苹果酸—乳酸发酵	254
10.3 腌渍蔬菜原料	229	12.3 影响葡萄酒酒精发酵的主要因素	255
10.3.1 腌渍蔬菜主料	229	12.4 葡萄酒酿造工艺	256
10.3.2 腌渍蔬菜辅料	229	12.4.1 红葡萄酒酿造	256
10.4 腌制蔬菜加工工艺	230	12.4.2 白葡萄酒酿造	259
10.4.1 盐渍菜类加工	230	12.4.3 桃红葡萄酒生产	261
10.4.2 酱菜类加工	233	12.5 几种特殊葡萄酒酿造技术	262
10.4.3 泡菜类加工	234	12.5.1 味美思酿造	262
第 11 章 果品蔬菜速冻	238	12.5.2 起泡葡萄酒酿造	263
11.1 速冻保藏原理	238	12.5.3 白兰地	264
11.1.1 冷冻过程	238	12.6 果醋酿造	266
11.1.2 冷冻量的要求	240	12.6.1 果醋发酵理论	266
		12.6.2 果醋酿造工艺	267
		参考文献	269

卷 1 第 1 章

果品蔬菜贮藏与保鲜

果品蔬菜贮藏与保鲜是农业生产中的一项重要工作，也是农产品流通的重要环节。随着人们生活水平的提高，对农产品新鲜度的要求也越来越高。因此，果品蔬菜的贮藏与保鲜技术日益受到重视。本章主要介绍果品蔬菜贮藏与保鲜的基本原理、常用方法和最新研究成果。

中国农业大学园艺学院农产品贮藏与保鲜研究所 1.1

果品蔬菜贮藏与保鲜是农业生产中的一项重要工作，也是农产品流通的重要环节。随着人们生活水平的提高，对农产品新鲜度的要求也越来越高。因此，果品蔬菜的贮藏与保鲜技术日益受到重视。本章主要介绍果品蔬菜贮藏与保鲜的基本原理、常用方法和最新研究成果。

果品蔬菜贮藏与保鲜

中国农业大学园艺学院农产品贮藏与保鲜研究所 1.1

果品蔬菜贮藏与保鲜是农业生产中的一项重要工作，也是农产品流通的重要环节。随着人们生活水平的提高，对农产品新鲜度的要求也越来越高。因此，果品蔬菜的贮藏与保鲜技术日益受到重视。本章主要介绍果品蔬菜贮藏与保鲜的基本原理、常用方法和最新研究成果。

果品蔬菜贮藏与保鲜是农业生产中的一项重要工作，也是农产品流通的重要环节。随着人们生活水平的提高，对农产品新鲜度的要求也越来越高。因此，果品蔬菜的贮藏与保鲜技术日益受到重视。本章主要介绍果品蔬菜贮藏与保鲜的基本原理、常用方法和最新研究成果。

果品蔬菜贮藏与保鲜是农业生产中的一项重要工作，也是农产品流通的重要环节。随着人们生活水平的提高，对农产品新鲜度的要求也越来越高。因此，果品蔬菜的贮藏与保鲜技术日益受到重视。本章主要介绍果品蔬菜贮藏与保鲜的基本原理、常用方法和最新研究成果。

第 1 章

果品蔬菜化学成分与贮藏特性

教学目标：通过本章学习，了解采前因素对果蔬品质及耐贮性的影响；掌握果蔬采后生理特性的有关概念及基本理论；掌握果蔬采后生理生化变化及其对品质和成熟衰老影响；掌握各种生理作用与果蔬贮运的关系。

1.1 采前因素对果品蔬菜品质及耐贮性的影响

影响果蔬耐贮性的采前因素很多，如产品自身因素、自然环境因素和农业技术因素等都会影响产品的品质。选择生长发育良好、健康、品质优良的产品作为贮藏原料，是搞好果蔬贮藏工作的重要保证之一，只有品质优良的果蔬才具有高的耐贮性。

1.1.1 产品自身因素

1.1.1.1 种类和品种

(1) 种类 果蔬种类不同，耐贮性差异很大。特别是蔬菜种类繁多，其可食部分可以来自于植物的根、茎、叶、花、果实和种子，由于它们的组织结构和新陈代谢方式不同，因此耐贮性也有很大的差异。

叶菜类耐贮性最差。因为叶片是植物的同化器官，组织幼嫩，保护结构差，采后失水、呼吸和水解作用旺盛，极易萎蔫、黄化和败坏，最难贮藏；叶球为营养贮藏器官，一般在营养生长停止后收获，新陈代谢已有所降低，所以比较耐贮藏。

花菜类是植物的繁殖器官，新陈代谢比较旺盛。在生长成熟及衰老过程中还会形成乙烯，所以花菜类是很难贮藏的。如新鲜的黄花菜，花蕾采后 1d 就会开放，并很快腐烂，因此必需干制。然而花椰菜是成熟的变态花序，蒜薹是花茎梗，它们都较耐寒，可以在低温下作较长期的贮藏。

果菜类包括瓜、果、豆类，它们大多原产于热带和亚热带地区，不耐寒，贮藏温度低于 8~10℃ 会发生冷害。其食用部分为幼嫩果实，新陈代谢旺盛，表层保护组织发育尚不完善，容易失水和遭受微生物侵染。采后由于生长和养分的转移，果实容易变形和发生组织纤维化，如黄瓜变成大头瓜、豆荚变老，因此很难贮藏。但有些瓜类蔬菜是在充分成熟时采收的，如南瓜、冬瓜，其代谢强度已经下降，表层保护组织已充分发育，表皮上形成了厚厚的角质层、蜡粉或茸毛等，所以比较耐贮藏。

块茎、鳞茎、球茎、根茎类都属于植物的营养贮藏器官，有些还具有明显的休眠期或可以通过改变环境条件，控制其在强迫休眠状态，使新陈代谢降低到最低水平，所以比较耐贮藏。

水果中以温带生长的苹果和梨最耐贮，桃、李、杏等核果类由于在夏季成熟，此时温度高，果品呼吸作用强，因此耐贮性较差；热带和亚热带生长的香蕉、菠萝、荔枝、杨梅、芒果等采后寿命短，不能作长期贮藏。

(2) 品种 果蔬的品种不同，其耐贮性也有差异。一般来说，不同品种的果蔬以晚熟品

种最耐贮，中熟品种次之，早熟品种不耐贮藏。晚熟品种耐贮藏的原因是：晚熟品种生长期长，成熟期间气温逐渐降低，组织致密、坚挺，外部保护组织发育完好，防止微生物侵染和抵抗机械伤能力强；晚熟品种营养物质积累丰富，抗衰老能力强；晚熟品种一般有较强的氧化系统，对低温适应性好，在贮藏时能保持正常的生理代谢作用，特别是当果蔬处于逆境时，呼吸很快加强，有利于产生积极的保卫反应。

在大白菜中，直筒形比圆球形的耐贮藏，青帮系统的比白帮系统的耐贮藏，晚熟的比早熟的耐贮藏，如小青口、青麻叶、抱头青、核桃纹等的生长期都较长，结球坚实，抗病耐寒耐贮藏。芹菜中以天津的白庙芹菜、陕西的实杆绿芹、北京的棒儿芹等耐贮藏；而空杆类型的芹菜贮藏后容易变糠，纤维增多，品质变劣。菠菜中以尖叶菠菜耐寒适宜冻藏，圆叶菠菜虽叶厚高产，但耐寒性差，不耐贮藏。马铃薯中以休眠期长的品种如克新一号等最为耐贮。

苹果中的早熟品种耐贮性差。如黄魁、丹顶、祝光不宜作长期贮藏；金冠、红星、红元帅、秦冠等中晚熟品种在自然降温的贮藏场所中不能作长期贮藏，然而用冷藏或气调贮藏方法可以贮藏到翌年5月；青香蕉、印度、红富士和小国光等晚熟品种是最耐藏品种，如小国光在普通窖中可以贮藏到次年的5~6月份。

梨果实中以红青梨和安梨最耐贮藏，但其肉质较粗，含酸量高；鸭梨、雪花梨、茌梨等品质好，耐贮藏；而西洋梨系统的巴梨和秋子梨系统的京白梨和广梨，一般不作长期贮藏，但如果贮藏条件适当，也可以贮藏到次年春季。

柑橘中的宽皮橘品种，耐贮性较差。广东的蕉柑是耐藏品种，甜橙的耐贮性较好，在适合的贮藏条件下，可以贮藏5~6个月。

桃一般不能作长期贮藏，橘早生、五月鲜和深州蜜桃等，采后只能存放几天；冈山白、大久保品种耐贮性稍强，一些晚熟品种如冬桃、绿化九号比较耐贮藏。一般说来，非溶质性的桃比溶质性的桃耐贮藏。

1.1.1.2 砧木

砧木类型不同，果树根系对养分和水分的吸收能力不同，从而对果树的生长发育进程、对环境的适应性以及对果实产量、品质、化学成分和耐贮性直接影响。

山西果树研究所的试验表明：红星苹果嫁接在保德海棠上，果实色泽鲜红，最耐贮藏；嫁接在武乡海棠、沁源山定子和林檎砧木的果实，耐贮性也较好。还有研究表明，苹果发生苦痘病与砧木的性质有关，如在烟台海滩地上嫁接于不同砧木上的国光苹果，发病轻的苹果砧木是烟台沙果、福山小海棠；发病最重的是山荆子、黄三叶海棠；晚林檎和蒙山甜茶居中。还有人发现，矮生砧木上生长的苹果较中等树势的砧木上生长的苹果发生的苦痘病要轻。

四川省农业科学院园艺试验站育种研究室在不同砧木的比较试验中指出，嫁接在枳壳、红橘和香柑等砧木上的甜橙，耐贮性是最好的和较好的；嫁接在酸橘、香橙和沟头橙砧木上的甜橙果实，耐贮性也较强，到贮藏后期其品质也比较好。

美国加州的华盛顿脐橙和伏令夏橙，其大小和品质也明显地受到了不同砧木的影响。嫁接在酸橙砧木上的脐橙比嫁接在甜橙上的果实要大得多；对果实中柠檬酸、可溶性固形物、蔗糖和总糖含量的调查结果表明：用酸橙做砧木的果实要比用甜橙做砧木的果实要高。

了解砧木对果实的品质和耐贮性的影响，有利于今后果园的规划，特别是在选择苗木时，应实行穗砧配套，只有这样，才能从根本上提高果实的品质，以有利于采后的贮藏。

1.1.1.3 树龄和树势

树龄和树势不同的果树，不仅果实的产量和品质不同，而且耐藏性也有差异。一般来

说, 幼龄树和老龄树不如中龄树(结果处于盛果期的树)结的果实耐贮。这是因为幼龄树营养生长旺盛, 结果少, 果实大小不一, 组织疏松, 含钙少, 氮和蔗糖含量高, 贮藏期间呼吸旺盛, 失水较多, 品质变化快, 易感染微生物病害和发生生理病害; 而老龄树营养生长缓慢, 衰老退化严重, 根部吸收营养物质能力减弱, 地上部光合同化能力降低, 所结果实偏小, 干物质含量少, 着色差, 其耐贮性和抗病性均减弱。Comin 等观察到: 11 年生的瑞光(Rome beauty)苹果树所结的果实比 35 年生的着色好, 在贮藏过程中发生虎皮病要少 50%~80%; 据报道, 从幼树上采收的国光苹果, 贮藏中有 60%~70% 的果实发生苦痘病, 不适合进行长期贮藏。苹果苦痘病的发病规律有如下特点: 幼树的果实苦痘病比老树重, 树势旺的果实比树势弱的重, 结果少的发病较重, 大果比小果发病重。

据广东省汕头对蕉柑树的调查, 2~3 年生的树所结的果实, 果汁中可溶性固形物低、酸味浓、风味差, 在贮藏中容易受冷害, 易发生水肿病; 而 5~6 年生的蕉柑树, 果实品质风味较好, 耐贮性也较强。

1.1.1.4 果实大小

同一种类和品种的果蔬, 果实的大小与其耐贮性密切相关。一般来说, 以中等大小和中等偏大的果实最耐贮。大个的果实由于具有幼树果实性状类似的原因, 所以耐贮性较差。研究发现, 苹果采后生理病害的发生与果实直径大小呈正相关。如大个苹果在贮藏期间发生虎皮病、苦痘病和低温伤害病比中等个果实严重, 硬度下降也快。这种现象也同样表现在梨果实上, 大个的鸭梨和雪花梨采后容易出现果肉褐变与黑心。大个的蕉柑往往皮厚、汁少, 在贮藏中容易发生水肿和枯水病。大个的萝卜和胡萝卜易糠心; 大个的黄瓜采后易脱水变糠, 瓜条易变形呈棒槌状等等。

1.1.1.5 结果部位

同一植株上不同部位着生的果实, 其大小、颜色和化学成分不同, 耐贮性也有很大的差异。一般来说, 向阳面或树冠外围的苹果果实着色好, 干物质、总酸、还原糖和总糖含量高, 风味佳, 肉质硬, 贮藏中不易萎蔫皱缩。但有试验表明, 向阳面的果实中钾和干物质含量较高, 而氮和钙的含量较低, 发生苦痘病和红玉斑点病的概率较内膛果实为高。Harding 等对柑橘的观察结果显示, 阳光下外围枝条上结的果实, 抗坏血酸比内膛果实要高。Sites 发现, 同一株树上顶部外围的伏令夏橙果实, 可溶性固形物含量最高, 内膛果实的可溶性固形物含量最低; 他还发现, 果实的含酸量与结果部位没有明显的相关性, 但与接受阳光的方向有关, 在东北面的果实可滴定酸含量偏低。广东蕉柑树上的顶柑, 含酸量较少, 味道较甜, 果实皮厚, 果汁少, 在贮藏中容易出现枯水, 而含酸量高的柑橘一般耐贮性较强。

蔬菜(一般指果菜类)的着生部位与品质及耐贮性的关系和果实相比略有不同, 一般以生长在植株中部的果实品质最好, 耐贮性最强。如生长在植株下部和上部的番茄、茄子、辣椒等果实的品质和耐贮性不如中部的果实强; 生长在瓜蔓基部和顶部的瓜类果实不如生长在中部的个大, 风味好, 耐贮藏。由此可见, 果实的生长部位对其品质和耐贮性的影响很大, 在实际工作中, 如果条件允许, 贮藏用果最好按果实生长部位分别采摘, 分别贮藏。

1.1.2 自然环境因素

1.1.2.1 温度

与其他的生态因素相比, 温度对果蔬品质和耐贮性的影响更为重要。因为每种果蔬在生长发育期间都有其适宜的温度范围和积温要求, 在适宜温度范围内, 温度越高, 果蔬的生长

发育期越短。

果蔬在生长发育过程中,温度过高或过低都会对其生长发育、产量、品质和耐贮性产生影响。温度过高,作物生长快,产品组织幼嫩,营养物质含量低,表皮保护组织发育不好,有时还会产生高温伤害。温度过低,特别是在开花期连续出现数日低温,就会使苹果、梨、桃、番茄等授粉受精不良,落花落果严重,使产量降低,形成的苹果果实易患苦痘病和蜜果病,而番茄果实则易出现畸形果,降低品质和耐贮性。

有关夏季温度对苹果品质的影响很早就有报道。美国学者 Shaw 指出,夏季温度是决定果实化学成分和耐贮性的主要因素。他通过对 165 个苹果品种的研究后认为,不同品种的苹果都有其适宜的夏季平均温度,但大多数品种 3~9 月份的平均适温为 12~15.5℃。低于这个适温,就会引起果实化学成分的差异,从而降低果实的品质,缩短贮藏寿命。但也有人观察到,有的苹果品种需要在比较高的夏季温度下才能生长发育得最好,如红玉苹果在平均温度为 19℃ 的地区生长得比较好。当然,夏季温度过高的地区,果实成熟早,色泽和品质差,也不耐贮藏。

桃是耐夏季高温的果树,温度对其品质和耐藏性有影响。如夏季适当高温,果实含酸量高,耐藏性提高。但黄肉桃在夏季温度超过 32℃ 时,会影响果实的色泽和大小,品质下降;如果夏季低温高湿,桃的颜色和成熟度差,也不耐贮运。番茄果实中番茄红素形成的适宜温度为 20~25℃,如果长时间持续在 30℃ 以上的气候条件下生长,则果实着色不良,品质下降,贮藏效果不佳。

柑橘的生长温度对其品质和耐贮性有较大的影响,冬季温度太高,果实颜色淡黄而不鲜艳,冬季有连续而适宜的低温,有利于柑橘的生长、增产和提高果实品质。但是温度低于 -2℃,果实就会受冻而不耐贮运。

大量的生产实践和研究证明,采前温度和采收季节也会对果蔬的品质和耐贮性产生深刻影响。如苹果采前 6~8 周昼夜温差大,果实着色好,含糖量高,组织致密,品质好,也耐贮藏。费道罗夫认为,采前温度与苹果发生虎皮病的敏感性有关。为此他提出了一个预测指标,在 9~10 月份,如果温度低于 10℃ 的总时数为 150~160h,某些苹果品种果实很少发生虎皮病;而总时数如果为 190~240h,就可以排除发生虎皮病的可能性。如果夜间最低温度超过 10℃,低温时数的有效作用将等于零。这也可能是为什么过早采收的苹果,在贮藏中总是加重虎皮病发生的原因之一。梨在采前 4~5 周生长在相对凉爽的气候条件下,可以减少贮藏期间的果肉褐变与黑心。同一种类或品种的蔬菜,秋季收获的比夏季收获的耐贮藏,如番茄、甜椒等。不同年份生长的同一蔬菜品种,耐贮性也不同,因为不同年份气温条件不同,会影响产品的组织结构和化学成分的变化。例如马铃薯块茎中淀粉的合成和水解与生长期中的气温有关,而淀粉含量高的耐贮性强。北方栽培的大葱可露地冻藏,缓慢解冻后可以恢复新鲜状态,而南方生长的大葱,却不能在北方作露地冻藏。甘蓝耐贮性在很大程度上取决于生长期间的温度和降雨量,低温下(10℃)生长的甘蓝,戊聚糖和灰分较多,蛋白质较少,叶片的汁液冰点较低,耐贮藏。

1.1.2.2 光照

光照是果蔬生长发育获得良好品质的重要条件之一,绝大多数的果蔬都属于喜光植物,特别是它们的果实、叶球、块根、块茎和鳞茎的形成,都必须有一定的光照强度和充足的光照时间。光照直接影响果蔬的干物质积累、风味、颜色、质地及形态结构,从而影响果蔬的品质和耐贮性。

光照不足会使果蔬含糖量降低,产量下降,抗性减弱,贮藏中容易衰老。如苹果在生长

季节的连续阴天会影响果实中糖和酸的形成,果实容易发生生理病害,缩短贮藏寿命。树冠内膛的苹果因光照不足易发生虎皮病,贮藏中衰老快,果肉易粉质化。有些研究发现,暴露在阳光下的柑橘果实与背阴处的果实比较,一般具有发育良好、皮薄、果汁可溶性固形物高等特点,酸和果汁量则较低,品质也差。蔬菜生长期如光照不足,往往叶片生长得大而薄,贮藏中容易失水萎蔫和衰老。西瓜、甜瓜光照不足,含糖量会下降。大白菜和洋葱在不同的光照强度下,含糖量和鳞茎大小明显不同,如果生长期阴天多,光照时间少,光照强度弱,蔬菜的产量下降,干物质含量低,贮藏期短。大萝卜在生长期如果有50%的遮光,则生长发育不良,糖分积累少,贮藏中易糠心。但是,光照过强也有危害,如番茄、茄子和青椒在炎热的夏天受强烈日照后,会产生日灼病,不能进行贮藏。秦冠、鸡冠、红玉等品种的苹果受强日照后易患蜜果病等等。特别是在干旱季节或年份,光照过强对果蔬造成的危害将更为严重。此外,光照长短也影响贮藏器官的形成,如洋葱、大蒜等要求有较长的光照,才能形成鳞茎。

光照与花青素的形成密切相关,红色品种的苹果在阳光照射下,果实颜色鲜红,特别是在昼夜温差大、光照充足的条件下,着色更佳;而树膛内的果实,接触阳光少,果实成熟时不呈现红色或色调不浓。研究发现,光照对果实着色发生影响是有条件的。Magness认为,苹果颜色的发展首先受果实化学成分的影响,只有在果实有足够的含糖量时,天气因素才会对颜色的形成发生作用。因此果实的成熟度也是着色的重要条件,在达到一定成熟度之前,即使外界环境条件适宜,花青素也不能迅速形成,果实着色仍然缓慢。

光质(红光、紫外光、蓝光和白光)对果蔬生长发育和品质都有一定的影响。许多水溶性色素的形成都要求有强光,特别是紫外光($3600\sim 4500\text{\AA}$ ^①)与果实红色的发育有密切的关系。紫外光的光波极短,光通量值大,易被空气中的尘埃和小水滴吸收。据研究,苹果果实成熟前6周,阳光的直射量与红色发育呈高度的正相关,特别是在雨后,空气中尘埃少,在阳光直射下的果实着色最快。随着栽培技术的发展,目前很多水果产区,为了提高果实的品质,增加红色品种果实的着色度,在果树行间铺设反光塑料薄膜以改善果实的光照条件,或采用果实套袋的方法改善光质都取得了良好的效果。此外紫外光还有利于果蔬抗坏血酸的合成,提高产品品质。如树冠外侧暴露在阳光下的苹果不仅颜色红,抗坏血酸含量也较高;温室中栽培的黄瓜和番茄果实因缺少紫外光,抗坏血酸的含量往往没有露地栽培的高;光质也影响着甘蓝花青素苷的合成速度,紫外光对其合成最为有利。

1.1.2.3 降雨

降雨会增加土壤湿度、空气湿度和减少光照时间,与果蔬的产量、品质和耐贮性密切相关,干旱或者多雨常常制约着果蔬的生产。在潮湿多雨的地区或年份,土壤的pH值一般小于7,为酸性土壤,土壤中的可溶性盐类如钙盐几乎被冲洗掉,果蔬就会缺钙,加上阴天减少了光照,使果蔬品质和耐贮性降低,贮藏中易发生生理病害和侵染性病害。如生长在潮湿地区或多雨年份的苹果,果实内可溶性固形物和抗坏血酸含量较低,贮藏中易发生虎皮病、苦痘病、轮纹病和炭疽病等病害。此外果实也容易裂果,裂果常发生在下雨之后,此时蒸腾作用很低,苹果除了从根部吸收水分外,也可以从果皮吸收较多水分,促使果肉细胞膨压增大,造成果皮开裂。柑橘生长期雨水过多,果实成熟后着色不好,表皮细胞中精油含量减少,果汁中糖和酸含量降低,此外,高湿有利于真菌的生长,容易引起果实腐烂。马铃薯采前遇雨,采后腐烂增加。生育期冷凉多雨的黄瓜,品质和耐贮性降低,因为空气湿度高时,蒸腾作用受阻,从土壤中吸收的矿物质减少,使得有机物的生物合成、运输及其在果实中的

① $1\text{\AA}=10^{-10}\text{m}$ 。

累积受到阻碍。

在干旱少雨的地区或年份,空气的相对湿度较低,土壤水分缺乏,影响果蔬对营养物质的吸收,使果蔬的正常生长发育受阻,表现为个体小,产量低,着色不良,成熟期提前,容易产生生理病害。如生长在干旱年份的苹果,容易发生苦痘病;大白菜容易发生干烧心病;萝卜容易出现糠心等等。降雨不均衡或久旱骤雨,会造成果实大量裂果,如苹果、大枣、番茄等。甜橙在贮藏过程中的枯水与生长期的降雨量有关,干旱后遇多雨天气,果实在短期内生长旺盛,果皮组织疏松,枯水现象加重。

1.1.2.4 地理条件

果蔬栽培地区的纬度和海拔高度不同,生长期间的温度、光照、降雨量和空气的相对湿度不同,从而影响果蔬的生长发育、品质和耐贮性。纬度和海拔高度不同,果蔬的种类和品种不同;即使同一种类的果蔬,生长在不同纬度和海拔高度,其品质和耐贮性不同。如苹果属于温带水果,在我国长江以北广泛栽培,多数中、晚熟品种较耐贮藏,但因生长的纬度不同,果实的耐贮性也有差别。生长在河南、山东一带的苹果,不如生长在辽宁、山西、甘肃、陕北的苹果耐贮性强。同一品种的苹果,在高纬度地区生长的比在低纬度地区生长的耐贮性要好,辽宁、甘肃、陕北生长的元帅苹果较山东、河北生长的元帅苹果耐贮藏。我国西北地区生长的苹果,可溶性固形物高于河北、辽宁的苹果,西北虽然纬度低,但海拔较高,凉爽的气候适合于苹果的生长发育。海拔高度对果实品质和耐贮性的影响十分明显,海拔高的地区,日照强,昼夜温差大,有利于糖分的累积和花青素的形成,抗坏血酸的含量也高,所以苹果的色泽、风味和耐贮性都好。

生长在山地或高原地区的蔬菜,体内碳水化合物、色素、抗坏血酸、蛋白质等营养物质的含量都比平原地区生长的要高,表面保护组织也比较发达,品质好,耐贮藏。如生长在高海拔地区的番茄比生长在低海拔地区的品质明显要好,耐贮性也强。由此可见,充分发挥地理优势,发展果蔬生产,是改善果蔬品质,提高贮藏效果的一项有利措施。

1.1.2.5 土壤

土壤是果蔬生长发育的基础,土壤的理化性状、营养状况、地下水位高低等直接影响到果蔬的化学组成、组织结构,进而影响到果蔬的品质和耐贮性。不同种类的果蔬对土壤的要求不同,但大多数果蔬适合于生长在土质疏松、酸碱适中、养分充足、湿度适宜的土壤中。

土质会影响果蔬栽培的种类、产品的化学组成和结构。我国北方气候寒冷、少雨、土壤风化较弱,土壤中砂粒、粉粒含量较多,黏粒较少。砂土在北方分布广泛,这种土壤颗粒较粗,保肥保水力差,通气通水性好,蔬菜生长后期,易脱肥水,不抗旱,适于栽培早熟薯类、根菜、春季绿叶菜类。在砂土中生长的蔬菜,早期生长快,外观美丽,但根部老化快,植株易早衰,抗病、耐寒、耐热性都较弱,产品品质差,味淡,不耐贮。我国黄土高原、华北平原、长江下游平原、珠江三角洲平原均为砂壤土,质地均匀,粉粒含量高,物理性能好,抗逆能力强,通气透水,保水保肥和抗旱力强,适合于栽种任何蔬菜,其产品品质和耐贮性都好。在平原洼地、山间盆地、湖积平原地区为黏土,以黏粒占优势,质地黏重,结构致密,保水保肥力大,通气透水力差,适于种植晚熟品种蔬菜,植株生根慢,生长迟缓,形小不美观,但根部不易老化,成熟迟,抗病、耐寒、耐热性强,产品品质好,味浓,耐贮藏。

研究表明,黏重土壤上种植的香蕉,风味品质比砂质土壤上种植的好,而且耐贮藏。生长在黏重土壤上的柑橘,风味品质要比生长在轻松砂壤土上的好。轻松土壤上种植的脐橙比黏重土壤上种植的果实坚硬,但在贮藏中失重较快。苹果适合在质地疏松、通气良好、富含

有机质的中性到酸性土壤上生长。在砂土上生长的苹果容易发生苦痘病，可能是因为水分的供给不正常，影响了钾、镁和钙离子的吸收与平衡。在轻砂土壤上生长的西瓜，果皮坚韧，耐贮藏能力强。在排水与通气良好的土壤上栽培的萝卜，贮藏中失水较慢；而莴苣在砂质土壤上栽培的失水快，在黏质土壤上栽培的失水则较慢。

1.1.3 农业技术因素

1.1.3.1 施肥

施肥对果蔬的品质及耐贮性有很大的影响。在果蔬的生长发育过程中，除了适量施用氮肥外，还应该注意增施有机肥和复合肥，特别应适当增施磷、钾、钙肥和硼、锰、锌肥等，这一点对于长期贮藏的果蔬显得尤为重要。只有合理施肥，才能提高果蔬的品质，增加其耐贮性和抗病性。如果过量施用氮肥，果蔬容易发生采后生理失调，产品的耐贮性和抗病性会明显降低，因为产品的氮素含量高，会促进产品呼吸，增加代谢强度，使其容易衰老和败坏，而钙含量高时可以抵消高氮的不良影响。如氮肥过多，会降低番茄果实的品质，减少干物质和抗坏血酸的含量。施用氮肥过多的果园，果实的颜色差，质地松软，贮藏中容易发生生理病害，如苹果的虎皮病、苦痘病等等。适量施用钾肥，不仅能使果实增产，还能使果实产生鲜红的色泽和芳香的气味。缺钾会延缓番茄的完熟过程，因为钾浓度低时会使番茄红素的合成受到抑制。苹果缺钾时，果实着色差，贮藏中果皮易皱缩，品质下降；而施用过量钾肥，又易产生生理病害。土壤中缺磷，果实的颜色不鲜艳，果肉带绿色，含糖量降低，贮藏中容易发生果肉褐变和烂心。苹果缺硼，果实不耐贮藏，易发生果肉褐变或发生虎皮病及水心病。缺钙对果蔬质量影响很大，苹果缺钙时，易发生苦痘病、低温溃败病等病害；芒果缺钙时，花端腐烂；大白菜缺钙，易发生干烧心病等等。果蔬在生长过程中，适量施用钙肥，不仅可提高品质，还能有效防止上述生理病害的发生。

1.1.3.2 灌溉

水分是保持果蔬正常生命活动所必需的，土壤水分的供给对果蔬的生长、发育、品质及耐贮性有重要的影响，含水量太高的产品不耐贮藏。大白菜、洋葱采前一周不要浇水，否则耐贮性下降。洋葱在生长期如果过分灌水会加重贮藏中的颈腐、黑腐、基腐和细菌性腐烂。番茄在多雨年份或久旱骤雨，会使果肉细胞迅速膨大，从而引起果实开裂。在干旱缺雨的年份或轻质土壤上栽培的萝卜，贮藏中容易糠心，而在黏质土上栽培的，以及在水分充足年份或地区生长的萝卜，糠心较少，出现糠心的时间也较晚。大白菜蹲苗期，土壤干旱缺水，会引起土壤溶液浓度增高，阻碍钙的吸收，易发生干烧心病。

桃在采收前几周缺水，果实就难以增大，果肉坚硬，产量下降，品质不佳；但如果灌水太多，又会延长果实的生长期，果实着色差、不耐贮藏。葡萄采前不停止灌水，虽然产量增加了，但因含糖量降低会不利于贮藏。水分供应不足会削弱苹果的耐贮性，苹果的一些生理病害如软木斑、苦痘病和红玉斑点病，都与土壤中水分状况有一定的联系。水分过多，果实过大，果汁的干物质含量低，而不耐长期贮藏，容易发生生理病害。柑橘果实的蒂缘褐斑（干疤），在水分供应充足的条件下生长的果实发病较多，而在较干旱的条件下生长的果实褐斑病较少。可见，只有掌握适时合理的灌溉，才能既保证果蔬的产量和质量，又有利于提高其贮藏性能。

1.1.3.3 修剪、疏花和疏果

适当的果树修剪可以调节果树营养生长和生殖生长的平衡，减轻或克服果树生产中的大

小年现象,增加树冠透光面积和结果部位,使果实 在生长期 间获得足够的营养,从而 影响果实的化学成分,因此修剪也会间接地影响果实的耐贮性。研究表明,树冠内主要结实部位集中在自然光强的 30%~90% 范围内。就果实品质而言,在 40% 以下的光强条件下生长的果实,品质较差;40%~60% 的光强可产生中等品质的果实;在 60% 以上的光强条件下生长的果实,品质最好。如果修剪过重,来年果树营养生长旺盛,叶果比增大,树冠透光性能差,果实着色不好,苹果内含钙少而蔗糖含量高,在贮藏中易发生苦痘病和虎皮病。重剪还会增加红玉苹果的烂心和蜜病的发生。柑橘树若修剪过重,粗皮大果比例增加,贮藏中易枯水。但是,修剪过轻,果树生殖生长旺盛,叶果比减小,果实生长发育不良,果实小,品质差,也不利于贮藏。因此,只有根据树龄、树势、结果量、肥水条件等因素进行合理的修剪,才能确保果树生产达到高产、稳产,生产出的果实才能达到优质、耐贮的目的。

在番茄、西瓜等蔬菜生产中,也要定期进行去蔓、打杈,及时摘除多余的侧芽,其目的也是协调营养生长和生殖生长的平衡,以期获得优质耐贮的蔬菜产品。

适当的疏花疏果也是为了保证果蔬正常的叶、果比例,使果实具有一定的大小和优良的品质。生产上,疏花工作应尽量提前进行,这样可以减少植株体内营养物质的消耗。疏果工作一般应在果实细胞分裂高峰期到来之前进行,这样可以增加果实中的细胞数;疏果较晚,只能使果实细胞膨大有所增加,疏果过晚,对果实大小影响不大。因为疏花疏果影响到果实细胞的数量和大小,也就影响到果实的大小和化学组成,在一定程度上影响了果蔬的耐贮性。研究表明,对苹果进行适当的疏花疏果,可以使果实含糖量增高,不仅有利于花青素的形成,同时也会减少虎皮病的发生,使耐贮性增强。

1.1.3.4 田间病虫害防治

病虫害不仅可以造成果蔬产量降低,而且对果蔬品质和耐贮性也有不良影响,因此,田间病虫害防治是保证果蔬优质高产的重要措施之一。贮藏前,那些有明显症状的产品容易被挑选出来,但症状不明显或者发生内部病变的产品却往往被人们忽视,它们在贮藏中发病、扩散,从而造成损失。

目前,杀菌剂和杀虫剂种类很多,常见的有苯并咪唑类、有机磷类、有机硫类、有机氯类等等,都是生产上使用较多的高效低毒农药,对防治多种果蔬病虫有良好的效果。相关内容参考“果品蔬菜贮藏病害”一章。

1.1.3.5 生长调节剂处理

生长调节剂对果蔬的品质影响很大。采前喷洒生长调节剂,是增强果蔬产品耐贮性和防止病害的有效措施之一。果蔬生产上使用的生长调节剂种类很多,根据其使用效果,可概括为以下四种类型。

(1) 促进生长促进成熟 如生长素类的吲哚乙酸、萘乙酸和 2,4-D (2,4-二氯苯氧乙酸) 等。这类物质可促进果蔬的生长,防止落花落果,同时也促进果蔬的成熟。如用 10~40mg/kg 的萘乙酸在采前喷洒苹果,能有效地控制采前落果,但也增强了果实的呼吸,加速了成熟,所以对于长期贮藏的产品来说会有些不利。用 10~25mg/kg 的 2,4-D 在采前喷洒番茄,不仅可防止早期落花落果,还可促进果实膨大,使果实提前成熟。菜花采前喷洒 100~500mg/kg 的 2,4-D,可以减少贮藏中保护叶的脱落。

(2) 促进生长抑制成熟衰老 如细胞分裂素、赤霉素等。细胞分裂素可促进细胞的分裂,诱导细胞的膨大,赤霉素可以促进细胞的伸长,二者都具有促进果蔬生长和抑制成熟衰老的作用。结球莴苣采前喷洒 10mg/kg 的苄基腺嘌呤 (BA),采后在常温下贮藏,可明显延缓叶子变黄。喷过赤霉素的柑橘、苹果,果实着色晚,成熟减慢。无核葡萄坐果期喷