

白条肉在冷冻加工过程中的干耗

目前在(肉类)食品冷冻加工过程中,作为冻结或冷却食品状态的温度,大体上是处于以下温度范围内:冷却食品为 $0^{\circ}\text{C}\sim+15^{\circ}\text{C}$;冻结食品为 $-40^{\circ}\text{C}\sim-15^{\circ}\text{C}$ 。

在这个冷加工过程中,食品要发生一系列理化方面的变化。在物理变化中,其中具有特殊意义的是重量损耗,亦称食品干耗或干缩,它除了造成工厂企业很大的经济价值损失外,并能影响冻肉的质量和外观。对这个问题,早已引起广大从事研究食品冷冻工艺人员的普遍重视。日本的一个食品代表团来我国访问座谈时就曾提到,他们在食品冷加工企业中提出的口号是,为减少 0.1% 干耗而奋斗。在每届国际制冷学会上,也经常有关于食品冷加工过程中干耗方面的论述。

我厂白条肉采用的结冻工艺是二阶段冻结,第一阶段是胴体进行冷却,冷却时间为20小时,胴体终了温度在 $+4^{\circ}\text{C}$ 以下。然后再结冻,时间亦为20小时,结冻终了胴体后腿部中心温度为 -15°C 左右。

每年由于白条肉结冻干耗所造成的损失平均为350吨左右。同时由于白条肉表面干耗,直接影响了产品质量的进一步提高。特别是在对外贸易方面。有些白条肉虽则贮藏期较短,但表面干枯已很明显,而不得不转为内销。为此,我们做了一些有关白条肉冷却、结冻干耗方面的测定和一些初步探讨。由于做该项目试验时间较短,次数有限,因此所得出的一些数据和进行的一些分析免不了带有某些局限性和偶然性。

一、对白条肉结冻干耗实际测定

对于肉类食品于空气中进行结冻时干耗的测定,在有关方面书籍中已有详细论述和一些

较精确的计算公式。但这些公式大都是在假设一些非均匀系数恒定不变的条件下所得出的。因此在应用于实际生产过程中就必然有其局限性。在去年一年中,我们对生产的14000吨冻白条肉的干耗进行了测定。表1为79年度1~12月份白条肉结冻每月所测得的干耗率。

冷却、结冻干耗率一览表 表1

月 份	损耗重量/总重量(吨)	总干耗率
一	74.53/2507.35	2.97%
二	35.04/1134.50	3.09%
三	18.91/702.59	2.69%
四	60.29/2215.21	2.72%
五	55.12/2569.18	2.15%
六	58.59/1895.26	3.09%
七	39.55/1294.71	3.05%
八	19/541.61	3.51%
九	8.32/335.31	2.48%
十	23/841.45	2.73%
十一	44.2/1799.28	2.46%
十二	41.08/3487.46	1.18%

注:此表冷却、结冻干耗率并不是全部采用二次结冻工艺,因为生产旺季往往是一天冻两库,结冻时间较短,肉体终了温度也达不到 -15°C 要求。

表1计量是由肉脂车间和冷藏库司磅员负责,经抽样检查,其计量误差为 0.8% ,其中已包括了操作和其它因素所造成的误差。所得到的年度平均干耗率为 2.8% ,这数值和我省一般生产性冷库估算冷藏冻肉总损耗为 3% 是大致相符的。

由此,我们可以看到整个结冻过程中所引起的干耗损失是很大的,仅就一个日宰2000头的肉联厂来说,一年中就要因干耗这一项,损失600多吨肉,相当于15000头猪。这就给我们

提出了如何制订合理的结冻工艺,以减少干耗率这个很有实际经济意义的课题。

二、对白条肉冷却阶段和结冻阶段的干耗测定

在比较强调二次结冻工艺的国家中,据有关资料介绍,日本采用二次结冻工艺的干耗率为3.16%。为此我们做了些计量精度较高、冷却、结冻工艺条件基本按二阶段冻结要求进行的试验。它们各阶段的干耗率测定的结果如表2。

两阶段结冻干耗率 表2

序号	冷却干耗 %	出库肉温 ℃	结冻干耗 %	出库肉温 ℃	总干耗率 %
1	1.26	+1.5	1.35	-14.2	2.61
2	2.3	-0.5	1	-17.7	3.3
3	2	+1	1.29	-15.9	3.28

从这几次测定看来,二阶段结冻干耗率是大的,它们在冷却、结冻阶段各自占总干耗率的比率,基本上是胴体冷却终了温度所决定的。而总的干耗率随着结冻终了胴体温度的下降而表现的较高。从表2看来,白条肉采用二阶段结冻工艺的干耗率明显高于部颁结冻干耗率为2.2%的标准。

三、影响白条肉干耗的因素

为了搞清造成白条肉干耗的原因,我们测定了每一个月每天的干耗率,表3是其中一个月的记录表。

在这些测定过程中,我们发现,即使是同一季节,同一货源,采用同样结冻工艺,但实际测得的每天干耗率却很不相同,且呈现出无规律变化,我们也曾对胴体大小、脂肪层厚度等因素进行了观察和试验。看来,它们对干耗影响并不很明显。到底是什么原因造成干耗率悬殊的呢?我们在分析和统计了一部分结冻降温原始记录后发现:白条肉的干耗率受结冻时的工艺条件影响很大。由于目前我们没有制订严格的冻肉结冻工艺,只是简单规定了结冻时间和终了温度,而对结冻过程中不同时间释热

79年10月份结冻干耗一览表 表3

	屠宰(头/公斤)	结冻(头/公斤)	干耗率 %
3	1403/55869	1403/54676	2.14
5	819/34229	2340/93163	2.06
7	1521/60893	2340/93163	2.06
8	1206/47054	1205.6/45563	3.17
9	1185.5/50638	1185.5/49121	3.00
12	1218/49122	2727/107968	2.59
14	509/61719	2727/107968	2.59
15	1186.5/46055	2689.5/103350	3.28
16	1503/60795	2689.5/103350	3.28
17	1181/46805	1180.5/45288	3.24
18	1001.5/40757	1001.5/39495	3.1
19	1163.5/48366	1797.5/73331	2.85
21	633/27122	1797.5/73331	2.85
23	1252/51603	1252/49825	3.44
25	1293.5/51979	1292.5/60466	2.91
26	844/32029	844/31007	3.19
31	831.5/30779	831.5/29915	2.81
总计	19752/795815	19750/773168	2.845

程度很少考虑,因此就无法控制冻肉的干耗率,结果就出现了忽高忽低的不规律性。

我们知道冷却和结冻,实质上就是胴体自身热量传递给比它温度为低的周围介质,(即空气)使之温度降低的过程。胴体是表面潮湿的物体,因此在和空气介质进行热交换的形式上除了一般物体的传导、对流、辐射这三种形式外,还多了一种放热方式,即以蒸发形式的放热方法,这是由于目前结冻室空气相对湿度无法达到100%缘故。

如果辐射在食品热工计算中可以忽略不计,那末胴体在强制通风的结冻室中所进行放热形式,可以认为主要是以对流和蒸发这两种方式进行。引起冻肉干耗的也正是后者。单位重量的食品从起始温度,下降到我们所要求的终了温度,它所放出的全部热量,就是其焓值的变化值,即为 Δi ,所以就有这样等式。

$$G \cdot \Delta i = Q_{\text{蒸发}} + Q_{\text{对流}}; G \text{ 为物体重量。}$$

其中: $Q_{\text{蒸发}}$ ——以蒸发形式散发热量;

$Q_{\text{对流}}$ ——以对流形式散发热量。

为了把重G公斤的胴体的温度降到预定温度,而又要减少其干耗。这就得减少 $Q_{\text{蒸发}}$

和增大 $Q_{\text{对流}}$ 。上面这个关系式就为我们指出了为减少干耗率而进行对冷加工工艺探索的可能性。在结冻室或冷却室空气温度较低的情况下，就能引起 $Q_{\text{蒸发}}$ 减少和 $Q_{\text{对流}}$ 增大，反之则引起 $Q_{\text{蒸发}}$ 增大和 $Q_{\text{对流}}$ 减少而导致干耗增大。这是因为在较低温度下，在胴体冷却或结冻初期，由于蒸发而损失同样 ΔG 水份，就能使空气较快趋向临界饱和状态。这就减慢了胴体表层水份向空气蒸发的速度。这样就减少了 $Q_{\text{蒸发}}$ ，而对 $Q_{\text{对流}}$ 呢，由于室内空气温度较低，增大了 ΔG 的值，也就增大了 $Q_{\text{对流}}$ ，这样通过改变结冻室或冷却室的温度，就能达到减少干耗的目的。

风速对冻肉干耗的影响，并不象温度对干耗的关系较为明显。或为单调增加，或为单调减少。这是因为增大风速，同时能引起 $Q_{\text{蒸发}}$ 和 $Q_{\text{对流}}$ 增大，因此对风速与干耗关系的试验条件比较复杂，互相牵制比较大，有些资料象〔苏〕戈洛夫金等著的“食品冷藏工艺学”中认为在冻结室中空气的流动速度达到 2~2.5 米/秒，则肉类冻结时的干缩量即不再增加，在食品的厚度或直径约为 5 厘米，则在同样的平均最终温度下，即使空气流速不同，在冻结期间的干缩是一致的；如食品的厚度或直径较大，则在空气流速增强时，其冻结期间的总干缩量将有所减少。

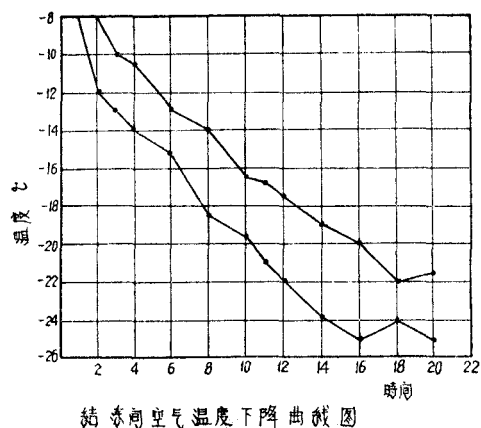
实际上，目前大多数冷冻厂的现有冻结设备是无法达到这样风速的。我们把原有部里定型的三组“304”干式冷风机的12台4号风机改为6台7号风机和6台6号风机（因当时没有多余的7号风机）并把均布（实际上并不能均布）气流的天花板拆除，也只能使室内平均风速从0.3米/秒增加到0.6米/秒左右。该风速是用北京的QDF-2型热球风速仪所测的，增大风速对结冻时间是有很大影响但如对其他条件不加控制则改变风速对冻肉干耗影响很小。

由上述可见只有在控制结冻室或冷却室室温为低的前提下，才能收到既缩短了冷加工时间又减少了重量损耗。当前国外对冷却肉的

冷却工艺采用：空气温度 -35°C ；风速为3~5米/秒，也基本在于这个道理。

四、减少冻肉干耗一些可以探讨的问题

减少白条肉结冻干耗，有效和可行的办法是进行一次结冻。这在国内外资料上早已有所报导，但很少谈及这种结冻工艺方面的具体要求及对制冷设备上的选择。这里我们做了一组对照试验。均为一次结冻，并在同一急冻间内进行冻结，以得到相同风量和风速，只是控制结冻间内温度，当时实测的结冻间空气温度下降曲线如下：



取得的结果是：室内空气温度始终较低的干耗率为1.65%；而室温始终较前者偏高3~4°C的干耗率为2.4%，而且前者肉体终了温度比后者为好。从这里可以看到，室温对冻肉干耗的影响是大的。所以现在新建结冻间大多采用一次冻结工艺，但如不制定一套与设备能力相适应的合理的工艺规程，这样也不能充分发挥一次冻结在减少干耗方面的优越性。

为了从一开始就能取得较低的温度，在食品还未进冷却室或结冻室前，应对库温进行予冷，这无论是对一次结冻，还是二次冻结方式，都能起到加快冻结速度和减少食品干耗的作用。

最后谈一下食品冷加工工艺对制冷设备的一些要求，目前对制冷设备负载是按 ΣQ 的115%来考虑的，部设计院编写的制冷工艺设

新 书 推 荐

由全国食品科技情报中心站和北京市食品研究所翻译、编辑的三种新书现已出版，印数不多，欲购从速。

《水果蔬菜气调贮存译文专辑》第二集

本书共收集20篇国外有关水果、蔬菜气调贮存的技术、设备以及工艺等方面的文献，共15万字，附有插图，每册1.00元。

《尼罗替卡罗非鱼的养殖》

本书译自日人丸山为藏著作，书中介绍我国目前正在引进饲养的尼罗替卡罗非鱼养殖概况、习性、饲养水质管理和饲料配制等方法，全书6万字，附有插图，每册0.50元。

《国外肉制品加工概况》

本书综述国外目前肉制品加工方面的工艺技术情况：国外肉制品发展趋势、加工品种、加工厂的布局设计、加工设备和工艺流程，以及人造肠衣等五大部分。全书6万字，每册0.50元。

欲购者书款迳寄北京市东单东总布胡同弘通巷三号北京市食品研究所。开户银行北京市东四南分理处，银行账号：8902—138。请注明书名册数。

计手册上所列出的计算，这对冷藏库完全适用。但对冷却间和结冻间就要充分考虑食品加工工艺上对制冷设备的特殊要求，如为了在冷却和结冻这二个过程中能对干耗进行控制，就应对制冷设备有一个象电机上通常所说的“机械硬特性”相类似的要求，需要室温始终处于较低温度，以取得较小的干耗率。在冷藏库方面虽也有这个所谓“硬特性”的要求，但可采用比

之更有效的方法以减少其冷藏干耗，象隔套式冷库等。

以上是我们一年来所做的一些粗浅工作和一些不成熟的看法，由于我们厂条件差，技术力量薄弱，工作做得又很不扎实，因此，难免有一些局限性和错误，请同行、专家和前辈们多多给予批评指正。（收稿日期80.3）

金华肉联厂冷冻工艺组