



宁夏大学农学院服务“三农”系列丛书

丛书主编/曹兵 陈晓敏

国家科技支撑计划项目(2007BAD57B04)资助



蔬菜采后保鲜

实用技术

SHUCAI
CAIHOU BAOXIAN
SHIYONG JISHU

张光弟
李建设 编著



黄河出版传媒集团
宁夏人民出版社



宁夏大学农学院服务“三农”系列丛书

丛书

国家科技支撑计划项目(2007BAD57B04)资助

蔬菜采后保鲜 实用技术

SHUCAI
CAIHOU BAOXIAN
SHIYONG JISHU

张光弟
李建设 编著



黄河出版传媒集团
宁夏人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

蔬菜采后保鲜实用技术 / 张光弟, 李建设编著. — 银川: 宁夏人民出版社, 2010. 2

(宁夏大学农学院服务“三农”系列丛书) / 曹兵, 陈晓敏主编)

ISBN 978-7-227-04439-0

I. ①蔬… II. ①张… ②李… III. ①蔬菜—保鲜 IV. ①S630.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 028171 号

蔬菜采后保鲜实用技术

张光弟 李建设 编著

责任编辑 王 燕 马 晖

封面设计 万明华

责任印制 王怀庆

黄河出版传媒集团
宁夏人民出版社 出版发行

地 址 银川市北京东路 139 号出版大厦(750001)

网 址 www.nxehn.com

网上书店 www.hh-book.com

电子信箱 nxhhsz@yahoo.cn

邮购电话 0951-5044614

经 销 全国新华书店

编辑信箱 yanyanw46@yahoo.com.cn

编辑热线 0951-5014124

印刷装订 宁夏雅昌彩色印务有限公司

印刷委托书号(宁)0004884

开本 880mm × 1230 mm 1/32

印张 4.75

字数 114 千

印数 4250 册

版次 2010 年 2 月第 1 版

印次 2010 年 2 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-227-04439-0/S·289

定价 16.00 元

版权所有 翻印必究

Contents 目 录

引 言	001
第一章 蔬菜的种类与保鲜	003
第一节 生物因素与保鲜	003
第二节 环境因素对蔬菜品质及贮藏性的影响	005
第二章 蔬菜的呼吸生理	008
第一节 呼吸是蔬菜有机体代谢的中心	008
第二节 呼吸强度与保鲜	010
第三章 气体成分对蔬菜采后保鲜的影响	015
第一节 氧气、二氧化碳在保鲜中的作用	015
第二节 乙烯对蔬菜采后保鲜的影响	017
第四章 温度对蔬菜贮藏、物流保鲜的影响	023
第一节 蔬菜产品的冷害	023
第二节 影响冷害的因子与减轻冷害的方法	024
第三节 冰温贮藏保鲜	026
第五章 湿度对蔬菜贮藏与物流保鲜的影响	028
第一节 环境湿度变化对蔬菜采后生理的影响	028
第二节 影响蔬菜产品水分蒸发的因子	030

033	第三节 控制产品蒸发失水的措施
036	第六章 蔬菜的休眠利用与保鲜
036	第一节 休眠概念与分类
038	第二节 休眠期的生理特点与保鲜
039	第三节 利用休眠实施保鲜
040	第七章 蔬菜产品的采收、分级、包装、预冷及运输
040	第一节 蔬菜产品的采收、采后处理
042	第二节 采收方法
043	第三节 蔬菜产品的分级、包装
046	第四节 蔬菜产品的预冷
054	第五节 蔬菜产品的运输
059	第八章 蔬菜产品的贮藏方式
059	第一节 蔬菜产品的简易节能贮藏方式
071	第二节 蔬菜冷藏保鲜方式
078	第三节 蔬菜产品的气调贮藏设施
084	第四节 蔬菜减压贮藏方式
088	第九章 蔬菜贮藏实例
088	第一节 块茎、根、根茎类保鲜
095	第二节 鳞茎类保鲜
107	第三节 叶菜类保鲜
118	第四节 茎菜类的物流保鲜
126	第五节 果菜类保鲜
138	参考文献 138

引言

蔬菜贮藏保鲜要求在蔬菜周年供应的“时间差”(一季生产,全年消费)、“空间差”(一地生产,国际消费)、“蓄水池”(缓冲市场价格波动)等诸方面起到保障作用。目前针对国内市场供应,国家相关职能部门已做出了五大蔬菜主产区布局,比如黄土高原、云贵高原夏秋蔬菜区域;长江上中游、华南冬春蔬菜区域及黄淮海与环渤海设施蔬菜区域;针对国际市场也制订了四大主要出口基地,因此蔬菜物流及贮藏保鲜就显得十分重要。贮藏保鲜在结合实施蔬菜的排开栽培(含设施栽培)的基础上,努力解决国内市场蔬菜的供应。在蔬菜贮藏及物流保鲜中应注意以下几个方面的问题。

一是蔬菜产品自身含水量高,易腐烂。蔬菜的含水量一般在70%~90%,同时,当失水大于5%时又及易萎焉。其内容物是微生物的良好培养基,每年因此全世界损失蔬菜量达50%,采后市场内损失达12%~13%。

二是生产的季节性强,单向运输多。这主要是由于我国地处欧亚大陆东部,兼有热带、亚热带、暖温带、温带、寒温带五带气候特点,形成了不同的蔬菜产品类型。

三是对市场十分敏感,要求信息灵敏,应当充分利用现代网络信息手段,降低营销风险。

四是技术性要求高,要充分理解和应用果蔬贮藏的原理:即利用物理、化学或微生物的办法,把果蔬的生理活动维持在最低的正常水平上,实现适期保鲜之目的。

第一章 蔬菜的种类与保鲜

第一节 生物因素与保鲜

蔬菜的贮藏性是其耐藏性与抗病性的统一，耐藏性是指蔬菜维持其采摘时生理特性与组织结构的能力强弱。贮运保鲜的过程是其耐藏性能展示与维持的阶段，所以不可能将耐藏性差的蔬菜种类与品种修复的耐藏与抗病。

一、蔬菜种类、品种与保鲜

蔬菜种类、品种间的耐藏性的差异十分明显，了解蔬菜种类对初步判断其耐藏性有一定帮助。依据蔬菜的可食部位将其分为：

根菜类：胡萝卜、萝卜、根用芥菜、根芹菜等，这类蔬菜较耐贮藏。

薯蓣类：马铃薯、甘薯、山药、姜、菊芋、芋等，在贮藏过程中应注意各种类的贮藏温度。

根茎类：藕、荸荠、茨菰，注意较低贮温与较高湿度。

鳞茎类：葱头、百合、大蒜等，该类蔬菜较耐贮运，但必须留意不同种类的适宜湿度。

茎菜类：球茎甘蓝、莴笋、榨菜、蒲菜、石刁柏、茭白等，以地

上嫩茎为可食部分,耐藏性较前者差,组织内物质转化较快,导致降质。

叶菜类:分为叶菜、结球叶菜、香辛叶菜,如大葱、茼蒿等,这类蔬菜含水量高,贮藏上要求适宜的温度、湿度,防失水、失鲜而降低商品价值。

花菜类:如花椰菜、芥蓝、蒜薹、苔菜等,这类产品呼吸强度较高,采后的快速预冷,适温加气调能较好保鲜。

果菜类:(瓜菜类黄瓜、南瓜、冬瓜、丝瓜、苦瓜等;茄果类茄子、辣椒、番茄等),这类蔬菜营养丰富,有些特点与果实相似,一些品种还有呼吸高峰,有乙烯峰。贮藏中还要注意避免冷害。

二、砧木与蔬菜保鲜

为了提高蔬菜株体的抗逆性,会用黑籽南瓜等嫁接黄瓜提高其抗病性,增强产品的耐贮运能力并使产量增加;采用日本瓠瓜等嫁接西瓜不但株体抗病,瓜也耐贮运。生产中还会使用超托鲁巴姆等嫁接茄子也能提高株体的抗病性,延长株体结果时期。砧木对果蔬的耐藏性之所以产生较大的影响,主要是由于它影响根系对基质中矿质元素的吸收、营养物质的运转、激素的合成,进而增强或降低了蔬菜的贮藏性。

三、蔬菜发育程度与保鲜

蔬菜发育状态是影响采后保鲜和运输及流通质量的一个重要因素。不同的发育状态之间的保鲜效果差别很大,通常蔬菜发育进程越深入成熟,对于贮期的延长不利。对果菜类的蔬菜,比如番茄的贮藏和运输造成困难;但是南瓜、冬瓜较高成熟度是保证其采后保鲜及流通质量的关键因素。

四、果菜类的果实结果位置与保鲜

茄果类蔬菜生长在中部的(大果型番茄)比最下部、上部的品质要好,耐运输能力较强。这提醒栽培者需要根据目标市场来采收或贮藏蔬菜,以期获得最大经济效益。在日光温室中栽培蔬菜,两侧近山墙的蔬菜品质有所降低。

第二节 环境因素对蔬菜品质及贮藏性的影响

一、光照的影响

光照强度、光照时间、光质影响着采前蔬菜的品质。

光照强度影响蔬菜的品质,如同一品种夏季产黄瓜的含糖量为 10.17%、Vc 为 31.1mg/100g 鲜重,在临近冬季时,由于光照强度降为原来的 1/16~1/20,则含糖量降为 1.7%,Vc 为 11.50mg/100g 鲜重。显然,蔬菜设施栽培过程中由于光过膜的强度消减、光供变化成为影响产品品质的因素之一。

光照影响番茄红素的含量。在新疆某些产区栽培的加工用番茄,在每天 16 小时的长光照条件下,番茄红素的含量最高。

光质影响蔬菜产品的品质,主要是紫外光对花青素的形成有较大的作用。360~450nm 的紫外光可诱发乙烯的产生而促进着色。花色素苷的形成以吸收蓝光、红光及远红光最为有效。

对于果菜类茄子,紫色的品种在紫外线较强的夏季能正常体现其品种的色泽,但在玻璃温室的设施栽培中,常常无法形成花色素而呈白绿色。

花色素苷的形成与植物组织中的糖份积累有关,即叶片光

合提供的足够的糖。光照充足时糖份供应好,花色素的含量就高,色泽艳丽。

二、温度的影响

蔬菜栽培的环境因子对指导贮藏非常重要,尤其是对低温敏感的蔬菜种类。栽培中,通常把蔬菜按对温度的需求划分为:

耐寒蔬菜(生长适温 $17^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$):如菠菜、香菜、芹菜、结球甘蓝、韭菜、葱等,只有花期在 0°C 以下才会冻死。

半耐寒蔬菜(生长适温 $15^{\circ}\text{C}\sim 18^{\circ}\text{C}$):如菜花、马铃薯、结球白菜等,能耐 $-1^{\circ}\text{C}\sim -2^{\circ}\text{C}$ 的短期低温。

耐热蔬菜(能耐 35°C 的高温):如南瓜、冬瓜、丝瓜、苦瓜、甜瓜、西瓜、苋菜等,贮藏中不能耐较低温度,有低温冷害现象。

喜温蔬菜(生长适温 $20^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$):不能耐短期 0°C 和长期 5°C 的低温,如菜豆、黄瓜、茄子、辣椒、番茄等,否则易发生冷害而导致贮藏失败。

蔬菜品质与温度相关性研究的较多。温度影响果蔬的含糖量及花色素的形成,花色素的形成是一个酶促反应,存在三基点温度,即最适、最高和最低温度。番茄的最佳成熟温度是 $22^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$,番茄红素含量最高,也说明不同的种类对最佳的温度需求有差异。

三、营养物质的影响

施用过量的氮肥及其它导致甘蓝过量生长的栽培措施,会导致甘蓝叶部坏死性斑点,而贮藏过程中这些症状均会加重。氮素可以延长栽培期的蔬菜叶片寿命,但是过量的氮素使叶大而薄、植株柔软多汁、干物质减少,使采后容易失水抗病性下降,这

对叶菜类贮运保鲜不利。

四、水分状况与蔬菜品质

水分状况包含土壤水分和大气降水两个方面；发育的细胞分裂期缺水会严重影响蔬菜生长与果菜类果实的膨大。

水分不足的相关影响首先是导致蔬菜的叶面积减少，从而使蔬菜的碳水化合物积累减少或矿质元素的缺乏而带来名鲜期的一系列问题。

控制土壤相对含水量在 60%~75%；沙地在 75%左右为宜，有些喜水较强的蔬菜，栽培期的土壤水分要求有的发育阶段更高，如黄瓜。沙壤土更容易出现水分失常，造成生理裂果、元素失调，导致茎菜、叶菜类、根菜类纤维化，并使诸如萝卜贮期易出现“糠心”影响产品的采后寿命。

值得一提的是，施肥、生长期的修剪、喷药必须考虑产品的供应模式。一切能加快果蔬发育和成熟的农业技术措施，都会降低其采后的耐藏性。

第二章 蔬菜的呼吸生理

第一节 呼吸是蔬菜有机体代谢的中心

蔬菜呼吸作用表观上似乎是光合作用的“逆反应”。蔬菜采后的光合作用几乎停止(补光条件下叶菜类除外),继而以呼吸作用为主,即物质的分解为主并产生能量,伴以新物质的再合成,靠此方式使活的有机体的能量得以连续供应。在有氧呼吸的条件下,最终形成 CO_2 、 H_2O ,同时伴随能量的变化。呼吸的失调则易发生生理失调,导致贮期病害的发生。呼吸作用是生命有机体(细胞)经过某些代谢途径,使有机物分解并产生能量的过程。呼吸主要分为有氧和无氧呼吸。

有氧呼吸的化学反应式如下。

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 38\text{ATP}(\text{贮藏能量}) + 409\text{kcal}(\text{释放热量})$

有氧呼吸的能量转化率为 40%,另外,409kcal(千卡)是细胞及其他代谢活动中没有利用的能量,其以热能形式释放,这将导致蔬菜产品、贮藏库和物流运输车内温度的上升。

无氧呼吸可以形成不同的代谢产物,这取决于所走的呼吸途径。无氧呼吸能产生乙醇,如下反应式。

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2 + 2\text{ATP}(\text{贮藏能量}) + 22.4\text{kcal}(\text{释放})$

热量)

无氧呼吸还可以产生乳酸;如马铃薯块茎、食用甜菜的块根、甜玉米胚等。

无氧呼吸的能量转化率只有 2.1%(形成乙醇的过程),无氧呼吸大部分底物仍以有机物的形式存在着,能量的释放远比有氧呼吸要少,要想获得与有氧呼吸同等数量的能量就必须消耗大量的底物来补偿。此外,无氧呼吸积累的有毒物质(醇、乳酸等)也会对贮藏的产品造成伤害。

蔬菜采后,来自于环境的养分供应中断,为维持其生命活动,呼吸是十分必要的。因此,采后的蔬菜干物质不仅不能增加反而还不断被呼吸消耗。采后应尽可能降低其呼吸强度、减少物质的消耗,但是不能只把采后看成是一个消极的生理过程,因为呼吸除提供能量外,其在后熟过程中还合成有关物质,有时形成新的细胞(如马铃薯的愈伤等)和组织素进行自我保护等。

采后的呼吸作用是整个代谢的中心,保持蔬菜采后尽可能低的、同时又正常呼吸的过程是新鲜蔬菜产品贮藏与运输的基本原则。蔬菜贮藏与保鲜就是利用物理的、化学的、生物的(微生物、基因等)手段来维持其低而正常的呼吸过程,延长其生命过程实现适期保鲜的目的。呼吸的失调会导致蔬菜产品生理障碍,削弱产品原有的抗病性。

第二节 呼吸强度与保鲜

一、呼吸强度的定义与类型

呼吸强度是以每千克新鲜园艺产品材料在 1 小时内放出的 CO_2ml (或 mg) 数来表示, 即每小时 $\text{CO}_2\text{ml/kg}$ 或每小时 $\text{CO}_2\text{mg/kg}$ ($1\text{ml CO}_2 = 1.96\text{mg}$)。测定园艺产品呼吸强度一般用的是活组织的完整组织, 并说明测定条件。

表 2-1 一些园艺产品的呼吸强度类型

类型	呼吸强度(5°C) ($\text{CO}_2\text{mg/kg}\cdot\text{h}$)	园 艺 产 品
非常低	<5	坚果, 干果
低	5~10	苹果, 柑桔, 猕猴桃, 柿子, 菠萝, 甜菜, 白兰瓜, 西瓜, 番木瓜, 洋葱, 马铃薯, 甘薯
中等	10~20	杏, 香蕉, 兰莓, 白菜, 罗马甜瓜, 樱桃, 块根芹菜, 黄瓜, 无花果, 油桃, 桃, 梨, 李, 西葫芦, 番茄, 胡萝卜, 萝卜等
高	20~40	鳄梨, 菜花, 莴笋叶, 韭菜, 利马豆, 红莓等
非常高	40~60	豆芽, 花茎甘蓝, 孢子甘蓝, 切花, 菜豆, 青葱, 甘蓝等。

二、影响呼吸强度的因素

一般情况下就果实而言, 浆果的呼吸强度要大于柑橘类和仁果类果实, 早熟品种比晚熟品种高; 热带果实较典型的温带水果高; 干果的呼吸强度较低。果实中种子数量多的比少的呼吸强度高。

(一) 产品的种类、品种及生长发育时期

绪方等(1951)测定了采后 2 小时不同蔬菜种类在 25°C 条

件下的呼吸强度(图 2-1)。

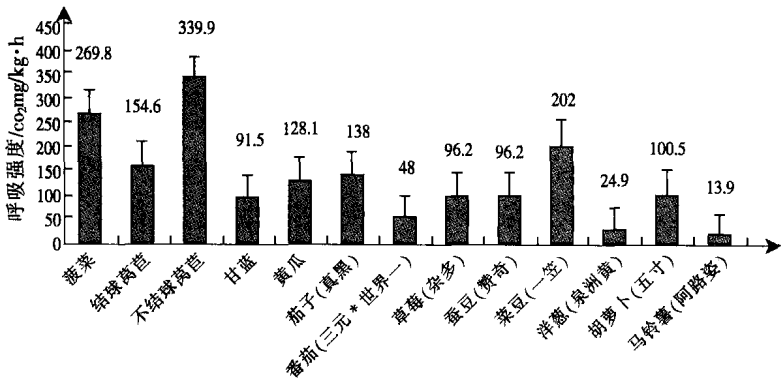


图 2-1 一些蔬菜产品的呼吸强度类型(25℃, Helgi, pik, 1980)

在 0℃~3℃条件下,不同发育状态的蔬菜呼吸强度特点如下。

处于细胞分裂的旺盛时期,如石刁柏 200.0 CO₂ mg/(kg·h)。

处于细胞分裂后期的组织,如黄瓜 100.0 CO₂ mg/(kg·h)。

成熟的果实或叶球,如一般为 50.0 CO₂ mg/(kg·h)。

根菜类,一般为 30~50 CO₂ mg/(kg·h)。

相对来说越是幼嫩的植物组织呼吸强度越大,贮运难度越大。

(二)蔬菜不同部位呼吸强度存在差异

在茄果、青椒类果菜里发现这种现象。在果实上已测得,柑橘果实皮部的呼吸强度大约是果肉组织的 10 倍。采后的柿子果实果蒂的呼吸强度为 28.3 CO₂mg/(kg·h),比果顶高出 5.5 倍。通常蔬菜组织呼吸强度大的部位采后更容易出现腐烂降质。

(三)环境因素

1. 温度对呼吸强度的影响 温度是影响呼吸强度的主要因素之一,呼吸的变化将影响产品的贮藏寿命,要避免产品在冷害、冻害的温度下贮藏。在没有气体因素协同作用的条件下,应

尽可能避免变温贮藏,这有利于减少物质的消耗。在谈及温度与呼吸强度的关系时,常常会用到温度系数 Q_{10} , 温度系数 Q_{10} 是指蔬菜产品的品温在一定范围内上升或下降 10°C , 其化学反应速度增加或降低的倍数, 在 $10^{\circ}\text{C} < Q_{10} < 35^{\circ}\text{C}$, 一般为 2~3; 在 $1^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$ 时 $Q_{10}=7.0$ 左右。从蔬菜在 $0^{\circ}\text{C} \sim 43^{\circ}\text{C}$ 范围内, 当温度降低时, Q_{10} 呈现出增大现象, 表明了呼吸速率的减弱, 这有利于产品的贮藏。

2. 湿度对呼吸强度的影响 在蔬菜上对呼吸强度的影响规律是, 叶菜类轻微失水, 呼吸强度降低, 根菜类失水多时, 呼吸强度增加、水解作用加强, 贮藏性下降。

湿度在影响蔬菜失水率的同时影响着产品的贮藏性和商品质量。

3. 气体成分对呼吸强度的影响 在大气成分中含 O_2 21%、 N_2 78%、 CO_2 0.03%。从呼吸的反应式看出, 如果使环境中的氧降至 10%~7% 时, 就会对有些园艺产品组织的呼吸强度产生影响, 降至 3% 时, 影响水平显著; 降至 1% 时, 影响水平达极显著; 当小于 1% 时, 有些品种会产生无氧呼吸。

同样, 提高环境里的 CO_2 含量也会抑制园艺产品的呼吸强度, 大多数品种当 CO_2 为 1%~5% 时就体现呼吸速率下降的趋势, 但品种间适应性差异较大, 有的品种当环境中的 CO_2 含量达 1% 时就已经产生了不利的影响。 CO_2 与 O_2 的含量相联系, O_2 含量高则 CO_2 可以低一些。此外, 在不同的蔬菜贮藏阶段及环境温度条件下, 可以给予不同的 CO_2 与 O_2 的含量, 实现动态气调。

4. 伤害对呼吸强度的影响 一般情况下, 病害、虫害及机械伤能使呼吸强度增大。利用测定运输途中蔬菜产品的呼吸强度变化来判断道路状况与车速对产品的影响, 是避免路途产品