



QUANGUO GAODENG
NONGYE YUANXIAO
JIAOCAI

全国高等农业院校教材

蔬菜贮藏 加工学

第二版

华中农业大学 主编

蔬菜专业用

中国农业出版社

全国高等农业院校教材

蔬菜贮藏加工学

第二版

华中农业大学 主编

蔬菜专业用

中国农业出版社



TS255.5
207

封面设计：赵之公

图书在版编目 (CIP) 数据

蔬菜贮藏加工学/华中农业大学主编. - 2 版. - 北
京: 中国农业出版社, 2001.5
全国高等农业院校教材
ISBN 7-109-01732-X

I. 蔬... II. 华... III. ①蔬菜-贮藏-高等学校-教材
②蔬菜-加工-高等学校-教材 IV. S630.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 07055 号

出 版 人 沈镇昭
责任编辑 石飞华
出 版 中国农业出版社
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
发 行 新华书店北京发行所
印 刷 北京通州区京华印刷制版厂
* * *
开 本 787mm×1092mm 16 开本
印 张 20.75 字数 447 千字
版、印次 1981 年 8 月第 1 版
1991 年 5 月第 2 版
2001 年 5 月第 2 版北京第 7 次印刷
印 数 28 451~33 450 册 定价 26.70 元
书 号 ISBN 7-109-01732-X/S·1143

ISBN 7-109-01732-X



0 1>

9 787109 017320

第一版编写者

主 编	华中农学院	邓桂森
副主编	沈阳农学院	李志澄
编 者	西南农学院	李友霖
	华中农学院	施晓恒
	吉林农业大学	刘 斌
	西北农学院	陈锦屏
	沈阳农学院	马岩松
审稿者	北京农业大学	周山涛
	浙江农业大学	陈学平
	沈阳农学院	赵 英
	南京农学院	王薛修
	新疆奎屯农学院	聂宗儒
	东北农学院	崔成东
	沈阳市副食品公司	赵玉林
	浙江农业大学	孙义章
	湖南农学院	王雅娟
	贵州农学院	何文光

第 二 版 前 言

根据农牧渔业部(1985)农(教)字第39号文件的指示精神,对《蔬菜贮藏加工学》教材进行了修订。首先向有关院校征求修改意见,并组织编写同志前后召开了两次会议,讨论制定教材修订的基本原则和交流评议意见,以供执笔者参考。这次的修订以原教材为基础,联系教学实际,对原教材不足之处进行修改和补充,对章节进行了调整,以提高教材的适应性。

参加本教材修订的同志名单如下:

李志澄 沈阳农业大学

刘心恕 西南农业大学

陈锦屏 西北农业大学

刘 斌 吉林农业大学

邓桂森 华中农业大学

施晓恒 华中农业大学

1989年5月

MM 17/04

第一版前言

《蔬菜贮藏加工学》是我国高等农业院校蔬菜专业教学计划中的一门专业必修课程。为了适应当前的需要，组织了有关专业教师，编写了这本《蔬菜贮藏加工学》教材。本书内容包括两大部分：前部分涉及到新鲜蔬菜的采后生理、包装、运输和贮藏；后部分则关系到蔬菜的加工原理和工艺过程。

参加本教材的编写人员如下：

绪论——邓桂森

第一章 蔬菜的组织特性和化学成分——施晓恒

第二章 蔬菜贮藏原理——李志澄

第三章 蔬菜的采收、包装和运输——施晓恒

第四章 蔬菜的贮藏方式——李志澄、马岩松、邓桂森

第五章 各类蔬菜的贮藏技术——李志澄、刘斌、马岩松

第六章 蔬菜加工的原理——李友霖

第七章 蔬菜加工厂的建立及其加工的预备处理——李友霖

第八章 蔬菜的腌制——李友霖

第九章 蔬菜的糖藏——李友霖

第十章 蔬菜干制——陈锦屏

第十一章 蔬菜的罐藏——邓桂森

第十二章 蔬菜的速冻保藏——邓桂森

本教材在编写过程中，由于时间紧迫，水平有限，书中不足之处，希望读者批评指正。

1980年1月2日

目 录

绪言	1
----------	---

上篇 蔬菜的品质和采后处理

第一章 蔬菜的品质	2
第一节 采前因素对蔬菜品质和耐贮性的影响	2
第二节 蔬菜的组织特性与贮藏加工的关系	8
第三节 蔬菜的主要化学特性	12
第二章 蔬菜的采后处理	26
第一节 蔬菜的采收和处理	26
第二节 蔬菜的分级包装	33
第三节 蔬菜的运输	37

中篇 蔬菜贮藏

第三章 蔬菜贮藏原理	40
第一节 呼吸	41
第二节 蒸散和萎蔫	53
第三节 物质转变和完熟衰老	57
第四节 休眠	66
第五节 逆境伤害	70
第六节 耐贮性和抗病性	79
第四章 蔬菜的贮藏方式	91
第一节 蔬菜的简易贮藏	91
第二节 蔬菜的通风库贮藏	98
第三节 蔬菜的冷藏	106
第四节 调节气体贮藏（气调贮藏）	117
第五节 其他贮藏法	130
第五章 各类蔬菜的贮藏技术	134
第一节 大白菜（附甘蓝）	134
第二节 耐寒绿叶菜类	140
第三节 根菜类	143
第四节 地下茎菜类	146
第五节 果菜类	154
第六节 其他蔬菜	160

下篇 蔬菜加工

第六章 蔬菜加工原料要求及预处理	165
第一节 蔬菜加工原料要求	165
第二节 原料预处理	171
第七章 蔬菜的冷冻保藏	176
第一节 冷冻原理	177
第二节 冷冻对蔬菜的影响	179
第三节 冷冻对微生物的影响	182
第四节 冷冻前的原料处理	183
第五节 蔬菜速冻方法	185
第六节 冷冻产品贮存	188
第七节 解冻使用	190
第八章 蔬菜干制	190
第一节 蔬菜干制的基本原理	191
第二节 干制原料的选择和处理	200
第三节 干制的方法及其设备	204
第四节 干制品的包装、贮存和复水	212
第九章 蔬菜糖制	216
第一节 糖制的基本原理	216
第二节 蜜饯类加工	219
第三节 果酱类加工	225
第十章 蔬菜腌制	231
第一节 蔬菜腌制原理	232
第二节 泡酸菜类制法	242
第三节 咸菜类制法	247
第四节 酱菜类制法	266
第五节 糖醋菜类制法	268
第十一章 蔬菜的罐藏	271
第一节 罐藏原理	272
第二节 罐藏容器	279
第三节 原料的供应和要求	285
第四节 蔬菜罐藏工艺过程	287
第五节 罐头食品的检验与保存	302
第六节 罐藏技术的进展	306
第七节 蔬菜罐藏要点	308
第十二章 蔬菜制汁	312
第一节 菜汁生产的概况和存在问题	312
第二节 菜汁生产工艺	314
第三节 几种菜汁加工工艺	319
参考文献	324

绪 言

随着社会的发展，人们对生活环境和条件的要求也在不断改变。为了适应这些变化，人们对每日不可缺少的食品提供和要求也就发生变化。世界人口的增长以及向城市转移的趋势，更加重了食品供应的任务和压力，同时也促进了食品工业的发展。

为了适应人们的日常生活需求，食品工业在各国都取得迅速的发展，食品行业的地位也日趋重要。近世纪以来各国食品工业发展迅速的形势，下列几种因素起着重要推动作用：（1）由零散小形家庭式的生产方式走向集体和专业化的大规模组织管理形式，高度机械化，大大提高了经济效益，节省人力，减少浪费，保证质量；（2）注意食品的合理布局，使生产与原料基地和消费中心有合理的安排，以利于原料的供应和产品的贮运供销；（3）重视食品质量的管理和提高，促进原料的利用和新产品的开发；（4）科研与生产相结合，以科研带动食品工业的发展；（5）重视技术人员的培养和使用。

保证群众日常生活必需的食品供应，才能有一个稳定安宁的基础，也就是促进社会事业迅速发展的基本条件。中国食品工业与先进国家比较差距还很大，远不能满足群众的要求。为了加快中国食品工业的稳定发展，我们应当吸取先进国家的有益经验，使教育、科研和生产紧密结合，协调发展，提高生产者的技术管理水平和道德观念，向人民提供合理的食物产品，保证群众有一个安定的日常生活条件，就会大大地促进社会事业的迅速发展。

上篇 蔬菜的品质和采后处理

第一章 蔬菜的品质

蔬菜的品质是受遗传因子控制的。也受采前因素和采后处理的影响。

蔬菜的品质，如新鲜度、色泽、成熟度、汁液成分、组织的老嫩程度等均与耐贮性有密切关系，所以在贮藏之前应选择品质优良的蔬菜材料才有完满的贮藏效果。

蔬菜品质的好坏，大多是通过感官来评价的，如色泽、形状、硬度和鲜度，这些标准是通过受过训练的检查人员以其经验为基础，对上述因子的判断通常是十分正确的。然而这些产品的性状确实还需要客观的测定，因为它们会影响产品的外观、品质、销售价值，以及贮藏加工的适性。

对蔬菜品质测定所用的工具及测定方法的研究，近来进步很快。我国用硬度计、比重计、折光仪、分光光度计、气相色谱仪等工具来测定；国外还用剪压计（shear press）测定甜玉米、豇豆、绿豌豆、石刁柏及其他蔬菜的坚硬度或纤维性，用色差计（color difference meter）测定各种产品（如番茄等）的内部色泽，马铃薯内部的空洞或黑心，以及其他园艺产品的色泽和缺点。还有一种精确万能测定仪（instron universal testing instrument）可以测定剪压抗力、压缩性、伸张力（如测量芹菜纤维的力量）及在一定载重下产品变形的情况，然而这种仪器成本很高，目前主要在实验室应用。

第一节 采前因素对蔬菜品质和耐贮性的影响

蔬菜的品质和耐贮性很大程度上受栽培因素的支配，因此，在蔬菜贮藏时，必须首先了解各种栽培因素，采收时蔬菜的品质和耐贮性的关系。如果不充分考虑这一点，而一味追求贮藏技术，实际上是忽视了先决条件。因此，贮藏蔬菜时，必须首先了解采前因素与采收品质和耐贮性的关系。

影响耐贮性的采前因素大体可分为 4 个方面：

（一）种类和品种 蔬菜种类繁多，就其供食用部分来讲，可分根、茎、叶、花、果实、种子，各有不同的组织结构和不同的新陈代谢方式，这就决定了它们的耐贮性有很大差异。

植物的叶是新陈代谢最活跃的营养器官，它具薄而扁平的结构，众多的气孔，适于接受日光进行气体交换和水分蒸散。而旺盛的呼吸作用和蒸散作用使得叶菜类在采收后很快

发生代谢失常——萎蔫、黄化甚至变质败坏。绿叶菜类的食用部分是植物的同化器官，具有正常叶片的典型特征，表面积比显著高于其他蔬菜，幼嫩叶菜表层的保护组织尚未发育完整，组织也较柔嫩，易于失水，所以最难贮藏，贮藏时需采用特殊的措施，如菠菜、芹菜等的微冻贮藏，油菜心、芹菜的假植贮藏。而叶菜类中的叶球类，球叶已变态成为养分贮藏器官，叶片相互抱合成球，不再像绿叶菜那样分散摊开；并且一般都在营养生长结束时收获，营养物质贮存充足，新陈代谢强度已有明显的降低，所以比较耐贮藏。

花（花序）和果实是繁殖器官，它们一般的特点也是新陈代谢比较旺盛，进入成熟阶段还能形成较多的乙烯。花菜类本来也是很难存放的，如新鲜的黄花菜（金针菜），花蕾采收后1天内就将开放，商品品质及经济价值降低，并在短期内腐烂，所以要很快加工干制。据陈锦屏研究，用1.5%的硫酸铝钾 $[KAl(SO_4)_2]$ ，即明矾浸泡热烫过的黄花菜，可保持7~10天不烂，但浸泡时间越长，干制后营养物质损失越多，出菜率越低。菜花是成熟的变态花序，蒜薹食用的是花序梗，具有类似茎的特点，此二者都较耐寒，在0℃冷藏条件下并配合其他措施，有可能作较长期的贮藏。

果菜类包括瓜、果、豆，情况较复杂。多数果菜原产温热地区，不耐寒，贮藏温度在8~10℃以下就易遭受冷害，且多以幼嫩果实供食用，这又具有幼嫩蔬菜的一般特点——处在旺盛生长的幼年发育阶段，新陈代谢旺盛，外层保护组织尚不完整，有利于气体交换和水分蒸散，也易遭受病菌的侵入，这是很多果菜类难以贮藏的原因（如黄瓜、菜豆）。而有些充分成熟时采收的瓜果（如南瓜、冬瓜），代谢强度已经下降，营养物质积累丰富，表面保护组织发育完好，有的还有厚的角质层或蜡层、蜡粉、茸毛，所以较耐贮藏。

块茎、球茎、鳞茎、根茎类以及上述的叶球类，都是已经长成了的贮藏器官，很多具有生理上的休眠阶段或容易被控制在被迫休眠状态，这时各种生理生化过程和物质消耗都减少到最低限度，所以比较起来最耐贮藏。了解了不同种类蔬菜的特性以后，就可以使我们做到心中有数，不致于将不耐贮藏的种类（如黄瓜、菜豆等）作较长期的贮藏、浪费人力、物力、收不到好的效果。

即使同一种蔬菜中的不同品种，其耐藏性往往也有很大的差异，大白菜是中国北方重要的冬贮菜、品种类型极多，一般认为直筒形比圆球形耐藏，青帮系统比白帮系统耐藏，晚熟品种比早熟品种耐藏，晚熟品种如小青口、青麻叶、抱头青、核桃纹等生长期长，青帮青叶、结球坚实、抗病耐寒、纤维素较多，耐贮藏。又如天津的白庙芹菜，陕西的实秆绿芹，以及北京的棒儿芹、大糙皮都是丰产耐藏的优良品种，这些品种经过长期贮藏后，仍能较好地保持脆嫩品质，而空秆类型贮藏后秆变糠，纤维增多，质量粗糙，不堪食用。菠菜以尖叶有刺种耐寒适宜冻藏，圆叶种叶肉厚，丰产，但耐寒性差，不耐贮藏，圆叶与尖叶的杂交种既耐寒又丰产，是耐藏的优良品种。卞萝卜，皮细，鲜红色，肉白色，肉质细致，含水分较少，煮时易烂，品质好，熬、炒或做馅均可，并能耐热抗病，容易贮藏。心里美萝卜，皮细，头部浅绿色，头尾部呈黄白色、肉色鲜红的心里美萝卜是适宜生食的品种，肉质爽脆、味甜，水分多，辣味极淡，抗病，耐贮藏。甘蓝耐藏品种的特点是纤维素

含量高,叶球的平均重量不高,生长期长,而且耐藏品种在贮藏期间抗坏血酸氧化酶、过氧化物酶活性降低。番茄有红色、粉红色、黄色3种。红色种一般呈微圆球形,脐小,肉厚,味甜,汁多爽口,风味佳,生食、熟食均可,还可以加工成番茄汁、番茄酱,6、7、8月上市的优良品种主要是满丝。还有一种桃形番茄,也是红色的,其果顶突出,果皮较厚。瓜类中以南瓜耐藏性最强,在一定条件下能贮藏1年以上,西班牙南瓜十分耐藏,而大多数中国南瓜品种耐藏性不如前者。

(二) 自然环境条件

1. 土质 土质显然影响蔬菜的成分和结构,轻沙土大大加强了西瓜果皮的坚固性,使它的贮藏性和耐运输能力增强。在盐碱土生长的甜椒可滴定酸和抗坏血酸含量均低,而在非盐碱土生长时每100g鲜果抗坏血酸含量高达335~343mg,在土壤pH5.8、未加微量元素的条件下长成的菠菜,含磷较多,而在pH7.8、加微量元素条件下的菠菜含磷较少,但CaO含量高;在黑钙土状黏土长成的生食品种洋葱含糖75%(占干重),而在富含碳酸盐的亚黏土类的黑钙土长成的只含58%,但干物质含量高。土壤中含硫高,洋葱的香精油含量高,这样的洋葱较耐藏,因为洋葱的挥发物杀菌性能加强,就能抗病耐贮。

要使土壤适于蔬菜栽培,首先注意土壤质地,中国北方气候寒冷、少雨,土壤风化较弱,土壤中沙粒、粉粒含量较多,黏粒较少,沙土在北方分布较广,这种土壤颗粒较粗,沙粒含量均在5%以上,保水保肥能力差,通气通水性好,蔬菜生长后期,易脱肥水,不抗旱,有早熟土之称,适于栽种早熟薯类、根菜、春季绿叶菜类,蔬菜生长快,早期繁茂,外观美丽,但根部老化快,植株早衰,抗病、耐寒耐热性都较弱,品质差、味淡、不耐贮。

中国黄土高原、华北平原、长江下游、珠江三角洲平原地均为沙壤土,质地均匀,粉粒含量高,物理性能好,抗逆能力强,耕种方便,通气透水,保水保肥能力强,抗旱能力强,各种蔬菜均可栽种,品质和耐贮性均佳。

在平原洼地、山间盆地、湖积平原地区为黏土,这种土壤以黏粒占优势,质地黏重,耕作阻力大,结构致密,保持力大,保水保肥能力强,通气透水能力差,适于晚熟种,植株生根慢,生长延迟,形小不美观,根部不易老化,成熟迟,抗病、耐寒、耐热性强,品质好,味浓,耐贮藏。

2. 海拔 海拔高度对产品品质及其耐贮性有重大影响,山地或高原地区生长的蔬菜中含有的糖、色素、维生素C、蛋白质等都比平原地区有明显的增高,表面保护组织也较发达,这不仅影响到蔬菜品质,而且同耐贮性也有关。在海拔1529m高山上生长的番茄,含糖为77.7%~88.4%(占干重),每100g干重含抗坏血酸为31.9mg,而在海拔674m生长的含糖为63.7%~70.3%,每100g干重含抗坏血酸11.7~21.4mg,海拔520m的地方生成的茄子比海拔310m地方的晚熟2周。甘蓝向山上移,抗坏血酸、过氧化氢酶都增加,这些现象都对贮藏有利,因为耐贮品种抗坏血酸的损失比不耐贮品种缓和,生食品种洋葱的含糖量随着海拔高度而增多,同时蛋白质减少,鳞茎重量增加。

3. 温度 温度高,生长快,产品组织柔嫩,可溶性固形物含量低。昼夜温差大,生长

发育良好，可溶性固形物高，同一种类或品种的蔬菜，秋季收获的贮藏效果常优于夏季收获的，如秋末收获的番茄、甜椒都较夏季收获的耐藏，番茄在温度较高的地区（果实成熟期积温也高），因而含糖和抗坏血酸都高。又据研究，不同季节采收的甜椒对低温忍受时间不一样，夏季采收的甜椒比秋季采收的对低温更敏感，冷害发生时间早，这都与上述不同季节的气温差异使产品特性变化有关。不同年份生长的同一品种，在相同条件下贮藏，效果常有差异，由于不同年份气温条件有不同，影响产品的组织结构和成分的变化，也是重要原因之一。例如马铃薯块茎中淀粉的合成与水解，系与生长期中气温相适应，淀粉的多少是与耐贮性相联系的，是决定产品化学成分与贮藏性的主要因素。北方栽培的大葱可露地冻藏，经缓冻后可恢复新鲜状态，这说明对低温有较强的适应性，而南方栽培的大葱，运至北方露地冻藏，都不能恢复新鲜状态。甘蓝在冬季贮藏期间的耐贮性也在很大程度上决定于生长期间的温度条件和降雨量，低温（10℃）下长成的甘蓝戊聚糖和灰分较多，蛋白质较少，并且汁液冰点较低。如将长在 24℃ 下的植株移到较低的条件（10℃）下生长，则半纤维素总量显著增加，主要靠己聚糖的增加；而蛋白质含量降低，这是耐贮甘蓝的特点。

4. 湿度与水分 空气湿度和雨水，对蔬菜成分和组织结构有很大影响，高湿多雨，会使番茄干物质含量减少，气候潮湿，特别是接近采收季节阴凉多雨时，常使西瓜含糖量降低，缺乏应有的色泽、风味和香气，耐贮性也降低，但在一定生长阶段的降雨过少常会影响某种矿物质元素的吸收，导致缺素病症，在贮藏中造成严重的损失。早年，灌溉不及时，大白菜干烧心病就严重，这是由于土壤含水量低，溶液浓度高，阻碍了水溶性钙的吸收，而且组织结构受影响。生长期降雨过多或过少，均影响病害发生。如生长期多雨，番茄易发生晚疫病，茄子发生绵疫病，高温干燥，毒素病严重，都会影响其耐贮性。

降雨多少关系到土壤水分，土壤 pH，以及土壤中可溶性盐类的含量，从而也影响蔬菜的化学组成与耐贮性。在干旱缺水年份或轻质壤土上栽培的萝卜，都容易在贮藏中产生糠心，而黏质土中栽培的，以及在水分充足的年份或地区，糠心较少，出现糠心的时间也晚。如在排水通气好的土壤上栽培的萝卜，收后在 20℃ 下贮藏 20 天，失水率仅有 20% 而在排水通气不好的土壤上栽培的萝卜，收后放在同样条件下，失水率超过 30%。生育期冷凉多雨，对栽培黄瓜不太适宜，会减低耐贮性，茄科作物与甘蓝、黄瓜相比具有很高的抗旱性，但在空气湿度高于 60%~70% 时，就不适应，因为当无风时，植物发生日灼，引起果顶腐病，果实产量相差 2~4 倍。看来空气湿度高，由于蒸散作用受阻，从土壤中吸收的矿物质减少，所以有机物质的生物合成、运输及其在果实中的累积受到阻碍。

5. 光照 光照强度的不同，直接影响到光合作用的强度，同时也影响到植株一系列形态及解剖的变化，如叶的厚薄、叶肉的结构、节间的长短、叶节的大小、茎的粗细等，这些都影响蔬菜的品质和耐贮性。密植所造成的遮荫，会使果实含糖量低，叶芽在光照不足时，会使叶片大而薄，贮藏中易失水和衰老。西瓜、甜瓜在光照不足的情况下，含糖量都会降低。反之，过强的日照，致番茄普遍日灼，严重影响耐贮性，青椒如在天气炎热之前，

植株不能封垄，果实也常受强日照之害不能用于贮藏。在山区空气比较清新，能够得到更好的太阳辐射，如青海及西藏高原的甘蓝、大白菜、萝卜个体很大，含糖量特高，这和当地光照强有关。

光照强度对蔬菜干物质有明显影响，以大白菜与洋葱为例，在不同光照强度下，其含糖与鳞茎大小都明显不同，如果生长期间，阴雨天较多，不仅日照时数少，而且日光强度也弱，使蔬菜产量下降，干物质含量低，且贮藏期也短。

光质（红光、紫外光、蓝光和白光）也称为光的组成，对蔬菜生长发育都有一定作用，也与蔬菜的品质有关。许多水溶性色素，如花色素苷，都要求有强的红光，紫外线有利于维生素 C 的合成，温室栽培的黄瓜、番茄的果实因缺乏紫外线，其维生素 C 含量往往没有露地栽培的高，光质制约着甘蓝苗的花色素苷合成速度，以紫外光最为相宜。光照长短也影响许多贮藏器官的形成，如洋葱、大蒜等要求有较长的光照，才能形成鳞茎。

用作贮藏的蔬菜，不应该只是用旺季过剩的产品来贮藏，而应该有计划地设置生产专供贮运产品的基地。在确定贮运产品生产基地时，应以上述自然环境条件作为选择依据。

（三）农业技术条件

1. 施肥 蔬菜一般具有生长速度快，生长期短，对土壤肥力条件要求高的特点，因此，要获得优质高产的蔬菜必须注意增施有机肥，合理施用化肥，只有用在适宜营养条件下生长的优良品质的产品，才适于作贮运材料，否则贮藏中将发生生理失调病害，氮肥过多，能显著降低番茄果实的品质，降低干物质和抗坏血酸含量。在酸性土壤中施钙肥能提高番茄产量和改进果实品质，在施用石灰和完全肥料的条件下，果实的风味较好，以上这些情况都对番茄贮藏有利。

缺素症状有的在田间就明显表现，有的在采收前表面完好，难以辨别，而贮藏中才暴露出来，成为影响贮藏效果的大问题，而实际上却起源于采前，所以应重视农业技术条件对蔬菜耐藏性的影响，及时采取措施以防止产生不良影响。

由于施肥新鲜甘蓝耐藏性提高，酸渍甘蓝的风味改善，而在大量施氮时，必须相应增加钾和磷的施用量。施高剂量钾和磷的无机肥料对酸黄瓜品质有良好的影响。莴苣采后放在 5℃ 下贮藏 12 天，看到田间施氮量的增加及在土壤含水量增高的条件下都能使鲜度下降，而硝态氮比铵态氮的保鲜效果好，如果将莴苣贮藏在 15℃ 条件下，不论哪种氮都随施用量的增加而使鲜度下降。但增施有机肥或同磷、钾肥混合施用时，保鲜效果好。

这里应指出，氮肥对蔬菜的发育是重要的，是不可缺少的营养元素，但为了追求产量，生产者往往盲目增施氮肥。过量施用氮肥，产品耐贮性常常明显降低，也降低对某些病害的抗性，产品氮素含量高，常促进果实的呼吸，衰老和败坏，含钙量高，则可抵消这些不良影响。

不能笼统地讲肥料给贮藏性带来了不利影响，而是施肥过量或者在某些地区土壤条件下施入肥料的比例不恰当，对产品耐藏性有不良影响。同样土壤中植物所必需的营养元素含量不足，也同样能降低耐贮性。微量元素的亏缺常引起产品发育不良，降低抗病性。施

用有机肥料，土壤中微量元素缺乏的现象较少，所以应重视有机肥的应用。实际上也是多施有机肥、配合施化肥的产品品质好、耐贮藏，并可不断增加土壤肥力。

2. 灌溉 土壤水分是影响植物化学成分及贮藏性的重要因素之一。

灌水与贮藏的关系，中国农民很早就有了了解，并能分别根据蔬菜的特性和贮藏需求掌握灌水。如对贮藏的叶菜，注意控制生长期灌水，避免水分过多引起徒长，植株柔嫩，含水量高，不耐贮藏。对于供贮藏后食用的大白菜、洋葱和油菜心等，都严格控制在采收前1周不浇水，这都是农民经验。灌水过分和不足，会增加贮藏中的病害，有关生长期中过分灌水会加重洋葱贮藏中颈腐（灰霉菌）、黑腐（曲霉菌）、基腐（镰刀菌）和细菌性腐烂的报道。大白菜蹲苗期，土壤干旱缺水，特别是在盐碱地，浇水不及时，土壤溶液浓度高，阻碍了钙的吸收，常大量发生干烧心病。

在多雨年份，由于蒸腾小，根部吸水也多，促使果肉细胞迅速膨大，从而果实内部向表皮产生一种压力而引起果皮开裂，根菜类在贮藏中的糠心现象，除受贮藏的环境因素影响外，在干旱缺水年份或在轻质壤土上栽培的萝卜都容易在贮藏中产生糠心，而在黏质土上栽培的，以及在水分充足的年份或地区，糠心较少，出现糠心的时间也晚。

土壤水分不足，番茄显著减产，而灌溉地上长成的番茄果实干物质含量较少，为6.7%~9.8%，而非灌溉地上长成的为8.1%~10.3%，可见水分过多会显著降低番茄果实品质，也影响耐贮性。

蔬菜在生长期中雨水不足时灌溉是必须的，但灌溉应适当，在长期冷凉潮湿之后收获的甘薯，不能迅速进行愈伤，会蒙受很大的损失。

灌水过多对蔬菜的品质有一定影响，尤其在蔬菜采收前灌溉会影响其耐贮性，但灌溉是不可缺少的，而是在蔬菜一定的生长和发育期内才是必需的。

3. 田间病虫害防治

病虫害是造成贮藏中败坏变质的重要原因，蔬菜贮藏病害包括生理性和传染性两大类，这里强调的是田间就已发生的病害，包括由于田间因素等不适而诱致的生理病害。采收时有明显的表面症状的容易挑选出来，但在挑选时如症状不明显或是内部病变，外表仍是正常的，易误认为健康产品，在贮藏中易扩大造成损失。所以应在蔬菜栽培时选择适当的自然条件和采用良好的农业技术以减少其发生。

在田间生长时受病原微生物侵染的病害，如多种蔬菜的软腐病、炭疽病、病毒病、番茄晚疫病、茄子绵疫病、花芽黑斑病等采用田间综合防治技术。最好选择无病或少病地块的优良产品，适时采收贮藏。如果收获前适当喷布杀菌剂，对减轻因微生物所引起的腐烂非常有效。例如：喷布1000~3000倍的甲基托布津（Topsin-M）和4000~6000倍的苯来特（Benlate）等药剂对作为长途运输和长期贮藏的蔬菜在收获前喷布是不可缺少的。在使用这些药品时，应注意是否合乎卫生法规。

4. 生长调节剂处理

对蔬菜的内在和外部品质有影响，也在一定程度上增加了耐贮性。

（1）生长素类 据李志澄称，生长素对生长有明显的促进作用，但这种促进作用，一

般限于较低的浓度,如果浓度偏高,即有抑制作用。例如施用 2,4-D 可延迟菜花或其他绿色蔬菜的黄化,菜花在采收前 1~7 天施用 $100\sim 500\mu\text{g/g}$ 2,4-D 可减少贮藏中的脱帮。施用生长素的效应不仅决定于处理时种植条件,而且与施用浓度、蔬菜的种类和品种,以及采前因素等都有关系。

(2) 细胞分裂素 细胞分裂素对细胞的分裂与分化有明显的效果,也诱导细胞扩大。菜豆黄化叶的圆片用分裂素处理,细胞明显地扩大。结球莴苣采收前喷洒 $10\mu\text{g/g}$ 苄基腺嘌呤(BA)采收后置低温下与对照无大差别,但转入 26°C 高温时未处理的莴苣开始变黄,而 BA 处理的仍为绿色。

(3) 赤霉素 施用低浓度赤霉素可促进整个绿色植株茎叶的伸长。用 $20\sim 40\mu\text{g/g}$ 浸蒜薹基部,可防止薹苞膨大,草莓喷以浓度为 $75\mu\text{g/g}$ 的赤霉素,所生的果实形状向圆筒形接近。

(4) 生长抑制剂 有抑制发芽生根的作用,用在马铃薯、洋葱、胡萝卜等收获前喷洒在植株叶面上,有防止贮藏期萌芽的效应。

对洋葱喷洒期要在管状叶片已有 $30\%\sim 40\%$ 近自然倒伏时进行,倒伏叶片仍为绿色时最好,大致在收获前 1~3 周,施用浓度 $1500\sim 2500\mu\text{g/g}$,经 MH 处理的洋葱在贮藏期要注意腐烂,在温暖地区从 12 月到翌年 1 月是安全期,这种方法在常温下抑制萌发是十分优越的。

对马铃薯在收获前 1 周处理,浓度为 $2500\sim 5000\mu\text{g/g}$,但种薯不能使用。

(5) 矮壮素 有抑制节间生长的作用,使植株矮化。西瓜喷用后所生果实的可溶性固形物增加,而且变甜,还可延长贮藏寿命。

(6) 乙烯利 有催熟作用,喷后会早熟,也增进果实对开裂和腐烂的抵抗力。

第二节 蔬菜的组织特性与贮藏加工的关系

蔬菜植物供食用部分有根、茎、叶、花、果和它们的变态器官。这些器官在组织结构上有很大差异,也各有一定的特性和功能。蔬菜的质地(texture)是蔬菜组织特性在风味品质方面的表现,情况复杂多变。组织结构不只同风味有关,而且同生理特性也有密切关系,因而也就同贮藏性能密切相联系,以下分别加以说明。

一、蔬菜的组织特性

蔬菜的组织特性是由细胞的膨胀状态、黏着力、大小和形状以及支持组织的存在与否和植物的成分所决定的。

(一) 细胞的膨胀状态 细胞的膨胀是根据细胞的渗透作用原理而形成的。细胞的原生质层(包括原生质膜、液泡膜和两膜之间的中质)是一个半渗透膜,液泡里面的细胞液含有很多溶解于水的溶质,因此表现出一定的渗透浓度。这样的细胞液、原生质层和环境

的溶液便形成一个渗透系统。如果把蔬菜放在清水或低渗透浓度的溶液中，水分从外界进入细胞的速度将超过从细胞里排出的速度，因此液泡中的水分增多，容积增大，通过原生质对细胞壁的压力也相应增大，这时细胞便呈膨胀状态。

如果把蔬菜浸入盐或糖等高渗透溶液中，细胞液的水分向外流出，于是液泡体积收缩，原生质和细胞壁所受的压力减低；因为细胞壁和原生质都具有伸缩性，因此整个细胞的体积便缩减。在细胞液的水分继续向外渗出的过程中，由于细胞壁的伸缩性有限，而原生质层的伸缩性较大，所以细胞壁停止收缩而原生质层将继续收缩下去，这样就引起质壁分离，甚至引起细胞死亡。蔬菜收获后，也会发生上述变化。尤其是蔬菜处在低湿环境下，会引起水分的过量蒸发而造成细胞的质壁分离以至于死亡，蔬菜就会腐烂变质。所以蔬菜贮藏环境中要维持一定的湿度，使蔬菜维持膨胀状态，才能保持新鲜品质。

在蔬菜的腌渍过程中，就是利用盐的高渗透压来保存蔬菜防止微生物活动的。

(二) 细胞的黏着力 细胞的黏着力依赖于细胞中果胶物质的数量和质量。在蔬菜成熟过程中水溶性果胶增加，不溶性果胶减少，细胞之间黏着力减低，变得容易分离。如甜瓜、番茄等果菜类的组织成为粉状，就是这个原因。有些果菜的不溶性果胶保持力较高，所以成熟时还保持坚硬。用热处理可以改变细胞的黏着力，结果组织的硬度减低，这也与可溶性果胶的形成有关。

这些特性，对蔬菜贮藏应当选用适当的成熟度，对蔬菜加工过程如何保证产品品质提供依据。

(三) 细胞的大小和形状 蔬菜细胞的大小和形状同样也影响组织结构。致密的组织中的细胞小，细胞间隙小，多呈多面体的形状。而粗糙的、海绵状的组织中细胞大、细胞间隙大，大多呈球形或椭圆形。如番茄等浆果的细胞大，直径可达1mm，但组织泡松，一般不耐藏。

(四) 支持组织 支持组织的存在与否影响蔬菜的结构和品质。幼小植物是多汁的，主要是薄壁细胞。随着植物的生长，细胞壁发生程度不同的增厚，而形成厚角细胞和厚壁细胞，结构就不同了。这两种细胞的结合，使植物组织坚韧。如芹菜的茎和叶柄中这两种细胞都有，就变得纤维化和多筋状。在葫芦中坚韧的皮是由于外层有许多厚壁细胞。在绿色菜豆的荚中纤维鞘是一个影响组织品质的重要因子。这是由一些非常窄而长的硬化的细胞组成的。在过熟的菜豆荚中纤维鞘硬化，细胞壁更加厚，变得不堪食用。

这些组织的生成对植物有机械支持作用，对蔬菜在贮藏和加工过程中起到防护的作用，但是影响食用品质和营养价值。

(五) 蔬菜的组织成分 蔬菜组织的成分也与其结构品质有关系，但这种影响并不是单一的因素，而是有多重关系的。有人指出结构差别的92%是由淀粉含量、果胶钙和总果胶酸盐的变动所造成的。

所有细胞内的成分中，淀粉对结构有最重要的关系。加工方法的不同对结构有显著的影响，肉质湿软品种的甘薯是低淀粉的(13%~19%)，而干硬品种含有18%~22%。马铃