

# 气调运输水果蔬菜

利用控制气体即气调(适量低氧、高二氧化碳气体)来贮存苹果,效果很好。这一成绩极大地鼓舞着科研人员把这项技术推广运用到其它果蔬上。除了梨和几种柑桔之外,其它的水果蔬菜还没采用气调法进行长期贮存。最近两年来,美国在把气调法运用到运输方面取得一些进展。

首先谈谈四个重要问题,然后再转入正题。

1. 由于用气调法运输水果蔬菜尚处发展阶段,方式方法不一,对其现状加以分析还有一定困难。

2. 迄今为止,气调运输只作为冷藏的附加手段,还不是技术上的发展。

3. 由于操作方面的原因,运输过程中,贮气组成不固定,甚至没有固定的贮气组成比例,所以,有时不叫改变气体(Atmosphère modifiée),仍叫控制气体即气调(Atmosphère

对每种处理方式的葡萄进行品尝时,没发现异常口味或香味。贮藏结束时,Regina品种葡萄的残留物有,9.45ppm的涕必灵,0.40ppm的DB100;Almeria品种葡萄的籽粒较小,所以表面积较大,残留有14.40ppm的涕必灵和0.12ppm的DB100。从毒理学上看,这样的含量是完全允许的。

但采摘后,绝不能把葡萄浸泡在杀真菌剂里或用杀真菌剂进行喷雾。因为这样处理后,上述残留物的存留时间更长。

## 四、结论

意大利种植的各主要品种葡萄(Regina和Italia)完全可以进行长期贮藏。从迄今所做的试验中可认为,进行长期贮藏时,气调( $O_2$  3%,  $CO_2$  3%)结合用量较高的DB100(0.6~

Controlée—A.C.)。

4. 因此,本文中我们把气调的含义扩大,包括使用大气中含量很少但生理上很活跃的气体,如硫和乙烯。

我们将从以下四个方面着重从工艺上谈谈水果蔬菜的气调运输问题。

1. 运输车辆和集装箱定期注入液态氮。

2. 改变运输舱内原有气体。

3. 用混合气体(空气+ $CO_2$ )运输某些水果。

4. 运输中的贮藏方法。

## 一、运输车辆和集装箱定期注入液态氮

六十年代,开始把蒸发液态氮作为运输舱的制冷源。Polastream和Oxytorl法就是用定期注入氮气的办法来降低贮气中氧的浓度。

0.8g/kg)或含量较高的一氧化二氮(50%或更高),最有发展前途。

这些贮藏法所使用的无腐蚀性物品,对氧气减压器的催化剂不产生影响,对人体也无害。但贮藏效果的好坏,最重要的还是在最适成熟度时完好无损地采摘,采摘、运输和堆码时避免机械损伤,以及最迅速地调节温度和气体组成比例。

贮期不能太长。较合理的贮期是两个月,最长不超过两个半月。这样的贮期完全能满足供求最紧张阶段(12月至1月)的要求,并可避免接二连三出现大量腐烂、果柄发干以及损耗太大引起果实变褐等病害发生期。(收稿日期80.1)

章村人译自法文“Revue generale du Froid”, NO.3, 1978年。

### 1. Polarstream法

Union Carbide研究出的这种方法，后来由液化气公司 (Société de l'Air liquide) 用Cryogal的商标在商业上使用。氮气注入量取决于制冷的需求。制冷需求大时一如冷却负荷小，氧气浓度可能大量降低，每次注入氮气时，浓度要逐次降低。美国农业部对短期保存在纯氮中的水果或蔬菜质量进行的研究表明，这样的处理比低温保存更好 (Ryall 1963 和 Parson 等人 1964年试验)。为谨慎起见，实际上氧浓度还保持在 0~5% 左右。在低氧 (Fidler 1966年试验时用 1.5~2.5%) 和没有二氧化碳的气体中，许多水果蔬菜可贮存相当一段时间。注氮时，几乎把果蔬呼出的二氧化碳全部排出包装袋(箱)之外。

Polarstream 法已运用于美国铁路运输 莴苣。低浓度氧 (2~6%) 可减少出现赤斑 (tache de russet) 的危险，此外，这种蔬菜对二氧化碳很敏感，把呼出的二氧化碳排净会有好处。不过，这种方法还未普遍使用，因为，对运输过程中氧气量变化太大 (见图 1) 和温度变化太大 (Sfewart 等人 1966年试验) 的处理法，已有人表示异议。

欧洲也做过一些有关试验：

①法国和英国之间卡车 (Camions) 运输草莓，卡萨布兰卡和马赛之间集装箱运输四季豆 (Bur 1970和Fontanel 1957年试验)。

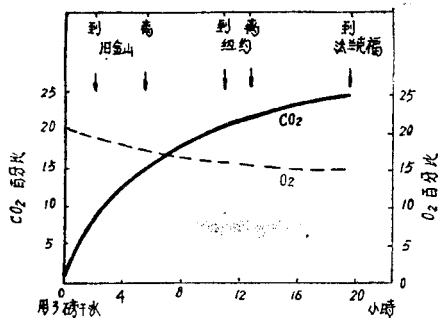


图 1 美国 Polarstream 法运输莴苣—运输中氧浓度变化 (Stewart 和 Col 1966年试验)

②意大利和德国 (或瑞士) 之间冷冻车厢或

集装箱运输葡萄、桃和莴苣 (Merliarca 等人 1968年试验, Prattella和Tonini 1970年试验和 Meliarca 1970年试验)。

③西班牙和英国之间用标准集装箱互运多种蔬菜 (青豆、豌豆、四季豆, 芹菜, 西红柿和杏) (De la Plaza 等人 1973年试验)。

还应提一下，为避免氧浓度过低，意大利人使用了含 2.5~3% 液态氧的液态氮。(Meliarca 和 Tonini 1970年试验)。

### 2. Oxytrol法

和 Polarstream 法相反，Oxytrol 法注氮只用于气体调节，注入量取决于运输舱中的氧气浓度。冷却由另外的机械系统提供。美国用这种方法装备了一些 TOFC (Trailer on Flat Car) 型拖车和海运集装箱 (Ryall 和 Lipton 1972年试验)。

Oxytrol 公司在美国一些州立研究所，特别是加利福尼亚州 Davis 大学的合作下，已配制出很适合运输多种果蔬的二元 (Binaires) 混合气体 ( $O_2 + N_2$ )。其研究结果大部分发表在 1969年美国的一份报告上 (Dewey 等人著)。下面是气调运输几种蔬菜时的二元气体成份：

蔬菜品种	$N_2$	$O_2$
芦笋	97~99%	1~3%
青豆	95~98%	3~5%
青蒜	95~98%	3~5%
草莓	96~95%	4~5%

有些机构用 Oxytrol 法在加利福尼亚州和越南之间运输各种蔬菜，在加利福尼亚州和波多黎各之间运输西红柿。

Polarstream 法还要排出不够活泼的氮气，必要时还用装袋的石灰来吸收果蔬呼出的二氧化碳，以免这种气体聚集。

由于公司倒闭，没人再使用 Oxytrol 法。

## 二、改变运输舱内原有气体

就我们所知，目前只有美国用这种方法。这种方法是，冷冻车厢或集装箱一装满预经冷却的果蔬后，就充进适合该品种水果或蔬菜的混合气体。混合气体 ( $O_2 + N_2$  或  $O_2 + N_2 +$

CO<sub>2</sub>)有时还含有微量的其它气体(例如,运输莴苣时,含一氧化碳)。

Transfresh 是美国采用这种运输法的大公司之一。该公司经办以下几种业务:制造密封车厢和集装箱,密封检验;配制和充注混合气体;运输舱的密闭(集装箱用塑料帐);袋装石灰吸二氧化碳的测定。

一九六三年创立的 Transfresh 公司原先是 Whirlpool 公司的一部分,该公司用 Tectrol 法,通过丙烷燃烧器注入氮气来配制混合气体。一九七二年起,这家公司开始使用 NASA 的液态氮汽车(每辆汽车容量八千公升),这种汽车曾用于肯尼迪角天体计划(Programme aéro-spatial)。但该公司现已不用此法。

Transfresh 法曾用于驻越南的美军后勤供应运输。目前,美国主要用于路程三、四天以上的运输,例如,从美国西部城市(洛杉矶,萨莱纳,旧金山,西雅图等)的园艺生产中心到东部大城市(芝加哥,费城,纽约等)的火车运输,到阿拉斯加或夏威夷的海上运输,特别是从墨西哥进口的运输。

经常进行运输的水果有草莓,油桃,香蕉,菠萝;蔬菜有莴苣,菜花,布鲁塞尔甘蓝和西红柿。很难了解使用的几种混合气的组成,Ryall 和 Pentzer(1974)认为,其组成比例甚至连美国科学家都不知道;可是,却向顾客分发一种“混合气体须知”说明书,便于用户根据对温度和气体的要求,把应运输的果蔬按品种进行分类。

运输草莓时,用大塑料袋组装成带托架的密封运输单元(unité)并按规定充注气体。

Transfresh 公司不仅在美国西部五十来个城市设有固定业务机构,而且在国外,如中、美洲,也设有流动服务点。

十多年来,这种运输技术还在不断发展。1968至1970,Transfresh 公司使用的冷却集装箱,数量增加一倍。1971年估计拥有运输车辆或集装箱的数量达一万五千以上,其中10%用于海运。目前,该公司准备打入欧洲市场。

### 三、用混合气体运输某些水果

一九六三年,Smith 曾多次谈到用高浓度二氧化碳(10~60%)气体运输水果蔬菜的可能性。现在实际应用中,只限于几种很娇嫩的水果,主要是草莓和樱桃。水果经预冷却后,装入用固体二氧化碳(干冰)隔热的车厢或集装箱内,运输中干冰用于提供二氧化碳气体,也可作制冷源。

这种运输方法有以下几个优点。①减少腐烂(特别是草莓的葡萄孢属和根霉属,樱桃的 Alternaria 和青霉属);②很好地保持颜色和原有硬度;③甚至在离开空调环境和出售时放在常温空气中,还能抑制水果的变化(évolution);④运输樱桃时,可减少出现凹陷(Pitting)现象。

二氧化碳浓度太高或商品陈列时间太长,对贮存不利,主要是会引起呼吸紊乱,乙醇积累和降低特种芳香物的产生(Ulrich 和 Marceljin 1972年试验)。

除英国运输浆果(Smith 1958年试验),加拿大向 Tropiques 出口苹果(Eaves 等 1973 年试验)之外,美国在西、东部之间草莓—特别是樱桃运输中,早已使用这种运输法(只加利福尼亚州使用);此外,人们还很称赞加利福尼亚州采用加套聚乙烯袋的纸箱的办法。极易腐烂的草莓,有效保存率往往只能维持一天,因为它们碰到车辆板壁后,特别是草莓处于晃动状态时,会造成破损。新设备,特别是密封性能更高、隔热性能更好的车辆,可保证今后有更好的运输条件。

十多年来,美国一直努力改进草莓的空运技术。这种浆果经常由美国航空公司承运。一九七〇年以来,该公司就从加利福尼亚运出一千七百万公斤草莓,其中一百万公斤出口欧洲。草莓应在 3℃ 时进行预冷却,运输过程中,温度可高些,15℃ 或 15℃ 以上。为保证运输中的贮藏质量,Harvey(1973年)曾提出用高浓度二氧化碳气体,并成功地进行了托盘塑料包装

的试验一托盘中先放少许干冰。从加利福尼亚到美国东海岸或德国的运输途中，使贮气中的二氧化碳浓度逐渐增加到20~25%，就可保证贮藏质量。

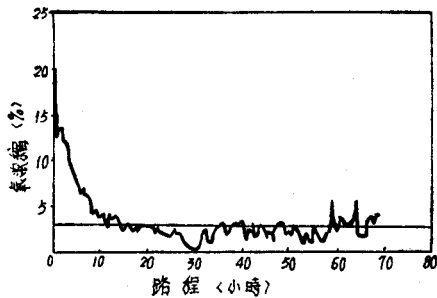


图2 加利福尼亚到欧洲空运草莓过程中托盘包装中CO<sub>2</sub>和O<sub>2</sub>的浓度变化

#### 四、运输中的贮藏方法

用控制气体(气调)或称改变气体保存水果蔬菜的方法，通常用于贮藏，有时也用于运输。用于运输时，主要采取塑料封合袋包装或进行一些特殊处理。

##### 1. 塑料封合袋

不少人，特别是Platenius(1946年)，Harddenburg和Anderson(1959)，Marcellin(1960)，Jurin(1962)，Tomkins(1965)等人，研究成功用严密封合的薄塑料袋限制贮藏品的呼吸交换，对水果蔬菜进行气调贮存的方法。经常使用的是各种形状的聚乙烯薄膜包装袋(袋子，小袋子，纸箱或木箱的衬套)。另外，还设计出一种带扩散窗的塑料袋，扩散窗上涂一层聚硅弹性体(Marcellin1974试验)；有的体积很大，装在托架上，有的体积较小，可装在纸箱里。这些容器有时也用于水果运输：

**樱桃** 美国在樱桃冷却运输中早已使用聚乙烯封合袋作内衬的纸箱(Gerhardt等人1965年试验)。塑料袋的贮气组成比例为，氧3~5%，二氧化碳7~9%。四天内短期不冷冻樱桃运输法很使人感兴趣(Patchen和Schomer1970年试验)。

**梨** 密封聚乙烯袋也用于北美、澳大利亚长途冷却运输梨。澳大利亚向欧洲海路出口梨就用这种方法(Hall1971年试验)。包装袋中的氧气浓度一般是1~10%，二氧化碳浓度不得超过3%以免因积聚而造成梨的褐变(主要是褐心)。对二氧化碳很敏感的品种(Beurrée Bosc, Winter Nelis, Winter Cole等)，澳大利亚人放进石灰，作为包装袋内二氧化碳吸收剂。

**热带水果** 美国“联邦水果”公司向中美洲运输香蕉时，就使用部分真空的聚乙烯袋(Woodruff, 1969年试验)。苏伊士运河不通航期间，法国从索马里进口的香蕉全部用这种包装方式。Scott和Roberts(1966年试验)在澳大利亚已试验成功用开几个微孔的聚乙烯袋在温度稍高中铁路运输香蕉。有人建议，用Pwafil吸收剂(附在疏松物上的碱性高锰酸盐)来吸收提前达到呼吸高峰的香蕉所呼出的乙烯的方法，进一步提高聚乙烯袋贮藏香蕉的质量(Liu1970年试验)。

以色列和英国之间运输鳄梨时，就使用2%左右的氧气和8%的二氧化碳气调贮存法(Zauberman等人1969年试验)。最近，IFAC用硅橡胶窗聚乙烯袋把安第斯鳄梨运到法国，这是一次试验性运输，但效果很好。

##### 2. 特殊处理

###### ①用二氧化硫处理葡萄

大家都知道可用二氧化硫贮藏葡萄。这种气体即使用量很小，也能有效地杀菌。这种在贮藏中应用的处理法也用在运输中(Ryall和Pentzer, 1974年试验)。这种气体的使用量(100~120ppm)可用一种简易的发生系统进行检测(Paulin, 1967年试验)。

###### ②用乙烯进行水果催熟

为了向市场提供成熟度合适的水果，运输未完全成熟的梨、李或苹果时，往往要进行催熟，时鲜水果更是这样。运输路程短时，美国采取的运输途中催熟办法是，一方面提高贮温，另一方面在贮气中充进乙烯气体，例如Williams梨，充100—1000ppm乙烯(Ryall, 1955年试验)。

## 聚氨酯泡沫塑料气调库

在澳大利亚，第一批气调库是由普通冷库改建的，最初采用的气密措施是在库体内衬上铝箔复合纸或橡胶涂料。这种贮库密封很差，必须按时充入低氧气体，以保持贮库中具有符合要求的气体。

南澳大利亚首先采用聚氨酯泡沫塑料来加强苹果气调库的隔热与气密性能。完全用聚氨酯泡沫塑料隔热的冷库，效果非常好，新建冷库最好采用这种库体。

为了适应水果蔬菜的气调贮藏和预冷的需要，目前已经研制出一种简单而又低廉的库体。

水果蔬菜种植者在改建自己的冷库库体时，只用喷上泡沫隔热层，安装上冷冻设备就可以了。为了达到有效预冷和长期贮存水果蔬菜的目的，这里介绍这种冷库建筑结构的一般技术、所需冷冻能力、以及控制仪器的安装。

### 建筑结构

冷库基本上是一个隔热的大盒子。外部有一层防护层，防止隔热层上水汽积聚。理想的气调库是外部的防水设施具有气密性能。气调库的气密材料采用钢板和铝板，金属的外表

面适合于内部喷涂泡沫塑料，使冷库形成外部既可隔水汽又可气密的保护层。聚氨酯泡沫重量轻，作冷库内表面，能相当大地加固库体结构。因此只要轻质构架就可支撑金属防水蒸气层和隔热材料。

一般这种冷库设在现有的棚库里，使用钢管或铝管等距离每隔一米立几根构成基本的构架，在门架上和吊盘管的地方增加适当支撑力的支架。轻质铝包层用封头空心铆钉安装在金属构架的内侧，所有接缝处都搭接起来，用丁基乳香捻缝。地基灌注钢筋混凝土，再铺上火石玻璃层与铝包层结合，形成连续的防水汽层。

在冷库内表面喷涂上隔热层以前，最好先安装管道，将所有电缆，冷冻管从墙外引进来，蒸发器、灯光、除霜排水管、洗涤器和发光器设备的管道也是在这个建筑阶段里安装。

隔热材料喷在库体的墙上、地板上，天花板上，成为连续不间断层。在天花板上厚一些，地板上薄一些，这是为了弥补热负载的不同。泡沫塑料的厚度墙上是7.5cm；地板上是5cm；天花板上是10cm。在澳大利亚的环境条件下（小阿特金，水果冷库，食品贮存季刊第

## 五、结束语

至此，人们不禁要问，欧洲会不会采用气调法运输水果蔬菜？迄今为止，只有美国在工业上和商业上采用这种方法。这种方法在美国应用时特别有利，该国水果产地和消费地距离远，州际交通—特别是铁路运输，此欧洲慢得多。另外，还应指出，由于装有自动冷却设备的运输单位(车辆)急剧增加，目前，冷却食品

的销售量发展很快。那么，法国用气调法运输水果蔬菜的远景会很窄小吗？当然不会，因为至少在下列两个方面大有发展前途：草莓，特别是蘑菇这些娇嫩产品和进口的热带水果，都应使用气调运输。大家知道，热带水果对低温很敏感，我们认为，进口热带水果将为特种贮气的使用开辟广阔的天地。(收稿日期79、9)

柳明译自法文《Revue générale du Froid》，No. 1, 1977