

大宗特色果蔬贮藏保鲜技术及应用 ——天津市食品学会 2023 年全国科普日（四）

天津市食品学会充分发挥自身优势，践行科普为民，共创美好生活。2023 年 9 月 7 日下午，天津市食品学会常务理事、天津市农业科学院农产品保鲜与加工技术研究所、国家农产品保鲜工程技术研究中心（天津）研究员陈存坤博士赶赴津南区双新街开展了以“大宗特色果蔬贮藏保鲜技术及应用”为题的食品安全科普知识讲座。

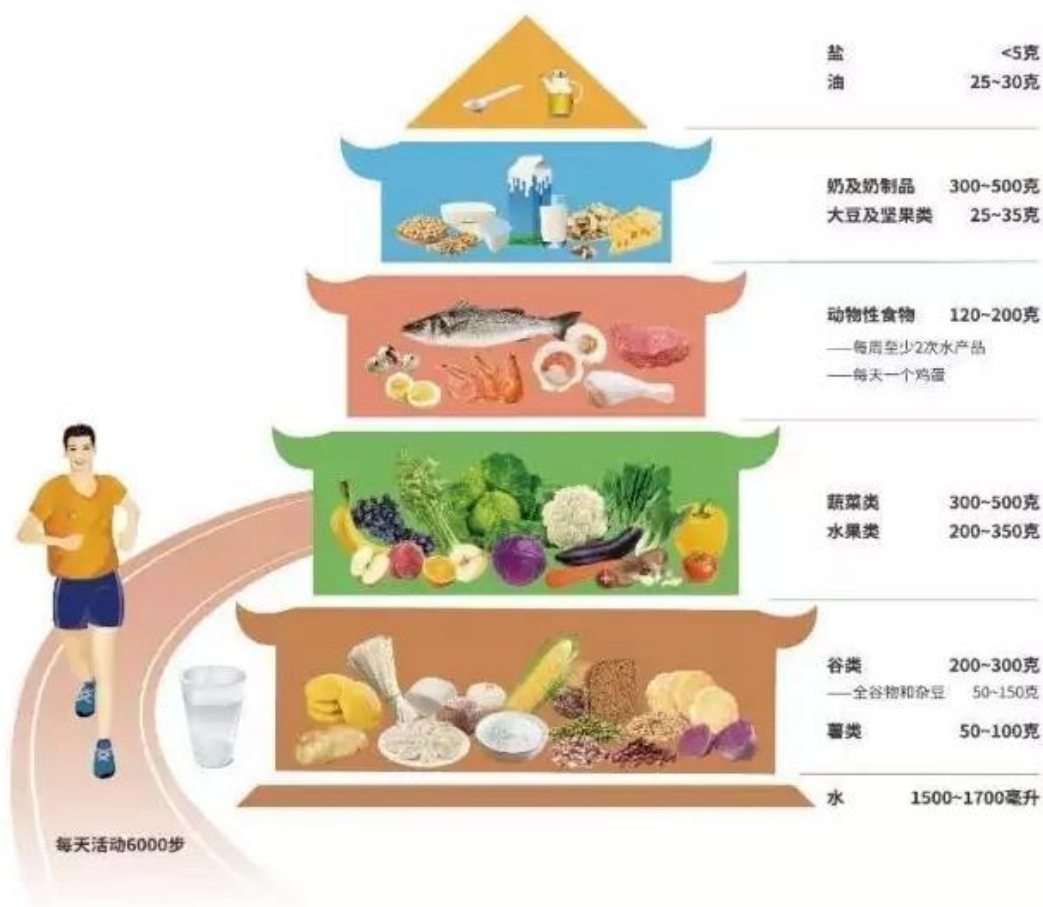
陈博士主要从果蔬在日常饮食中的重要性、果蔬采后基本属性、影响果蔬采后贮藏品质的因素、果蔬预冷技术、我国果蔬采后贮藏情况、几种常见的果蔬贮藏保鲜技术五个方面展开科普论述。

一、果蔬在日常饮食中的重要性

果蔬是人们膳食的重要组成部分。



中国居民平衡膳食宝塔(2022) Chinese Food Guide Pagoda(2022)



二、果蔬采后基本属性

- 离体的活组织（活的生命有机体）：
- 代谢平衡发生了变化

合成代谢 $\longrightarrow$ 分解代谢

- 产品进行旺盛的呼吸作用

贮藏保鲜的主要途径：就是通过各种方式使果蔬的呼吸处于低而正常的状态。所谓正常就是不发生无氧呼吸，因为无氧呼吸的产物会使果蔬受到毒害，也会引起其他代谢的失调。

果蔬贮藏的基本原则和要求：维持产品尽可能低而正常的呼

吸过程。

三、影响果蔬采后贮藏品质的因素

温度、湿度、气体成分、病害、涂被、包装、理化因素（调节剂、Ca、紫外线、O₃等）、乙烯等

3.1 温 度

- 温度是贮藏的四大要素之一，是影响呼吸作用最重要的因素。
- 在一定范围内，降低贮藏温度可抑制产品呼吸，推迟高峰出现。
- 温度越低果蔬的温度系数 Q_{10} 越大。
- 温度波动刺激呼吸作用，只有恒定的低温才能降低呼吸强度。

贮藏四大要素：温度、湿度、气体成分、防腐

适宜温度非常重要

（一）0℃～5℃贮藏

绝大多数起源于温带的果品蔬菜：0℃左右；

马铃薯和哈密瓜：3℃～5℃。

（二）5℃～10℃贮藏

起源于亚热带的许多种果蔬如柑橘类、荔枝、石榴、白兰瓜、青椒、芋头等。

（三）10℃～15℃贮藏

起源于热带的果蔬菜如香蕉、菠萝、芒果、西瓜、甘薯等。

3.2 控制适宜的相对湿度

(一) 高湿度

RH 在 85%以上: 对于大多数果蔬湿度控制在 85%~95%。

(二) 中湿度

RH 控制在 75%~85%: 部分的瓜和蔬菜, 如哈密瓜、西瓜、白兰瓜、南瓜、山药等的贮藏保鲜。

(三) 低湿度

RH 在 75%以下:

生姜、洋葱、蒜头 65%~75%。

3.3 控制适宜的气体组分

有氧呼吸总方程:



气调贮藏: 降低 O_2 浓度, 提高 CO_2 浓度, 抑制呼吸作用, 延长贮藏期。

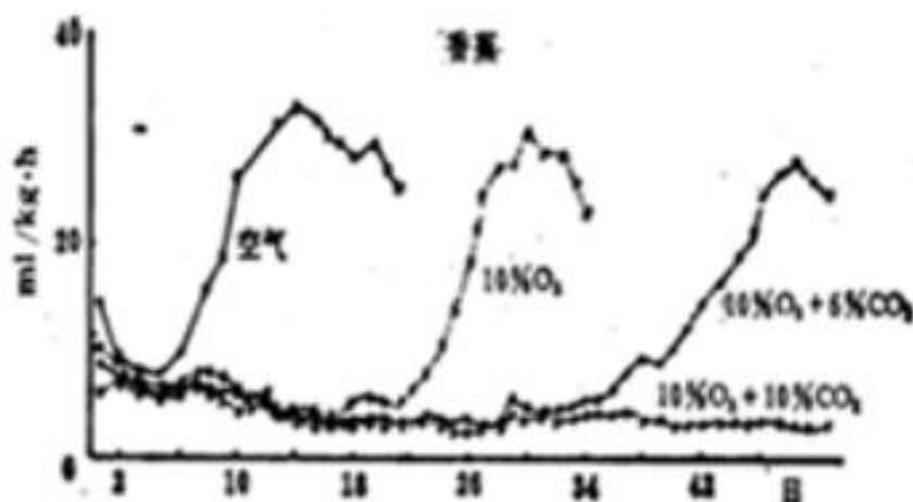


图 2-17 15℃下不同气体组合中香蕉对 O_2 的吸收量

- 采用气调贮运无或效果轻微的果蔬。如葡萄、马铃薯、南瓜。
- 效果一般或明显的果蔬。如青豆、大白菜、白梨系统的梨、柿子、番茄、葱、杏等。
- 效果很好的果蔬。如蓝莓、樱桃等。
- 效果极好的果蔬。如香蕉、苹果、西洋梨、草莓、猕猴桃等。

气调库除投资比冷藏库高，运行费用也比冷库高 15%左右。

所以，气调库好，但是“有钢要使在刀刃上”。

3.4 果蔬采后病害是造成果蔬损失的重要原因

- **侵染性病害。**由病原真菌、细菌等引起的病害。如柑橘青霉病、葡萄灰霉病、香蕉炭疽病、冬枣褐斑病。
- **生理病害。**由于某些物理或化学因素引起果蔬代谢紊乱，出现生理失调，并显现出外部异常症状。如冷害、低氧伤害、高二氧化碳伤害、臭氧伤害等。

小结 果蔬保鲜的四要素（八字要领）

- ✓ **温度：**贡献率 60%~70% 通过机械制冷或自然冷源
- ✓ **湿度：**贡献率 >10 包装保湿或加湿器加湿
- ✓ **气体：**贡献率 >10% 薄膜包装气调或气调库
- ✓ **防腐：**贡献率 >10% 绿色安全防腐技术

温度是最基本的条件。任何单纯靠保鲜剂或保鲜膜等来保持良好果蔬质量、大幅度延长贮藏期间的想法、做法和宣传，都是不科学甚至是商业误导。

小结 影响果蔬采后贮藏品质的因素

采前因素：种类和品种、采收成熟度、机械伤等。

温度：在 $0 \sim 35^{\circ}\text{C}$ 范围内，温度每升高 10°C ，呼吸强度增加约 $1 \sim 1.5$ 倍；多数病原微生物的适宜生长和繁殖温度在 20°C 左右。

➤ 控温的尺度是：在不产生冷害、冻害的情况下，贮藏温度越低越好。

冷害则是指在果蔬在冰点以上的低温下所发生的生理伤害。主要是变色、凹陷斑点、果肉褐变。热带和亚热带水果对低温敏感，易发生冷害。所以一般不能在 0°C 左右的低温下贮运。

冷害不等同于冻害。

➤ 相对湿度：调整相对湿度主要是为了保持鲜度。

➤ 气体成分：

调控的方式是：适当地降低氧气浓度，提高二氧化碳浓度。不同果蔬种类适宜的指标不同，但是基本常识是：氧浓度一般不低于 2% ，二氧化碳浓度一般不超过 15% ，通常二氧化碳浓度为 $3\% \sim 5\%$ ；

➤ 物理化学因素：紫外线、高压电场、臭氧、化学涂被剂和防腐剂等；

➤ 成熟启动激素：乙烯。适时进行贮库的通风换气，将乙烯排出库外；使用化学或物理方法吸收、分解乙烯或者抑制乙烯的作用。

- 产前使用增产、增色、增甜等生长调节剂后，果蔬耐藏性通常会降低；
- 防腐剂在某些果品的保鲜上仍起到积极的作用，如葡萄、柑橘、香蕉等，但是使用时一定应符合食品安全要求。
- 乙烯和乙烯利是促进成熟的激素，虽然目前应用普遍，但是也有使用量的限制，不应该滥用。
- 乙烯作用竞争性抑制剂 1-MCP，目前在元帅系苹果、黄冠梨、猕猴桃贮藏保鲜上有较广泛应用。但是必须防范因为使用浓度过量而带来的不能正常成熟或风味变差的负面效应。

防腐剂、催熟剂、生理调节剂使用不当一般会对贮藏产生负面影响

采收后如果条件不适宜果蔬要发生品质和数量的不可逆变化。

小结 几种果蔬对贮藏环境条件的适应性

适应性	果蔬种类
容易遭受冷害的果蔬	热带和亚热带生产的果蔬或起源于热带和亚热带生产的果蔬，如香蕉、芒果、柠檬、木瓜、红毛丹、菠萝、鳄梨、黄瓜、茄子、青椒、甘薯、马铃薯、冬瓜、南瓜、西瓜、甜瓜菜豆、绿熟番茄等
适宜在近冰点贮藏的果蔬	板栗、大蒜、冬枣

不适宜高湿度下贮藏的果蔬	冬瓜、西瓜、南瓜、哈密瓜、大蒜、洋葱等
对二氧化碳敏感的果蔬	菜豆、冬枣、鸭梨、雪花梨、黄金梨
对二氧化碳忍耐力较强的果蔬	大部分食用菌、草莓、菠菜、甜玉米、无花果、意大利李 樱桃

四、果蔬预冷技术

（一）预冷的概念

果蔬预冷(Pre-cooling)——是指采用专用设施将果蔬从采后初始温度迅速降低至其适宜贮运温度的特定过程。

专用设施、迅速降温、特定过程是标准预冷的三个核心含义。

【1】“专用设施”就是指严格的预冷是需要专门的设施（如压差预冷装置—强制通风；真空预冷装置；冷水预冷装置等），而不是指放在背阴阴凉处。

【2】“迅速降温”就是降温终点一定的情况下，降温速度要快，而且越快越好。

【3】“特定”就是指在果蔬收获以后至贮运前的一个短暂阶段。所以，预冷最好在产地田头进行，以实现采后迅速降温。

以一组苹果的冷却贮藏试验为例，果实于九月份采摘，用不同的方法冷却、贮藏，其结果如下：

①经过 6 星期冷却到 2℃，然后在 2℃贮藏，只能贮藏到当年的 12 月 20 日。

②经过 7 天冷却到 2°C ，再经过 4 周降至 0°C ，然后在 0°C 中贮藏，可贮藏到次年 3 月 20 日。

③经过 7 天冷却至 0°C ，然后在 0°C 贮藏，可贮藏到次年 4 月 15 日。

④经过 7 天冷却到 -1°C ，然后在 -1°C 贮藏，可贮藏到次年 6 月份。

从上述试验结果可明显地看出果蔬预冷(或冷却)的重要性。

果蔬预冷的最低品温应当是最适的冷藏温度，不宜冷却到最适冷藏温度以下。

（二）预冷的作用 —预冷是果蔬保鲜重要环节和手段

① 迅速可以尽快除去田间热和呼吸热，降低品温，降低呼吸代谢，最大限度地保持果蔬原来的新鲜品质，减少营养物质损失。

② 快速降低果蔬品温，从而抑制生理代谢、生化反应，降低有害微生物的活动，减少果蔬的腐烂变质。

③ 经过适宜的预冷后，某些果蔬在以后的冷藏中比较耐低温伤害，可减少生理病害。

④ 未经预冷的果蔬装在冷库或冷藏车内，由于果温和冷库或车厢温度相差大，果蔬水分蒸发快，加速果蔬失水，使库内或车厢内湿度过高，水汽结露滴在果箱或果袋内，这对贮藏和运输极为不利，经过预冷可避免。

● 以芦笋为例，新鲜的芦笋非常容易腐烂和木质化，需要在收获后立即进行预冷，防止质量迅速下降。在高温环境下（温

度小于 30℃), 芦笋会在四小时内变质并腐烂。如果进行预冷处理, 保质期可以延长到十天, 甚至更长。

- 为防止影响已冷却的产品, 预冷过程必须和冷藏或运输分步进行, 并需要采用专门技术和设备。

(三) 预冷方法及适用对象

1. 散热于阴凉处 (自然降温冷却)

- 最简单、最原始的预冷方法是将采收的果蔬放在背阴、冷凉、通风场所, 让其自然降温, 让产品所带田间热散去。
- 尽管这种方法降温范围不能低于当时最低气温, 难以达到产品所需要的预冷温度, 降温速度也慢, 但仍可散发部分热量。对于提高运输和贮藏效果也能起到一定作用。
- 这在没有更好的预冷条件时, 它仍然是一种应用较普遍的好方法。也是自然冷却贮藏中经常采用的预冷方法。

2. 强制通风预冷 (冷库预冷)

- 定义: 强制通风冷却又称冷库冷却。是使用风扇产生的冷风吹到蔬菜上、包装容器周围或在包装容器周围循环来达到冷却蔬菜的目的。
- 优点: 造价便宜, 适宜各种蔬菜预冷, 特别是耐藏、呼吸较低果蔬。
- 缺点: 冷却速度较慢, 24-72 小时, 冷却不太均匀。

目前国内冷库预冷的一些场景

蒜薹装袋前的预冷



冷库内预冷双孢蘑菇



冷库内预冷包装菠菜和娃娃菜，泡膜箱包装后加冰瓶棉被保温运输。预冷量小，预冷时间长。



利用冷库预冷的改进方式

冷库配置的制冷量应加大,冷风机的风速也要加大。国家保鲜中心在产地所设计建造的预冷库冷量配置一般是普通冷藏库的 2-3 倍。选用 DD 型且风压较大的冷风机。通过调节产品进库量,预冷时一般可在 12-15 小时左右。

新疆葡萄案例：上午 9-11 点、下午 3-5 点采收；6-9 点装车运输至冷库，到次日上午 9 点预冷好装车,白天运输。葡萄终点温度 3-4 度。

如果近距离上午能入库，则可在夜间出库装车，可减少出库后装车期间的温度回升。

五、我国果蔬采后贮藏情况

5.1. 我国水果生产情况

2016 年

	种类	面积(万公顷)	同比增长(%)	产量(万吨)	同比增长(%)	人均占有水平(kg)
总计	2015 年	约 1266		约 17000		
	2016 年	1298.15	1.29	18119.40	3.66	131
(50%以上)	苹果	232.38	-0.19	4388.23	2.98	
	柑橘	256.08	1.90	3764.87	2.86	
	梨	111.30	-0.98	1870.44	0.03	
	香蕉	40.79	-0.30	1299.70	4.26	多样化
	葡萄	80.96	1.30	1374.51	0.56	个性化
	桃		2.83	1428.89	4.76	高档化

2016 年大陆人口：13.8271 亿

5.2. 进口水果数量和金额快速增加，挤压了部分国产水果的市场空间，大宗水果销售压力大

2017 年(QQ 快报)

项目	数量(万吨)	同比增长(%)	金额(亿美元)	同比增长(%)	综合单价(美元/)	综合单价跌幅(%)
----	--------	---------	---------	---------	-----------	-----------

					吨)	
出口水果	512.36 361.19	-1.8	71.39 53.41	-2.9	1478.62	1.2
进口水果	417.9 456.27	13	58.13 63.79	6.0	1397.99	3.7
合计	817.46	6	117.20	3.1		

5.3.果蔬产后损失情况分析

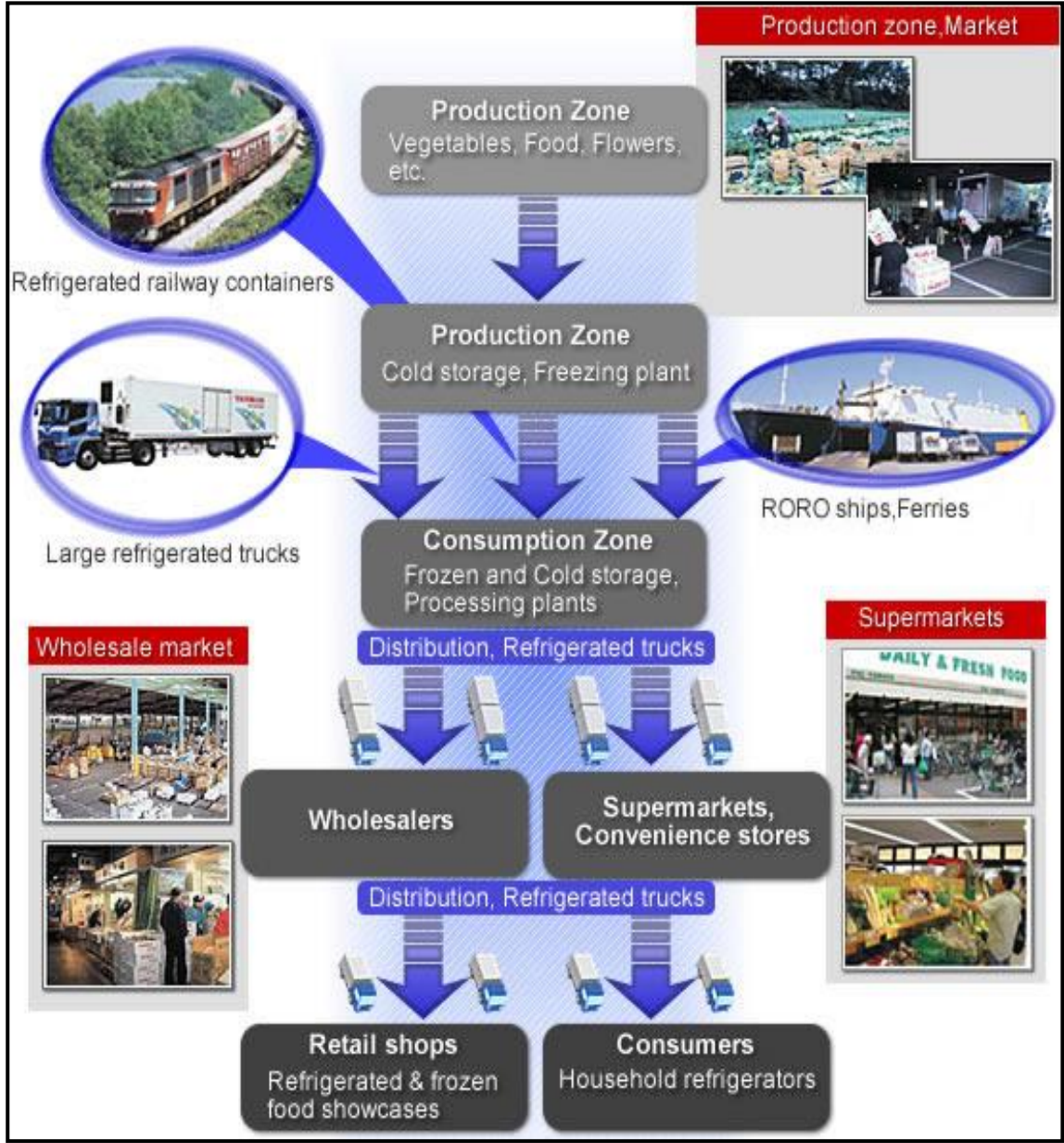
对天津市郊县的果蔬腐损情况的初步调研结果为：

- 叶菜类在夏季损耗高，特别是娃娃菜、香菜、菠菜和芹菜，采后至贮运前初加工结束，平均损耗率在 **10%**左右；预冷后采用冰瓶加简易保温运输至市场批发过程中损耗约 **5%**，二级批发和销售环节的损失在 **10%**左右，合计为 **20%~25%**。
- 果菜类蔬菜如番茄、黄瓜采后至销售平均损失率在 **10%**左右；根菜类蔬菜如沙窝萝卜等虽然损耗率在 **10%**以下，但是如不迅速进行采后预冷处理，樱子黄花，脆度降低，售价明显下降；食用菌采后如没有预冷和冷藏设施，损失率一般在 **30%**左右。

可见，蔬菜、食用菌采后平均损失率 **20%~25%**，水果的平均损失率则低些，在 **20%**左右。



国外果蔬冷链物流现状



- 上图为国外冷链物流示意图
- 果蔬产地预冷率达 95%以上
- 果蔬冷链流通率达 95%以上

国内冷链物流装备现状

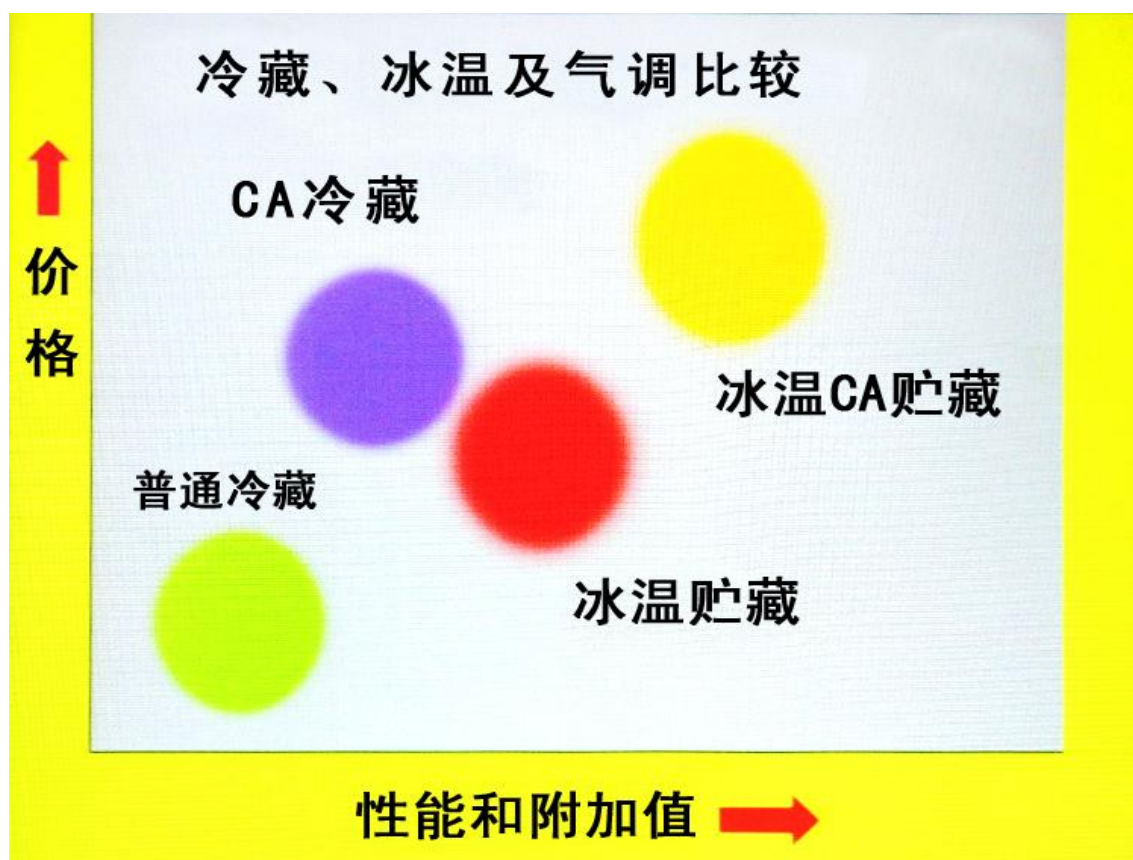
设备	年份	2010 年	2015 年

冷库总容量	880 万吨	新增冷库库容 1000 万吨
机械冷藏列车	1910 辆	新增冷藏运输车 4 万辆
机械冷藏汽车	2 万辆	

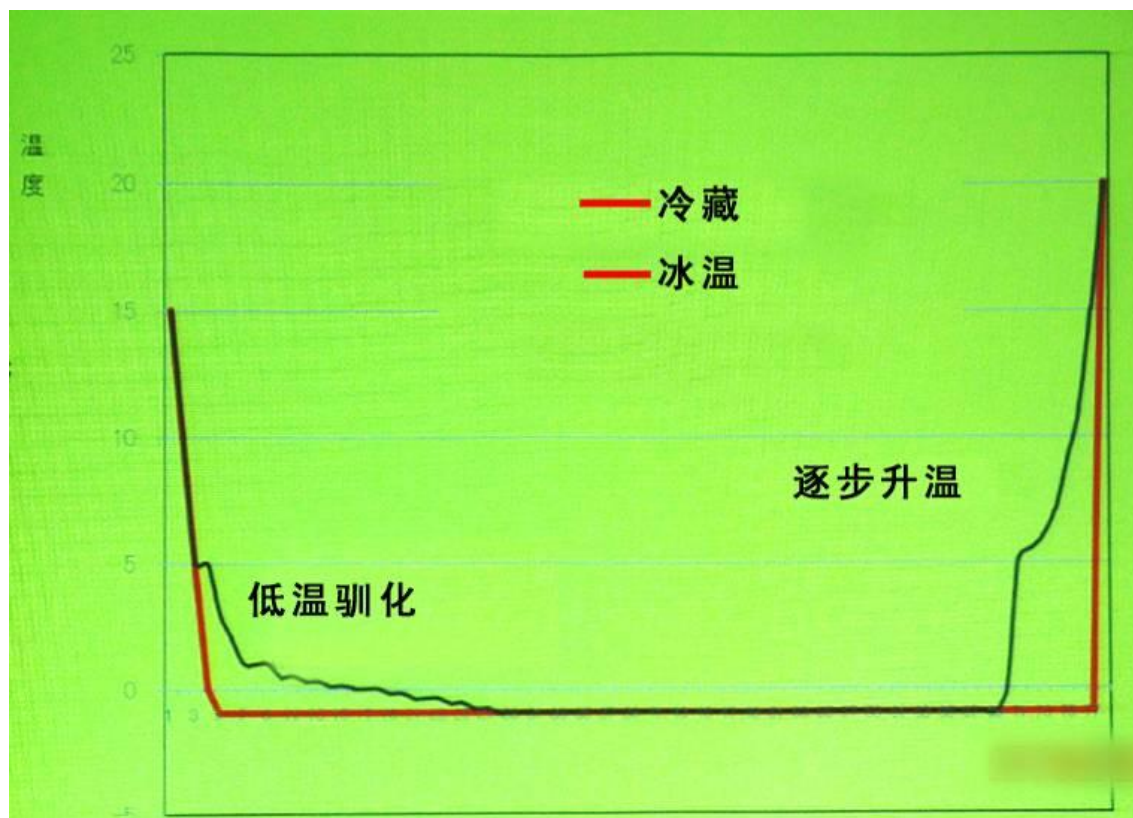
六、几种常见的果蔬贮藏保鲜技术

- 1、果蔬冰温保鲜设施与技术
- 2、果蔬减压保鲜设施与技术
- 3、果蔬气调保鲜箱与保鲜技术
- 4、果蔬微孔保鲜膜与保鲜技术
- 5、鲜食葡萄保鲜材料与保鲜技术
- 6、食用菌保鲜技术
- 7、果蔬的臭氧保鲜技术

1、果蔬冰温保鲜设施与技术



普通冷藏与冰温贮藏温度控制比较



冰温贮藏与普通冷藏的区别

- 低温驯化：逐步降温，增加产品抵抗力和进一步降低冰点
- 冰温贮藏： 0°C 以下，接近冰点，控制精确且稳定
- 高温驯化：逐步升温，增加产品抵抗力，减少产品表面结露
- ◆结果：可使多数果蔬等农产品贮期延长，使中长期贮藏成为可能，并大大延长货架期
- ◆最终：需要开发与转化不同于普通冷藏的冰温气调装备

农产品冰温气调保鲜库



冰温气调冷库（隔热+气密+制冷+气调）——温度精准控制



2、果蔬减压保鲜设施与技术

●减压冷藏库（隔热+气密耐压+制冷+调压）



组合式微型减压罐

单罐式小型减压罐



大型减压库群



大型减压库库体

3、果蔬气调保鲜箱与保鲜技术



气调保鲜箱



结合缓释性保鲜剂贮藏 25-30 天的杨梅



结合生物保鲜剂贮藏 70-90 天的绿芦笋



气调箱保鲜 70-90 天的樱桃

4、果蔬微孔保鲜膜与保鲜技术



微孔保鲜袋



普通纸包装的鸭梨

微孔保鲜袋包装的鸭梨



微孔保鲜袋保鲜 90-120 天的石榴



普通 PE 袋保鲜 90-120 天的石榴

5、果蔬的臭氧保鲜技术

全自动臭氧精准控制系统开发应用



控制系统



臭氧发生及检测系统

全自动臭氧精准控制系统

定时定量

6、其他主要保鲜技术及设施材料

果蔬自发电调保鲜膜、气调保鲜盒的研制与开发

- 开发出高、中、低和微量二氧化碳控制等四大类保鲜膜,成果水平达国内领先,市场占有率 30-40%,社会效益 7 亿元。

- ①高二氧化碳膜，适于樱桃、蓝莓、杨梅、草莓、树莓等浆果
- ②中二氧化碳膜，适于元帅系苹果、芦笋等果蔬
- ③低二氧化碳膜，适于红富士苹果等
- ④微量二氧化碳膜，适于多数梨品种、大枣、辣椒、密柚和石榴等果蔬

果蔬微环境气调保鲜技术

微孔保鲜膜

1、蒜薹微孔袋



2、冬枣微孔袋



3、零售保鲜袋



激光控制技术产地推广应用



果蔬自发气调保鲜膜、气调保鲜盒的研制与开发

- 蜜柚单果包装 4 个月，风味良好
- 辣椒贮藏 2 个月，好果率 95%
- 冬枣贮藏 3 个月无酒化、好果率提高 20%
- 鸭梨免受 CO₂ 伤害，保持水分良好

一体式气调机、耐用气密大帐、帐内微风循环的微型气调保鲜设施研究与示范





大宗特色水果冷藏保温运输车内消毒除乙烯装置的开发与应用



根据果蔬种类及贮藏空间精准设定臭氧浓度和处理时间，实现消除乙烯，杀菌消毒，保持果蔬品质、延长贮藏寿命的目的，具有控制精准、智能化的特点。

7、家庭冷藏保鲜注意事项

肉品经速冻后应置于 -18°C 保存，且3个月内食用风味和营养最佳。

红肉类包括猪、牛、羊肉等在内，保质期为 **10-12** 个月。其中牛肉性质比猪、羊肉稳定，瘦肉比肥肉保存时间长一些。

禽肉类包括鸡、鸭、鹅、鸽肉等在内，保质期比红肉类稍短，为 **8-10** 个月。

海鲜、河鲜类包括鱼、虾、鳖、贝类等，保质期一般为 **6** 个月左右，最好在 **4** 个月内食用。

鸡蛋在温度不超过 **15℃**时，保质期为 **30** 天左右；放冰箱冷藏保存时（**2-5℃**），保质期可长达 **40-60** 天。霉味、腐臭味，是判断鸡蛋是否变质的最直接方法。

超高温灭菌牛奶保质期在 **6-9** 个月；

巴氏杀菌奶保质期 **7-15** 天；

生鲜牛奶保质期 **24-36** 小时；

酸奶保质期 **14-21** 天。

所有牛奶开封后不宜存放超过 **24** 小时。

“已熟型”水果：苹果、葡萄、梨、柑橘等，应装进保鲜袋再放入冰箱冷藏（**2-5℃**），既防止水分流失，又避免水汽凝结导致霉变。

“后熟型”水果：香蕉、芒果、猕猴桃、柿子等，应在 **10-25℃** 环境下继续熟化后食用。

绿叶类蔬菜：装入留孔保鲜袋中放入冰箱冷藏（**2-5℃**），尽

量保持干燥，不要贴近冰箱内壁避免冻伤；

莲藕、洋葱、竹笋等含水率较高的根茎类蔬菜，可以直接放入冰箱冷藏（2-5℃）；

土豆、红薯、萝卜等含水率较低的根茎类蔬菜，放在通风阴凉处贮存即可（<25℃）。

果蔬贮运保鲜理念的转变

就发展的趋势来讲，我国果蔬贮运保鲜正在进行着以下几方面的转变。

①由单纯重视静态保鲜向静态和动态双重视转变；

②由过度依从化学保鲜向以冷藏为基础的物理、生物保鲜方向转变；

③由传统的贮藏方式向适宜于我国国情的冷链模式转变；

④由以销地贮藏为主向产地贮藏或田头市场处理转变。