

第四节 气调贮藏

Controlled Atmosphere Storage (CA)
Modified Atmosphere Storage (MA)
Modified Atmosphere Package (MAP)

- 1929, 英国商业应用, 40年代, 美国
- 苹果、梨普遍应用
- 我国70年代中期开始

03.10.23

2



03.10.23

气调方式

- 常规气调
- 自发气调
- 快速气调
- 低氧气调
- 低乙烯气调
- 一氧化碳贮藏
- 减压贮藏
- 充氮贮藏
- 短期高二氧化碳处理

03.10.23

4

一、气调贮藏的原理

- 有效地抑制呼吸
- 减少失水
- 抑制乙烯合成
- 抑制微生物的活动
- 延缓叶绿素的分解

03.10.23

5

1. O₂浓度的生理效应

- 低浓度O₂
- 延缓成熟与衰老
 - 抑制CO₂的产生
 - 无氧呼吸

03.10.23

6

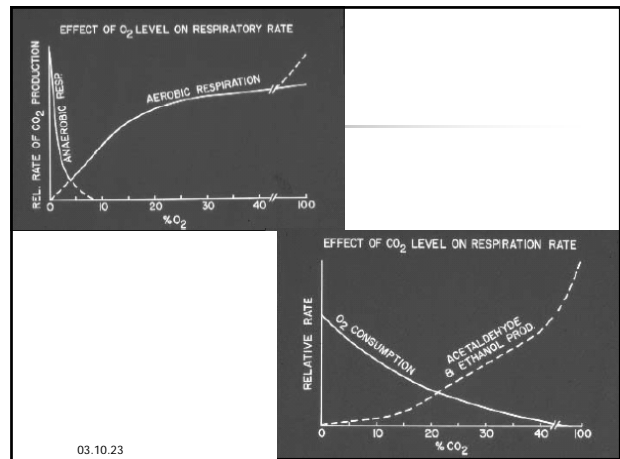
2. CO₂浓度的生理效应

高浓度CO₂可以

- 抑制呼吸，延迟高峰
- 抑制真菌生长
- 抑制乙烯合成
- 产生异味
- 引起生理失调

03.10.23

7



03.10.23

3. O₂、CO₂、温度相互关系

- 三者最佳结合比单独因子好
- 其中一因子不适合，其它有利因子发挥不了作用
- 主导因子的作用

03.10.23

9

优点

1. 通过降氧（低于3%）及高的二氧化碳起始浓度（高于1%），有效地降低果实的呼吸；
2. 减少失水，保持天然的果汁含量；
3. 保持果蔬的营养及食用价值（糖、酸、果胶、维生素、果汁含量、芳香物质、硬度等）。

03.10.23

10

优点

4. 延缓叶绿素的分解，保持果实的自然颜色；
5. 降低乙烯的负作用（老化等）；
6. 阻碍真菌在果实上的生长发育；
7. 降低果实对生理病害的敏感性；
8. 能明显地延长贮期（比传统的冷藏贮期长一倍还多）。

03.10.23

11

缺点

- 不适用于所有果蔬
- 部分果蔬气调贮藏后有异味
- 设备昂贵
- 货架期问题

03.10.23

12

二、气调贮藏(CA贮藏)

- 借助气调机(气体发生器、制氮机等),控制贮藏环境O₂和CO₂浓度,利用果蔬抗逆性,以及降温条件来达到长期贮藏的目的

03.10.23

13

1. 气调贮藏的设备

- 气调库
- 气调方法的设备(气调机)
- 制冷机组
- 辅助设备

03.10.23

14

气调库

- 隔热良好
- 气密良好,库门严格密封(4万/个)
- 库体能承受一定的压力
- 库容较大(100~500吨)
- 造价高(1000吨,气调设备较普通冷库高30—40万元)

03.10.23

15

气调机

- 降氧
- 清除二氧化碳
- 清除乙烯

03.10.23

16

降氧方法

- 充液氮或氮气(制氮机)
- 燃烧法去氧:烃类化合物在氮气发生器中经催化剂作用,将空气中的氧燃烧,再送入气调库中循环,使气调库中氧浓度降低。
- 氮裂解系统: $2\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2$
 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

03.10.23

17

降氧方法

- 吸收法——活性炭、分子筛焦炭分子筛,过滤空气中的O₂,提高N₂%浓度
- 膜分离系统:中空半透性纤维膜

03.10.23

18

CO₂吸收法

- 常用碱，也可用石灰水，分子筛，活性炭(孔径吸收)，焦炭(饱和后可风吹去O₂或CO₂，硅橡胶膜清除装置等来吸附清除二氧化碳。

03.10.23

19

乙烯脱除

- 乙烯吸收剂
- 紫外线乙烯清除装置
- 碳分子筛



03.10.23

表：一些水果的气调贮藏条件

种类及品种	温度℃	低O ₂ %	高CO ₂ %	O ₂ %	CO ₂ %
香蕉	11-13	--	5	2-5	2-5
菠萝	10-15	--	00	5	10
苹果 科特兰	0-5	2	5	2-3	1-2
苹果元帅	0-5	2	2	2-3	1-2
草莓	0-5	2	20	10	15-20
猕猴桃	0-5	00	8	2	5

03.10.23

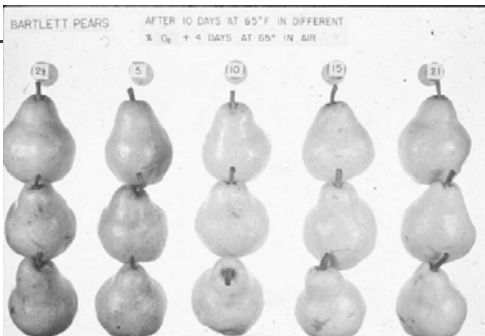
21

表：一些蔬菜的气调贮藏条件

种类	O ₂ %	CO ₂ %	种类	O ₂ %	CO ₂ %
番茄	2-4	0-4	黄瓜	2-4	0-5
青豌豆	5-10	5-7	蒜苔	1-5	1-5
茄子	2-4	2-4	青辣椒	2-4	2-4
甘蓝	3	3	石刁柏	1-10	5
花椰菜	3	<3	菠菜	1-2	<2

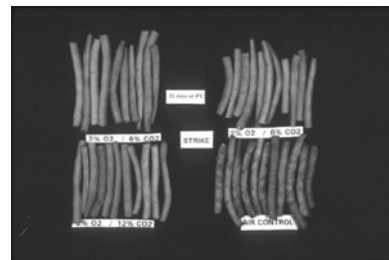
03.10.23

22



03.10.23

23



03.10.23

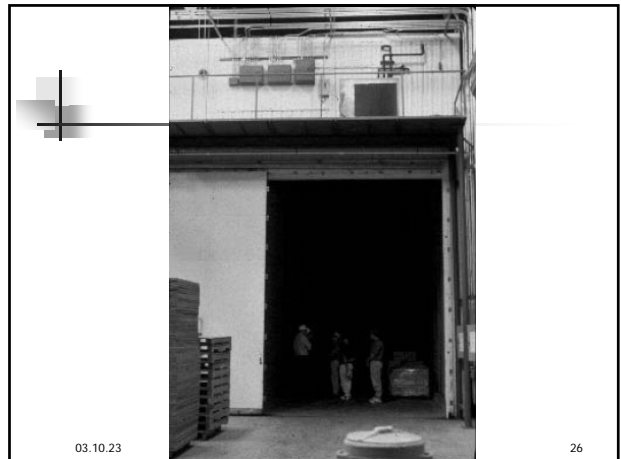
24

辅助设备

- 库气平衡袋
- 库气安全阀
- 库气检测系统
 - O₂ CO₂
 -

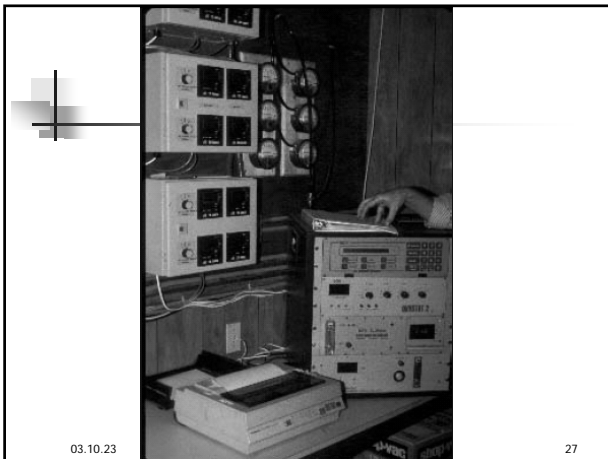
03.10.23

25



03.10.23

26



03.10.23

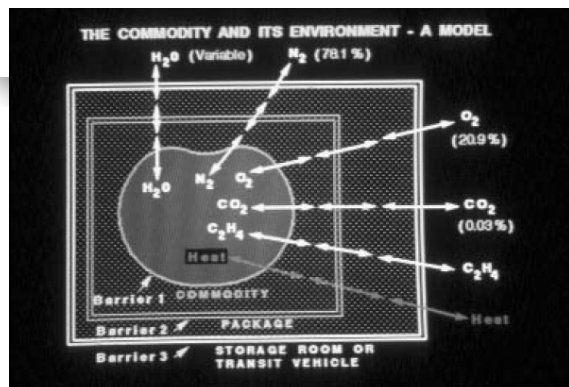
27

三 自发性气调(MA贮藏)

- 果蔬置于密闭贮藏环境中，利用其本身的呼吸作用降氧，升CO₂。
- 降氧的效果明显，升CO₂效果不太明显，但CO₂与O₂的最适合比例出现时间很短暂(荔枝 O₂ 5%，CO₂ 2~3%)，由于不断呼吸，O₂浓度不断下降，CO₂浓度不断上升，甚至出现无氧呼吸。
- 薄膜MA贮藏要求具一定透气性，保持较稳定的气体比例。
- 该法效果不如CA法，但简便易行

03.10.23

28



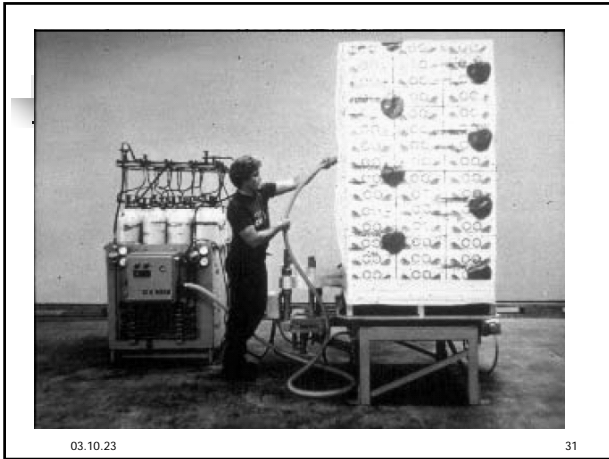
03.10.23

29



03.10.23

30



03.10.23

31



03.10.23

32

材料

- 聚乙烯(PE): 密度、生产方法 LDPE
-
- 聚氯乙烯(PVC):
-
- 聚丙烯(PP):
-

03.10.23

33

四 薄膜气调法

- 薄膜要求有一定的透气性, 硅窗配置(高分子化合物压延成膜, 为硅橡胶), 有较高的 CO_2/O_2 透性比例(5.5:1), 透气多少与面积成比例, 与厚度成反比。
- 根据果蔬呼吸强度(品种), 贮藏量的多少来确定硅橡胶的面积
- 生产上一般将硅橡胶涂抹在涤纶布上, 以增加硅窗的抗机械强度, 又保证气体的顺利通透。

03.10.23

34



03.10.23

35

表: 几种硅橡胶膜的透气性参数

硅膜种类	型号	透气率 $l/(\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{atm})$		透气比 CO_2/O_2
		CO_2	O_2	
压延膜	复38-4	3110.0	466.6	6.7
织物涂层膜	D4S-M2-1	1036.8	109.6	9.5
织物涂层膜	JC-31-1	1857.6	264.9	7.0
织物涂层膜	SC-4	2382.8	383.3	6.2

03.10.23

36

硅橡胶窗薄膜大帐贮藏示意图

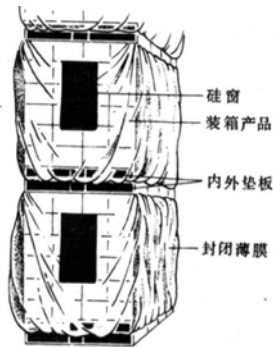


图 2 堆在库内的硅窗薄膜封闭集装袋示意图

03.10.23

37

五、减压贮藏(Hypobaric storage)

- 也叫真空贮藏或低压贮藏
- 在能承受一定压力的容器中抽气，降低气体压力，以散发、去除果蔬体中的不良气体。但是气体的比例还要维持，补充O₂维持生命同时还要保证减压。

03.10.23

38

优点

- 降低氧气的分压
- 除去果蔬产生的不良气体
- 促进组织内气体成分向外扩散

03.10.23

39

存在问题

- 保湿
- 微生物
- 风味
- 减压设备

03.10.23

40

蔬菜减压贮藏

种类	压力(Torr)	湿度℃	贮藏期(日)	冷藏期(日)
生菜	80-200	1-4	28	14
菜豆	60	5-8	26	7-10
黄瓜	80	8	41	10-14
蘑菇	100-150	0	21	3-5
番茄 熟	80	13	67	10-14
番茄 青	100	0-2	30-45	8-10
菠菜	60-100	0-2	50	14

03.10.23

41

第五节.其他贮藏方法

一、辐射贮藏

- 利用放射线 γ 射线 (α 、 β 射线穿透力弱), 在适当剂量时, 对果蔬生命直到抑制作用, 大剂量时起到杀伤作用。

03.10.23

43

应用:

- ♥ 抑制果蔬的萌芽, 如—蒜头、洋葱、马铃薯等
- ♥ 杀病虫害, 如—药材的保鲜
- ♥ 醇(甲醇)的酯化作用, 如—酒的陈化作用

03.10.23

44

- 1981年, 联合国粮农组织FAO和世界卫生组织WHO宣布, 小于1000krad的辐射剂量是安全的。
- 我国批准辐射的: 马铃薯, 蘑菇, 洋葱, 花生, 大蒜头, 腊肠, 酒陈化

03.10.23

45

- 剂量单位: 伦琴R, 拉德rad, 千拉德Krad, 格雷Gy
 - 1Gy=1J/kg=100rad
 - 1R=0.84rad, 1rad=1.19R
- 剂量率: 单位时间内照射的剂量
 - 50Gy/h

03.10.23

46

放射线在食品保藏上的应用范围

利用情况	适宜剂量 (krad)	适用范围
抑制发芽	5~50	土豆, 洋葱, 蘑菇, 胡萝卜, 板栗, 姜, 防止发芽, 生根和抽苔
杀死虫卵	10~100	干制食品, 心脏热带果蝇的杀虫杀卵
调节成熟和组织软化等	50~500	抑制高峰型果实后熟, 柿子脱涩
表面杀菌	100~1000	鱼类和果蔬表面杀菌
完全杀菌	1000以上	加工食品的杀菌和改善品质

03.10.23

47

辐射对果蔬的贮藏效果

1. 抑制发芽: 土豆7~15krad 洋葱3~15krad 大蒜5~10krad 姜20krad 蘑菇50~100krad
2. 延迟成熟: 香蕉、芒果、番木瓜50~100krad 番茄200krad

03.10.23

48

- 3. 脱涩：柿子150~500krad
- 4. 表面杀菌：草莓150~200krad
- 5. 杀虫、杀卵：番木瓜100krad（且延迟4~5天成熟）

03.10.23

49

存在问题

- 1. 辐射后，土豆维管束周围产生褐变，特别是在不够老熟薯块，或是采后马上拿去辐射。
- 2. 番木瓜组织变软
- 3. 同种类因产地不同对辐射的反应差异很大
 - 例：印度芒果忍受力750Gy,美国佛罗里达100Gy,夏威夷1000Gy,北昆士兰660Gy

03.10.23

50

克服途径

- 采用综合措施
- 如：番木瓜100krad（临界），若用200krad，转色不好；若用400~500krad，风味变劣，组织破坏；用热水处理（49℃20分钟）后再用75krad辐射，延迟成熟4~5天。
- 用13℃适温贮藏，未辐射正常，辐射后则出现烫伤，需用16℃贮藏。

03.10.23

51

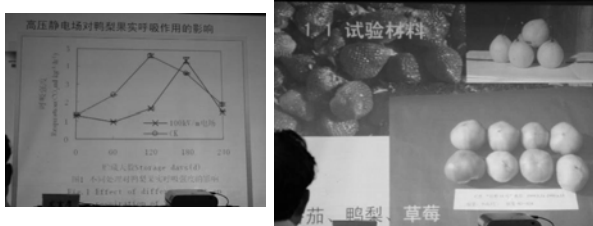
二 电离贮藏

- 电离空气，产生带负电的空气
- 最早用于远洋轮上肉类的保鲜。
- O₃保鲜：O₃+O₂→ 减少空气中的O₂ (夺氧作用)
- 电离法适宜果蔬表面及冷库的杀菌 (O₃杀菌)，且较为广泛应用。

03.10.23

52

■ 高压静电场果蔬保鲜技术



03.10.23

53

三·药物保鲜(化学保鲜)

药物处理一般与其他贮藏手段结合在一起

- 1防腐剂:
- 2激素类:
- 3膜剂:

03.10.23

54