

法国农业部来华座谈真空冷却技术的总结

一、座谈概况

法国农业部专家内拉克 (G.NEIRAC) 于 1979 年 11 月 21 至 22 日在北京友谊宾馆和北京市对外技术座谈办公室所组织的我方有关技术人员就植物产品的真空冷却技术进行座谈。我方参加单位有北京市食品研究所任主谈, 以及北京市西南郊冷冻厂、二机部七院、总后军需所、天津粮油进出口公司、天津市第一冷冻厂、北京市蔬菜研究所等九个单位。内拉克先生和其它法国专家等五人还在 11 月 27 日访问了北京市食品研究所。现将座谈内容总结如下。

二、真空冷却原理

真空冷却的原理是比较简单的, 它是通过植物产品中含有的低比例水份的蒸发去提取它的热量, 但由于水份的蒸发潜热值很高, 所以把植物的温度从 24℃ 降到 0℃ 时, 就得把它所含有的水份蒸发掉 3 ~ 4 %。不过这样的蒸发在自然环境中, 是难以达到的, 而且空气中的氧和氮分子也阻碍了水蒸气的蒸发, 植物本身的冷却也是相当慢的。此外在空气中水份的蒸发也很难使湿球温度降到 15 或 17℃ 以下, 因此要达到这目的只有依靠在真空的环境中才能得到, 它只要在较小的 4 托压力 (4 毫米汞柱) 下, 就能克服上述的困难。

三、真空冷却设备

待冷却的植物产品是放在一个密封体中, 密封体要相当坚固, 能抵抗外界的大气压力和隔热。它的容积一般以能装进一个或几个的冷却产品的托板为准。托板上是放有多数冷却产

品。密封体开有一个门或两个门作为出入冷却产品用。带有两个门的可以把一个门作为进口, 另一个门作为出口。门的连接点要起到真空密封效果, 但为了提高开始时的密封可靠性, 法国采用的是较新颖的膨胀连接法。膨胀连接法是一种利用气胎式的内部充气的橡胶密封圈。密封体内还需要装入垫板、滑轮和导轨系统等。

密封体内的抽真空和维持真空, 首先要排除不冷凝气体。不冷凝气体是指原先在密封体内存在的空气和在冷却过程中由植物产品中释放出来的不冷凝气体。

排除不冷凝气体, 原来没有什么困难, 可以用机械泵 (真空泵) 在几分钟内达到 4 托。但要排除水蒸汽却较困难。密封体在 4 托的压力下, 其中的水蒸汽的比容是 200 米³/公斤, 所以在冷却一吨的植物产品时, 就要蒸发相当于 40 公斤的水, 即 4 % 的水。这样将产生 8,000 米³的水蒸汽, 那么要排除这么多的水蒸汽, 在技术上是很难的。法国在处理这样大量的水蒸汽时是通过把水蒸汽结霜在密封体内的一个类似带翅片的蒸发器的冷壁上, 这样就能巧妙地排除大量的水蒸汽, 克服了困难。

甲、蒸汽喷射器

已如上述, 排除水蒸汽可以使用机械泵或蒸汽喷射器。在使用蒸汽喷射器时可用两个, 一个是用作予排空, 目的是使真空贮室的空气达到 1/10 的大气压的低压程度, 另一个低压喷射器是使贮室排到 4 托。排空壳管式凝器维持部分真空, 这是因为有不冷凝气体的存在。冷凝器的冷却是需要大量的水, 因此在使用中就受到局限性, 喷射器在排除 1 公斤的蒸发水时

要消耗 3 公斤的蒸汽，提取 1 公斤产品的水要冷凝 4 公斤的水。

提取水的重量是处理产品重量的 4 %，即每吨40公斤。这就需要 4 倍多的水，即 160 公斤的水。水的冷凝要释放 600 千卡的热量。冷却水在冷凝器通道里的温度上升 6 度，可带走 6 千卡热量/公斤。冷却水的重量是冷凝蒸汽的100倍，即 $160 \times 100 = 16,000$ 公升水/吨冷却产品。这时由于闪点上的蒸发量很大，所以暂时的流量很高，这样还要冷却那蒸汽。

喷射器上还设有制冷收集器，产品蒸发的水蒸汽全部由喷射器吸走，但这种装置是复杂的，因为作为一个机组来说还包括有低压喷射器、锅炉和冷凝器等。特别在使用时手续更为复杂。不仅它的耗水量大，而且噪音也大。目前在法国已转向使用机械泵。

乙、机械泵

在法国，一般使用的是能在10或20分钟内达到 4 托真空度的产品流量的机械泵。确定产品流量的理论公式是：

$$D \text{米}^3/\text{小时} = V \cdot \frac{60}{t} \cdot 2.3 \log \frac{P_o}{P_i}$$

D：测定容积的流量

V：密封体的容积

t：取得 P_i压力的时间(分钟)

P_o、P_i：真空贮室中最初和最终压力

不过在实际当中所采用的数值是比理论值要高 2 ~ 3 倍。利用机械泵组成的抽真空设备是由带有水蒸汽收集器的制冷蒸发器组成，表面温度是 - 6℃ ~ - 10℃。在蒸发器上冷凝的水蒸汽的量很大，产品中的水份在闪点时开始蒸发。采用这种方式的抽空的机械泵不是用于排除水蒸汽，而只是用于保证最初的真空，所以机械泵的能量和容积要搭配适当。至于水蒸汽收集器的制冷量应该和冷却负荷贮室的冷却量相适应才成。

这种利用机械泵方式的装置包括有机械泵和水蒸汽制冷收集器两个部份，其中收集器是用于排除水蒸汽的，所以没有必要使用价格高

容量大的泵。

四、操作过程

当被冷却产品进入真空贮室时，应立即将门关闭，开动机械泵和水收集器的制冷压缩机。这时贮室中的总压力逐渐下降。但只要总压力高于冷却产品中的水饱和蒸汽的压力就能依道尔吨定律进行缓慢的蒸发。不过在总压力下降到饱和蒸汽的压力后（即在温度大约是 20℃，对产品的压力是 17 托时），水份才开始大量蒸发，这时的蒸发就是闪点。如果在总压力继续下降到4.7托时，这时压力就相当于温度稍高于 0℃时的水的饱和蒸气压力。因而产品中的水份蒸发和产品本身的冷却才很快，它可以在15或30分钟内取得最终温度。

温度在达到 0℃时起，相应的饱和蒸汽压力是低于贮室中 4.7 托的总压力，这时蒸发又遵循道尔吨定律，再一次地的变很很慢。压力在 0℃时的饱和蒸发的压力比 4.7 托稍低，因此把贮室中的压力调到 4.7 托时就完全可以防止产品的结冰。

在达到上述阶段后可破坏真空，打开密封体的门取出冷却后的产品。在打开真空贮室的这一过程中利用外界温度足够溶解收集器上的集聚的霜。

五、真空冷却的优点

根据法方介绍，植物产品在利用真空冷却方法进行冷却的速度是较快的。从下表可知，多叶蔬菜和小水果的冷却最快，从表中也可得

产地：Barger		表 1				
品 名	周 期	温 度 (°C)			重量损失	
		最初	最终	Δt	(%)	
芦 笋	20′	20	10	10	1.5	
布鲁塞尔卷心菜	20′	17	5	12	2.5	
菜 花	22′	17	13	5	1.5	
芹 菜	20′	17	10	7	1.3	
蒿 苣	20′	20	5	15	3	
碗 豆	22′	21	11	10	1.8	

产地：INRA			表 2		
品 名	持 续 时 间	下降温 度(°C)	品 名	持 续 时 间	下降温 度(°C)
芦 笋	20′	12	欧 芹	20′	10
甜 菜	16′	8	小 红 萝 卜	15′	8
菜 花	20′	8	莴 苣	17′	20
尖形卷心菜	20	12	蘑 菇	25′	14
黄 瓜 类	25	7	櫻 桃	30′	16
青 豆	30	12	草 莓	35′	8
菠 菜	14	11	桃 子	30′	4
大 茴 香	20	4			

知植物的单位重，表面积大的有利于蒸发，尤其多叶菜的层层叶子，在使用传统的方法进行冷却时却成为隔热体，难于冷却。

真空冷却的优点可归纳以下几条。

1.真空冷却的速度不仅比一般的快，而且产品重量损失仅是4%，比一般方法的15～20％要少得多；

2.产品中的蛋白质、脂类和糖类的成份都没有损失；

3.真空冷却可迫使寄生虫跑出叶外，某些微生物也部分地被消灭；

4.某些低分子的芳香物质的含量可减少，这对某些具有异味的蔬菜反而有利；

5.装置可装在卡车上，在产地进行冷却；

6.产品可在有包装的状态下进行冷却；

7.冷却方法是静态的，不必担忧因风速而损坏产品体形并可延长贮藏期，尤其这对冷却插花更为有利；

8.真空冷却的唯一缺点是成本高。法方初

(上接第31页)

这种快餐制作时有两点必须注意：即在油炸时要控制一致的长度和一致地膨松度。长度的控制跟加工条件与配方有密切的关系。在油炸时，其宽度也在变化。未膨松好的产品则硬而紧实。膨松合适可使产品得到轻而松脆的结构。过于膨松则使产品发生变形，松密度太低，显著影响包装时的称重，其结构特征也发生变化。

步估计每公斤冷却产品的销售价不超过六分人民币的可用本法。

六、真空冷却与气调的结合法

一般来说气调贮藏可使植物产品在一年内仍能保持原有风味，尤其对平果更为相宜。法方还介绍了真空冷却和气调结合的一种方法。这种方法是先把植物产品真空冷却，然后再使之进入冷库中气调，这也就是使产品从冷的状态进入气体状态的一种贮藏方法，优点是可大大地缩短了冷却时间。这种方法大体可分为两种，一种是产品在采摘后装入纸或木制容器内，再把这容器放在托板上，每个托板再用塑料薄膜罩起，塑料罩上留有一个用硅橡胶制成的窗口作为呼吸窗口，即人工肺，然后再运入真空贮室中进行冷却，最后再进入 0℃库中贮藏。

法方介绍贮存西红柿时的例子是可贮存六个月而不变质，其条件是：果实成熟度为半红果，用托板式，O₂ 5～15%，CO₂ 1～10％；气调库，O₂ 3％，CO₂ 5％；温度，0℃～+ 2℃。

七、结语

通过和法方进行三次技术座谈，使我们受到启发，认为真空冷却具有优越性，尤其真空冷却和气调结合的方法更为理想，这可对较贵的水果和蔬菜等进行使用。

收稿日期79.11)

北京市1979年度对法技术座谈(84)小组

引起这种变化的原因可以是一种或多种因素，这些因素包括：原料特征、配方、挤压和干燥状况、油炸温度和时间等。Dawe先生还说：生产系统是高度复杂的，每一个有问题的地方都经过不断地鉴定，检测和排除故障。生产工厂都安装了用来检测、试验重要加工参数的仪表，这些仪表永久地安装在工厂里，可使工厂得到最合适的生产。(收稿日期79.7)

成孟秋摘译自《Food Manufacture》March1978