

四川省科学技术委员会主编 科技兴农适用技术丛书

# 蔬菜贮藏保鲜新技术

李正国

编著

陈秀伟

· 四川省食品发酵工业研究设计院

· 四川省食品工业协会

张百超

审阅

· 四川省乡镇企业局

审定



四川科学技术出版社



四川省科学技术委员会主编

科技兴农适用技术丛书

# 蔬菜贮藏保鲜新技术

李正国 陈秀伟 编著

张百超 审阅

四川省食品发酵工业研究设计院

四川省食品工业协会

四川省乡镇企业局

四川科学技术出版社

1991年·成都

**(川)新登字004号**

科技兴农适用技术丛书

书 名 / **蔬菜贮藏保鲜新技术**

编著者 / **李正国 陈秀伟**

责任编辑 · 牛小红 何 光

封面设计 · 朱德祥

版面设计 · 李 庆 杨璐璐

责任校对 · 黄灼章

出版发行 四川科学技术出版社  
成都盐道街3号 邮编610016

经 销 四川省新华书店

印 刷 四川教育学院印刷厂

版 次 1991年12月成都第一版  
1991年12月第一次印刷

规 格 787×1092毫米1/32  
2.625印张 51千字

印 数 1—6000册

定 价 1.00元

ISBN 7—5364—2129—X/9·375

## 科技兴农适用技术丛书编委会

名誉主任 谢世杰 韩邦彦 刘昌杰  
主 任 周新远  
副 主 任 陈协蓉 刘国宣 黄忠鑫 谭中和 王益奋  
委 员 贾智华 杨光超 黄昌祥 孙光谷 江胜维

编委会办公室：

主 任 贾智华  
工作人员 刘宗权 段儒斌

加工业编审组成员：

江胜维 何永庆 邱祖修 金济良 褚春川

# 为90年代农业的更大发展而努力（代序）

四川省副省长 刘昌杰

在我们满怀希望和信心进入90年代的时候，为了适应生产发展需要和农民群众的要求，四川省科委约请一批种植业、养殖业和加工业的专家编写了一套旨在为90年代我省农业发展服务的“科技兴农适用技术丛书”。这是为“科技兴农”办的一件实事。希望社会各界都来关心、宣传这套丛书，让更多的基层干部和农民群众都能通过丛书，掌握更多先进适用的农业技术和致富方法。

中央提出“科技兴农”的方针，是对我国农业发展长期实践经验的科学总结，深刻地反映了农业发展的客观规律。联想到我省90年来农业发展走过的道路，一条十分重要的经验是：农业的兴旺发达，离不开正确的政策和科学技术的运用。对此，大家都有很深的体会。据四川省农科院的研究，90年代在促进生产力发展的诸因素中，科学技术进步所起的作用，种植业占51.3%，畜牧业占32%。科学技术是第一生产力，90年代我们必须把科学技术的作用更充分地发挥出来。

90年代我省农业生产必须有更大的发展，这是关系全省四化建设和安定的大事。种植业、养殖业、加工业要全面、稳定和协调地发展，特别是粮食生产还要再上两个台阶，任务十分艰巨。今后10年我们面临的基本矛盾和困难

是，人口不断增加，耕地不断减少，为了满足日益增长的社会需求，必须在较少的耕地上生产出尽可能多的农产品，农业生产水平在80年代的基础上，还要提高一大步。为此，在努力改善农业生产条件的同时，必须得到更多的先进科学技术成果的支持和推动，大力推广已被生产实践证明是行之有效的适用技术。由此可见，编写这套《科技兴农适用技术丛书》是很必要的。

生产力越是向前发展，对劳动者的科学文化素质的要求也越高，二者互相依存。在发达国家要做一个合格的农民是不容易的，必须进专门学校学习，经考试合格，获得“绿色证书”，方可经营农业。90年代我省农业生产水平要进一步提高，全省农村基层干部和农民群众的科学文化素质应不断提高。做一个90年代合格的干部、合格的农民，除应具备拥护党、拥护社会主义、爱国家、爱集体的思想觉悟外，还必须有一定的科学文化知识，掌握生产所需的先进适用技术。既有勤劳的品质，又懂科学技术，把精耕细作的传统和先进的科学技术结合起来。各地应充分利用这套丛书，做好广大基层干部和农民群众的技术培训工作。90年代，在我省农村要掀起比80年代初更广泛、更深入的学科学、用科学的新热潮。

每个农村干部无论工作多忙都要坐下来，钻进去，认真读几本农业技术书籍，结合本地的生产实际，每年有针对性地推广几项先进的增产措施。如此经年累月地抓下去，必然会取得斐然的成绩。

我相信，在“科技兴农”方针的指引下，一代有觉悟、有文化、爱科学、懂技术的新型干部、新型农民必将茁壮成长。

**90年代四川农业大有希望！**

1990年10月1日

# 目 录

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 一、蔬菜贮藏保鲜基本原理 .....         | 1  |
| (一) 蔬菜贮藏保鲜概念 .....         | 1  |
| (二) 蔬菜采后呼吸代谢与贮藏保鲜的关系 ..... | 1  |
| (三) 蔬菜采后水分蒸腾与贮藏保鲜的关系 ..... | 3  |
| (四) 蔬菜采后物质代谢与贮藏保鲜的关系 ..... | 4  |
| (五) 蔬菜采后休眠作用与贮藏保鲜的关系 ..... | 5  |
| (六) 蔬菜贮藏环境调控与贮藏保鲜的关系 ..... | 6  |
| 二、蔬菜的商品处理技术 .....          | 7  |
| (一) 蔬菜的采收 .....            | 7  |
| (二) 蔬菜的商品处理 .....          | 8  |
| (三) 蔬菜的运输 .....            | 11 |
| 三、蔬菜的贮藏方式 .....            | 13 |
| (一) 堆藏 .....               | 13 |
| (二) 沟藏 .....               | 14 |
| (三) 窖藏 .....               | 14 |
| (四) 通风贮藏 .....             | 15 |
| (五) 塑料薄膜气调贮藏 .....         | 18 |
| (六) 硅窗气调贮藏 .....           | 19 |
| (七) 机械冷藏 .....             | 19 |
| 四、蔬菜贮藏技术 .....             | 21 |
| (一) 大白菜 .....              | 21 |
| (二) 甘蓝 .....               | 24 |

|                  |    |
|------------------|----|
| (三) 萝卜和胡萝卜 ..... | 26 |
| (四) 大蒜和大葱 .....  | 30 |
| (五) 洋葱 .....     | 31 |
| (六) 姜 .....      | 34 |
| (七) 马铃薯 .....    | 37 |
| (八) 花椰菜 .....    | 40 |
| (九) 蒜苔 .....     | 44 |
| (十) 青椒 .....     | 47 |
| (十一) 茄子 .....    | 51 |
| (十二) 番茄 .....    | 54 |
| (十三) 黄瓜 .....    | 58 |
| (十四) 南瓜 .....    | 62 |
| (十五) 冬瓜 .....    | 65 |
| (十六) 茭白 .....    | 67 |
| (十七) 蘑菇 .....    | 70 |

# 一、蔬菜贮藏保鲜基本原理

## (一) 蔬菜贮藏保鲜概念

蔬菜是人民日常生活中不可缺少的重要食品。它们含有丰富的维生素、矿物质、碳水化合物、蛋白质、脂肪、有机酸和芳香物质等。蔬菜不仅具有较高的营养价值，而且还含有抵抗疾病的物质。由于蔬菜生产的地区性、季节性很强，含水量高，组织脆嫩，在采收、装卸、运输过程中极易造成损伤，易被微生物侵染引起腐烂。通过贮藏保鲜或运输，可调节淡旺季和地区性的矛盾，以丰富蔬菜的花色品种，保证周年供应。同时，蔬菜贮藏保鲜也是增加菜农经济效益，保证蔬菜生产顺利发展的重要手段。

蔬菜贮藏保鲜就是利用生物、物理或化学的手段(方法)以降低蔬菜的代谢强度，延长蔬菜采收后的衰老时间，减少腐烂，并维持其良好外观，保持其较高营养价值的理论和方法。即用贮藏的手段，达到保鲜的目的，使蔬菜既丰产又增收。

## (二) 蔬菜采后呼吸代谢与贮藏保鲜的关系

蔬菜采收后，光合作用停止，呼吸作用成为新陈代谢的主导过程。呼吸代谢与各种生理作用过程有着密切的联系，并制约着这些过程，从而影响蔬菜在贮藏中的品质变化，影响蔬菜的后熟衰老、生理失调和贮藏寿命。

呼吸作用是在一系列酶的作用下，把复杂的有机化合物

逐步降解成二氧化碳、水等简单化合物，并释放能量的过程。呼吸作用是生活细胞所特有的，它标志着生命的存在。保持蔬菜采后尽可能低的、正常的呼吸过程，是新鲜蔬菜贮藏运输的基本原则和要求。

呼吸作用的化学过程中，当以糖作为呼吸基质时，吸收氧气，最后生成二氧化碳和水，并释放能量。该过程亦称为有氧呼吸。但在缺氧条件下，细胞并不停止呼吸，而是以发酵的方式进行，亦称无氧呼吸。在进行无氧呼吸时所放出的能量是有氧呼吸所放出能量的  $1/28$ 。可见细胞为维持正常的呼吸活动就必然要消耗更多的有机物质，蔬菜品质劣变加快。若蔬菜长时间进行无氧呼吸，还会在组织内积累乙醇、乙醛等有毒物质，会造成组织中毒死亡。最理想的是在蔬菜的贮藏过程中控制缓慢而正常的呼吸代谢以减轻品质劣变和延长贮藏寿命。

影响呼吸作用的因素很多，可分为内部因素和外部因素两种：①内部因素：种类、品种、组织器官、发育年龄和成熟度等。②外部因素：有温度、湿度、气体成分、气压、微生物侵染、辐射和化学药剂等。了解呼吸作用的性质和各种影响因素，为有效地控制呼吸作用提供可能。

由于呼吸作用的不断进行，采后的蔬菜自身所含的营养物质随着贮藏期的延长而逐渐减少，呼吸作用越强，减少越快。所以蔬菜贮藏中必须控制各种条件，保持蔬菜正常的和尽可能低的呼吸作用，方可取得较好的贮藏效果。

### （三）蔬菜采后水分蒸腾与贮藏保鲜的关系

新鲜蔬菜含水量很高，达65~96%，在贮藏中容易因蒸

蒸腾失水而引起组织萎蔫，引起失重和失鲜。一般蒸腾失水达5%就会出现失鲜状态，光泽较差。

失重即“自然损耗”，包括水分和干物质两方面的损失，其中主要是失水。这是造成蔬菜在贮藏中重量损失的主要原因。如萝卜糠心就是由于蒸腾失水造成的。失鲜是质量方面的损失，失鲜会造成食用品质和商品价值的降低。

蔬菜失水萎蔫，促使酶的活性趋于水解作用，从而使呼吸作用加强，物质消耗增多。更为重要的是由于失水使细胞液浓度增高，一些物质和离子的浓度可能达到有害的程度，引起细胞中毒；同时，若原生质大量脱水后，会使胶体结构遭到破坏。这些都会破坏正常的代谢作用，使蔬菜出现生理失调，从而引起耐贮性和抗病性的降低。

影响蒸腾作用的因素很多，可分为两类：①内在因素：蔬菜的种类、品种、表面的保护结构、细胞的持水力等。②外在因素：温度、空气湿度、空气流速、贮藏场所等。

在贮藏过程中，有时产品表面或库顶、库壁等处出现凝结水珠，这是结露现象，又称“出汗”。出汗是由于库壁内外温差太大，通风不良造成。附着或滴落在蔬菜表面的液态水，十分有利于微生物孢子的萌发和侵入。所以出汗很容易导致产品的腐烂损失。防止出汗的原则就是设法消除和尽量缩小库内外温差。

#### （四）蔬菜采后物质代谢与贮藏保鲜的关系

蔬菜采收后的物质积累停止，干物质不再增加，已经积累在蔬菜中的各种物质，有的逐渐消耗于呼吸，有的则在酶的催化下经历转移、分解和重组。同时，蔬菜在生理上经历

一个由幼嫩到成熟、衰老的过程，在组织和细胞的形态、结构、特性等方面发生一系列变化。在这些化学的、生理的和生物化学的变化中，蔬菜的耐贮性和抗病性也发生相应的变化，总的趋势是不断降低。

大白菜经贮藏后味道变甜，质地变软，绿色减褪。绿熟番茄在贮藏中绿色减褪变红，果肉软化，酸分降低。蒜苔在贮藏中逐渐黄化，纤维增多，苔苞发育形成气生鳞茎。这些都是蔬菜在贮藏中物质转移、分解、重组的表现。这些变化都直接影响到产品的营养价值、商品性及耐贮性。

蔬菜采收后，其中所含的许多物质会在组织之间或器官之间转移和再分配，这对蔬菜的品质变化也有极大的影响。黄瓜在贮藏中，不仅黄化，而且梗端果肉组织萎蔫发糠，花端部分发育膨大，内部种子成熟老化，食用和商品品质大为降低。这主要是梗端果肉组织中的水分和营养物质向前部转移，引起梗端组织脱水干缩。蒜苔在贮藏中的苔苞发育，萝卜、胡萝卜的发芽抽苔，肉质根变糠，所有这些都是物质转移的结果。

贮藏中物质转移的一个共同特点，几乎都是从食用部分转向非食用部分的生长点，实际上是组织衰老的症状。因此，物质转移对贮藏是不利的。贮藏中应尽量减缓物质的转移速度。

### （五）蔬菜采后休眠作用与贮藏保鲜的关系

鳞茎、块茎、根茎类蔬菜，在结束田间生长后，产品器官内积贮了大量营养物质，新陈代谢明显降低，生长停止而进入相对静止的状态，这就是休眠。休眠特性是在进化中逐

渐形成的，以渡过严寒、酷暑、干旱等不利环境，保存自身生命力和繁殖力的适应性。对于产品的贮藏是一个有利的生理阶段。暂停发芽生长，可能是由于某一环境条件不适，如温度或空气中的氧气浓度太低，改善环境条件便可恢复生长。这种休眠称强制休眠。有的虽各种环境因素都适于生长，但仍然要休眠一段时间，这称为生理休眠。马铃薯、洋葱、大蒜、姜等是具有典型休眠的蔬菜；大白菜、萝卜、花椰菜、莴苣等蔬菜，不具有生理休眠阶段，但可处于强制休眠状态。

休眠对贮藏有利，因此希望尽可能延长产品的休眠期，并且在休眠解除后，继续保持产品在强制休眠状态。根据激素平衡调节机理，生产上可以用植物激素处理来调节控制休眠。如青鲜素可以防止洋葱发芽。青鲜素对其他块茎、鳞茎类以及大白菜、萝卜、甜菜块根等也有抑制发芽效果。马铃薯收获后施用萘乙酸甲酯或乙酯，也有明显的抑芽作用。此外，低温、低湿、低氧和适当的二氧化碳浓度，也可延长休眠和抑制发芽。了解蔬菜的休眠作用及影响因素后，可以在贮藏中采用适当的措施来延长蔬菜的贮藏期。

#### (六) 蔬菜贮藏环境调控与贮藏保鲜的关系

蔬菜的成熟、衰老与耐贮性、抗病性有着密切的关系。影响蔬菜成熟、衰老的环境条件同时也影响到耐贮性和抗病性。影响蔬菜贮藏的环境条件主要有温度、湿度和气体成分。

适宜的低温能抑制蔬菜的代谢作用，延缓其成熟、衰老过程。低温能降低呼吸作用和蒸腾作用，减少物质消耗，减少萎蔫，延长贮藏期。但不适宜的低温会导致冷害。适宜的

低温还可抑制微生物的危害，减少因微生物侵染带来的腐烂损失。所以，控制适宜的低温，是蔬菜贮藏最重要的手段。

控制贮藏环境适宜的空气湿度，对减轻蔬菜的萎蔫，保持蔬菜的耐贮性具有重要作用。空气湿度太低，往往造成蔬菜的蒸腾失水，新鲜度下降，品质、风味劣变。空气湿度太高，容易引起微生物的繁殖，造成产品败坏。所以，高湿度往往需要配合适宜的低温，方可取得较好的贮藏效果。

适当提高贮藏场所中二氧化碳浓度和适当降低氧浓度，可以有效地抑制蔬菜的呼吸代谢，抑制物质的分解，从而延缓后熟和衰老过程，还可减少蔬菜的生理病害，并明显地抑制微生物的危害。所以，在蔬菜贮藏中，采用气调贮藏、自发气调贮藏等方法能取得较好的贮藏效果。

## 二、蔬菜的商品处理技术

### (一) 蔬菜的采收

蔬菜的采收是农业生产中的最后一个环节，是蔬菜贮藏的基础，直接影响到蔬菜贮藏的效果。蔬菜采收的总原则，是及时而无伤，达到保质保量，减少损耗的目的。

蔬菜的表面结构是良好的天然保护层，损伤了它就会破坏保护层，失去自然的抵抗力，易受病菌的感染而造成腐烂。所以，蔬菜的采收应避免一切损伤。

蔬菜的采收应根据蔬菜的种类、用途而确定适宜的采收成熟度和采收期。判别蔬菜成熟度的方法常有：

1. 根据蔬菜表面色泽的显现和变化 果菜类的色泽是判断成熟度的重要标志。如番茄果实作为远距离运输或贮藏的，应在绿熟时采收；就地销售的可在粉红色时采收；加工用的可在红色时采收。茄子应在明亮而有光泽时采收。黄瓜应在深绿色尚未变黄时采收。

2. 坚实度 番茄、辣椒等要在硬度较大，未过熟变软时采收，较耐贮藏。结球甘蓝、花椰菜应在叶球或花球充实、坚硬时采收，耐贮性好。

3. 糖和淀粉 糖和淀粉也是成熟采收的指标，如青豌豆、菜豆以食用幼嫩组织为主的，以糖多、淀粉少时采收品质较好。而马铃薯、甘薯则应在淀粉含量较高时采收，产量

**高、营养丰富、耐贮藏。**

4. 生长状况 如洋葱、大蒜、芋头、姜等蔬菜，在地上部枯黄时采收为宜，耐贮性强。

5. 其他成熟采收标准 黄瓜、丝瓜、茄子、菜豆应在种子膨大、硬化之前采收，品质较好，否则木质化、纤维化，品质下降。南瓜在果皮发生白粉并硬化时采收。冬瓜在果皮上的茸毛消失，出现蜡质白粉时采收，可长期贮藏。

## (二) 蔬菜的商品处理

1. 预冷 蔬菜采收后，高温对保持品质是有害的，特别是在热天或烈日下采收的产品，危害更大。所以，蔬菜采收以后要经过预冷，以除去产品所带的田间热，目的是减缓蔬菜的呼吸，减少微生物的侵袭和其他处理的机械伤害。

蔬菜预冷的方法很多，最方便的是放在阴凉通风的地方，使其自然散热。也可以用水冷却或机械制冷冷却。

2. 愈伤 蔬菜在采收过程中，很难避免各种机械伤害，即使很小的损伤，也会招致微生物侵染而引起腐烂。所以如马铃薯、洋葱、蒜、芋、山药等蔬菜采收后在贮藏前进行愈伤处理是十分必要的。

在愈伤过程中，周皮细胞的形成要求高温多湿。如马铃薯块茎采后保持在 $18.5^{\circ}\text{C}$ 以上2天，而后在 $7.5\sim 10^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度 $90\sim 95\%$ 时，保持10~12天，可延长贮期，减少腐烂。山药在 $38^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度 $95\sim 100\%$ 时愈伤24小时，可完全抑制表面微生物的生长，取得较好的贮藏效果。愈伤时也有要求温度较低的。如洋葱、蒜头，在收获后经过晾晒，使外部鳞片干燥，一方面可以减少微生物侵染，同时对鳞茎的伤口有

愈合作用，对贮藏有利。

3. 催熟 番茄为了提早上市或夏季温度过高，果实在植株上很难着色，常须在绿熟期采收，食用前进行人工催熟。催熟后不但色泽变红，而且品质也有一定改进。常用的催熟方法是用4000ppm的乙烯利溶液浸果，稍晾干装于箱中，用塑料薄膜帐密闭，在室温20~28°C时，经过6~8天即可成熟。另外，在温度较高的地方，果实也可以成熟，但时间较长，果实容易萎蔫，甚至腐烂。

4. 化学药剂处理 为了延长蔬菜商品寿命，达到抑制衰老的目的，可在蔬菜采收前后进行化学药剂处理。包括植物激素处理与化学防腐。

(1) 植物激素处理 用2, 4-二氯苯氧乙酸(2, 4-D)处理，可以延迟花椰菜或其他绿色蔬菜的黄化。如花椰菜采前1周，施用100~500ppm 2, 4-二氯苯氧乙酸，可以减少贮藏中脱帮。用40ppm的萘乙酸(NAA)喷洒洋葱叶片，可延长葱球的贮藏寿命。花椰菜与甘蓝用含50~100ppm的萘乙酸碎纸填充包装物时，失重和脱帮都会减轻。施用5~20ppm的N<sup>6</sup>-苄基腺嘌呤(BA)，可以延长花椰菜、菜豆、莴苣、萝卜、大葱和甘蓝的货架期。用赤霉素(GA)处理番茄可明显抑制后熟。用生长抑制剂青鲜素(MH)在马铃薯、洋葱、胡萝卜等收获前喷洒在植株上可防止贮藏期中萌芽。另外，用N-二甲氨基琥珀酰胺(B<sub>9</sub>)和矮壮素(CCC)处理，也可延迟某些蔬菜的后熟和衰老，延长贮藏期。

(2) 化学防腐 有时为了减少蔬菜贮藏中的腐烂，常采用化学防腐剂处理。目前使用的化学防腐剂种类很多，但