

国外果蔬贮藏保鲜技术

—硅橡胶窗气调袋—

上海科学技术文献出版社

309098

TS25
623

国外果蔬贮藏保鲜技术
——硅橡胶窗气调袋——

*

上海科学技术文献出版社出版
(上海高安路六弄一号)

新华书店上海发行所发行
上海群众印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 2.75 字数: 70,000

1979年1月第1版 1979年1月第1次印刷

印数: 1—8,800

书号: 16192·3 定价: 0.40元

前 言

果蔬贮藏保鲜是平衡淡旺季节、保障供给、改善人民生活的重要措施之一。若采用自控气调库，虽然贮藏效果良好，但由于设备复杂、投资大，难于全面推广。

自 1945 年以来，气调技术取得很大进展，法、苏、美等一些国家已较广泛地应用硅橡胶窗气调袋来贮藏果蔬。它是利用硅橡胶薄膜对 CO_2 和 O_2 的优越透气性及适当透气比的特性，根据不同果蔬品种的呼吸强度及数量等的差异，制成各种大小硅橡胶窗，镶嵌在薄膜袋上，即成为我们所称的“硅橡胶窗气调袋”。这种袋可使袋内维持适量的 CO_2 和 O_2 ，形成良好的气体贮藏环境，从而抑制果蔬的呼吸强度、延缓代谢速度，达到延长贮藏保鲜时间，以利改善果蔬淡季的供应状况。

近年来，有些单位正在进行不同数量的对照试验，得到较好的效果，为了进一步配合该项工作的开展，遵照毛主席“洋为中用”的教导，选择了七篇资料，汇总成册，供有关人员参考。限于我们的水平，错误之处请指正。

本书编译过程中得到了上海橡胶制品研究所医用室、中国科学院上海植物生理研究所、上海市蔬菜公司和上海市果品杂货公司等单位的协助，表示感谢。

编 者

1978.9

目 录

用聚合物薄膜调节气体法贮藏果蔬·····	(1)
AC 500 型与 AC 1000 型气调水果贮藏袋说明书·····	(21)
气体控制贮藏水果的塑料包装·····	(25)
具有硅气调窗的薄膜集装袋——用于贮藏苹果·····	(30)
硅橡胶薄膜元件的透气性及其应用·····	(34)
硅橡胶薄膜·····	(38)
改进的硅橡胶薄膜·····	(41)

用聚合物薄膜调节气体法贮藏果蔬

引 言

普通冷却不能保证果蔬收获后的市场持续供应。因此人们要借助致冷剂，特别是控制气体，这种技术是将果蔬放在适当地低氧、高二氧化碳的稳定组合气体中($O_2 + CO_2 + N_2$)。

(1) 在通常的条件下由于二氧化碳吸收器、风扇以及气体发生器的周期运转作用，在密封冷库内部调节适当的组合气体。

(2) 通过选用一些透气性好的聚合物薄膜来控制气体(O_2 、 CO_2 、 N_2)，改善贮藏效果。有两种不同的方法：一种是用塑料袋贮藏在一般冷库里；另一种是贮藏在密封的并装有扩散器的冷库里。

一、用塑料袋包装贮藏在一一般冷库里

应用塑料薄膜包装果蔬贮藏和气调的普通冷藏库里，已是一种老的办法，费用较少。许多科研人员讨论和研究了包装袋的选择问题，这是一个复杂的问题。我们科学研究中心所研究的结果，表明需按照一些基本数据来决定工业袋的各种类型：

1. 基本数据

1.1 包装袋的作用原理

其目的首先在于成功地形成与植物(果蔬)接触所需的混合气体($O_2 + CO_2 + N_2$)，用塑料薄膜适当地抑制果蔬的呼吸作用。这种塑料薄膜要尽量让乙烯和果蔬器官释放出来的有气味的气体通过。这些东西即使量不大，但会加剧组织的生理变质，特别是表皮的变质(如变褐色)。

为了使装有果蔬的塑料袋获得一种氧和二氧化碳稳定的混合气体，它应符合下列的等式：

$$\text{果蔬放出的二氧化碳总量}(R_{CO_2}) = \text{透出塑料袋的二氧化碳的总流量}(\phi_{CO_2}) = Cte \quad (1)$$

$$\text{果蔬吸收氧气的总量}(R_{O_2}) = \text{进入塑料袋的氧气的总流量}(\phi_{O_2}) = Cte \quad (2)$$

1.2 通过袋壁气体流动的条件

特别是呼吸的气体能以三种方法通过袋壁薄膜缓慢流动(循环)：

“渗透”就是通过塑料薄膜进行扩散；通过细孔扩散(事故性的或不是事故性的)以及通过这些细孔进行缓慢流动(蒸发)。为了保持包装对气体透过的选择特性和简化研究工作，不必考虑通过细孔扩散状态，换言之，使用未打孔的袋装进果蔬后进行严格密封。有时为了保证稳定内外压力的平衡，必要时在某些种类的袋壁上要打标准小孔，但它在扩散交换中不起作用。

1.3 包装袋中气体的一般特性

a) 氧和二氧化碳的组成

用于果蔬气调贮藏的混合气体($O_2 + CO_2 + N_2$)能抑制组织的呼吸作用，而结合使用塑

料袋，可以同时具有降低和稳定呼吸作用的优点。实验室对大量品种(苹果、梨、桃、樱桃、梅、柑桔、香蕉、龙须菜、朝鲜蓟、唐辛子、胡萝卜等等)确定了适合上述两项条件的一些不同的组合气体。它们的特性是能减少超量的氧而增加二氧化碳，表示法如下：

$$x + Ay = 0.21 \text{ 大气压} \quad (3)$$

x 和 y 是指氧和二氧化碳的分压力， A 是超量系数，最经常的是在 3—5 之间。

b) 总压力和含氮量

通过上述(3)关系式所得出的大气压能在两种截然不同的塑料袋中出现低于正常压力或相等于正常压力。第一种情况，内部氮的分压力是空气氮的压力，第二种情况，内部氮的压力高于空气氮的压力。

事实上，塑料薄膜在果蔬周围形成一个完全密封的外壳，气体只能靠薄膜的渗透通过，人们假定(如在实际情况)薄膜同时渗透氧、二氧化碳和氮，在(1)(2)等式的气体交流稳定状态中，内部的氮分压力等于空气氮的压力，即等于 0.79 大气压。几乎等于 $x + y + z$ 量在薄膜袋内的总气压必须小于等式(3)，气压 $x + y < 0.21$ 大气压。

有些聚合物薄膜由于脆性而难以在上述部分真空的条件下使用，因此，我们可以通过一个很小的校准孔来平衡其内外压力(参看图 1B)。

当达到要求的气体成份时，内部氮的浓度很明显地高于大气中氮的含量(即 $z > 0.79$ 大气压)。

1.4 果蔬呼吸活动过程，气体组成后与包装袋渗透特性之间的基本关系

$$(1) \text{ 和 } (2) \text{ 等式 } R_{CO_2} = \phi_{CO_2} \text{ 和 } R_{O_2} = \phi_{O_2}$$

在分压 x 、 y 、 z 以及对氧、二氧化碳和氮有渗透性的薄膜作用下都能形成。

应区别两种情况：在低于正常压力的情况下贮藏，或者在相等于正常压力的情况下贮藏，也就是说用全密封包装，或用带有压力平衡孔的包装。

a) 用全密封包装

果蔬呼吸交替完全通过袋壁渗透，在稳定的状态下等式(1)和(2)得出如下基本关系：

$$R_{CO_2} = \eta_{CO_2} \cdot y \quad (4)$$

$$R_{O_2} = \eta_{O_2} \cdot (0.21 - x) \quad (5)$$

其中 η_{CO_2} 和 η_{O_2} 表示在贮藏库的温度下，包装袋内表面的二氧化碳和氮扩散的渗透性(单位时间和单位压差内的气体扩散量)。

b) 用带有压力平衡孔的包装

包装袋里的氮含量要比袋外的要高，经常通过袋壁扩散出去。其中氮的损耗，在气体成份稳定的情况下，是由袋外空气中的氮来补充，其补充的方法是通过压力平衡调节孔对流进入的。同时也带进一部分氧，在等式(2)中也要重视这些氧。在人们考虑的贮藏温度下，袋内表面散发氮的透气性是由 η_{N_2} 表示的话，就很容易看出通过空气对流所带入的氧等式：

$$\frac{79}{21} \left(\text{编者：应该是 } \frac{21}{79} \right) \eta_{N_2} (z - 0.79) = 0.265 \eta_{N_2} (z - 0.79)$$

结果，带有压力平衡调节孔贮藏袋的作用是根据以下两个基本的等式：

$$R_{CO_2} = \eta_{CO_2} \cdot y \quad (4)$$

$$R_{O_2} = \eta_{O_2} (0.21 - x) + 0.265 \eta_{N_2} (z - 0.79) \quad (6)$$

$$x + y + z = 1 \text{ 大气压}$$

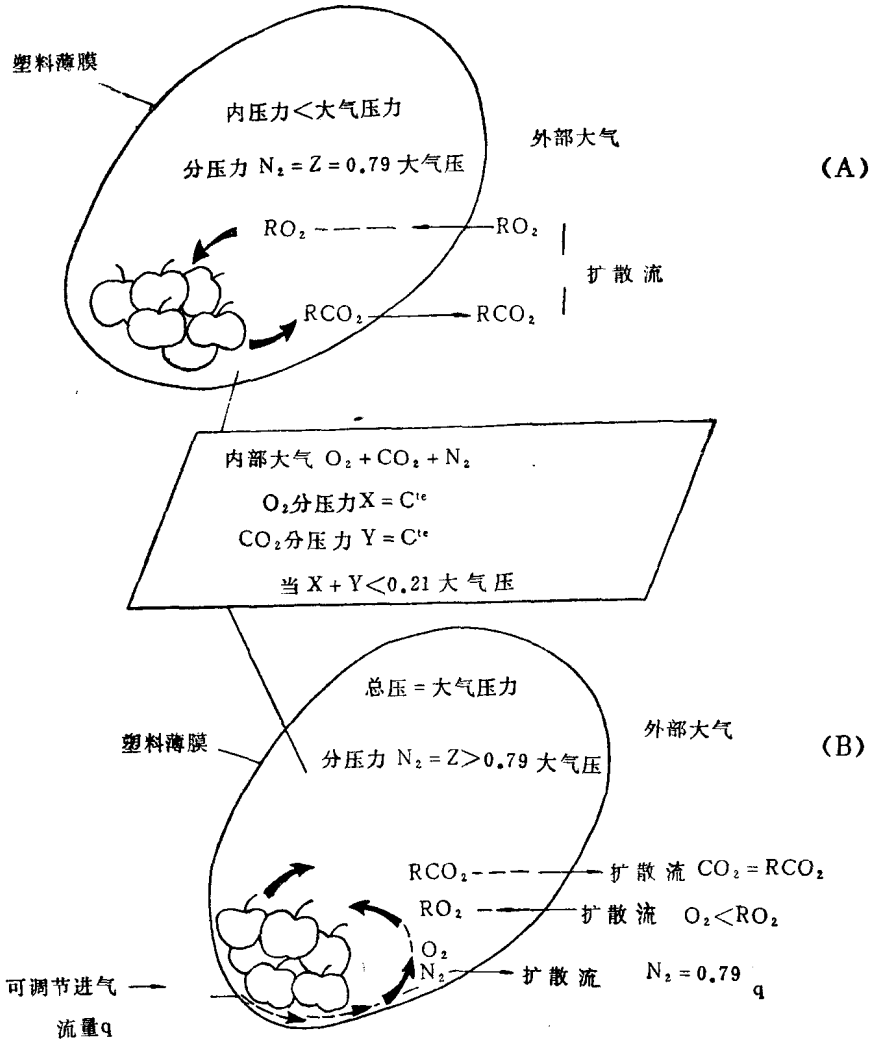


图1 通过封闭的塑料薄膜包装袋进行气体交换的条件图(A)或通过内外压力平衡孔与外界交流(B)

2. 工业袋的分类

气调贮藏果蔬的各种塑料袋是根据上述数据由国家科学研究中心设计出来的。他们的名称以生理包装和车窗包装著称于世。

2.1 生理包装

a) 定义和说明

生理包装就是一些很薄的聚乙烯小袋(根据贮藏的不同产品而选用30微米到60微米厚度的聚乙烯),将果蔬密封在袋内,贮藏时气压预定比正常气压低。在与常温差不多的温度下应用这种袋(如苹果、梨、香蕉贮藏温度大约是 $12^{\circ}C-15^{\circ}C$),这种袋内贮藏果蔬所产生的生理作用是与冷冻相同,生理包装的名称就是由此而来的。

袋子装满烫口密封后,在内部降低压力的作用下,袋壁会紧贴果蔬的表面。这种包装收缩使其与果蔬表面紧贴,出售时也很美观。

b) 透气性特点的定义

生理包装透气性的特点如下:

S = 小袋的内面积

e = 聚乙烯袋的厚度

P_{CO_2} 和 P_{O_2} = 给定温度下聚乙烯对二氧化碳和氧的透气性 (即单位面积、厚度、时间和压差下的透气量)。

要确定袋的大小, 可应用(4)(5)两个基本关系式。

运算如下

把(4)和(5)式逐项进行演算, 就可以看到一个简单的关系式, 它把贮藏的呼吸比(Q.R.) = R_{CO_2}/R_{O_2} 与聚乙烯的选择性能的比联在一起: $\rho = \eta_{CO_2}/\eta_{O_2}$ 结果根据(3)式, 得出

$$\rho = A \cdot (Q.R) \tag{7}$$

得知 x 和 y (也就是 A) 以及果蔬在规定的温度和气体 (x, y) 下的呼吸比, 就可以算出 ρ , 按照这个值就可以确定用多厚的聚乙烯, 因此, 也可以确定 P_{CO_2} 和 P_{O_2} 的大小。

这样, 人们就能够根据要贮藏果蔬的数量 M 来确定包装袋的尺寸大小。结果, 已知 η_{CO_2}

= $\frac{S}{e} P_{CO_2}$ 和 $\eta_{O_2} = \frac{S}{e} P_{O_2}$, 用(4)或(5)式可以算出 S 和 e 的比。得出

$$\frac{S}{e} = \frac{Mr_{CO_2}}{P_{CO_2} \cdot y} \text{ 或 } \frac{Mr_{O_2}}{P_{O_2} (0.21 - x)} \tag{8}$$

其中 r_{CO_2} 和 r_{O_2} 是单位重量贮藏果蔬的呼吸量 ($R_{CO_2} = Mr_{CO_2}$ 和 $R_{O_2} = Mr_{O_2}$)

c) 使用举例说明——苹果生理包装

简图 2 是贮藏苹果的生理包装图〔9〕。另外在〔10〕和〔11〕中加以详细说明。

我们经过探讨, 生理包装在温度 $0^{\circ}C - 4^{\circ}C$ 时可以贮藏各种苹果, (尤其是“Belle de Boskoop”、白卡维、红玉、金帅、红蕉), 根据不同的情况, 要求空气里含 3%—4% 的氧和 4%—6% 的二氧化碳。

生理包装是一个圆柱形的套袋, 苹果一个挨一个放进去, 排列成行 (见图 2A)。原则上, 包装的水果数量可多可少, 然而实际上, 方便的还是包装成一公斤左右为好。在贮藏期间聚乙烯袋紧紧地裹住苹果, 小袋袋形成僵硬的形状 (见图 2B)。

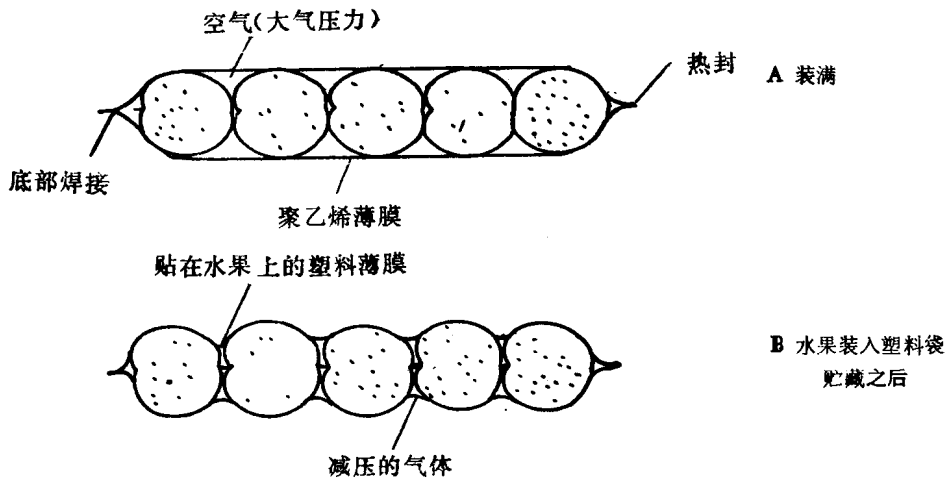


图 2 苹果生理包装图

包装的内面积 S 一开始就由包装的几何形状本身确定了。一公斤中等大小的苹果大约用 1200 平方厘米。要确定用多大的包装，只要算出 S/ρ 和 ρ' 就行了。

前面所确定的包装大小，是用于贮藏“金帅”苹果，数据如下：

贮藏温度：4°C

贮藏的大气压： $x = 0.03$ 大气压和 $y = 0.05$ 大气压

Q. R. : 1. 2

$r_{O_2} = 36 \text{ cm}^3/\text{kg 天}$

$M = 1 \text{ kg}$

用(3)式然后用(7)式，得出 $\rho = 4.3$ 。人们选用有这种选择性能的聚乙烯，气温为 4°C 时，透气性 $P_{O_2} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}/\text{cm}^2 \text{ 大气压} \cdot \text{天}$ 。

(8)式使人们知道 $S/e = 25 \times 10^{-4} \text{ cm}$ ，并知道 $S = 1200 \text{ cm}^2$ 就得出： $e = 48 \times 10^{-4} \text{ cm} = 48$ 微米。

工业袋厚大约是 50 微米，实验告诉我们，它们可以在相对温差很大的范围(从 0°C—15°C)中用来包装上述品种(见图 3)。用同样的包装，贮藏其它品种也可以收到很好的效果。

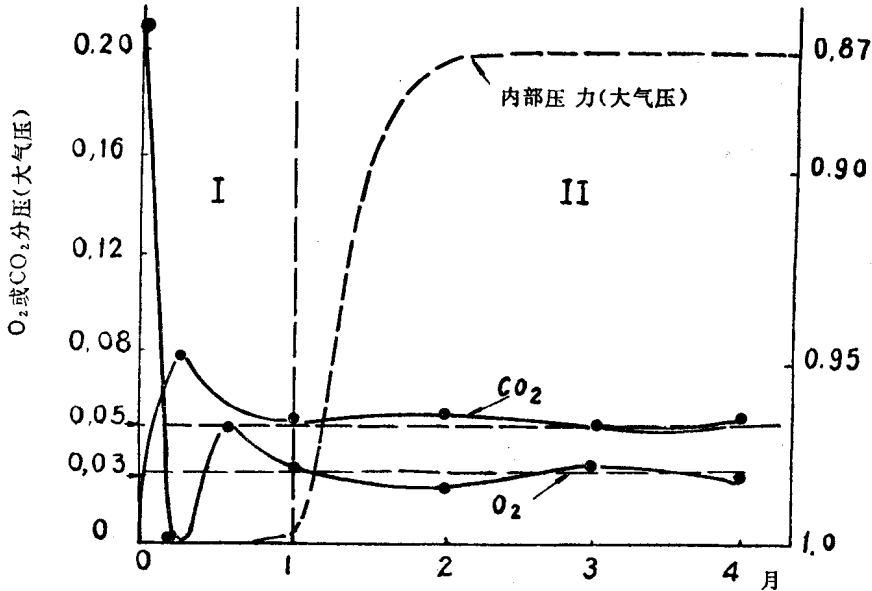


图 3 装有“金帅”苹果的生理包装袋里氧和二氧化碳的分压力以及总压在 15°C 贮藏期间的变化。I 和 II 分别为大气成分的暂态和稳态。

2.2 气窗扩散袋

a) 定义和说明

气窗袋比上述的生理包装效果更好；根据不同情况可以用来装几十公斤到几百公斤的产品。

气窗袋也是用柔韧的聚乙烯薄膜制成袋，袋上嵌一个涂有硅酮弹性体(聚二甲基硅氧烷)织物的气窗(后简称“硅窗”)，并密封地贴在聚乙烯薄膜袋上。袋上有一个平衡内外压力的标准小孔。具有气窗的袋是置于大气压下贮藏果蔬。

图 4 列出多种工业用袋。为叙述上的方便，就用商业上的命名，而分为 AC20、AC50、

AC500 三种袋型(它们是分别可贮藏 20 公斤、50 公斤、500 公斤左右的苹果和梨)。

最小的口袋(见图 4A)AC20, 它是放置在标准大小的纸盒里(譬如称为蒲式耳的装苹果的纸盒, 它的体积是 $52 \times 32 \times 32 \text{ cm}$)。中等容量的口袋是 AC 50 和很大容量的口袋 AC 500 是用于集装贮藏, 产品是放在有透气缝隙的盒子或托盘里, 再放进袋中, 如图 4B 和图 4C 所示, 鉴于力学原理, 它们应该比 AC20 型袋要厚(为 100—200 微米)。

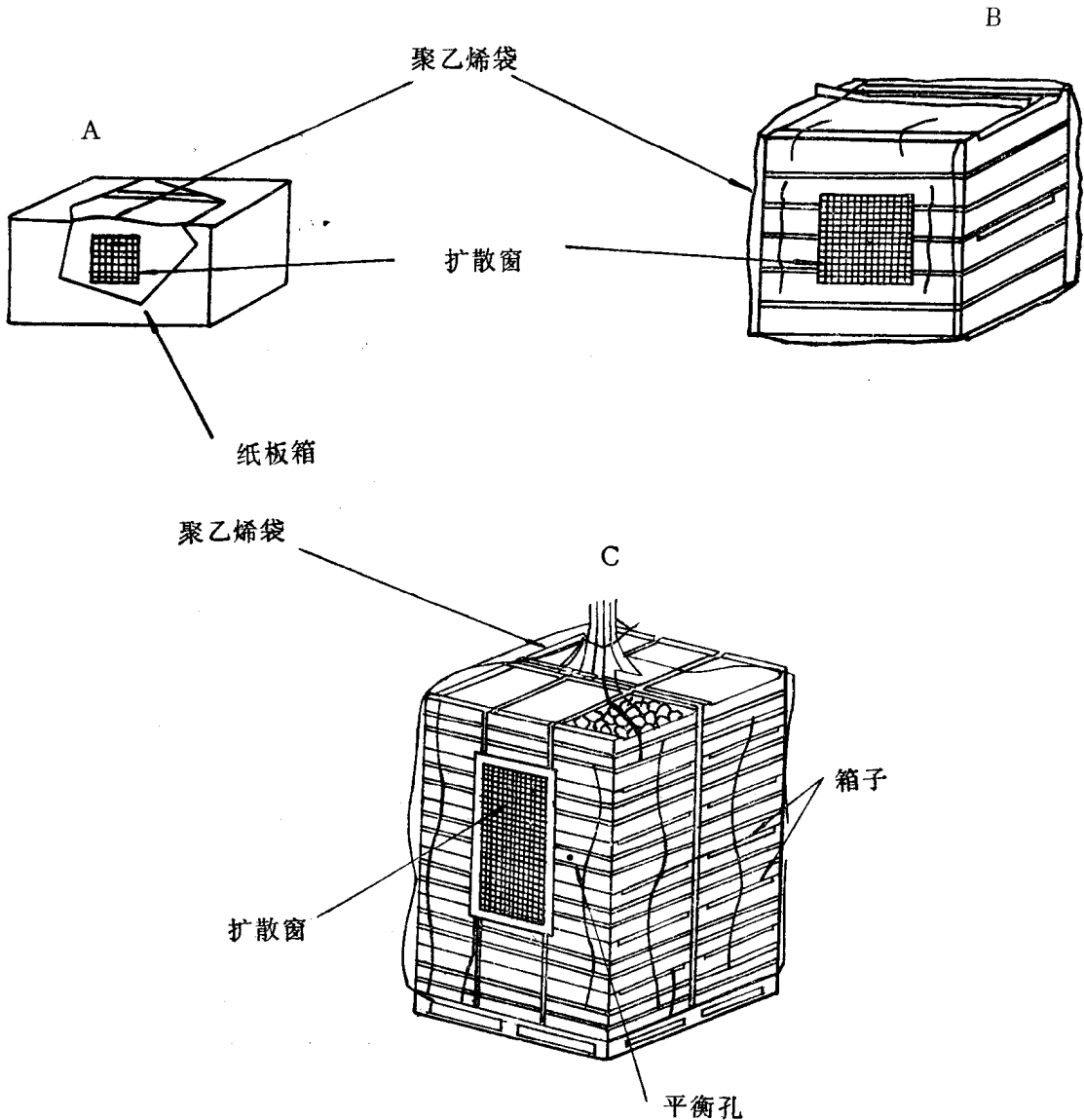


图 4 各种类型的扩散窗包装袋

A. 放在纸板箱里的 AC20 型袋子; B. AC50 型袋子; C. AC500 型袋子放在底板(集装箱底板)上。

所有式样的气窗都是用带有极细孔的 Tergal 薄膜 ($52-54 \text{ g/m}^2$) 作的(即 RHONE-POULENC 出品的 TS605 薄膜), 薄膜上涂有一层很薄的、而又均匀(大约 90 微米)无空隙的硅窗。装满后, 口袋要密封, 或者用热烫(AC20 和 AC50), 或者紧紧捆住(AC500)。在袋壁上可有一个小调节孔, 用于平衡内外压力, AC20 型袋只需要一个象扣针大小的简单小

孔就行了，而 AC50 型和 AC500 型袋常常需要一个直径分别为 1 和 3mm 的小孔。

b) 透气性能的确定

以上三种类型的袋在特定的温度下，要达到建议的气体条件，就必须根据(4)和(6)两个基本平衡关系式，使袋壁的透气性 η_{CO_2} 、 η_{O_2} 和 η_{N_2} 适应产品数量 M 的呼吸活动。为了调节透气性能，人们总是在内面积 S 和聚乙烯包装袋的厚度 e 上作文章，同样也要考虑气窗内表面，更确切地说是两个参数 S/e 和 s 。

事实上，从一开始制造这些口袋，人们就采用了一种聚乙烯和特定的弹性体薄膜，它具有较好的透气特点。为方便起见，用 i 代表 CO_2 、 O_2 或 N_2 中的任何一种分子，一般来说，人们就可以用以下的式子来表示袋壁的透气性能：

$$\eta_i = S/eP_i + SK_i \quad (10)$$

这里的 P_i 和 K_i 分别代表聚乙烯薄膜和涂有弹性体薄膜对气体 i (CO_2 、 O_2 或 N_2) 的透气性。 P_i 代表聚乙烯薄膜的单位厚度、面积、时间和分压差的透气量。 K_i 代表气窗薄膜在单位面积、时间和压差的透气量。这些透气量或多或少是取决于温度的变化，就象图 5 所显示的那样。

算出 S/e 和 s 要分两步，先算出它们的比，然后算出 s 的值。比率的计算： $a = S/es$
 逐项分解(4)和(6)等式，要用 $1-x-y$ 来代替 z ，得出：

$$\frac{\eta_{\text{CO}_2}}{\eta_{\text{O}_2} + 0.265(1-1/A)\eta_{\text{N}_2}} = A \quad (\text{Q.R.}) \quad (11)$$

等式(10)可以变为 $\eta_i = s(aP_i + K_i)$ ，显然，由于已知 A (就是 x 和 y) 和水果或蔬菜在特定的温度和气体条件的呼吸比，从上式能算出 a 。

计算面积 s ：

算出 a 以后，就能够应用(4)和(6)等式中的一个来推算出 s 的值。根据(4)式，得出

$$s = \frac{Mr_{\text{CO}_2}}{(aP_{\text{CO}_2} + K_{\text{CO}_2})y} \quad (12)$$

然后算出 $S/e = a \cdot s$

应注意如果容量很大的 AC500 型，必须用很厚的聚乙烯膜(150 微米或者更厚)的口袋，可以不考虑聚乙烯的透气性，大大简化前面的计算，而只要计算 s ：

$$s = \frac{Mr_{\text{CO}_2}}{K_{\text{CO}_2}} \quad (13)$$

但是很重要的一点就是应该了解已经过检验的比例式(11)，并加以简化为：

$$\frac{K_{\text{CO}_2}}{K_{\text{O}_2} + 0.265(1-1/A)K_{\text{N}_2}} = A \quad (\text{Q.R.}) \quad (14)$$

c) 以上数据在实践中的使用

所设计贮藏一定容量的某种果蔬的工业袋 AC20 型或 AC50 型，通过前面的这些计算，可得到 3 个参数：产品量 M 、 S/e 之比和面积 s 。

合理安放产品就要求口袋紧紧地裹住产品。此外，为加快得到贮藏所需的气体，就要尽量减少最初留在袋里的空气容量。换言之， M 量大小和盒子或托盘堆积的几何状在某种程度上决定了口袋内 $S+s$ 的面积，因此，由于 s 是已知数，所以也决定了聚乙烯的面积 S ，要知道 S/e 的比值，应注意聚乙烯的厚度 e 。要是用很薄的，就没有足够的强度，这样，所提出的问题就无法解决。

至于 AC500 型口袋,相对来说,是比较厚也不透气,但只要大体附合(14)关系式,就有助于在工业上的应用。反之,就没有必要应用(13)式去求几个参数,其结果也必然导致失败。

d) 使用举例

AC20 型苹果贮藏袋

举例: 红冠品种苹果的贮藏

贮藏条件

温度: $0^{\circ}\text{C} - 1^{\circ}\text{C}$

气压: $x = 0.03$ 大气压 $y = 3 - 4$ 大气压 (编者: 应为 $0.03 - 0.04$ 大气压)

口袋容量: $M = 18\text{kg}$

生物学数据:

$\eta_{\text{CO}_2} = 30\text{cm}^3/\text{kg}$ 天和 $Q.R = 1.1$

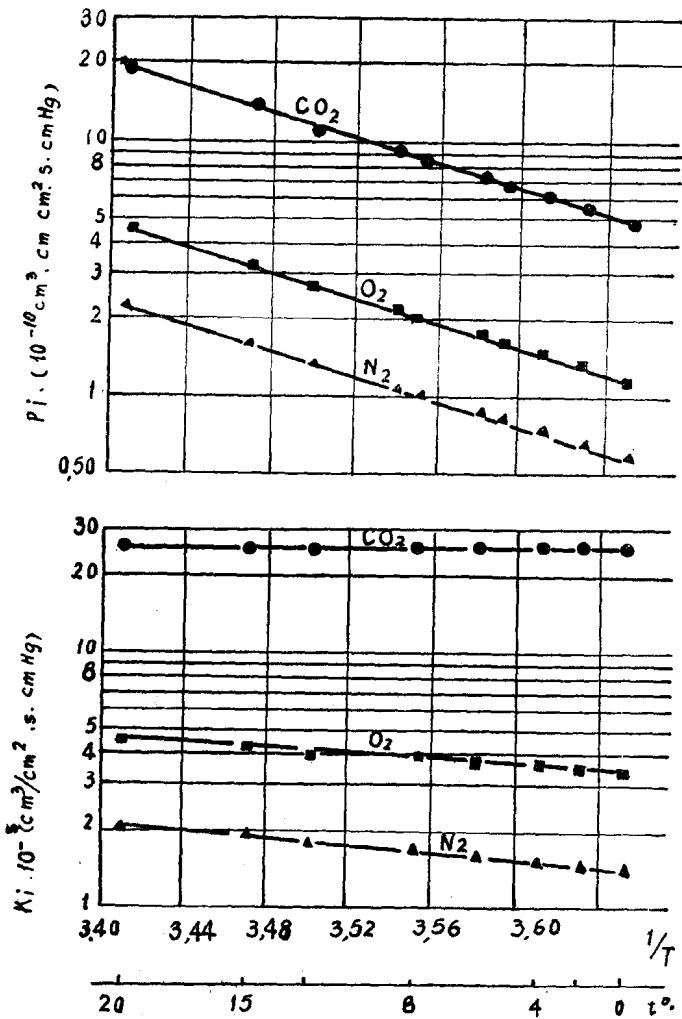


图5 扩散窗包装材料的渗透性随温度的变化而不同

P_i —聚乙烯对 CO_2 、 O_2 和 N_2 的渗透性 K_i —弹性硅橡胶织物对 CO_2 、 O_2 和 N_2 的渗透性

聚乙烯在 0°C 时的透气性 ($\text{cm}^3\text{cm}/\text{cm}^2$ 大气压天) (编者: 应为 cm^3 (透气量) cm (聚乙烯厚度) / cm^2 (面积) 大气压天)

$$P_{\text{CO}_2} = 30.4 \times 10^{-4}$$

$$P_{\text{O}_2} = 7.2 \times 10^{-4}$$

$$P_{\text{N}_2} = 3.6 \times 10^{-4}$$

硅窗在 0°C 的透气性 ($\text{cm}^3\text{cm}/\text{cm}^2$ 大气压天)

$$K_{\text{CO}_2} = 165$$

$$K_{\text{O}_2} = 22.8$$

$$K_{\text{N}_2} = 9.4$$

取 y 的平均数, 算出 3.5 大气压 (编者: 应为 0.035 大气压)
用公式(3)

$$A = 5.14 \quad \text{因而 } A(Q.R.) = 5.65$$

用公式(11)

$$a = 1.74 \times 10^4 \text{cm}^{-1} \quad (\text{编者: } l \text{ 可能为 litre (公升) 的缩写})$$

用公式(12)

$$s = 70 \text{cm}^2$$

$$\text{因而 } a \cdot s = S/e = 121.8 \times 10^4 \text{cm}$$

经实验证明适合于装在纸盒子 ($52 \times 32 \times 32 \text{cm}$) (编者: 应为 cm^3) 里的口袋的 $S = 1\text{m}^2$ (大约), 那么, 聚乙烯的厚度 e 应为 82 微米。

按照上式算出的数据制作的工业包装袋 (厚度大约是 80 微米) 可以在 1°C 下良好地贮藏水果达七个半月。图 6 所示口袋中氧气和二氧化碳含量的变化: 可使其二氧化碳的百分比调节得十分满意; 相反, 在整个贮藏过程中, 氧比预计的要稍高 3—4%。

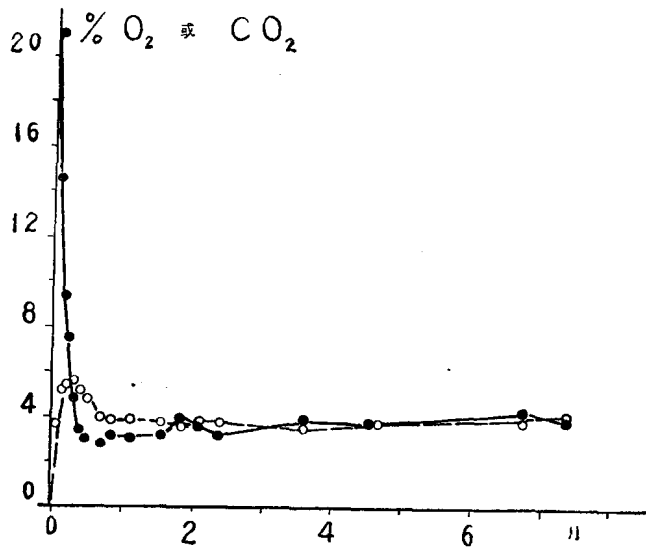


图 6 装有“金帅”苹果的 AC20 型包装袋
内部氧和二氧化碳的浓度在 0°C 时变化

贮藏苹果的 AC500 型口袋

检查“金帅”苹果贮藏的具体情况：

温度(0℃—1℃)； $x = 0.03$ 大气压和 $y = 3—5$ 大气压(编者：应为 0.03 到 0.05 大气压)； $M = 600\text{kg}$ ； $r_{\text{CO}_2} = 33\text{ cm}^3/\text{kg} \cdot \text{天}$ 和 $(Q.R.) = 1.2.$ ；透气性能 K_i 的值与前面的相同。人们注意到(14)式得到验证， $y = 0.033$ 大气压(大约数)，因此，由 y 的这个值得出 $s = 3636\text{ cm}^2$ 。

AC500 型袋已成为出售商品，它有一个 0.36 m^2 的窗。图 7 是一组商品在 1℃ 下贮藏近五个月，在 AC500 型袋内气体成份组合变化情况。与 AC20 型袋情况相同，其氧气比率比预计的稍高；但从贮藏角度来说，这个比率是没有问题的。在最近发表的文章中〔12〕，具体介绍和说明了应用 AC500 型袋控制气体贮藏各种苹果的方法。

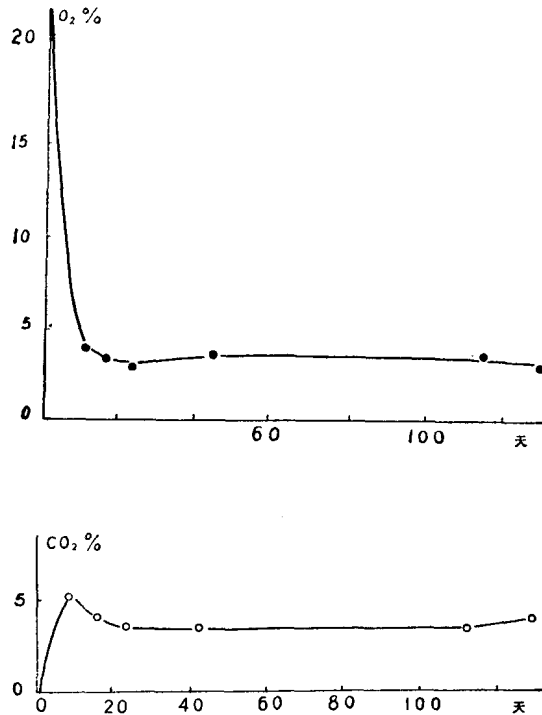


图 7 装有“金帅”苹果的 AC500 型包装袋内部氧和二氧化碳的浓度在 0℃—1℃ 时的变化。

贮藏各种果蔬的硅窗袋：

三年来，在 RHONE—POULENC 公司的配合下，在实验室里进行了一项重要的研究工作：试制一种适合于控制气体贮藏多种果蔬的口袋 (AC20 型、AC50 型、AC500 型)。

要是详细地列举已取得的成果，本文就太长了，这些成绩在〔13 和 14〕中已有介绍。所以只能在有限的表格中说明气调贮藏的条件，这些条件对各种类型的袋都适用。可以贮藏的水果(梨、苹果)和蔬菜(龙须菜、朝鲜蓟、唐辛子、胡萝卜)。图 8 和图 9 所示是试验中氧和二氧化碳比例的变化过程，汇总列表 1 如下。在整个贮藏期间，可观察到对于大部分产品来说，都可很合适地保持气体的稳定状态。

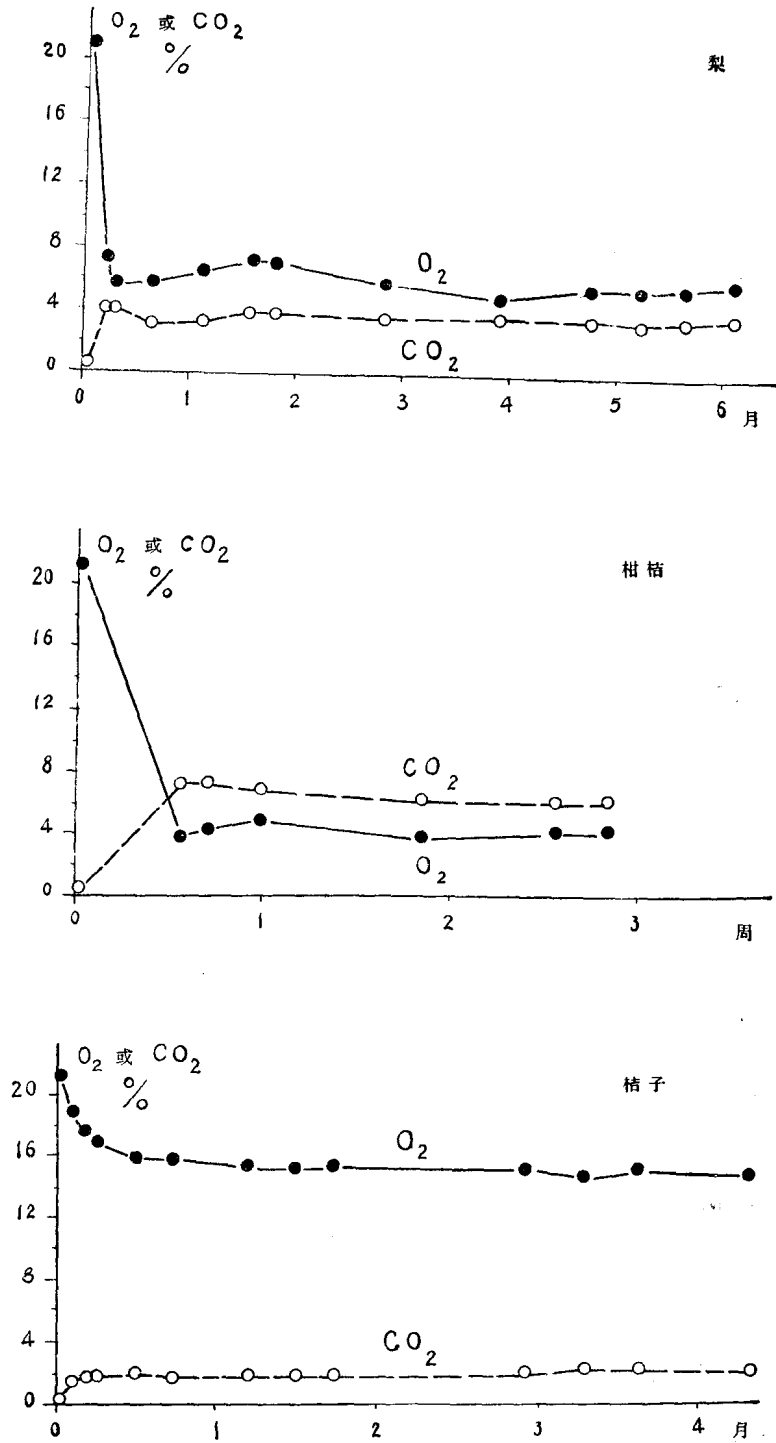
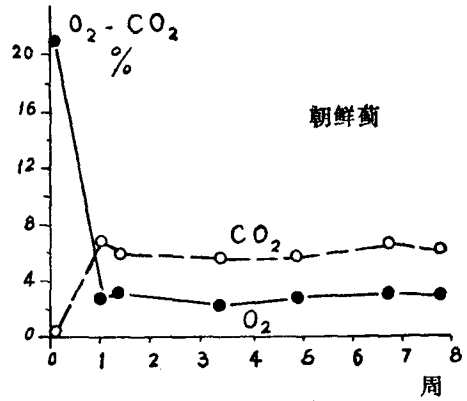
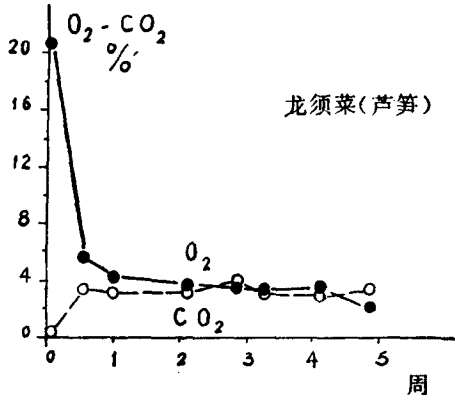
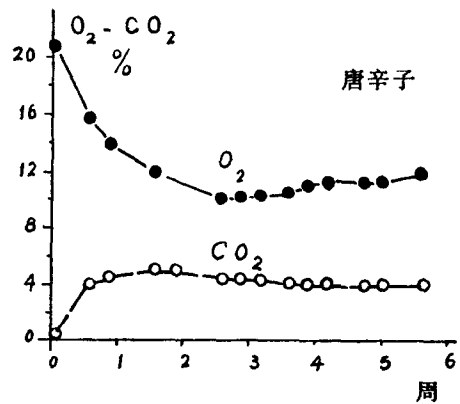
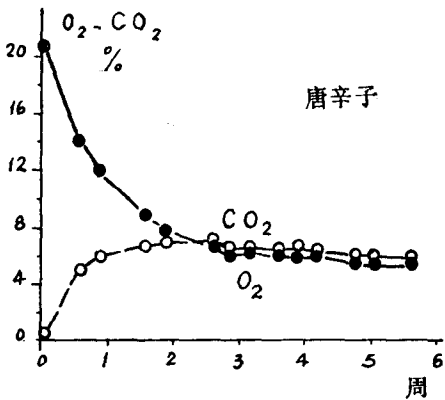


图8 在 $0^{\circ}C$ 贮藏梨、 $4^{\circ}C-5^{\circ}C$ 贮藏柑桔和桔子的AC20型
包装袋内部氧和二氧化碳的浓度变化

AC20型袋



AC50型袋



AC500型袋

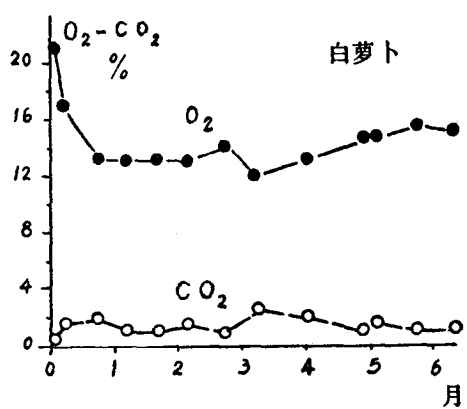
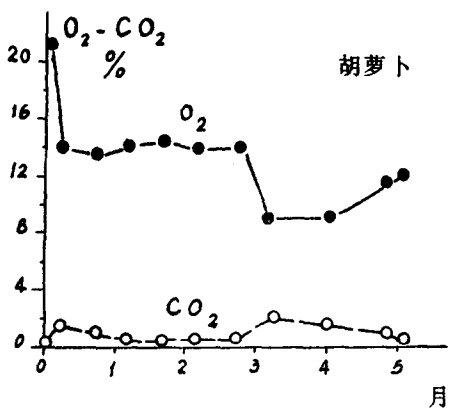


图9 蔬菜贮藏在AC各型包装袋内氧和二氧化碳的浓度变化
(龙须菜和朝鲜蓴: 0℃; 唐辛子: 12℃—13℃; 胡萝卜和白萝卜: 1℃—2℃)

表1 在各种类型硅窗袋内气调贮藏各种果蔬的条件

类别与品种	库存气温(摄氏)	包装袋型号	稳定大气的组成	
			%O ₂	%CO ₂
梨 (Confrence)	0°	AC20	5-6	3-4
早柑	4°-5°	AC20	4-5	6-7
桔 (Valencia)	4°-5°	AC20	15-16	2
芦笋 (紫色的)	0°	AC26	3-4	3-4
朝鲜蓟 (Camus)	0°	AC20	3-4	6-7
唐辛子*	13°	AC50	6	6
胡萝卜 (Sytan)	1°-2°	AC500	10-12	4-5
胡萝卜 (Sytan)	1°-2°	AC500	14-15	1-2
白萝卜 (金球)	1°-2°	AC500	12-14	1-2

* 可用两种混合气体 (O₂+CO₂+N₂)。

二、在有扩散装置的密封室内的贮藏

十来年以前, 我们曾经设想: 不再使用聚合物薄膜来作封装(作各种包装物或容器), 而用聚合物薄膜来作隔膜, 它带有扩散壁, 用来调节通常密封室的气体, 它就构成了称之为(扩散)交换器的扩散装置。它们的作用与前面谈过的 AC500 袋的作用相似。在第一部分中我们论述过的基本数据仍然适用。

为了尽量减少交换器面积的大小和缩小扩散装置的尺寸必须选择一种最易于气体 (O₂、CO₂、N₂、C₂H₄) 及芳香化合物渗透的薄膜。实验证明, 制作气窗包装袋的硅酮弹性体纤维是一种杰出的衬料 [10 和 14]。

1. 扩散装置的说明与工业使用的类型

用硅酮弹性体纤维制作的扩散交换装置*, 是由一系列口袋(或称之为扩散元件)组成。这些口袋是用涂有硅酮弹性体纤维制成。这种弹性体纤维前面已加叙述(见第一部分: 气窗包装)。每一个长方形的扩散元件 (2.5×0.675m) 的内表面为 3m², 绝对不可有孔隙, 那怕是极细小的孔隙也不行。这些元件是垂直放置在铅制的框架中的, 元件与元件平行。

使用两种不同的方法安装两种显然不同类型的交换装置。第一种办法(见图 10A), 该装置附装在密封冷室外(称之为外交换器), 用两根管道与冷库连接; 一只小小的鼓风机鼓动贮藏产品的室内空气, 在装置各元件之间作闭路循环。第二种办法(见图 10B), 该器放置在冷库内部(称之为内交换器); 用与之相适应的管道, 使空气经(扩散)交换器作开路循环。为避免水珠在扩散元件内壁凝结, 流通的空气要预先冷却, 因而也就适当地使它干燥。在冷库内该器的前面接上相当长的管道, 即可很容易地使空气冷却。用双层壁 (“Jacket-system” 型) 来密封冷库时, 直接把夹层中的冷空气打进交换装置就行了。

2. 交换器装置作用的原理

产品贮放在密封室内, 由于产品的呼吸而使室内原有空气中 CO₂ 逐渐增加, O₂ 逐渐减少, 在一个短时期之后, 就要开动交换器启用相当数量的扩散元件抽出适量的空气。该器在

* 由有国家科研中心专利的洛纳本顿公司 (RHONE-POULENC) 用 Ts605 薄膜生产的装置。