

李心耀 范国泰 编 著



蔬菜 冷藏速冻技术

中国食品出版社

蔬菜冷藏速冻技术

李心耀 范国泰 编著

中国食品出版社

内 容 简 介

本书以现代的蔬菜贮藏基本原理为基础,系统地叙述了蔬菜冷藏和速冻加工技术。全书分三部分:第一部分介绍我国蔬菜分布和经营特点;第二部分着重介绍蔬菜冷藏的基本原理和方法;第三部分从蔬菜的特性出发,介绍蔬菜速冻原理、冷冻过程和冻结冰晶分布,以及蔬菜冻结时释放的热量等。后两部分附有蔬菜冷藏速冻实例。本书的附录介绍了蔬菜贮藏常用的生理测定方法(包括呼吸强度和蔬菜细胞膜的透性测定;蔬菜漂烫后酶活性的鉴定)。了解和掌握这些技术,无疑对蔬菜冷藏和冷冻加工是有益的。

本书具有知识性和实用性。既可供蔬菜果品冷藏库广大技术人员和职工学习参考,又可以作大专院校有关专业和蔬菜行业培训班的辅导教材。

蔬 菜 冷 藏 速 冻 技 术

李心耀 范国泰 编著

于 宁 责任编辑

*

中国食品出版社出版

(北京广安门外湾子)

新华书店北京发行所发行

北京市大兴孙中印刷厂印刷

*

787×1092 32开本 4.125印张 93千字

1989年4月第1版 1989年4月第1次印刷

印数: 1-7000册

ISBN 7-80044-220-9/TS·221

定价: 1.50元

前 言

蔬菜虽然不作为人们的主食，不能为人类提供必需的蛋白质和热量，但蔬菜却含有人体必需的维生素、矿物质、纤维素和半纤维素。人缺少了这些营养成分和功能性成分，生长发育必然出现障碍，也容易罹患各种疾病，甚至导致死亡。因此蔬菜是人类不可缺少的食物，尤其是我们中华民族，每日餐桌上都离不开蔬菜。由于蔬菜具有较明显的季节性，所以在淡季我国大部分地区很少有鲜菜上市。为了解决这一矛盾，蔬菜的冷藏技术便应运而生了。

要保持蔬菜鲜嫩的特性、组织形态以及所含营养成分，必须控制蔬菜的呼吸强度，而降低蔬菜的贮藏温度既可以降低蔬菜的呼吸强度，又可以控制微生物的侵入，减少蔬菜的腐烂变质的程度。因此，现代蔬菜贮藏是建立在低温技术的基础上。现代制冷技术的发展，促进蔬菜贮藏理论不断发展，蔬菜的冷藏和速冻技术也不断的发展，并成为冷藏工业中的一个重要组成部分。

食品的冷藏起源很早，三千多年以前，我们的祖先冬季采集天然冰块贮于地窖，夏季取出使用，诗经中“凿冰冲冲，纳于凌阴”，就是这个意思。以后，在漫长的历史中，明代运河两岸修建冰库，为宫廷运送鲜菜鲜果的船只加冰，以保证蔬菜鲜果在低温下运输，保持其鲜嫩。清代光绪年间，北京已专设冰窖，用于贮藏蒜苔，保证对皇宫的供应。由于封建社会封建的生产关系束缚了科学技术的进步，机械制冷技

术尚未发明，因此冷藏技术在数千年中只能停留于在采取自然冰块上进行制冷的初级水平。

19世纪末机械制冷发明，冷藏食品得到发展，并首先用于鱼类和肉类。20世纪初果品贮藏开始放入冷藏库，蔬菜的冷藏则始于20世纪30年代。

二次世界大战后，食品的速冻技术飞跃发展。以美国为例，1945年，冷冻食品已有228,000万吨。但当时对冷冻食品仍缺乏必要的认识，认为只要冻结食品就能贮藏，生产上只重视机械制冷而对食品处理则马马虎虎。在流通上也缺少对冷冻食品必要的管理，于是很快冷冻食品成为不受欢迎的食品。仅在美国，1946年就有50%的速冻食品过剩在冷藏库中，当时速冻食品工业处于危机之中。

从1948年至1953年，美国系统研究了冷冻食品，提出著名的T、T、T概念，1961年美国冷冻食品产业界全面接受此概念，制定了“冷冻食品制造及处理法规”，从而结束了战后冷冻食品的混乱局面。美国的冷冻食品工业首先发展起来，与1945年相比较，人均消耗冷冻食品增加了12倍。

解放前，旧中国从西方引进了一些制冷机械，南京于20世纪30年代建立了规模很小的机械冷库，主要贮藏肉类。由于统治者腐败，冷藏工业实质上始终没有得到发展，贮藏食品仍以腌制为主。解放后，随着工农业生产的发展和外贸的需要，至80年代初全国冷库总容量已达数百万吨，冷藏工业从肉类、鱼类发展至果品和蔬菜，速冻和冷藏已逐渐成为蔬菜加工的重要方面。

现代蔬菜冷藏和速冻加工在我国起步较晚，在60年代末至70年代初北京、上海、广东、福建和江苏等地相继建立大规模的蔬菜冷藏库，并且对蔬菜的冷藏和冷冻技术组织了全

国协作攻关的研究，对于番茄、蒜苔的气调作了广泛的研究，各种蔬菜的适合冷藏温度和冷害的测定都取得了一定的数据，至80年代初全国已有蔬菜专业冷库可贮数十万吨蔬菜。

全国家庭冰箱拥有量正逐步提高。据1987年家庭抽样调查表明：全国城市冰箱拥有量已达23%，预测5年以后上升至40%。冰箱的普及和城市集体伙食单位、饭店、宾馆和个体饮食店的冷库、冷柜的发展使蔬菜的消费向冷藏方向发展。南方几省已配合蔬菜冷库着手建立预冷系统。低温运输、蔬菜冷藏和家庭冰箱开始形成“冷链”，促使蔬菜的冷藏和速冻更进一步发展。

蔬菜的品种繁多，食用部分有根、茎、叶、花和果实。各种蔬菜的起源地差异很大，同一种蔬菜由于遗传的差异，栽培条件和管理措施的不同，成熟度的不同，冷藏的技术措施也不尽相同。为此，初学者须了解一些蔬菜贮藏有关的基本知识。本书开始部分编入一些植物细胞、组织、和根、茎、叶、花和果实的内容，也编入了有关生理、生化和冷藏、冷冻方面有关的基本知识，供对蔬菜冷藏速冷技术感兴趣的读者参阅。诚然，要深入理解、掌握这门技术，仅有这些还是不够的。

由于时间仓促，编者的水平有限，错误在所难免，敬请读者予以指出。本书编写和出版过程中承蒙商业部副食品局有关领导和江苏省科协等大力支持，南京农业大学王薛修副教授在百忙中为本书作了指导和修订，在此表示感谢。

李心耀、范国泰

于南京

1988.7.

目 录

一、我国蔬菜的分布和经营特点.....	(1)
(一) 我国蔬菜的分布	(1)
(二) 蔬菜的经营特点	(2)
二、蔬菜冷藏的基本原理和方法	(4)
(一) 冷藏的基本原理	(4)
1. 采收后蔬菜的生理活动	
及其与贮藏的关系	(4)
(1)呼吸	(5)
(2)蒸腾	(10)
(3)休眠	(12)
(4)后熟	(13)
2. 低温伤害的控制	(15)
(二) 冷藏的方法	(17)
1. 蔬菜冷藏前的处理	(17)
(1)预冷	(17)
(2)愈伤	(21)
(3)涂被	(22)
(4)干燥	(23)
2. 蔬菜冷藏设施及方法	(23)
(1)热负荷	(24)
(2)制冷系统	(24)
(3)蔬菜冷库的地层平面布置	(26)

(4) 温湿度的调整和管理方法	(26)
(5) 冷库的通风	(27)
(6) 冷库的空气洗涤和换气	(28)
(7) 冷藏的工艺流程	(29)
(8) 冰藏	(32)
(9) 堆藏和窖藏	(32)
(10) 通风库贮藏	(35)
(11) 气调贮藏	(36)
3. 蔬菜冷藏中的病害	(41)
(1) 生理性病害	(41)
(2) 侵染性病害	(42)
(3) 病害防治	(43)
(三) 冷藏蔬菜实例	(47)
1. 大白菜的冷藏	(47)
2. 洋白菜的冷藏	(49)
3. 花椰菜的冷藏	(50)
4. 莴笋的冷藏	(51)
5. 蒜苔的冷藏	(52)
9. 青刀豆的冷藏	(53)
7. 其他蔬菜的冷藏	(54)
三、蔬菜速冻的基本原理和方法	(55)
(一) 速冻的基本原理	(55)
1. 采收后蔬菜的生理活动	
及其与速冻的关系	(55)
(1) 蔬菜中的水分和冰点	(55)
(2) 冷冻过程	(57)
(3) 冻结速度和冰晶分布	(59)

(4) 冻结释放的热量·····	(60)
(5) 缩短冻结时间的途径·····	(63)
2. 速冻控制·····	(63)
(1) 控制冻晶的成长·····	(63)
(2) 干耗·····	(64)
3. 冷冻食品的T. T. T. 概念·····	(65)
(二) 速冻的设备与方法·····	(67)
1. 速冻的加工机械·····	(67)
(1) 鼓风式清洗机·····	(67)
(2) 滚筒式分级机·····	(68)
(3) 蘑菇定向切片机·····	(68)
(4) 青刀豆去端机·····	(68)
2. 蔬菜速冻方法·····	(69)
(1) 冻结的热负荷计算·····	(69)
(2) 生产区的布置·····	(70)
(3) 原料组织·····	(71)
(4) 速冻前的处理·····	(73)
(5) 速冻设备·····	(77)
(6) 产品贮藏和流通·····	(79)
(7) 变色的原因及控制·····	(80)
3. 速冻蔬菜的检验方法·····	(82)
(1) 检验的设备、工具和检验室的规则·····	(82)
(2) 检验步骤·····	(83)
(三) 速冻蔬菜实例·····	(91)
1. 速冻青刀豆·····	(91)
2. 速冻蒜苔·····	(93)
3. 速冻青豌豆·····	(95)

4. 速冻蚕豆	(97)
5. 速冻青椒	(98)
6. 速冻豇豆	(99)
7. 速冻毛豆	(100)
8. 速冻菠菜	(101)
9. 速冻青菜	(102)
10. 速冻花菜	(103)
11. 速冻荸荠	(104)
12. 速冻蘑菇	(105)
13. 速冻芋艿	(107)
14. 速冻胡萝卜	(108)
15. 速冻黄瓜	(109)
16. 速冻笋片	(110)
17. 速冻茭白	(111)
18. 速冻绿芦笋	(112)
19. 速冻油炸马铃薯条	(113)
20. 速冻油炸甘薯	(115)
附录	(116)
(一) 蔬菜呼吸强度的测定	(116)
(二) 利用电导法测定蔬菜细胞膜的透性	(118)
(三) 蔬菜中酶的活性鉴定	(119)
(四) 几种果菜涂料的制作	(120)
1. 白油涂料	(120)
2. 蜡乳液	(121)

一、我国蔬菜的分布和经营特点

(一) 我国蔬菜的分布

我国蔬菜分布的区域十分广泛，根据我国自然地理环境和栽培的特点，大体上可以把我国的蔬菜生产分为七个区域。

1. 华南区

主要是广东、广西、福建、台湾等省。这个地区雨量充沛，气温高，整年均可种植，淡季时间短，每年有大量的甘蓝、芹菜、花椰菜、黄瓜、菜豆、茄子、甜椒、冬瓜等蔬菜运往北方。

2. 华中区

主要是长江流域一带。这一地区雨量丰富，夏季温度高，冬季有霜雪，蔬菜种类也较多，淡季稍比华南地区长。同时，这一地区河流湖泊纵横交错，水生蔬菜较为集中，是盛产藕和茭白的地方。

3. 华北区

主要是黄河中下游，雨量少，冬季寒冷，蔬菜淡季明显，入冬之后，靠贮存大白菜供应。此区阳光充足，秋季冷凉，适合生产大白菜、大萝卜、大葱、大蒜、韭菜。每年都有大量的大白菜、大葱、大蒜等调转外地。近年来发展了塑料大棚生产，淡季时间也在缩短。

4. 东北（寒冷）区

主要是我国东北地区。这一区域土壤肥沃，气候寒冷，

雨量少，可种蔬菜期短，多生产甘蓝、大白菜、马铃薯等。马铃薯可以大量调出支援其他省、市，但由于蔬菜淡季时间长，需从南方调入蔬菜补充供应市场。

5. 西北（干燥）区

主要是我国西北部地区，属大陆性气候，空气干燥，阳光充足，雨量稀少，昼夜温差较大，特别适合西瓜、甜瓜、哈密瓜的生产；有部分洋葱、马铃薯支援外区，但淡季时长，需从外地采购供应市场。

6. 西南（高原）区

主要是我国西南一带高原地区，地势高，气候较为凉爽，适合萝卜、大头菜、叶菜类等蔬菜生产。

7. 青藏高原区

主要包括青海、西藏等地。该地区地势高、空气稀薄、雨量极为稀少，夏季温度也很低，蔬菜栽培不多。

我国蔬菜分布的特点，除了受自然环境影响外，还受社会因素影响。人口集中的城市、工矿区，也是蔬菜的生产基地；交通发达的地区，蔬菜商品生产也就比较集中。

（二）蔬菜的经营特点

蔬菜和其它商品比较，有其自身的特点，主要表现在下列几个方面：

1. 鲜嫩易腐性

蔬菜是鲜嫩商品，不易贮存，叶菜还不宜长途运输。蔬菜的鲜嫩性，既是它的重要的特征，又是它的有用性，决定它的品质和食用价值。易腐性和鲜嫩性紧密相连，是由鲜嫩性派生和决定的。所以蔬菜经营最重要的是保持蔬菜的鲜嫩品质。

2. 生产季节性

蔬菜生产的季节性和常年供应的均衡性之间存在着矛盾。蔬菜生产受气候、土壤、环境条件的影响较大。蔬菜品种多、茬口多、复种指数高、技术性强、季节性强，存在淡季和旺季。因此，蔬菜的经营要特别注意把握它的季节生产特点，组织好生产与供应。

3. 需求的常年性

蔬菜商品由于具有维持人体机能所需要的多种物质，是人们天天需要、人人需要的副食品；且由于它是鲜活商品不易储存保鲜，人们不能多买久储，而要求周年均衡供应。

4. 货源不稳定性

蔬菜商品品种多，受气候影响大，易旱易涝，病虫害频繁，旺季品种多、数量多，往往供过于求；淡季品种少、数量少，供不应求，尤其是我国北方，淡季更长。

5. 低值易耗性

蔬菜商品产值低、数量大、易耗易腐，蔬菜受供求关系价格的制约，变化多、敏感性强、反应快。经营它劳动耗费大、费用高、难度大。

这些特征，形成蔬菜经营上独特的流通规律。

二、蔬菜冷藏的基本原理和方法

(一) 冷藏的基本原理

1. 采收后蔬菜的生理活动及其与贮藏的关系

新鲜蔬菜收获后，堆成垛堆，隔了一些时间，就能观察到菜垛发烧，菜叶变黄，并且产生大量的水汽，如果在堆垛前秤量准确，那么堆垛后的重量明显减少。

菜垛发烧，说明堆垛的蔬菜会产生热量；叶变黄，说明蔬菜仍在进行生理活动。

进一步观察发现：黄瓜收获后，在空气的作用下，绿色慢慢的褪下去了，端部膨大起来，尾部慢慢地萎缩了。洋葱收获后慢慢长出芽来，而洋葱的鳞茎部却变空了。青番茄贮存一段时间后，慢慢的也变红了。

新鲜蔬菜收获以后，仍然是有生命的活体。有生命和无生命贮存情况就不一样。把番茄、洋葱等蔬菜烫煮以后，它们不会变红，也不会抽苔，但在常温下，要不了几天就会腐烂。因此我们说，由于蔬菜是一种有生命的活体，它的贮存便和其它一些食品不同。它们的贮存，不仅要防止微生物的侵入，更重要的是抑制其生命活动，以防蔬菜变质。

为此，我们可在收获后采取一些措施，例如降温，使蔬菜缓缓的进行新陈代谢，蔬菜的营养物质损失较少，风味物质损失也少，在这种条件下，蔬菜就比较容易贮存了。

综合上述，收获后蔬菜的贮存可归结为以下几点：

必须保持蔬菜的生命；必须维持蔬菜的正常生命过程，

必须维持蔬菜缓慢的、正常的生命活动。

这三个基本关系中，首先是要保持生命。只有在这个基础上，才能使正常的生命活动继续进行，而且需要缓慢地进行。

蔬菜贮存期的长短与品种有关，番茄的贮存期和马铃薯不能相比。此外，贮存期又和环境有关，环境的条件能满足上述的三个关系，则贮存期长一些；反之，贮存期则短一些，或者不能贮存。贮存期还和蔬菜的本身新陈代谢及采前的情况有关，“先天不足”同样对蔬菜的贮存是不利的。

(1) 呼吸

呼吸强度的测定，通常是利用定量的碱液来吸收蔬菜在一定时间内释放的二氧化碳，再利用酸来滴定剩余的碱，即从由二氧化碳与碱的反应的数量计算出被测定蔬菜的呼吸强度。

测定的仪器需要真空干燥器、大气采样器、吸收管、三角瓶等。常用测定方法有气流法和静置法二种，气流法比较复杂，测定时间较短，但测定误差较小；静置法较简单，易掌握，但测定时间较长，误差较大。二种方法各有长短，都可使用。

详细测定的方法参照附录。

从方程 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\text{酶}} 6CO_2 + 6H_2O + 674 \text{千卡}$ 中，

知道蔬菜在呼吸过程中产生相当一部分的热量，这些热量一部分供应给蔬菜的新陈代谢，大部分都作为热量散发，使环境温度升高，这就是蔬菜堆垛后发热的原因。呼吸热如果不散发，往往容易引起贮藏的蔬菜变质。例如：每吨甘蓝每天产生热量1,519大卡，使甘蓝的体温升高1.7℃，长久下去积

聚的热量足以引起甘蓝变质。因此蔬菜在贮藏时，特别在贮藏初期，一定要使呼吸强度降低，人们在贮存时采取一系列措施降低蔬菜温度，在贮存技术上称为预冷，其基本原因即是降低呼吸强度，有利于蔬菜的贮藏。

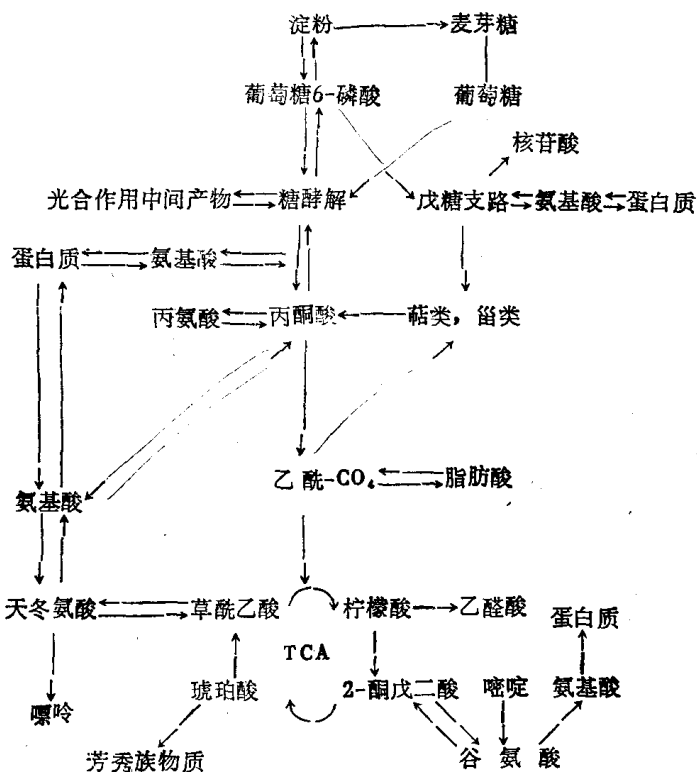
①呼吸同贮藏的关系

呼吸和代谢的关系。从呼吸的消耗基质来说，呼吸是消极的，因为蔬菜在呼吸过程中消耗了基质，而使蔬菜失重。呼吸消耗是蔬菜贮藏中自然损耗的重要因素之一。因此从贮藏失重的角度来说，要尽力降低蔬菜的呼吸消耗。但是，蔬菜在呼吸过程中会产生能量和中间产物。由于蔬菜采收以后同化作用停止，呼吸过程中的产物可影响、支配蔬菜的新陈代谢，影响蔬菜的后熟、抗病、愈伤等过程。呼吸代谢和其它代谢反应中间物的关系如下：（关系图见7页）

总的说来，蔬菜在贮藏中必须控制呼吸作用。既要保证蔬菜的呼吸，使其能够维持最低的、必要的呼吸；又要限制在最低水平，保证正常呼吸的进行。

呼吸与生理失调。在正常的呼吸过程中，参与过程中的酶和呼吸底物有着特定的安排和空间分布。当细胞或细胞器衰老及受到伤害时，这种分布被破坏，而造成呼吸过程中某个环节的中断。于是一些中间物质积累，造成细胞中毒，例如当环境中二氧化碳过多时，造成呼吸中琥珀酸积累；当琥珀酸浓度超过 10^{-3} 摩尔时，即使植物中毒，在青番茄上即表现为表面呈褐色斑点。

蔬菜生理中毒以后，将不能抵抗外界微生物的侵入，影响蔬菜的贮藏。所以在蔬菜贮藏过程中，一定要注意温度、二氧化碳、氧等因素，防止呼吸失调，保证呼吸代谢的正常进行。



②影响呼吸的基本因素

种和品种。不同的蔬菜呼吸强度相差很大，通常是叶菜类最大，果菜类次之，而直根类、块茎类和鳞茎类的呼吸强度相对最小。但是结球类的叶菜，例如大白菜，它们的叶已变态成积贮养份的器官相互结球、抱合，所以这一类的叶菜呼吸强度相对的较弱。果菜类则因成熟度不同，呼吸有很大差别，且果皮组织处于果实外表，与大气接触，呼吸强，而呼吸系数较小，果肉，果心位于内层，呼吸减弱。地下根、茎由于它们在系统发育过程中已形成适应土壤缺少氧的特性，呼吸强度小，并有一定程度的缺氧呼吸。在品种之间常