

# 快速冷却与隧道冷却

——丹麦GRAM公司1982年2月第29号生产情报

## 一、快速冷却

对一座屠宰场操作经营的经济效益具有实质性影响的一个因素，就是要尽可能降低在冷却过程中，由于水分蒸发而造成的重量损失。

决定这一因素的关键是在肉类的冷却和冷藏过程中所采用的吸热方式。

在屠宰场采用机械冷却之前，为了保持白条肉的新鲜度，将其挂在回笼间内，依靠白条肉的水分蒸发，而取得某种程度的冷却。当然这样做的结果是白条肉干耗大，质量差。在最初使用机械冷却时，仍然在主库外进行，先以室外空气冷却，然后再在冷房间内用机械冷却，使白条肉温度降至 $20\sim25^{\circ}\text{C}$ 。这里干耗依然是十分可观的，约为5~6%。

发展到第二阶段，整个吸热过程是在冷库内进行的，冷却时间约为16~20小时，干耗可降低到3~4%。这里的干耗是指白条肉在冷却间内的重量损失。

## 二、快速冷却间

五十年代，我们就开始研究进一步降低干耗的可能性。这种研究部分根据理论计算，部分是从实际工作中取得的经验。我们发现主要影响冷却干耗的四个条件是：

1. 尽量缩短停留时间；
2. 空气温度应适当的低些；
3. 冷却表面与空气之间保持适当的温差；
4. 最初的气流速度。

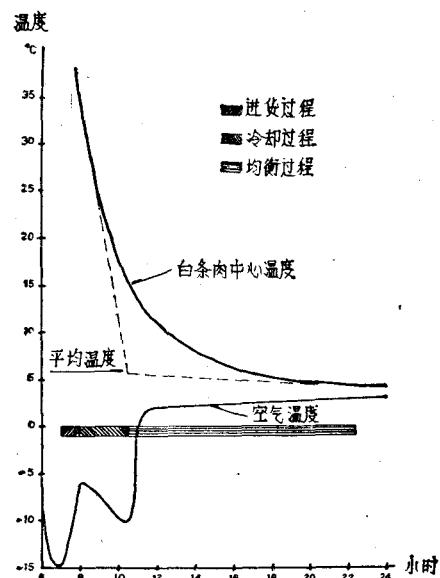
根据这项研究和开发工作，在屠宰场内设置了一些预冷间即快速冷却装置。

快速冷却间不宜太大，要求在第一头胴体进入以后一小时内装满。猪肉直接来自屠宰车间，其温度为 $35^{\circ}\text{C}$ 左右。每个冷却间配置了蒸发器和循环空气的风机以及控制供液的装置。

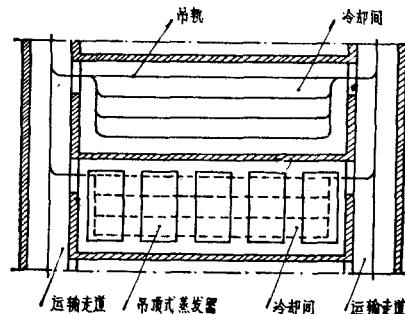
在开始进货之前，应将冷却间的温度降低到 $-10\sim-15^{\circ}\text{C}$ 左右。在进货期间（一小时），空气温度将升高到 $-6^{\circ}\text{C}$ 。在装满白条肉后，将门关闭，开始加强冷却，直到白条肉的平均温度降到 $5.5^{\circ}\text{C}$ 以下。在这过程中空气的平均温度应在 $-8\sim-10^{\circ}\text{C}$ 左右。冷

却时间（不包括进货时间）为2~3小时。

当白条肉的平均温度已降到 $5.5^{\circ}\text{C}$ 以下时，冷却停止，进入均衡阶段。均衡时间须持续12小时，气温升高到 $+4^{\circ}\text{C}$ ，保持这个温度的方法是使蒸发器周期性运转，由程序控制器或一个温度控制器控制。



图一 冷却过程中测得的白条肉与空气温度



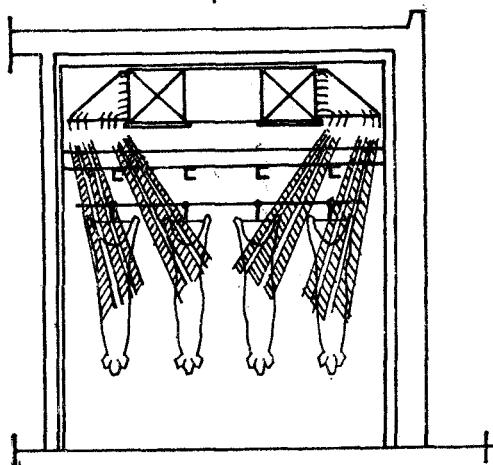
图二 快速冷却间的平面布置

冷却65公斤的熏猪肉可以采用下面的有关数据：

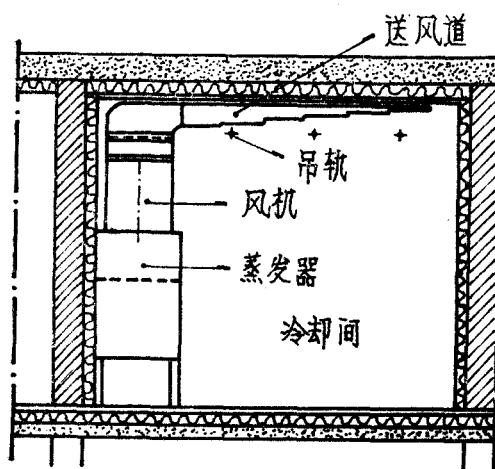
1. 每米吊轨的猪头数：3头；
2. 吊轨之间的距离：0.7米；
3. 吊轨与墙的距离：0.6米；
4. 吊轨高度：最小2.5米；
5. 每头猪配置的翅片冷却表面积：4.5平方米；
6. 通过白条肉的气流速度：约为1米/秒。

### 三、快速冷却间中蒸发器的布置

冷却间中的蒸发器布置主要有两种形式，即吊顶式和立式（见图3和图4）。吊顶式蒸发器装在吊轨的上方，通常是双向送风的，也就是由一台风机向两个空气循环系统送风。立式蒸发器一般靠墙安装并配有风道。



图三 装吊顶式蒸发器的快速冷却间



图四 装立式蒸发器的快速冷却间

这两种蒸发器都有它的优点和不足之处。吊顶式蒸发器虽然不占面积，但在吊轨上方它需要一米左右的空间。在使用吊顶式蒸发器时，由于冲霜水盘凝结的水分，可能会滴在吊轨和产品上。

重要的是要保证气流均匀而恰当地通过白条肉，最好是使冷空气首先接触到白条肉的多肉部分，即腿臀部位。

冷却间的最大宽度相当于3~5根平行吊轨所需的间距、快速冷却间不能与温度较高的屠宰车间直接连通。

实际操作的结果表明，蒸发器可以不要冲霜装置。因为霜层从未达到阻碍空气循环的厚度。在每次冷却周期开始前可以进行彻底地冲霜。

蒸发器的翅片间距为8.5毫米。在某些情况下，因冷却间可能周期性地用于其它目的，蒸发器的迎风面最初的三分之一的翅片间距最好是17毫米，另外三分之二的翅片间距为8.5毫米。

如果快速冷却间的条件和操作方法均符合上述规格，冷却干耗将可保持在2%以下。在有些屠宰场应用此法，干耗已低达1.6~1.7%。

### 四、隧道冷却

一些屠宰场发现快速冻结间很难达到令人满意的效果。原因之一就是在快速冷却间装满和可以开始冷却过程之前，要花好几个小时把肉进行分级，其结果使干耗增大。

为了改进这一状况并取得其他优点，在一些现代化的屠宰场设置了隧道冷却装置。隧道冷却就是当猪在屠宰车间加工后，通过运输装置立即进入冷却区进行冷却。

下面介绍一些在建造隧道系统时应考虑的问题。

#### 1. 建筑的尺寸和布置

1) 隧道应分为两个部分，一部分为回笼间，另一部分为隧道本身。

2) 这两部分可以建造在同一房间内，为了便于气流循环，可用轻质的隔板将其分开。

3) 隧道的进、出口的布置应保证与外界空气交换最少。

4) 必须遵守立法机关制定的规定。（按丹麦法律，例如，隧道的进、出口须有1.4米净宽。）

#### 2. 传送带

1) 每米传送带有三个拨齿。

2) 转轮的直径为900毫米。

3) 传送带离墙的距离为700~800毫米。

4) 在隧道前和后的传送带上，必须有转挂装

置。

5) 传送带的最大长度取决于转轮个数，约为200米。假定每小时通过约为220个拨齿，拨齿的间距不小于330毫米。

6) 拨齿点离地面的高度至少2.5米。

### 3. 蒸发器和空气循环系统

1) 蒸发器和风机应当安装在冷却间的顶部。假如正确地考虑了以下情况，他们也可以沿墙安装：

a. 循环空气得到均匀的分配，使气流量充分利用，而且白条肉的腿臀部分受到最高的气流速度。

b. 便于操作和维修。

### 4. 压缩机房

1) 回笼间和隧道本身都采用两级压缩，蒸发温度约为-38°C。

2) 根据库内空气温度来自动控制压缩机的操作。

3) 隧道系统的开、停和转入夜间运行等操作都是自动化的。

### 5. 隧道在一个工作周内的操作情况

1) 隧道每天出清一次。

2) 隧道全部出清时间是从最后一头猪离开屠宰加工线后约一个半小时（停留时间）。这样就能使工人将白条肉分级和将其运到均衡间的工作交错进行。

3) 当隧道被出清后，制冷系统自动转入夜间运行。室内温度由温度控制器控制，一直保持在-5°C左右。（在整个工作周内，最高温度不超过-4°C。）

4) 在第二天早上进货前，必须将隧道清洗干净。（干洗）

5) 每周在通过星期五整个夜间使隧道温度升高到0°C以后，于星期六将隧道进行彻底的清洗。

### 6. 分级和均衡温度

1) 与隧道连接处要设置白条肉分级场所，该处的空气状况必须保证白条肉表面不结露。（凝结水会给储藏带来问题，特别是如果均衡间没有为白条肉提供表面干燥的设备。）

2) 从隧道出来的白条肉的表面温度为-4°C~-8°C。

3) 在均衡冷却间里，最好采用自然对流并结合微弱的空气循环。在均衡冷却间内使白条肉内外温度均衡，一般要在间内停留12小时以上。

4) 刚从隧道里运出的熏猪肉的温度为：

腿臀中心： 30~28°C

腰部中心（平均温度）： 6~4°C

5) 在均衡以后，白条肉的温度最好接近于

5.5°C，因为这样做最经济。5.5°C是允许的最高温度，而在实际工作中应该是4.5°C±1°C。

6) 在均衡冷却间内白条肉的温度被降低1~2°C。

7) 由于均衡间每天都要清洗，考虑到凝结水的问题，应将其分成几个均衡间。

8) 在均衡间内，每米吊轨可挂5头白条肉。

### 7. 猪的冷却隧道的建造和规格的通常做法：

1) 全部冷却时间：约为一个半小时，分为

回笼间：约为10~15分钟

隧道本身：约为70~75分钟

2) 一般工况：

a. 整个隧道的气流速度：约为2.5~3.0米/秒

b. 空气温度

回笼间：约为-24°C

隧道本身：约为-26°C

3) 传送带长度：

传送带长度由下列等式确定：

猪头数/时 × 停留时间 × 1/a × 1.1 = 米

这里：

停留时间直接代入等式；a为每米传送带的白条肉的数量；1.1是考虑屠宰率和猪头数/时差异系数。

以上等式不包括其返回的长度。

4) 蒸发器和风机：

a. 总的蒸发器表面：约为20平方米×猪头数/时

b. 回笼间的蒸发器至少要有四台。隧道本身的蒸发器可以分为二组或三组，以便根据需要分别进行冲霜。

c. 蒸发器应设有自动热气冲霜设施。

d. 总空气循环量：30~50米<sup>3</sup>/分×猪头数/时

5) 压缩机房

a. 氨泵系统。

b. 回笼间和隧道本身都是双级压缩，蒸发器的吸入温度为-38°C。

c. 蒸发温度为-38°C~-40°C时，双级压缩机产冷量约需：2400大卡/时×猪头数/时。

d. 整个机房使用共同冷凝器系统，便于夜间泵系统连接时不发生故障。

6) 温度均衡间

a. 每米吊轨可挂五头猪。

b. 如果房间里采用微弱的空气循环，可参照下列数据：

每头白条肉每分钟的空气量约为1米<sup>3</sup>。

（下转第54页）

无疑可作为鱼肉腐败程度的一个标志。它的优点简便、快速。

应当说明的是，上表测定结果是初步的，如黄姑鱼、梭鱼释水量的测定出现不规律或不明显，这主要是试验安排不妥，仅将鱼放在瓷盘上，没有放在恒湿的条件下，由于房间有暖气开放，空气相对湿度较低，仅25~45%，使鱼体表面干燥，特别是几种鳞多皮厚的鱼，剖开时都较困难，是否这是影响这次测定的因素，尚需进一步确定。

### 结语

本文对鱼肉释水量作为检验鱼腐败程度的问题作了研究，探讨了测定释水量的诸因素，修正了测定方法，并以鲅鱼为原料对释水量、VBN、pH值作了比较试验，归结如下：

1. 采用pH=4.6邻苯二甲酸氢钾—氢氧化钠为缓冲液，鱼肉的释水量随腐败程度而减少。

2. 鱼肉释水量的测定，经修正为取25克鱼肉加100毫升邻苯二甲酸氢钾—氢氧化钠缓冲液，匀浆1分钟，立即过滤，选择过滤20分钟为测定释水量体积的时间。

3. 鱼类鲜度鉴定宜采用综合判断，释水量测定是一个良好参考指标。它方法简便，操作迅速。

(上接第41页)

每头猪需冷却表面约0.6米<sup>2</sup>。

蒸发温度约为-1°C。

空气温度约为+4°C。

8. 干缩与贮藏期：

1) 隧道中测得的干耗约为0.75%。

2) 均衡间测得的干耗约为0~0.15%。

3) 总干耗(包括屠宰车间)约为1%。

4) 再进一步减少干耗，可能会缩短贮藏期。

5) 采用目前隧道冷却方法证明，猪肉的贮藏寿命是和采用快速冷却方法一样的。

6) 假如采用适当的步骤和操作方法，快速冷却猪肉在冷却和均衡间的干耗可以降低为1.6~1.7%。但实际上这是极其困难的。在实际操作中，允许1.8%左右的干耗。

4. 水产品种类繁多，体内化学组成随季节变化较大，用此法对于各种鱼类的适应性以及早期腐败释水量的绝对值，尚待继续研究。

### 参 考 文 献

- [1] 篠塙正义，渋谷安则，高藤政昭，佐藤泰政，1978。食品卫生研究，Vol 28, №2, 48~52。
- [2] Burt J.R., 1977. Process Biochem., №1, 32.
- [3] 黒川孝雄，1974。渔船，№4, 190395~190399。
- [4] 江苏省水产学会，1980。日本考察资料选编，第2期，42~50页。
- [5] Murray C. K. and D.H.Gibson, 1972a. Fd. Technol., №7, 35~46。
- [6] 内山均，1978。养殖，№12, 77~82。
- [7] F.D.Jahns, J.L.Howe R.J.Coduri, JR and A.G.Rand J.R., 1976. Fd. Technol., 30, №7, 27~30。
- [8] Cobb III B.F.Vanderzant C.Hanna M.O., and Yeh C.P., 1976. J. Food Sci., 41, 29~34。
- [9] James M.Jay, 1964. Fd.technol., Vol18, №10, 129~132。
- [10] James M.Jay, 1964. Fd. Technol., Vol 18, №10, 133~137。
- [11] Shelef L.A. and Jay J.M., 1969. J.food Sci., 34, 532~535。
- [12] Shelef L.A. and Jay J.M., 1971. J food Sci., 36, 994~997。
- [13] 上海商品检验局主编，1979。食品分析化学，110页。
- [14] 中华人民共和国卫生部 食品卫生检验方法 微生物部分 1978。
- [15] 章村人译，1981。食品科学，第3期，19~22页。

### 9. 优点

1) 从屠宰车间运出的猪肉直接进入连续冷却过程。

2) 所有的白条肉都暴露在相同时间，相同工况中，因此可以得到温度均匀一致的冷却。

3) 控制吸热过程很方便，而且猪肉的干耗比快速冷却法要低。

4) 这种冷却方法可能使猪肉的贮藏期比快速冷却法还长。

5) 工作环境比较好。

6) 没有凝结水的问题。

7) 在均衡间内白条肉可以较紧凑地挂在一起。

8) 冷却后的白条肉可以加工出较多的火腿。

钱塘军 译

郭予信 校