



全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定

果蔬贮运病害

● 戚佩坤 主编

● 植病、植保、食品加工专业用

中国农业出版社

S609
4

S436
8

全国高等农业院校教材

果蔬贮运病害

戚佩坤 主编

植物保护专业用

内 容 简 介

果蔬采后病害日益受到许多国家重视。新鲜果蔬采后大量腐烂，大多数是病害造成的。本书是一本介绍果蔬采后病害的书，共分十一章。前三章是基础理论部分，主要阐述了果蔬采后病害的重要性、定义、病因、发生发展的特点及防治原理；后八章分别介绍我国目前17种主要水果、12种主要蔬菜的采后病害101种，包括病害的症状、病原菌形态、诊断注意事项、发病规律、影响发病的主要因素及防治方法、每种果蔬产品国内外主要真菌与细菌病害名录。每章末附主要参考资料。

本书可供果蔬种植业、食品加工业、供销系统的广大专业人员、植保工作者、农林院校从事果蔬贮藏加工及植保教学或科研的师生阅读与参考。

100
8

S48
8

前 言

新鲜果蔬保鲜与防腐虽分不开，但二者为不同的概念。目前，国内已出版有关各类果蔬采后贮藏保鲜的书籍不少，但尚未见专门介绍果蔬采后病害的书。这方面的知识诚然是很需要的。

本教学参考书是在华南农业大学戚佩坤、黄健坤合编的讲义：“果蔬贮运病理学”的基础上重写的，并增加了北方的主要果蔬采后病害内容。需要说明的有：

1. 由于本书为植保系列教材之一，修读本课程的学生都已修过普通植物病理学与农业植物病理学，故删减了总论的内容，增加了各论的篇幅。但果蔬贮藏加工专业等的学生应用本书时，宜补充参考一些普通植物病理学的书籍。

2. 为了便于学生进一步深入学习，每章之后附有主要参考资料，但这些资料并不都是本书内容的引用文献。每种果蔬后附有国内外其产品上的主要真菌、细菌病害名录，凡病原菌名前有“△”符号的代表重要贮运病害。

我们感谢编写过程中中国农业科学院品资所陈策先生、广东农业科学院植保所刘朝祯先生提供宝贵意见，华南农业大学植保系黄健志老师重绘全部病原菌图。

由于我们水平所限，书中错漏之处在所难免，尚望读者批评指正。

编者

1992年7月

目 录

前言

第一章 果蔬贮运病害的定义、病因及特点	1
一、定义	1
二、病因	1
(一) 非传染性病害常见的病因	1
(二) 传染性病害的主要病原	3
三、特点	6
(一) 病原物主要是真菌与细菌	6
(二) 伤害经常是病害发生的前提	6
(三) 许多贮运期病害源于田间	6
(四) 生物与非生物因素的界限不很明显	6
(五) 第二次侵入者的重要地位	7
(六) 真菌毒素问题	7
参考文献	7
第二章 病原菌的侵染特点与果蔬采后生理变化	9
一、病原菌的侵染特点	9
(一) 菌源	9
(二) 侵染过程	9
(三) 病害循环	10
二、果蔬采后的主要生理变化	11
(一) 呼吸强度	11
(二) 蒸腾失水	12
(三) 养分转化	12
(四) 乙烯生成	12
(五) 酚类化合物减少	13
(六) 果胶物质与液胞膜的变化	13
三、影响发病的重要因素	14
(一) 机械损伤	14
(二) 冷害	14
(三) 温度	14
(四) 湿度	14
(五) 产品的愈伤能力	15
(六) 产品的成熟度	15
(七) 果蔬种类和品种	15
(八) 收获前田间的发病情况	15

参考文献	16
第三章 果蔬贮运病害的防治原理	17
一、防治原理	17
二、物理防治	17
(一) 控制温度	17
(二) 控制湿度	19
(三) 气调贮藏	20
(四) 涂膜贮藏	22
(五) 辐射贮藏	22
三、化学防治	23
(一) 果蔬贮运病害药剂防治注意事项	23
(二) 果蔬贮运病害防治常用药剂	25
(三) 国内外果蔬防腐剂的使用方法	33
四、农业防治	34
五、生物防治	35
参考文献	36
第四章 苹果与梨病害	38
一、苹果病害	38
(一) 苹果轮纹病	38
(二) 苹果褐腐病	41
(三) 苹果炭疽病	42
(四) 苹果霉心病	44
(五) 苹果青、绿霉病	45
(六) 苹果煤污病	46
(七) 苹果垢斑病	46
(八) 苹果生理病害	47
(九) 国内外苹果果实主要真菌、细菌病害名录	49
二、梨病害	50
(一) 梨轮纹病	50
(二) 梨褐腐病	50
(三) 梨青、绿霉病	50
(四) 梨炭疽病	51
(五) 梨黑斑病	51
(六) 梨毛霉病	52
(七) 梨生理病害——鸭梨黑心病	53
(八) 国内外梨果实主要真菌、细菌病害名录	53
参考文献	54
第五章 柑桔与香蕉病害	56
一、柑桔病害	56
(一) 柑桔青、绿霉病	56
(二) 柑桔酸腐病	59
(三) 柑桔黑腐病	61

(四) 柑桔疫病	63
(五) 柑桔褐色蒂腐病	64
(六) 柑桔焦腐病	67
(七) 柑桔炭疽病	69
(八) 柑桔生理病害	69
(九) 国内外柑桔果实主要真菌、细菌病害名录	70
二、香蕉病害	71
(一) 香蕉炭疽病	71
(二) 香蕉镰刀菌冠腐病	73
(三) 香蕉焦腐病	76
(四) 香蕉黑星病	77
(五) 香蕉软腐病	78
(六) 香蕉生理病害	78
(七) 国内外香蕉果实主要真菌、细菌病害名录	78
参考文献	79
第六章 荔枝、菠萝、芒果与番木瓜病害	82
一、荔枝病害	82
(一) 荔枝霜疫病	82
(二) 荔枝酸腐病	84
(三) 荔枝炭疽病	85
(四) 荔枝生理病害(荔枝果皮褐变病)	86
(五) 国内外荔枝果实主要真菌病害名录	86
二、菠萝病害	86
(一) 菠萝黑腐病	86
(二) 菠萝小果褐腐病	88
(三) 菠萝生理病害——菠萝黑心病	89
(四) 国内外菠萝果实主要真菌、细菌病害名录	90
三、芒果病害	91
(一) 芒果炭疽病	91
(二) 芒果褐色蒂腐病	93
(三) 芒果细菌黑斑病	95
(四) 芒果轮纹病	96
(五) 芒果垢斑病	97
(六) 芒果曲霉病	98
(七) 国内外芒果果实主要真菌、细菌病害名录	99
四、番木瓜病害	99
(一) 番木瓜炭疽病	99
(二) 国内外番木瓜果实主要真菌病害名录	100
参考文献	101
第七章 桃、李、杏与板栗病害	103
一、桃、李、杏病害	103
(一) 桃、李、杏褐腐病	103
(二) 桃炭疽病	105

(三) 桃、李、杏软腐病.....	106
(四) 桃、杏灰霉病	107
(五) 桃疮痂病	107
(六) 国内外桃、李、杏果实主要真菌、细菌病害名录	108
二、板栗病害	109
(一) 板栗种仁斑点类病.....	109
(二) 板栗炭疽病	110
(三) 国内外板栗果实主要真菌病害名录	111
参考文献	111
第八章 葡萄、草莓与西瓜、白兰瓜、哈密瓜病害	113
一、葡萄病害	113
(一) 葡萄炭疽病	113
(二) 葡萄灰霉病	114
(三) 葡萄毛霉病	115
(四) 葡萄白腐病	116
(五) 葡萄SO ₂ 中毒	118
(六) 国内外葡萄果实主要真菌病害名录.....	118
二、草莓病害	118
(一) 草莓灰霉病	118
(二) 草莓软腐病	120
(三) 草莓疫病	122
(四) 国内外草莓果实主要真菌、细菌病害名录	123
三、西瓜、白兰瓜与哈密瓜病害	124
(一) 西瓜炭疽病	124
(二) 西瓜焦腐病	126
(三) 国内外西瓜果实主要真菌病害名录	126
(四) 白兰瓜与哈密瓜黑斑病	127
(五) 白兰瓜与哈密瓜软腐病	128
(六) 白兰瓜与哈密瓜红粉病	129
(七) 白兰瓜与哈密瓜镰刀菌果腐病	130
(八) 国内外甜瓜类果实主要真菌、细菌病害名录	130
参考文献	131
第九章 大白菜、花椰菜、青花菜、萝卜与冬瓜病害	133
一、大白菜病害	133
(一) 大白菜细菌软腐病.....	133
(二) 大白菜灰霉病	136
(三) 大白菜生理病害	137
(四) 国内外大白菜主要真菌、细菌病害名录.....	138
二、花椰菜和青花菜病害	138
(一) 花椰菜和青花菜黑斑病	138
(二) 花椰菜细菌黑斑病.....	139
(三) 国内外花椰菜、青花菜的花头的主要真菌、细菌病害名录.....	140

三、萝卜病害	141
(一) 萝卜(细菌)黑腐病	141
(二) 国内外萝卜肉质根主要真菌、细菌病害名录	142
四、冬瓜病害	142
(一) 冬瓜疫病	142
(二) 国内外冬瓜果实主要真菌、细菌病害名录	143
参考文献	144
第十章 番茄、甜椒、茄与马铃薯病害	145
一、番茄病害	145
(一) 番茄灰霉病	145
(二) 番茄炭疽病	146
(三) 番茄酸腐病	147
(四) 番茄链格孢菌病	148
(五) 番茄晚疫病	149
(六) 国内外番茄果实主要真菌、细菌病害名录	151
二、甜椒病害	152
(一) 甜椒灰霉病	152
(二) 甜椒细菌软腐病	152
(三) 国内外甜椒、辣椒果实主要真菌、细菌病害名录	153
三、茄病害	153
(一) 茄褐纹病	153
(二) 茄疫病	155
(三) 国内外茄果实主要真菌病害名录	157
四、马铃薯病害	157
(一) 马铃薯干腐病	157
(二) 马铃薯细菌软腐病及黑胫病	159
(三) 马铃薯晚疫病	160
(四) 马铃薯生理病害	161
(五) 国内外马铃薯块茎主要真菌、细菌病害名录	162
参考文献	162
第十一章 胡萝卜、大蒜与蒜薹病害	164
一、胡萝卜病害	164
(一) 胡萝卜菌核病	164
(二) 胡萝卜黑腐病	166
(三) 国内外胡萝卜肉质根主要真菌、细菌病害名录	167
二、大蒜与蒜薹病害	167
(一) 大蒜青霉病	167
(二) 大蒜曲霉病	168
(三) 蒜薹灰霉病	169
(四) 蒜薹生理病害	170
(五) 国内外大蒜鳞茎、花茎主要真菌、细菌病害名录	170
参考文献	171

第一章 果蔬贮运病害的定义、病因及特点

新鲜水果和蔬菜在收获后的损失是十分惊人的。全世界估计年损失高达50%，不发达国家的损失更高，即使像美国这样有较完整市场系统的国家，果蔬在市场内因病害损失仍约占12—13%。我国年产水果1000万吨，每年损失约占总产量的20%左右(孙延枢, 1984)；柑桔每年在运输、销售、贮藏过程中，损失15—20% (吉维华, 1990)；山东年产苹果22万吨，每年腐烂损耗有5万吨(章文才, 1985)；近年来，我国元帅、金冠等苹果品种的贮藏病害尤其严重，贮至元旦、春节，果实腐烂率达20—50%，即使在冷藏条件下，发病率亦在10%以上(徐建毅等, 1986)。蔬菜采后的腐烂损失在20%以上(吕家龙, 1990)，北方大白菜窖藏期间，腐烂严重，最终可食的白菜常仅及入窖时的1/2，甚至更少。

果蔬收获后的腐烂，多由病害造成。一般要求果蔬年增产10—15%并不容易，但采后损失却很严重，故1974年罗马国际食物讨论会上一致认为应把降低采收后的食物损失作为增加食物供给的主要手段。

一、定 义

果蔬贮运病害在国外常包括在采后病害(Postharvest Diseases)内，后者不只指贮运期间的病害，而是果蔬从采后最终到消费者手中，这中间相当长一段时期所发生的病害，包括收获、分级、包装、贮藏、运输、进入市场销售等各个环节。贮运病害一般指在贮运过程中发病、传播、蔓延的病害，包括田间已被侵染，但尚无明显症状，混进贮运过程中，才发病或继续危害的病害。果蔬上有些重要的、危害性颇大的病害，例如柑桔溃疡病、芒果疮痂病、白菜白斑病等等，它们在田间发生危害，虽然采收后也可混进贮运，但在贮运过程中，基本不传播、扩展为害，严格说来，不在贮运病害之列。

二、病 因

果蔬贮运病害与作物的田间病害一样，可分为两大类：一类是非生物因素造成的生理病害，另一类为寄生物侵染引起的传染性病害。

(一) 非传染性病害常见的病因

1. 冷害 果蔬都有一个能忍受低温的临界温度，在此温度以下就会发生低温伤害。许多对低温敏感的果蔬，特别是热带、亚热带的水果，当温度接近临界温度时，细胞膜的结构和功能被破坏，使结合在膜上的酶系统的活性降低，酶促反应受抑制，而非膜上酶系统的活化能变化不大，使二种酶系统间的平衡破坏而代谢失调，出现冷害。通常，冷害表现内部组织崩解破坏，出现褐斑、黑心或烂心，外部色泽变暗，水浸状，稍下陷，或者果实不能成熟，成熟度差，香味减少，风味变劣。有些热带水果在0—15℃的环境中也会发生冷害。例如芒果在13℃以下便有冷害症状：大块褐斑，组织发软。若温度低于冰点，进一步成

为冻害：组织呈半透明，甚至结冰。

通常，冷害发生及严重度与临界温度下温度的高低及持续时间有关，温度越低，持续时间越长，冷害越重。有时虽在低温下未表现冷害症状，但转入无冷害的较高温度时，冷害症状很快出现，而且果蔬一旦发生冷害、冻害，极易继而被微生物侵害，造成更大的损失。

2. 营养失调 营养失调指使果蔬在贮藏期间生理失去平衡而致病，不是指使果蔬抗病性降低而有利于病原菌侵染。其中，钙、氮钙比值、硼引起的生理病害是国内外研究较多的。

果蔬组织内钙的含量与呼吸作用，成熟变化及抗逆性关系密切。钙影响与呼吸作用有关的酶，从而使呼吸作用受到抑制，缺钙往往使细胞膜的结构削弱，表现自由空间较大，由于果胶酶活性降低而抗衰老的能力变弱，钙含量低，氮钙比值大会使苹果发生苦痘病、鸭梨发生黑心病、芹菜发生褐心病。以苹果为例，缺钙影响组织的呼吸率与衰老率，原生质和液胞膜崩解，质膜破裂，核膜泡囊化，表皮下的细胞的切向壁网状化，该处的中层断掉。其症状常常是心部发褐或变黑，或者局部细胞松软变褐坏死。

硼不仅能促进细胞壁、核酸、蛋白质的形成，而且在参与糖的运转及代谢上有重要作用。缺硼往往使糖的运转受阻，叶片中糖累积而茎中糖减少，分生组织变质退化，薄壁细胞变色、变大，其细胞壁崩溃，维管束组织发育不全，果实发育受阻。表现是：果小、畸形，木质化，甚至不实；果实、块茎或肉质根的内部出现褐色坏死点，龟裂，维管束变色；茎端枯死，茎梗开裂；叶片增厚、变脆、皱缩，出现坏死点。例如花椰菜褐变病、芹菜裂茎病、苹果缩果病、栓斑病及柑桔硬化病等。硼素过多亦有害，例如可使苹果加速成熟，增加腐烂。

3. CO_2 中毒或 O_2 浓度过低 正常空气中 O_2 占20.9%， CO_2 占0.03%，除产品大量堆积情况下，一般是不会产生 CO_2 中毒或缺氧的。广泛应用的气调贮藏要求一般果蔬， O_2 浓度不低于3—5%，热带、亚热带水果不低于5—9%。提高 CO_2 浓度，不应超过2—5%，浓度过高，会造成 CO_2 中毒。它迫使果实或蔬菜实行无氧呼吸，产生毒物如乙醇、乙醛等，使果蔬组织变褐败坏。导致 CO_2 中毒，实际是由乙醇、乙醛等造成的毒害。例如大量堆积窖藏的马铃薯，常出现黑心病；塑料薄膜袋内的香蕉容易发生褐腐，这都是 CO_2 中毒引起。贮库通风不良， CO_2 浓度超过1%，一些柑桔就会发生水肿病。另方面，提高 CO_2 浓度，压低果蔬的呼吸作用，若 O_2 浓度过低，也会迫使产品行无氧呼吸而产生乙醇、乙醛等有毒物质。虽然在正常情况下，不少种类的果实组织内都有乙醇存在，但含量极微，如每百克苹果只含4—7mg，而且冷藏中的低温也可促使产品忍受相当低的 O_2 浓度。 O_2 浓度过低的症状是使组织变褐，例如莴苣褐腐病，苹果褐心病（还使风味降低）等。

应该注意：无论冷害、 CO_2 中毒，还是 O_2 浓度过低致病，甚至不少缺钙，氮钙比值过大引起的生理病害，在果蔬上症状十分相似，譬如组织发褐，尤其是心部变褐，进而干腐或湿腐。所以在诊断时要重视分析环境因素，如产品内乙醇、乙醛等毒物的含量等，才能最终判断病因。

4. 水分关系失常 新鲜果蔬一般含有很高的水分，达85—95%，细胞汁液充足，膨压大，外观坚挺饱满，故正常情况下，产品的细胞都有较强的持水力，可阻止水分渗透出细

胞壁。但当水分的分布及变化关系失常,田间就出现病害,并在贮运期中继续发展。例如马铃薯空心病往往由于雨水或灌溉过多,使块茎含水量激增,以致淀粉转化为糖,逐成空心;马铃薯胶腐病(jelly end)往往因一段时期干旱,块茎顶端继续生长,消耗块茎茎端的营养,以致茎端的碳水化合物明显减少,发软、腐烂;患柑桔枯水病的果实,果皮生长较快,大量营养物质转化为 CO_2 与糖,水分有将营养物质由果肉向果皮运输的趋势,以致内部发干衰败。

5. 高温热伤 果蔬都有各自可忍受的最高温度,超过最高温度,产品会热伤,细胞内的细胞器变形,细胞壁失去弹性,细胞迅速死亡,严重时,蛋白质凝固,其表现常产生凹陷或不凹陷的不规则形褐斑,内部全部或局部变褐、软化、滴水,与冷害结果类似,也会被许多微生物继而侵入危害,发生严重腐烂。例如芒果采后温汤处理,温度过高或时间过长,都会造成大量烂果;香蕉经铁路公路长途运输,果实因呼吸而发热,使香蕉产生褐斑,或内部局部变褐衰败。温带的果蔬一般耐热性比热带、亚热带的低。一些多汁的水果对强烈的阳光特别敏感,极易发生日灼斑,影响贮运。不过,目前我国,热伤不如冷害发生普遍,引起严重损失的情况也较少。

6. SO_2 毒害 SO_2 常用于贮库消毒或将其充满包装箱内的填纸板以防腐,但处理不当,浓度过高,或消毒后通风不足,容易引起果蔬中毒。 SO_2 本身是无色气体,有窒息味,比空气重,环境干燥时 SO_2 可通过产品的气孔或皮孔进入细胞,干扰细胞质与叶绿素的生理作用,使叶绿素或其他色素破坏,影响光合作用,被害细胞内淀粉粒减少,组织发白,例如葡萄褪色斑病;如环境潮湿,则形成亚硫酸,进一步氧化为硫酸,使果实灼伤,产生褐斑,故 SO_2 中毒实际是一种药害。

7. 乙烯毒害 乙烯对果蔬具有破坏叶绿素,合成花青素,促进呼吸强度,促进水解淀粉、糖类,合成蛋白质和核糖核酸,促进产生离层的催熟等作用。果蔬自身在成熟过程中会产生乙烯,即内源乙烯。但乙烯又是常用的水果催熟剂,为外源乙烯。外源乙烯使用不当,或贮库环境控制不善,会使产品过早衰变,成为乙烯中毒。症状通常是果皮变暗变褐,失去光泽,外部出现斑块,甚至软化腐败,与冷害的症状相似。例如甜橙褐斑病的病因,一种说法认为外源乙烯处理可诱发和促进低温贮藏中发生褐斑。蒂部果皮是甜橙内源乙烯产生的主要部位,也是褐斑病的始发部位。甜橙果实在开始发病时,蒂部果皮内的乙烯浓度达到20.6ppm。

(二) 传染性病害的主要病原 传染性的贮运病害又分为二类:一类主要使品质降低,另一类主要使产量降低。当然有不少是介乎二者之间的。前者是果蔬外表的病害,并不破坏内部,或内部组织也稍微受损。由于外观不佳,产品市场价值降低,如芒果垢斑病、香蕉黑星病,这类病害对销售影响很大,即便小小的疤痕,也会使买方不满意。后者不仅表面有各种病斑,进而使果实内部组织腐败、崩解、干缩或变质,如柑桔青、绿霉病、苹果果实轮纹病等;少数病害还可使果实表面正常,而内部病变、烂心、褐心、黑心,产生褐斑,如柑桔黑腐病、苹果霉心病等,均使果蔬产量质量受严重损失。这类传染性病害发生发展通常较复杂,是贮运病害的重点防治对象。

1. 真菌 鞭毛菌亚门中主要是:腐霉、疫霉和霜疫霉,引起瓜类和菜豆荚绵腐病,柑桔类、瓜类和茄果类疫病,荔枝霜疫病等。腐霉与疫霉在瓜果上的症状颇相似,产品起初

病部水浸状，局部变色，后扩大整个瓜果腐烂，长出白霉状物。霜疫霉的症状与一般蔬果的霜霉病类似。

接合菌亚门中主要是：根霉、毛霉、芽霉。引起桃、菠萝蜜和草莓软腐病，葡萄和苹果毛霉病，葫芦和西葫芦芽霉病等。产品病部变褐腐烂，长出白色至灰色的绵毛状物，上有点点黑霉或褐霉。匍枝根霉 (*Rhizopus stolonifer*) 是果蔬病害的著名病原真菌，可危害许多种果蔬，常使患病瓜果腐烂淌水。芽霉危害很少，通常仅幼瓜受害。

子囊菌亚门中主要是小丛壳、长喙壳、囊孢壳、间座壳、核盘菌和链核盘菌，引起许多果蔬的炭疽病、焦腐病、褐色蒂腐病、菌核病、褐腐病、黑腐病等等。不过在患病产品上极难见到这些真菌的有性态，一般看到的都是其无性态，甚至无性态的子实体也很少见，因为①果蔬收获后，有的在产地便装运销售。②需入库贮藏的产品，一般经过个选，没有病虫害才合格，入库后因库温低，不利于病原菌扩展传播。③不少病原菌要到果实接近成熟才陆续长出子实体。④有些病原菌本身是异宗配合真菌，当地如没有相对的交配型，不能产生有性态。故熟悉采后病害的症状十分重要。

担子菌亚门中没有果蔬贮运期间重要的病原真菌。有时可遇到亡革菌引起的草莓干腐病、菜豆荚腐病，小核菌引起的韭黄烂叶病、梨干腐病等，它们主要发生于田间，贮运中的传播、扩展很小。

半知菌亚门中危害果蔬产品的真菌最多：

地霉，主要是白地霉 (*Geotrichum candidum*)，引起柑桔、荔枝、番茄等酸腐病，病果腐烂，淌水发酸，上生白霉。

葡萄孢中以灰葡萄孢 (*Botrytis cinerea*) 最普遍，危害许多蔬菜，有时还可危害水果，常称“灰霉病”，病部常呈褐色，淡褐色，水渍状，长灰色霉层，最终软腐。

木霉，引起水果腐烂。病部变褐，常无明显界限，产生翠绿色或黄绿色霉块状物。但一般发生不多，往往在贮藏后期出现。

丛梗孢多为链核盘菌的无性态，造成仁果类、核果类果树褐腐病，病部变褐软腐，上生大小不等的灰、白、黄褐色的绒状颗粒，腐烂速度极快。

青霉，柑桔和苹果青、绿霉病是贮运期中世界性的大病。病部长出青、蓝、绿色霉状物，果肉发苦，腐烂十分迅速。其他水果如荔枝、龙眼、菠萝、板栗等等均有青霉病。

曲霉，危害不如青霉严重，在水果上病斑常呈圆形，如水果遭冷害后侵害，病斑不规则形，长出黑、黄、棕、灰绿等色泽的霉状物，目前以芒果、大蒜被害最受注意。

单端孢中常见的为红粉菌 (*Trichothecium roseum*)，也可引起瓜果腐烂，但寄生性较弱，多为第二次寄生。病部淡褐色，病斑常不明显，上生橙红或粉红色霉状物。

镰刀菌是常见的瓜果腐烂病原之一，大多呈果斑，心腐，或果端腐烂，病部生白色或粉红色霉状物，有时生橙色或粉红色粘质粒。患病果肉往往粉红至紫红色，但腐烂不如青霉病（丛梗孢）、褐腐病、焦腐病快。

链格孢，又称“交链孢”，可使柑桔、苹果心腐，梨、白兰瓜及番茄等蔬菜发生黑斑，病部长出黑色或墨绿色的霉状物。

壳卵孢，引起苹果和梨的黑色轮纹病 (*Sphaeropsis malorum*)，病斑有明显深浅相间的同心轮纹，上生小黑粒。目前我国发生不多，不普遍。

拟茎点霉，属内有些种是间座壳的无性态。危害柑桔、芒果、番石榴、鸡蛋果等水果，多先自蒂部发生，常称“（褐色）蒂腐病”。病部变褐，界限不清晰，扩展迅速，有的可深入果核。其分生孢子器在果实上出现较迟。

小穴壳，属内有的种是葡萄腔菌的无性态，危害苹果、梨、芒果，引起轮纹病。病斑常有明显的、深浅相间的同心轮纹，其上也生小黑粒。患病果肉呈褐色。

球二孢，引起许多亚热带水果如柑桔、香蕉、芒果等等的焦腐病，还可危害西瓜。病斑发黑，深入果肉，先发生于蒂部，腐烂迅速。分生孢子器产生颇晚。

刺盘孢，为小丛壳的无性态，引起各种果蔬的炭疽病，病斑圆形或不规则形，上生小黑粒或橙红粘质粒，大多腐烂迅速，果肉发苦。

拟盘多毛孢，在水果上引起圆形或不规则形的病斑，通常危害较小，但有时可较多地发生于芒果、荔枝、番石榴，病斑上产生许多小黑点即其分生孢子盘，潮湿时病斑表面可形成白色菌丝体，病肉发褐。

2. 细菌 最重要是欧氏植病杆菌中的一个亚种：软腐病杆菌 (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*) 使大白菜、辣椒、胡萝卜等等蔬菜发生软腐病，有时还可危害水果。另一个亚种：黑胫病杆菌 (*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*) 除引起马铃薯黑胫病外，还败坏多种叶用蔬菜。

关于其他细菌，据报道：边缘假单胞杆菌 (*Pseudomonas marginalis*) 可引起芹菜、莴苣、甘蓝腐败；枯草芽孢杆菌 (*Bacillus subtilis*) 在30—40℃下引起番茄软腐；多粘芽孢杆菌 (*B. polymyxa*) 在37℃左右引起马铃薯、洋葱、黄瓜腐烂；一些低温的梭状芽

表1—1 田间危害、不引起果蔬采后软腐的细菌病害

(Dennis C. 1983)

病 原 细 菌	被害产品	报 导 人
<i>Corynebacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> *	菜 豆	Smith等人
<i>C. michiganense</i> pv. <i>michiganense</i>	番 茄	McColloch等人
pv. <i>sepedonicum</i>	马 铃 薯	Smith和Wilson
<i>Erwinia ananas</i> *	菠 萝	Smoot等人
<i>Pseudomonas solanacearum</i>	马 铃 薯	Smith和Wilson
<i>P. syringae</i> pv. <i>apii</i>	芹 菜	Smith等人
pv. <i>lachrymans</i>	黄瓜, 甜瓜	Ramsey和Smith
pv. <i>maculicola</i>	花 椰 菜	Ramsey和Smith
pv. <i>phaseolicola</i>	菜 豆	Smith等人
pv. <i>pisi</i>	豌 豆	Smith等人
pv. <i>syringae</i>	菜豆、柑桔类 (特别是柠檬)	Smith等人
pv. <i>tomato</i>	番 茄	McColloch等人
<i>P. tolaasii</i>	蘑 菇	Wong和Preece
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	甘蓝、花椰菜	Ramsey和Smith
pv. <i>phaseoli</i>	菜 豆	Smith等人
pv. <i>pruni</i>	桃、油桃、李、杏	Harvey等人
pv. <i>vesicatoria</i>	番茄、辣椒、萝卜	McColloch等人

* 我国无报道

孢杆菌 (*Clostridium* spp.) 可使马铃薯腐烂。我国对这些细菌在贮运期间的危害,除大白菜外,其他蔬果上还未见报道。

表1—1是一些主要在田间危害果蔬的细菌,但它们不造成软腐。在产品收获时,若剔除不严,其混进贮运仍是可能的。

三、特 点

(一) 病原物主要是真菌与细菌 植物病害的病原物种类较多,但果蔬贮运病害的病原物绝大多数是真菌和细菌,尤以真菌重要。水果在贮运期间的传染性病害,几乎全由真菌引起,一般认为这与水果组织多呈酸性,不宜细菌生长有关。叶用蔬菜腐败,则细菌是重要的病原物。

由病毒、类菌原体、线虫引致的果蔬贮运病害极个别,大多没有重要性。病毒病中重要的如马铃薯卷叶毒病 (PLRV) 在有些品种上,当块茎可收获时外部无症状,而块茎内韧皮部变褐坏死,甚至直到贮藏期间块茎才陆续发生韧皮部坏死。线虫病中重要的如芋头或马铃薯线虫病 (*Ditylenchus destructor* Thorne) 混进贮运期后可以继续腐烂。大多数的病毒与线虫病,例如番茄上TMV引起的花脸,黄瓜上CMV引起的斑驳,番木瓜上由PRV引致的果面环状病斑,胡萝卜块根上由根结线虫 (*Meloidogyne* spp.) 引致的有结节的肉质根等,在采收后都容易被剔除,即使混进贮运期,由于各种原因,例如病毒缺乏传毒媒介,病程较长,线虫缺乏可生存的土壤环境等,难以继续传播危害。

(二) 伤害经常是病害发生的前提 大多数果蔬贮运病害与各式各样的伤害紧密相关,如冷害冻伤、昆虫造成的虫口、碰撞磨损、果实脱落使果蒂受伤等等给果蔬造成伤口。伤口是各种病原菌入侵的主要途径,即使可直接侵入表皮的真菌,有伤口存在,侵入更无阻力,但如是伤夷菌,无伤口便不能入侵。柑桔青、绿霉病菌常是从机械伤处侵入;焦腐病菌主要由果蒂细胞受损处侵入等等。

(三) 许多贮运期病害源于田间 这大致可分三种情况:

一是,病原菌侵染较晚,一时因外界环境条件不适合而未发病,貌似正常。例如荔枝霜疫病,采前数日若天气晴朗,病果少或尚未发病,果农损失轻,但商店及水果批转站则可能蒙受很大损失,因为运输、销售过程中可能大量发病。

二是,有些病害,病原菌本身就有潜伏侵染或被抑侵染的特性,即病原菌侵入很早,因各种原因,长期潜伏在内,直到环境适宜或产品成熟才发病。例如芒果或香蕉炭疽病、番茄灰霉病,几乎在寄主幼果期便被病菌侵入,但当果实充分成熟,抗病性降低时,或外界环境条件适合时才发病。

三是,病原菌在田间,寄主开花期便已侵入,贮藏后陆续发病,产品内部被破坏。例如柑桔黑腐病。苹果霉心病也类似这种情况。

此外,贮运期的生理病害也并非都由贮运期间控制环境不善所引起,不少亦是源于田间。例如苹果苦痘病,主要是因施肥不当或土壤过碱,使果实内氮钙比值过大造成的。

(四) 生物与非生物因素的界限不很明显 果蔬贮运病害中,产品上截然分明的生理病害是有的,例如苹果褐烫病、苦痘病、柑桔褐斑病、梨黑心病、大白菜干烧心等等,但为数不多。通常,被害初期的症状容易识别,但这一时间很短,不久就被病原菌侵入而成

为传染性病害,或者被一些腐生菌腐生,加速了败坏,以致症状难辨。冷害与各种腐烂病、灰霉病、菌核病常混生就是一例。机械伤也如此,有些微小的擦伤或磨损,肉眼不易看清,只有当病原菌侵入发病后才知道。例如柑桔青、绿霉病菌只能从伤口入侵,不能直接侵入果皮。因此,分析贮运期间一个新出现的病害需要二者联系起来考虑。

(五) 第二次侵入者的重要地位 有些果蔬贮运病害,开始是被一个或几个较专化的病原菌侵染,但接着很易被那些广谱性的、非专化的腐败菌大量危害,甚至在同一病斑上先后出现。例如番石榴发生炭疽病后,常被可可球二孢第二次侵入,又出现焦腐病。桃与小苹果在田间发生疮痂病与黑星病后,装入箱箩运输中,容易继而发生红粉病,在它们的病斑上又长出橙红色的霉层。这些后来者大多是致病性很弱,或者是腐生的,但一旦第二次侵入,其造成的危害,有的可超过第一次入侵的病原菌。软腐细菌继细菌黑斑病菌后侵入花椰菜,危害性就更大。再者有些腐生菌本身就是健康产品上正常微生物群落中的成员,但它们在一定的、合适的条件下也可危害,在贮运病理学上占一席之地。过去由于知识局限,往往夸大了第一次侵染的病原菌的作用,现知一些蔬菜上的腐败细菌原是其叶围细菌。

(六) 真菌毒素问题 在粮食贮藏病害中,真菌毒素是个较重要的问题,食用污染黄曲霉、麦角菌的粮食曾使不少人、畜中毒,致癌。果蔬贮藏亦有这一问题。现知可分泌毒素的真菌约200种,包括贮藏中常见的*Aspergillus flavus*, *A. glaucus*, *Penicillium rubrum*, *Fusarium roseum*与*Trichoderma viride*。它们大多是腐生或弱寄生菌,故通常,新鲜无伤的果蔬产品是无真菌毒素的;但质量差,有虫伤的产品,有时可出现含毒真菌引起的污斑或腐烂。少数寄生性较强的真菌也产生毒素,如可引起苹果、梨、桃、杏、李、樱桃、番茄青霉病的扩展青霉(*Penicillium expansum*),产生毒素:“Patulin”,故有时毒素可混进苹果汁、番茄汁里;镰刀菌、链格孢菌所致的腐烂也能含有真菌毒素。果蔬采后,加工干燥过程中常会改变真菌的群落,当细胞失水死亡,果实活细胞对腐生菌的生理抗性丧失,例如新鲜李果上常有链格孢、青霉、曲霉、丛梗孢和枝孢等真菌。果实加工中,干燥脱水后,一些耐热的真菌存活下来,包括致癌的黄曲霉仍可存活,如干燥后重新受潮或具备其他适合黄曲霉生长的条件,黄曲霉毒素便迅速积累,人若取食了这样果实,则会受到伤害。故果蔬采后加工时更应注意真菌毒素问题。

参 考 文 献

1. 胡建章、杨金生:果品蔬菜的防腐保鲜技术,江苏农业科学,1985(12),23—25
2. 吉维华:噻菌灵在柑桔保鲜中的应用,植物保护,1990,16(2),48
3. 章文才:现代果品防腐、保鲜、贮藏、运销、加工研究的进展,果树科学,1985(1),1—13
4. 徐建毅、阎志红:苹果烂果病害的调查研究,果树科学,1986,3(2),38—42
5. 吕家龙:杭州市蔬菜采后处理的调查研究,中国蔬菜,1988(3),39—42
6. Moline H. E. (edited) Postharvest Pathology of Fruits and vegetables, Agricultural Experiment Station, University of California, Berkeley U. S. A. 1984 1—30
7. 陶辛秋、赵华:关于我国蔬菜贮藏保鲜研究工作的进展和建议,中国蔬菜,1987(4),48—51
8. 李玉鼎:国光苹果苦痘病的防治研究,果树科学,1987(2),21—26

- 9.王振永、李沛文等:甜橙褐斑病与乙烯产生的关系,植物生理学报,1987(3),287—294
- 10.黄邦彦:我国热带水果贮运保鲜考察,中国果品研究,1988(1),7—9
- 11.钟仲贤:果蔬贮藏中的冷害及其控制,上海农业学报,1988(3),87—96
- 12.李效静、张瑞宇、陈秀伟:果品蔬菜贮藏运销学,重庆出版社,1990,1—2
- 13.Faust M. & Shear C. B. Corking Disorders of Apples: A Physiological and Biochemical Review, Bot. Rev. 34, 1968, 441—469
- 14.Shear C. B. Calcium-Related Disorders of Fruits and Vegetables Hortscience, 10, 1975, 361—365
- 15.Snowdon A. L. A Colour Atlas of Post-Harvest Diseases and Disorders of Fruits & Vegetables, v. 1 General Introduction & Fruits, Wolfe Scientific LTD, Spain, 1990, 30—33
- 16.Wilson E. E. & Ogawa J. M. Fungal, Bacterial, and Certain Nonparasitic Diseases of Fruit and Nut Crops in California-Postharvest Diseases of Stone Fruit, University of California, U. S. A. 1979