

应用研究

浅谈食品冻干技术的开发

陈怡之 （河南省食品公司，郑州450053）

肉食市场放开以来，肉食生产的格局发生了很大的变化。由于资金、价格、销路的原因，不少肉联厂生产任务严重不足，冷库有 50% 左右闲置着。为了减少空库，一些厂采取了面向社会开放冷库的办法，虽然库容量增加了，但急冻设备仍然得不到充分利用。有的厂想利用农副产品资源搞速冻蔬菜出口，但由于远离口岸，低温运输成本过高，缺少竞争力。虽然冷冻食品与冻干食品截然不同，但都与冻结有着密切的联系。能否在肉联厂搞冻干食品，本文想就这个问题进行一个粗浅的探讨。

一、什么叫冻干食品和冻干技术？

冷冻干燥食品的制作，是食品用制冷技术快速冷冻之后，放在真空环境中加热升华脱水干燥，制成干燥食品，从而达到保鲜的目的。这是长期保存生鲜食品的最好干燥技术，是不用防腐剂或添加剂的最卫生安全的“绿色”技术。其特点是：第一，它采用先速冻后真空升华干燥，这样可以防止物质热分解，保证物料不氧化，保持食品的色、香、味、形不变，营养价值不变，包括蔬菜水果中最易损失的维生素 C，也能保持 90% 以上；第二，由于脱水彻底，可以有效地防止微生物引起的腐败，因而能长期保存不变质。如肉类，在常温下可保存 3——5 年，在更好的条件下甚至更长；第三，经冻干处理后的食品只有原重量的 1/3——1/10，特别便于运输和携带；第四，冻干食品亲水性极强，对于定形食品，其组织象海绵一样疏松，所以复水性极强。复水后的冻干食品色、香、味、形同加工前基本一样。

因此，70 年代以来，冻干食品在世界各国发展迅速。据悉，目前美国年产冻干食品

500 万吨，法国 150 万吨，日本 160 万吨。在美国，方便食品约占整个食品工业产品的七、八成，而冻干食品又占方便食品总量的一半左右。

冻干技术有这么多的优点，而在我国冻干技术只在医药行业有着广泛的应用，而食品冻干应用很少。在市场上看得见的冻干食品大概只有速溶咖啡和快餐面中的部分配料，而且有的还不是国内厂家生产的。

我国市场上冻干食品少，一是缺少适销产品，现在市场上几乎没有什么能吸引顾客的冻干食品；二是太贵，例如，冻干长臂虾 500 元一公斤。价格和适合的产品相互制约影响了冻干食品的市场，而价格是主要的制约因素。

二、冻干食品和烘干食品的成本比较

冻干食品价格昂贵，到底贵在那里？为了便于说明问题，这里将热烘干肉食品与冻干肉食品的费用情况作一对比，列表如下。

成本 \ 干燥	烘干	冻干
1. 原料成本	1	1
2. 人工费用	1	1
3. 管理费用	1	1
4. 包装费用	1	略大于 1
5. 能量消耗	1	≈ 2
6. 设备折旧	1	30~ 150

由表可见，1—4 项，两者基本相同，只有 5—6 项，相差很大，现通过具体计算进行比较。

①能源消耗

上表计算是以瘦肉作比较, 其含水量可以 50% 计, 产品原料温度为 20℃, 烘干温度为 40℃, 冻干冷藏温度为 -40℃。为了便于对比, 烘干和冻干都采用电加热, 设欲干燥原料为 2 公斤重。两者流程见图 1。

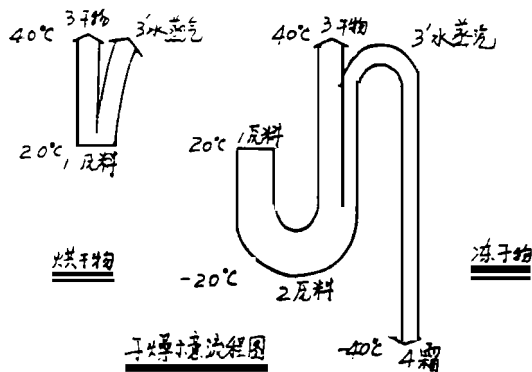


图 1 烘干冻干流程示意图

烘干所需消耗能量为:

$$Q_{\text{烘干}} = G_{\text{干物品}} (h_3 - h_1) + G_{\text{水蒸气}} (h_3' - h_1) \quad (1)$$

$$= (79.6 - 65.1) + (614.3 - 65.1)$$

$$= 563.7 \text{ 大卡}$$

(1) 式中: $G = 2$ 公斤

$G_{\text{干物}} = \frac{1}{2} G = G_{\text{水汽}} = 1$ 公斤 (因含水 50%), h 为物品与水蒸气的焓 (单位质量物质所含的全部热量)。

冻干所需消耗能量为:

$$Q_{\text{冻干}} = Al_{1-2} + Q_{\text{干物}} + Q_{\text{水汽}} + Al_{3'-4} + Al_{\text{真空}} \quad (2)$$

(2) 式中, $Q_{\text{干物}}$ 与 $Q_{\text{水汽}}$ 为冻干机加热耗能, 其中:

$$Q_{\text{干物}} = G_{\text{干物品}} (h_3 - h_2) = 79.6 - (-2.5) = 82.1 \text{ 大卡}$$

$$Q_{\text{水汽}} = G_{\text{水汽}} (h_3' - h_2) = 614.3 - (-2.5) = 616.8 \text{ 大卡}$$

(2) 式中, Al_{1-2} 和 $Al_{3'-4}$ 分别为冷却原料和冷阱中冷却水蒸气所消耗的制冷能量, 其中:

$$Al_{1-2} = \frac{Q_{1-2}}{\zeta} \quad Al_{3'-4} = \frac{Q_{3'-4}}{\zeta}$$

式中 ζ 为当制冷剂为氨, 蒸发温度为 -

45℃, 冷凝温度为 30℃ 时的制冷系数, 其值计算约为 2, 又 $G_{\text{干物}} = Q_{\text{水汽}} = 1$ 公斤, 则:

$$Al_{1-2} = \frac{(h_1 - h_2)}{2} = \frac{65.1 - (-2.5)}{2} = 33.8 \text{ 大卡}$$

$$Al_{3'-4} = \frac{(h_3' - h_4)}{2} = \frac{614.3 - (-20)}{2} = 317.15 \text{ 大卡}$$

$Al_{\text{真空}}$ 为冻干机真空系统耗能。考虑到真空设备的耗能一般为制冷系统的 1/2, 故此:

$$Al_{\text{真空}} = \frac{1}{2} (Al_{1-2} + Al_{3'-4})$$

于是便得:

$$Q_{\text{冻干}} = Q_{\text{干物}} + Q_{\text{水汽}} + \frac{3}{2} (Al_{1-2} + Al_{3'-4})$$

$$= 82.1 + 616.8 + \frac{3}{2} (33.8 + 317.15)$$

$$= 1225.33 \text{ 大卡}$$

最后便得:

$$Q_{\text{烘干}} : Q_{\text{冻干}} = 563.7 : 1225.33$$

$$\approx 1 : 2.17 \approx 1 : 2$$

实际情况耗能还与冻干物品的含水量、堆货厚度、加热温度等因素有关。另外, 考虑到大型加热设备多用蒸气加热, 这样冻干中制冷与真空耗电的费用比例就相对要高一些, 这里就不具体计算了。就这个具体事实分析, 可见冻干比烘干耗能多一倍多。

②设备折旧

这里我们用两类干燥设备搁架 (板) 面积为标准进行比较。

目前市场上食品冻干机价格差距很大, 进口的食品冻干机大约每平方米 13 万元, 国产食品冻干机每平米为 3~4 万元。而市场上电、汽两用热烘干机每平米 1000 元, 这样烘干与冻干设备价格之比为 1: (30~150)。

如果以 12 年折旧计, 每年生产 300 天, 则每平方米每天冻干机的折旧费就为 8 元~40 元。

此外, 大型的冻干设备为了节省冻干时间和能耗, 一般都配备预冻设备以及冷藏库等。

从以上说明可以看出冻干食品比烘干食品贵的原因: 一是能耗大, 二是设备贵, 而设备

成本高是主要的。投资大, 设备折旧费就高, 固定成本高, 从而投资风险也大。

三、充分利用肉联厂现有设备和技术, 可大大降低食品冻干成本

如果我们充分挖掘肉联厂一些闲置设备的潜力, 与食品冻干相结合, 可以大大降低投资风险, 也可以减少冻干食品的能耗。具体有如下五点:

(1) 冷源。许多肉联厂具有采用现有设备降到 -40°C 以下的技术。如果加上水系统、冷风系统, 就能为食品冻干机节省一半的投资。

(2) 预冻间以及生产必需的冷库。利用肉联厂的设备略加改造, 即可使用, 对于 3~4 万元/平方米造价的冻干机可节约投资 5% 左右。

(3) 热源, 即锅炉对大型冻干机加热部分是必需的, 对喷射真空冻干设备更是少不了。

(4) 配电设备。充分利用肉联厂的配电设备还可以节约一笔增容费用。

(5) 统一调度, 减少能耗。

在冻干过程中, 水分逸出后留下的是孔隙, 它具有良好的绝热性, 不利于热量的传递, 因此它的干燥速度也随之下降。如图 2 中芦笋的干燥曲线所显示, 10 个小时的干燥中, 后五个

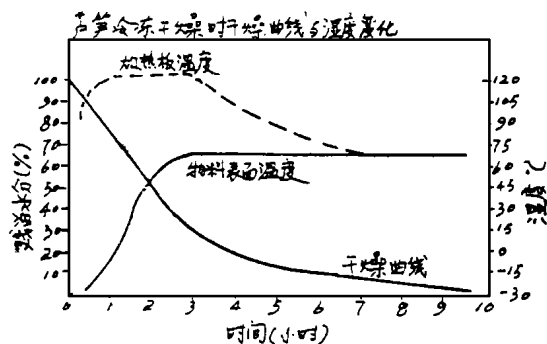


图 2 芦笋冻干时干燥曲线与温度变化

小时物品含水量仅百分之十几, 而且逸出量也比较小, 虽然用于加热的能量和吸收水蒸气所消耗的能量也相应减少, 其为保持冷阱低温的

制冷设备负荷也相应减少, 但这个系统的摩擦功的损失并没有减少, 压缩机空转时有与负荷运转时的摩擦功率相等。从图中曲线可以看出, 在冻干开始时, 冷阱的冷负荷比较大, 如计为 100%, 则其中摩擦功的损耗大约为 15% 左右, 但在冻干后五小时中, 冻干机冷阱所需消耗的功率已等于或小于摩擦功的消耗了。肉联厂就可以采取合理调度, 或用较小的机组, 或与别的制冷负荷配打的方式提高压缩机的机械效率, 减少能量的浪费。

此外, 还有些其它节省冷冻干燥能耗的办法, 如有的食品可先用普通干燥方法进行干燥, 这样处理可以大量降低生产成本, 其质量也不至于出现明显受损的情况。另外, 在系统内真空度已经相当高, 除水度明显下降时, 放进一些惰性气体, 可缩短冷冻干燥食品的时间。

综上所述, 我们如果充分发挥肉联厂的设备和技术优势, 完全可以使成本降低。

四、冻干食品大有可为

1. 如前所述, 将每平方米食品冻干机的每天折旧费用降到 2~3 元不是不可能的, 但它仍然比别的加工方法贵。这就需要充分开发其他产品的优势予以弥补。如市场上热销的涮羊肉之类的产品进行冻干加工, 就不用考虑用低温贮运, 这样无论在城市和农村都便于销售和食用。如果进一步将涮羊肉事先烫熟再冻干, 则吃的时候也可以不用火锅, 只要复水后佐以调料就行, 非常适于快餐以及旅行食用, 虽然价格贵一些, 也会有一定市场。

2. 开发价值高的商品可以减少冻干成本。如肉联厂生产的猪蹄筋, 现在一般晒干了卖, 顾客食用时还要发了才能入菜。如果我们把它发好后冻干, 食用时一复水就能配菜, 既方便, 又可以增加附加值。

3. 将冻干技术与烹调技术相结合, 即利用冻干产品的高质量, 加上名厨的高超烹调技术, 生产出各式各样色、香、味俱全, 又便于食用和贮运的中式菜肴, (下转第 26 页)

从表 2 可以看出, I 组和 II 组在第 6 天后, 蛋中硒的含量就有较大提高, 在第 10 天时达到最高值。第 17 天时发现鸭的产蛋率下降, 立即将饲料中亚硒酸钠和碘酸钾减半, 在第 24 天和 30 天取蛋化验时, 蛋中硒的含量下降。II 组蛋中硒的含量明显高于 I 组, 第 6 天比 I 组高出 1 倍多 (注: 第 12 天的 54.7887 可能化验有误)。II 组比 I 组饲料中添加了碘酸钾, 其它条件完全相同, 这说明碘酸钾能促进硒的生物转化, 提高鸭体对硒的吸收能力。对照组因未加亚硒酸钠和碘酸钾, 鸭蛋中硒的含量一直比较低。

2.2. 硒与生产性能: 开发富硒蛋, 不仅要考虑蛋中硒的含量, 而且还要注意所添加药品对鸭生产性能的影响。试验 I 组和 II 组在用药的第 12 天之前, 产蛋率基本正常, 但之后产蛋逐渐下降, 到 15 天时两组都一个蛋不产。于是在 17 天时 I 组和 II 组用药减半, 这样产蛋又逐渐恢复, 到 24 天时产蛋又达到正常水平。试验证明, I 组亚硒酸钠添加到 7ppm, II 组亚硒酸钠添加到 7ppm 和碘酸钾 100ppm 都影响鸭的生产性能。鸭耐硒最大安全量为每公斤配合饲料中硒含量不得超过 4 毫克, 而实

际每公斤饲料中硒已达到 7 毫克, 这显然已超过鸭耐硒的最大安全值, 因此, 鸭表现出中毒症状, 使产蛋率下降。对照组因不加药, 鸭的精神状态和产蛋都处于正常, 但鸭蛋中硒含量低。

3. 结论

饲料中采用添加亚硒酸钠生产富硒蛋的方法可行, 饲料中添加 7ppm 时, 会使鸭产生轻微中毒, 影响产蛋率, 添加 3.5ppm 时, 比较适中。在添加亚硒酸钠的同时添加碘酸钾不仅能提高鸭对硒的转化和吸收, 而且蛋中又增加了碘的成分, 进一步提高了蛋的营养价值和保健功能。

此法生产的富硒鸭蛋, 硒的含量适中, 每枚蛋中硒的含量在 50~100 μ g。根据美国科学院食品营养委员会推荐维持硒营养状态的每日摄入量, 成人 50~200 μ g。中国预防医学科学院营养与食品研究所杨光圻教授推荐的量为: 避免病区居民发生克山病的最低粮食含硒量为 40 μ g/kg; 保证人体健康的粮食含硒量在 80~100 μ g/kg。所以, 缺硒区的人民每天吃 1~2 枚富硒鸭蛋, 可以达到保健、防病的作用。

(上接第 21 页) 其价格要比饭店便宜多了。

五、结语

1. 对冻干食品能耗, 我们应在比较大的范围内全面衡量, 比如和冷冻食品比较, 在长期贮运方面, 比冷冻食品要省能。此外, 就冻鱼而言, 即使在低温条件下其体内的细菌减慢了活动, 在冷库中时间长了还是要出现内脏腐败。如果将鱼做成冻干产品, 既保证了质量, 又减少了冷阱能耗。

(2) 冻干食品是内联厂可选择的开发途径之一。但要使市场认可仍需做大量的工作。冻干食品形成气候还有待于业内同行的共同努力, 但是一旦突破了其中的障碍, 必将在我们

的肉联食品工业形成一大产业。

参考文献

1. 无锡轻工学院: 食品工艺学, 轻工业出版社, 北京, 1983, 3
2. A. C. 布尔格著: 食品干燥原理与技术, 轻工业出版社, 北京, 1986, 4
3. 商业部冷藏加工企业管理局: 冷库制冷技术, 中国财政经济出版社, 北京, 1980, 5
4. 上海水产学院: 制冷技术问答, 农业出版社, 北京, 1985, 2