

文章编号: 1004 - 7271(2007)02 - 0180 - 05

食品安全与食品低温流通中的温度监控

徐倩, 谢晶

(上海水产大学食品学院, 上海 200090)

摘要: 食品的温度监控是一种有效的保证食品安全及保持冷藏链完整的手段, 对冷冻冷藏食品在低温流通过程中实行温度监控是非常有必要的。目前, 我国冷藏运输中的温度管理情况并不乐观, 消费者获得的货物通常不能达到预计的要求。要解决这一问题, 必须要借助于时间 - 温度指示器等来对其整个运输过程进行温度监控。本文对温度立法的必然性和前景, 温度监控的重要性、原理以及在冷藏运输中的应用作了较详尽的介绍, 并列举了几种国外时间 - 温度指示器的工作原理。

关键词: 食品安全; 冷藏链; 冷冻冷藏食品; 温度监控; 时间 - 温度指示器

中图分类号: U 295. 2; U 295. 4

文献标识码: A

Food safety and temperature monitoring of food in the circulation in low temperature

XU Qian, XIE Jing

(Food College, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: Temperature monitoring of food is an effective method to keep food safety and to maintain the integrity of the cold chain and it is necessary to implement temperature monitoring of chilled food in the cold chain. Nowadays, the situation of temperature management in the course of food transportation is not satisfactory, and the products which customers received always cannot reach what they expected. The only way to solve this problem is to implement temperature monitoring with time-temperature indicator. The necessity and foreground of the temperature legislation, the importance, theory and the application in the refrigerated transport of temperature monitoring were reviewed in this paper. The principle of some overseas time-temperature indicator was also introduced.

Key words: food Safety; cold Chain; chilled food; temperature monitoring; time - temperature Indicator

据不完全统计, 到 2003 年底我国食品冷冻、冷藏行业的冷库总容量已突破 700 万吨/次; 在我国涉及到食品冷冻、冷藏的企业已有近 20 000 家; 食品冷冻、冷藏业直接从业人员约有 80 万人; 我国速冻食品的产量已接近 450 万吨/年; 冷冻饮品的产量已突破 150 万吨^[1,2]。食品冷藏运输技术是将易腐食品或低温食品从一个地方通过科学的手段和专门的低温运输工具在特定的低温运输条件下迅速完好地运送到另一个地方的专门技术^[3]。冷藏运输对食品资源的开发利用, 提高食品产、运、销, 增加食品产业

收稿日期: 2006-05-09

基金项目: 上海市科委 2005 年度“食品安全检测、控制关键技术”重大科技攻关项目(05DZ19102); 上海市科技兴农重点攻关项目 [沪农科攻字(2004)第 10-4] 及上海市教委重点学科资助(T1102)

作者简介: 徐倩(1983-), 男, 上海市人, 硕士研究生, 专业方向为制冷及低温工程。

通讯作者: 谢晶, E-mail: jxie@shfu.edu.cn

的经济效益,改善和提高人民健康、生活水平具有重要意义^[4]。

1 温度监控的重要性

食品安全问题是当今世界的一个热点问题,目前中国的食品安全形势虽有所改善,但食品安全工作仍然任重道远^[5]。国务院副总理吴仪指出,要保证食品安全其中非常重要的一点就是要实现食品流通过程中的温度监控^[6]。国外一些关于温度立法的经验非常值得我们借鉴,例如英国 1991 年以前尚未立法对易腐食品在生产、储存、运输和分配等环节中的最高温度和最低温度进行规定,而 1991 年 4 月 1 日颁布的新法规中规定对易受李斯特菌感染的食品,在上述各过程中的最高温度必须保持在 5℃ 以下,对不易受李斯特菌感染的食品,流通中的最高温度必须保持在 8℃ 以下。1993 年作为欧共体协调法规的一部分,温度立法对速冻食品、家禽肉、鱼、鸡蛋等在上述环节中的温度均给予了限制。这些法规使冷藏链能更加有效地为易腐食品服务,保证其在流通全过程中始终处于良好的质量状态。如果我国也建立相关法规,则将会大大提高冷藏运输效率,从而进一步提高易腐食品的运输质量^[7]。随着绿色食品工程的启动,我国也开始重视这项工作,例如北京市政府规定从 2002 年下半年开始对外地进京的鲜肉、蔬菜实行市场准入,规定进京鲜肉必须用冷藏车运输^[8]。这无疑在有关冷藏链的控制立法上迈出了第一步。

如果可以防止病原生物进入食品中,那么温度的控制就是保证食品安全、延长货架寿命的关键。微生物的生命活动和酶的催化作用,都需要在一定的温度和水分情况下进行。如果降低贮藏温度,微生物的生长、繁殖就会减慢,酶的活性也会减弱,就可以有效地保证食品在流通中的安全和品质^[9]。但是,要做到在食品整个运输过程中稳定的低温并不容易。

目前,我国冷藏运输中的温度管理情况并不乐观,消费者所拿到的货物通常不能达到预计的要求。这通常是由于温度达不到设定温度、冷藏链中断及温度波动过大等原因造成的。造成温度波动的原因一般有以下几点:装卸货物时门的开关;车厢内气流分布的状况;人为的一些因素等,例如有些司机为了节约运输过程中的能量损耗,不惜在中途停止制冷机的运行^[10]。

温度波动对于食品的品质有着很大的影响^[11]。因为温度波动过大,会造成冻结食品中冰晶的长大并破坏细胞结构,在解冻时会造成更多的汁液流失^[12]。所以为了减少在低温流通中的误操作,在整个过程中实行温度监控是十分必要的^[13]。

2 温度监控方案的选择

2.1 系统的选择

商业用温度监控系统有许多种,从一个简单的温度计到一个连接到某一制冷系统温度采集的计算机控制系统,甚至是一个中央控制系统。要获得一个完整的制冷系统温度分布图可能要用到大量的传感器^[14]。为了实现温度的控制,除了温度信号的采集外可能还包括其他信息,如融霜循环设定,压缩机及膨胀阀压力,门的开关以及能量消耗,温度控制还可以与报警系统连接,甚至是与电话相连实现数据的远距离传输^[15]。

2.2 监控温度的选择

在设计一个温度监控系统时,制冷系统中选择需要测量的温度应注意以下几方面:

- (1)对空气温度或食品温度的监控取决于具体的制冷系统以及它运行的方式。
- (2)温度传感器应当安装在商业活动中不易被损坏的地方。如果使用手动的读数器,则传感器应该放在不易被意外触及的地方。
- (3)所选的温度应能反映出制冷系统的工作情况,并且也应能反映出食品温度的变化。

3 冷藏运输中的温度监控

食品的低温流通可以借助许多种交通工具,大到 12 米带有独立制冷系统的重型货车,小到依靠绝

热箱体来保持预冷食品温度的小货车^[16]。但要注意食品在冷藏运输前必须已经降低到要求的低温,因为车载制冷系统只是用于维持低温而不足以降低常温食品的温度^[17]。

3.1 用带温控的车辆进行的冷藏运输

带有温控车辆的制冷机组通常是由柴油机驱动并配有辅助电机,并使从蒸发器出来的冷空气在车厢内流动。多温区车辆的每部分车厢都有独立的蒸发器,能分别实现温度控制^[18]。

冷空气在不同的车厢内可以通过不同的方法实现均匀分布^[19]。在大多数情况下,冷空气从顶部的制冷设备吹出再经由货物底部回到车辆前方,并回气到入风口(图1)。因此货物的正确堆放对于保证车厢内足够的冷空气分布是非常重要的。如果货物堆放不合理,则会阻碍空气流通,并有可能造成局部温度分布不均匀^[20]。

用液氮制冷的冷藏车,相对于那些机械制冷的车辆而言具有噪音小、温度控制好的优点。但是,在运输过程中需要有足够的液氮,这就限制了它们运输的距离。

国外的冷藏车通常在车厢内安装温度记录仪以及单频道图标记录器等温度传感器来测量回气温度。倘若货物的各个部分都能保证很好的温度分布,那么返回的气体应当可以说明货物的平均温度。较短的空气循环路线则可以得到较低的回气温度^[21]。

对于较长的车辆,一般建议在车辆后部安装第二个温度传感器(图1)。增加一个温度传感器虽然不足以给出一个冷藏箱内完整而准确的温度分布,但它可以测量离开蒸发器的冷空气温度,并可以得到一个更好的冷藏箱内的冷空气分布图。测量系统中的第二个温度传感器起到了检验的作用,它可以反映蒸发器和风扇系统运行是否正常、冷空气是否正朝着车辆的后方移动。它给出了一条温度基线,以此来测量回气温度^[22]。

电子记录器的记录频率取决于旅途路程的长短。8 h 以内的长途运输推荐使用的最大采样间隔为 15 min。较长的路程可以选择较大的记录间隔。为了便于司机能注意到货物温度可能发生的一切波动,温度读出设备建议装在后视镜上,以便司机可以随时了解温度情况。但是,同时考虑到司机应当全神贯注于道路情况,所以最好再安装一个报警系统,在温度出现异常时报警^[23]。

图2显示了一辆有两个温度传感器的车辆其货物正确堆放与装货不当时温度监控的例子,同时包括了门开启所造成的影响。其中第一个温度传感器测的是车厢温度,第二个温度传感器反映的是回气温度。b)图说明在冷藏箱装货前,系统一直正常运行。但是车厢后部的温度传感器所显示的温升可能说明冷空气气流被货物所阻碍了,这就造成了从蒸发器出来的冷空气的短路。一旦司机重新对货物的摆放进行了调整,则车辆后部的气流又恢复畅通,温度马上就又降下来了^[24]。

对于有可移动隔板的车辆,则需要更多的温度传感器来确保能够记下每个独立车厢的温度。最简单的办法就是测量每个制冷装置的回气管温度;或者,可以将温度传感器安装在每个厢体的顶部以确保车厢温度的监控^[25]。应用小型温度记录器也是一种方法,它们的位置可以按照隔板的分布来进行调节^[26]。

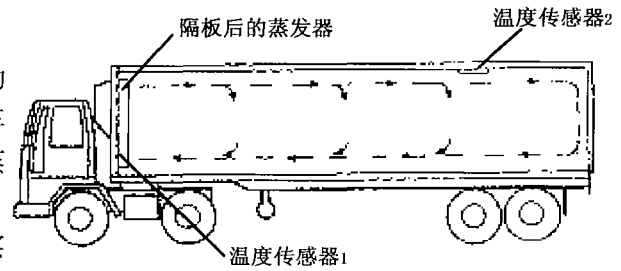


图1 对带有温控装置的车辆进行温度监控
Fig. 1 The temperature monitoring for vehicles with temperature controlled devices

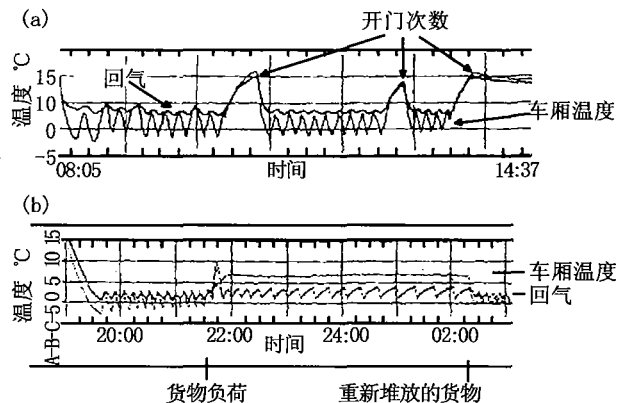


图2 有两个温度传感器车辆的温度记录图
Fig. 2 The temperature record for the vehicles with two sensors

(a) 正常的温度记录 (b) 装货不当情况下冷藏车的温度记录

3.2 用小型货车进行的冷藏运输

这种类型冷藏车的制冷机组都是由汽车引擎和传动部件来驱动的。这意味着当车辆停止时,就不再继续制冷了。对于车箱容积小于 3 m^3 的车辆来说,可以通过车辆本身所携带电池的驱动来解决停车时的制冷^[27]。

影响食品温度的主要因素是门的开启次数以及开启时间。目前货物发放模式导致门在一天中有 40% 时间都保持开启状态,造成大量的冷量损失^[28]。

近年来,国产冷藏车专用温度记录仪也已经开发出来,这些仪器基本可以实现:全程跟踪记录,记录时间长;整机功耗小,使用锂电池(内置)供电,电池寿命一年以上;数据查看方便;可与 WORD, EXCEL 等软件联接;记录时间间隔从秒至小时可以任意设置;体积小,操作简单,性能可靠。

4 温度指示器和温度-时间指示器的使用

温度监控还可以通过使用物理-化学变化和变色结果的原理来反映气流温度、极限温度,或温度变化及在某一温度下食品可存放时间长短的关系。前两种情况所用的设备是温度指示器(Time Indicator, TI),而最后一种情况用的是时间-温度指示器(Time-Temperature Indicator, TTI)^[29]。

TI 的内部装有某种热色材料,当温度高于设定温度时,热色材料会立刻变色。指示器通常和包装材料结合在一起,这样它就可以附着在食品包装上或置于散装食品的外表面处,随食品通过整条冷链^[30]。

TTI 是基于材料在特定温度和经历一定时间后的物理变化或生物化学反应,造成其颜色变化的原理来工作的。TTI 具有以下一些特点:根据颜色的变化来判断是否要接受货物;整个时间-温度历程与货架寿命有着密切联系。人们已经注册了许多有关指示器的专利,其中涉及到材料的熔点温度、酶反应、聚合、电化学腐蚀等^[31]。TTI 要模拟出的并不是食品中的微生物变化而是那些会造成食品感官质量恶化的生化及化学反应^[32]。

国外许多温度指示器和时间-温度指示器已经在商业领域中使用了十几年。下面对三类主要的国外 TTI 设备作一些介绍^[33, 34]。第一类 TTI 包含一张吸墨纸以及一条由聚酯薄膜层所分离开的轨迹。这张吸墨纸浸有特定熔点的化学物质以及蓝色染料。如果极限温度达到了化学物质的熔点,那么指示器就会被激活,化学物质和染料就会沿着吸墨纸和轨迹扩散开来。当它们变蓝时,有五个等级标准可以对温度进行测评。随着温度高于熔点,扩散率也会增加。不同的标签对应于在不同融化温度($-15 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim +30 \text{ }^{\circ}\text{C}$)下不同的时间长度。

第二类 TTI 含有能够改变颜色的聚合物。颜色变化是基于乙炔单体的聚合,温度越高这一反应就进行得越快,导致指示器颜色的暗化也越快。如英国某公司研制的专为顾客设计的“Fresh - Check”指示器。这个装置包括两个环;一个包含聚合体的内圈及一个已印好的黑色或深色的外圈。当它被置于某一温度中一段时间后,它的内圈会变黑,如果内圈颜色已经变得比已印好的外圈的颜色还要深的时候,提示顾客不要食用。

第三类 TTI 是基于质子的酶释放来使得 pH 指示器的颜色从绿到黄改变。释放速度取决于温度,且这一速度可以通过调节来满足不同的冷冻冷藏食品的货架寿命及温度的需求。指示器可以在室温下储存,它是通过压力来打破内部的一个袋子使得部件混合来实现激活的。圆形的指示器可以放在柔软的或半刚性的包装上,还可以置于包装的密封处。一旦揭开密封,指示器也就被激活了。TTI 也可以安装在一张卡片上,这张卡片可以放在货盘的包装之间,也可以放在散装的货物里。

5 结束语

本文对食品在低温流通过程中的温度监控作了详尽的阐述,同时也对国外的一些 TTI 产品作了一定的介绍。温度监控在我国还处于起步阶段,在操作管理上还不很规范,而且由于低温流通的使用成本

较高,在没有强制性温度检测的情况下,大家都不自觉使用,这给食品安全带来很多隐患。目前,解决这一问题已经到了刻不容缓的地步,因为对冷冻冷藏食品进行低温流通全过程的温度监控是我们实现食品安全的必由之路。

参考文献:

- [1] 黄健,杜恩杰,石文星. 国内外食品冷藏链行业的现状与发展[J]. 食品科学, 2004, 25(11):404-410.
- [2] 高健,楼永. 上海市水产品流通市场的现状[J]. 上海水产大学学报, 2002, 11(4):367-370.
- [3] 韩新宇,车晶,臧润清. 空气制冷系统在冷藏车中的应用[J]. 制冷空调, 2005, 103(26):21-25.
- [4] 谢晶. 食品冷冻冷藏原理与技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2005:270-275.
- [5] 李正明,吕宁. 无公害安全食品生产技术[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1999:56-71.
- [6] 萌讯. 我国将从六方面加强食品安全[J]. 粮油食品科技, 2005, 13(1):36.
- [7] 韩厚德,郑青裕. 21世纪冷藏集装箱运输的发展前景[J]. 集装箱化, 1997, (10):2-9.
- [8] 李绍荣. 铁路易腐货物运输的市场分析[J]. 铁道货运, 2003, (5):22-25.
- [9] 池惠婷. 低温食品之冷藏链与物流管理[M]. 北京:化学工业出版社, 2001:211-220.
- [10] 施铸. 影响冷藏集装箱温度的因素[J]. 集装箱运输, 2003, 8(2):20-22.
- [11] 谢晶,陈立伟. 上海市新鲜蔬菜流通的现状分析[J]. 上海水产大学学报, 2005, 14(3):345-348.
- [12] The Food Safety (Temperature Control) Regulations 1995[S]. SI 1995 No. 1763, London HMSO.
- [13] 于政道. 冷藏车新技术的发展与应用分析[J]. 专用汽车, 2003, (2):14-16.
- [14] Tso CP. Experimental study on the heat and mass transfer characteristics in a refrigerated truck [J]. International Journal of Refrigeration, 2005, 22:340-350.
- [15] Industry Guides to Good Hygienic Practice: Baking Guide, Catering Guide, Markets and Fairs Guide, Retail Guide, Wholesale Distributors Guide, Fresh Produce Guide [R]. Chadwick House Group Ltd, 1997:99.
- [16] 余国和. 蓄冷保温冷藏车[J]. 制冷, 1998, (2):53-56.
- [17] Shipowners Refrigerated Cargo Research Association, The transport of perishable foodstuff [R]. 2nd ed, Cambridge, 1991.
- [18] 张荣忠. 冷藏集装箱的遥控测温[J]. 集装箱化, 2002, (11):27-28.
- [19] 蔡敏,陈焕新,朱先锋. 冷板冷藏车中货物堆码对其温度场的影响[J]. 铁道科学与工程学报, 2005, (3):79-82.
- [20] Tucker G, Guideline No. 1: Guidelines for the use of thermal simulation systems in the chilled food industry [C]//Campden and Chorleywood Food Research Association, 1995.
- [21] 张岩峰. 机械冷藏车远程监控系统的设计和实现[J]. 铁道学报, 2005, (2):119-123.
- [22] Moureh J, Flick D. Airflow pattern and temperature distribution in typical refrigerated truck configuration loaded with pallets [J]. International Journal of Refrigeration, 2004, (27):464-474.
- [23] 张俊. 冷藏集装箱的优化设计[J]. 集装箱化, 2003, (1):34-35.
- [24] 蔡敏. 冷板冷藏车中货物堆码对其温度场的影响[J]. 铁道科学与工程学报, 2005, 62(3):78-82.
- [25] 邱林. 冷藏集装箱技术及应用[J]. 制冷设备, 2005, (4):21-23.
- [26] Net. M. Cold chain monitoring during cold transportation of human corneas for transplantation [C]// Transplantation Proceedings, 2003, 35, 2036-2038.
- [27] 张玮. 一种节能型冷藏汽车[J]. 专用汽车, 2003, (2):35-36.
- [28] Jim Thompson. Strengthening Weak Links in the Cold Chain [J]. Asia-Pacific Refrigerated Trade 98 Conference, 1998, (3):4-6.
- [29] Taoukis PS, Labuz AT. Reliability of time-temperature indicators as food quality monitors under non-isothermal conditions [J]. Journal of Food Science, 1989, 54(4):789-92.
- [30] Fairhurst D. Temperature monitoring in the cold and chill chain, (A one-day Seminar sponsored by MAFF, 30.01.1990.) [R]. Food Science Division Report, London, 1990.
- [31] 梅雪莲,韩厚德. 冷藏集装箱环境室监控系统软件的开发[J]. 上海海事大学学报, 2005, 26(3):5-9.
- [32] Ballantyne A. An evaluation of time-temperature indicators, Technical Memorandum [R] No. 473, Campden and Chorleywood Food Research Association. 1988.
- [33] Selman J D, Ballantyne A. Time-temperature indicators: Do they work? [J]. Food Manufacture. 1988, 63(12):36-38, 49.
- [34] Selman J D. Time-temperature indicators: how they work? [J]. Food Manufacture. 1990, 65(8):30-31, 33-34.