

食品保藏

冷却肉的冷却与包装

王绪茂 张子平 刘 燕 刘爱平 陈淑敏

(中国肉类食品综合研究中心, 100075)

摘 要 生猪宰后胴体迅速进行冷却处理, 使胴体温度在 24 小时内降为 $0 \sim 4^{\circ}\text{C}$, 并在后续的分割、包装、流通和零售等过程中, 始终处于 $0 \sim 4^{\circ}\text{C}$ 范围内的生鲜肉称之为冷却肉。微生物污染是冷却肉产品质量的重要危害。冷却肉的流通, 目前采用加工厂内真空大包装, 运输到超级市场后, 制作成托盘保鲜小包装。

关键词 冷却肉 冷却 包装

早在二三十年前, 发达国家就已开始冷却肉的研究与推广。时至今日, 这些国家都已拥有了科学的加工工艺和流通技术, 以及完善有效的质量控制体系, 在他们的超级市场里展售的基本上是冷却肉。而中国百姓仍旧习惯于购买凌晨宰杀、清早上市、还保持着一定温度的“热鲜肉”。同时, 市场上还存在着很大比率的冷冻肉。那么, 热鲜肉、冷冻肉和冷却肉三者各有何特点呢?

1 冷却肉的特点

刚刚刺杀放血的牲畜在随即发生的死后僵直过程中会产生一定的热量, 导致肉温比活畜体温略有上升, 屠猪为 $40 \sim 42^{\circ}\text{C}$, 而后慢慢降至常温。此时上市的热鲜肉为微生物的生产繁殖提供了适宜的温度、丰富的营养和较高的水分活度, 如果腐败菌和致病菌过度繁殖, 就潜伏下食物中毒的隐患。

本世纪初期, 随着制冷技术的发展, 冷冻技术逐步应用于畜肉加工和流通领域, 并出现冷冻肉。冷冻肉是指将肉置于低于 -18°C 的环境中冻结并保存的畜肉, 肉组织呈冻结状态, 抑制了微生物的生长繁殖。但是冷冻肉在解冻过程中, 肌细胞基质中形成的冰晶(水结冰时体积变大)会刺破肌细胞, 造成汁液流失, 营养物质和风味物质发生劣变。

冷却肉是指对严格执行检疫制度屠宰后的畜胴体迅速进行冷却处理, 使胴体温度(以后腿内部为测量点)在 24 小时内降为 $0 \sim 4^{\circ}\text{C}$, 并在后续的加工、流通和零售过程中始终保持在 $0 \sim 4^{\circ}\text{C}$ 范围内的

鲜肉。与热鲜肉相比, 冷却肉始终处于冷却环境下, 大多数微生物的生长繁殖被抑制, 肉毒梭菌和金黄色葡萄球菌等致病菌已不分泌毒素, 可以确保肉的安全卫生。而且冷却肉经历了较为充分的解僵成熟过程, 质地柔软有弹性, 滋味鲜美。与冷冻肉相比, 冷却肉具有汁液流失少、营养价值高的优点。

综上所述, 冷却肉具有安全卫生、滋味鲜美、口感细嫩、营养价值高等优点。冷却肉的消费必将成为一种趋势, 这也是一个国家饮食文化进步的重要标志。在全球经济一体化的今天, 学习发达国家的先进技术, 迅速推广普及冷却肉, 是我们肉类科技工作者的当务之急。

2 宰后胴体肌肉组织的变化

2.1 肉的成熟

刚刚屠宰完毕的猪胴体由于肌肉组织内部氧气供应停止, 肌肉的无氧糖酵解代替了有氧呼吸代谢。糖原酵解产生乳酸, ATP 降解为 ADP 并释放出能量, 使肌球蛋白与肌动蛋白收缩结合成肌动球蛋白。但由于在无氧条件下 1 分子糖原仅产生 3 分子 ATP(有氧条件下为 39 分子 ATP), ATP 数量急剧减少, 肌肉收缩无法解除, 这种现象称为死后僵直。同时由于乳酸的蓄积, 肉的 pH 值逐渐下降, 在正常情况下, 宰后 24 小时猪肉 pH 值可降至 5.8。在 $2 \sim 4^{\circ}\text{C}$ 条件, $1 \sim 2$ 天后死后僵直阶段结束, 肌动球蛋白离解为肌球蛋白与肌动蛋白, 肉的质地逐渐变软, 在组织固有酶的自溶作用下, 肉的风味变佳, 嫩度提

高, 这个过程称为肉的成熟。

2.2 微生物对肉的影响

微生物的污染是不可避免的, 它的生长繁殖不仅使肉的感观性质, 诸如颜色、气味和质地等发生严重恶化, 而且破坏了肉的营养成分。之所以要对宰后胴体进行冷却处理, 就是要在保障肌肉组织完成僵直、自溶和成熟过程中, 防止微生物在肉组织中过度增殖而对消费者的健康构成危害。

3 宰后胴体的冷却

3.1 冷却对微生物的影响。

表 1 一些致病菌和腐败菌的最低生长温度 (°C)

细 菌	名 称	温度°C
产气荚膜梭菌	Cl. Perfringens	15
蜡样芽胞杆菌	B. Cereus	12
肉毒梭菌 A、B 型	Cl. Botulinum A, B	10
埃希氏大肠杆菌	E. coli	8 ~ 10
金黄色葡萄球菌	Staph. Aureus	6. 7、10*
沙门氏菌	Salmonella	5
铜绿假单胞菌	Ps. Aeruginosa	5
副溶血弧菌	V. Parahaemolyticus	5
肉毒梭菌 E 型	Cl. Botulinum E	3. 3
肠炎耶尔森氏菌	Y. Enterocolitica	3
单核增生李斯特菌	L. Monocytogenes	0

冷却作用的实质是将环境温度降至微生物生长繁殖的最适温度范围以下, 影响微生物的酶活性, 减缓生长速度, 延长世代时间。当环境温度低于微生物最低生长温度界限时, 则生长彻底停止。从表 1 可以看出, 在 3 °C 时主要致病菌, 如肉毒梭菌 E 型、沙门氏菌和金黄色葡萄球菌均已停止生长。若超过 7 °C, 致病菌和腐败菌的增殖机会大大增加。

3.2 肉的冷却温度的确定

肉的冷却是将肉温降低到冻结点 (- 1.2 °C 左右) 以上的温度。六十年代, 先进国家冷却肉加工与流通的温度降至 0 ~ 4 °C 范围。近十年来, 由于肉类工业的现代化程度的提高, 卫生条件的改善和从节能角度出发, 国际上已将冷却肉的上限温度从 4 °C 提高到 7 °C。冷却温度的确定主要是以抑制微生物的生长繁殖为出发点。

3.3 宰后胴体的冷却工艺

刚刚宰杀的猪胴体, 后腿的中心温度高达 40 ~ 42 °C, 表面潮湿, 极适合微生物的生长繁殖, 应迅速进行冷却。几十年来, 国外在猪胴体冷却工艺方面进行了许多实验研究, 并提出很多种冷却工艺方案。各种冷却工艺流程虽不尽相同, 但有几点是共同的:

- 宰后胴体应迅速送入冷却间 (1 ~ 2 小时之内);
 - 冷却后胴体表面要干燥;
 - 胴体后腿的中心温度要在 24 小时内降至 7 °C (或 4 °C 以下)
 - 适宜的冷却时间 (16 ~ 24 小时);
 - 尽可能低的冷却干耗 (重量损失);
 - 良好的肉品质量 (色泽、组织结构);
 - 节约能源及减少劳动力。
- 目前, 猪胴体冷却工艺从理论上分为三种:
- 快速冷却 (quick chilling)
 - 急速冷却 (shock chilling)
 - 超急速冷却 (very quick intensive chilling)

表 2 猪胴体冷却工艺指导性参数

冷却工艺 指导参数	快速冷却	急速冷却		超急速冷却	
		第一阶段	第二阶段	第一阶段	第二阶段
制冷功率 w/m^3	250	450	110	600	50
室温°C	0 ~ 2	- 6 ~ 10	0 ~ 2	- 25 ~ 30	4 ~ 6
制冷风速°C	- 10	- 20	- 10	- 40	- 5
风速 m/sec	2 ~ 4	1 ~ 2	0.2 ~ 0.5	3	-
冷却时间 h	12 → 20	1.5	8	1.5	8
胴体温度°C	7 → 4	7		7	
重量损失%	1.8 (7°C)	0.95		0.95	

后两种方法是两阶段式冷却法, 即在第一阶段采用低于肉冻结点的温度和较高的风速, 时间 1~1.5 小时。第二阶段即转入 0~5 的冷却间经过 16~20 小时, 使胴体温度均衡并最终降至 7 以下。两阶段冷却法更有利于抑制微生物的生长繁殖。表 2 列出了上述三种冷却工艺的指导性参数。

表 3 快速冷却间技术参数

项 目	参 数
冷却间容积	9.6×8×4 (m ³)
轨道高度	2.8 (m)
制冷风机型号	BDF (I) - 200
风机制冷面积	200 (m ²)
风机功率	4×550 (W)
室温	- 2 ~0℃
风机送风方向	垂直轨道

从安全卫生和经济考虑, 宰后胴体冷却降温的速度越快, 越有利于抑制微生物的生长繁殖; 冷却时间越短, 重量损失越小。胴体在冷却过程中, 重量损失程度取决于两个因素: 其一是肉组织结构状况, 这与品种、饲养条件以及宰前受刺激程度有关; 其二是冷却工艺。若制冷压缩机功率过小, 冷却间单位时间内空气交换次数过少, 则胴体冷却时间就越长, 也就是冷却降温曲线越平坦, 胴体的重量损失就越大。但过度追求冷却速度, 使肉组织发生冻结, 将影响到冷却肉的品质。

从表 2 看出, 超急速冷却工艺有着降温快、胴体失重少、有利于抑制微生物的生长繁殖和提高冷却肉品质等优点, 它代表着目前猪胴体冷却工艺的国际先进水平。

鉴于我国冷却肉加工技术尚处于起步阶段, 企业经济实力的限制, 我们选用了快速冷却工艺, 主要技术参数见表 3。

应用快速冷却工艺可将猪胴体在 16~18 小时内从宰后 42 降至 7 , 在 24 小时内降至 4 。本课题采用的冷却时间为 24 小时, 胴体温度最终冷却至 0~2 。图 1 是典型的猪胴体快速冷却曲线。

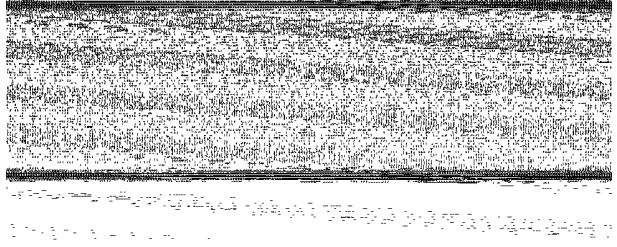


图 1 猪胴体快速冷却曲线

3.4 冷却链的建立

猪胴体经过快速冷却处理, 温度达 0~4 后, 在后续的加工与流通过程中, 要继续保持在这一温度范围内, 也就是从分割、剔骨、包装, 直至流通。在零售各过程中, 冷却肉始终处于冷却链控制之下, 保持温度在 0~4 , 不要超过 7 , 这是确保冷却肉产品质量与安全卫生的重要措施。下面列出了冷却肉加工与流通全过程各环节所要求的环境温度和允许滞留时间。

宰后胴体	⇒	快速冷却	⇒	分割剔骨	⇒	包 装	⇒	冷 藏	⇒	运 输	⇒	超市零售
环境温度		0~4		8~12		8~12		0~4		≤ 7		≤ 7
允许时间 h		24		0.5		0.5		24		—		48

4 冷却肉的包装

在冷却肉的生产流通过程中, 合理的包装是确保产品卫生和质量的非常重要和必不可少的环节。实施包装的主要目的是:

防止变质, 避免二次污染, 延长货架期。冷却肉在保存、流通和零售过程中, 卫生质量会受到来自微生物、化学和物理等诸因素的影响。冷却肉采

用不透氧包装材料或真空包装、充气包装, 不但可抑制其表面污染的需氧腐败菌 (假单胞菌) 生长繁殖, 而且还可以防止来自外界的二次污染 (微生物因素), 延长产品的货架期。冷却肉中脂肪在光催化下会和氧发生氧化反应, 水分蒸发引起重量损失 (物理变化), 这些质量劣变现象, 都可以通过有效合理的包装得以缓解和控制。

可以调节分压, 赋予产品诱人的鲜红色 (化学变化)。

为流通提供便利, 节省劳动力。

消费者购买和食用更方便。按胴体不同部位分割制作的小包装冷却肉更适合家庭消费。

4.1 冷却肉颜色的变化

肉的颜色变化是由肌红蛋白和残留的血红蛋白的化学状态控制的。刚刚屠宰的肉为暗红色, 当接触空气后肌红蛋白与氧结合成氧合肌红蛋白, 肉成鲜红色, 为消费者所喜爱。当处于低氧分压下 (如真空包装中) 肉呈暗红色。氧合肌红蛋白会进一步氧化生成氧化肌红蛋白, 肉的颜色呈褐色。如果再进一步氧化变质, 则会形成绿色的胆珠蛋白和硫基肌红蛋白。

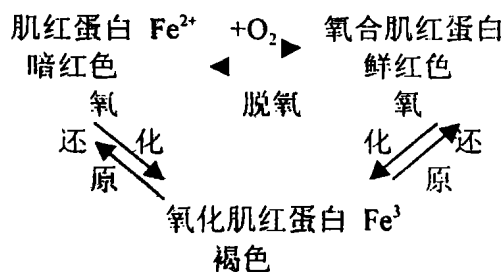


图 2 肉的颜色变化

4.2 不同包装形式对冷却肉保质期及感观特性的影响

冷却肉的包装有多种形式, 可以根据包装材料、包装形式和包装设备的不同进行分类。最基本的形式是真空包装、充气包装和托盘包装。下面分别采用了三种包装形式进行实验研究。

4.2.1 真空包装

真空包装是指将冷却肉放入阻隔性能良好的塑料袋中并排除内部残留的空气。用于真空包装的材料, 其气体通透性应尽可能小, 以便长久隔绝内容物与空气 (氧气) 的接触。

取样方法 (称重法): 称取样品 10g, 计算 1g 样品含菌数。

检验方法: GB4789.2-94 GB4789.3-94

包装材料: NY/PE

实验结果:

4.2.1.1 初始菌总数不同, 冷却肉的保质期不同

包装前的初始细菌总数影响着冷却肉的保质

期。由图 3 可见, 初始菌为 10^3cfu/g 时, 冷却肉的保质期为 13 天以上, 初始菌数为 10^5cfu/g 时的保质期仅为 6 天。真空包装使冷却肉隔绝了与氧气的接触, 需氧菌的生长繁殖得到彻底抑制, 但厌氧菌尤其是一些嗜冷性的乳酸杆菌依然生长繁殖, 并影响冷却肉的感观质量。一般认为, 冷却肉的细菌总数为 10^6cfu/g 时为警戒线; 达到 10^7cfu/g 时, 冷却肉外观有明显的腐败现象; 达到 10^8cfu/g 时, 外表有粘液形成, 不宜食用。

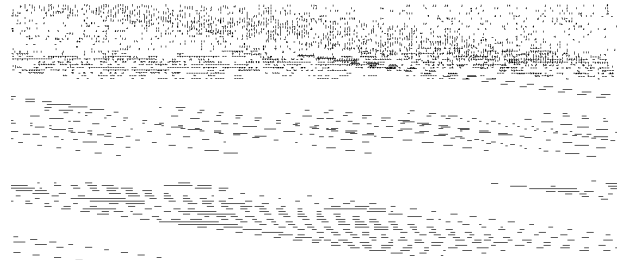


图 3 不同初始菌数对真空包装冷却肉保质期的影响

4.2.1.2 真空包装引起冷却肉汁渗色暗

真空包装将引起冷却肉汁液渗出。冷却肉在真空包装中处于负压环境, 并且随着保藏时间的不断延长, 细菌的生长繁殖对肉组织结构的破坏越来越严重, 肉的保水能力下降, 汁液渗出会逐渐增多。汁液渗出约为 1% ~ 3%。

真空包装使冷却肉失去鲜红的颜色。由于阻隔了氧气, 肉中的肌红蛋白无法与氧气接触形成氧合肌红蛋白, 肉的颜色呈暗红色, 有损商品价值。

4.2.2 充气包装

冷却肉的充气包装是将塑料袋中的空气排净后, 再充入单一或混合的有利于食品保藏的气体。

本实验选择混合气体比率为: 氧气 70%; 二氧化碳 30%。

取样方法、检验方法、包装材料: 同真空包装

实验结果: 经过充气包装的冷却肉阻隔了与外界空气的交换, 内部的二氧化碳具有良好的抑菌作用, 延长了保质期; 内部的氧气使冷却肉的颜色保持鲜红; 而且包装不塌陷, 汁液不渗出, 感观特性良好。由图 4 可见, 充气包装明显延长了保质期。

4.2.3 托盘包装

取样方法、检验方法: 同真空包装实验

包装材料: 采用聚苯乙烯托盘, 配以无毒聚氯乙烯自粘薄膜。

实验结果：冷却肉的托盘包装简单、实用，且成本较低。但由于此包装不阻隔空气，使冷却肉的保质期大大缩短。

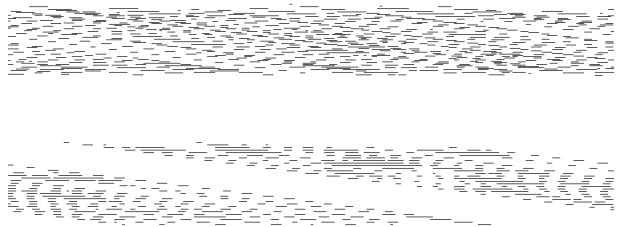
综上所述，三种包装形式对冷却肉的感观特性和保质其均有不同影响。真空与充气包装可有效延

长保质期，在初始菌数同为 10^4cfu/g 时，真空包装和充气包装分别比托盘包装的保质期延长了 5 天和 7 天。‘警戒’判定标准：颜色灰暗，质地无弹性，有异味，细菌总数越过 10^6cfu/g 。

表 4 冷却肉各种包装形式的优缺点比较

包装形式与材料	感观特性		保质期 (天)	费用元/500 克
	汁液渗出	颜 色		
真空 NY/PE	1 ~3%	暗红，开封回复鲜红	10 ~13	0.25 ~0.35
充气 NY/PE	极少	鲜红	12 ~14	0.50
托盘 HIPS/PVC	少量	由鲜红变为暗褐	3 ~6	0.15 ~0.25

保存条件 0 ~4℃，初始细菌总数 $10^4 - 5 \times 10^4\text{cfu/g}$ 。



子交联聚合物(沙林), PVDC 聚偏二氯乙烯, EVOH 乙烯- 乙烯醇聚合物, PET 聚酯, HIPS 耐冲击聚苯乙烯, PVC 无毒聚氯乙烯

为了满足各种包装形式的需要，须选择不同的包装材料。包装材料有单层和复合两大类。冷却肉的真空和充气包装要求有很好的阻隔性，一般采用复合材料。复合材料中的阻隔层主要是尼龙、聚偏二氯乙烯、乙烯- 乙烯醇等，热合层主要是聚丙烯、乙烯醋酸乙烯、聚乙烯和沙林等。

4. 4 现阶段冷却肉包装形式的确定

通过研究不同包装形式对冷却肉肉保质期及感观特性的影响，并对包装费用进行核算，我们得出结论：真空包装保质期长，运输方便，包装费用适中，但产品颜色暗红，影响商品价格；充气包装保质期长，感观特性良好，但包装材料和专用设备费用较高（设备费用在 100 ~ 200 万元）；托盘包装经济实用，操作方便，但产品保质期较短。因此，结合目前国内的实际情况，我们建议，分割剔骨后在工厂制成真空大包装，冷藏运输到商场后，再拆除真空包装，制成托盘小包装。这样即有利于保证冷却肉的保质期，方便运输，又有利于零售时冷却肉回复鲜红颜色。

图 4 不同包装形式对冷却肉保质期的影响

4. 3 关于包装材料

表 5 包装材料

包装形式	包 装 材 料
真空	普通 NY/PE, KOP, PE/NY/EVA NY/EVA, NY/IONOMER, NY/PE/EVA, NY/IONOMER/EVA
	热缩 EVA/PVDC/IONOMER, EVA/PVDC/EVA, EVA/EVOH/EVA, PP/PVDC/EVA
	底材 NY/PE, NY/IONOMER
充气	上膜 OPP/PE, PET/PP 或 IONOMER, NY/PE 或 IONOMER
	底盒 HIPS
托盘	上膜 PVC

注释：NY 尼龙，PE 聚乙烯，KOP 聚偏二氯乙烯涂布聚丙烯，EVA 乙烯醋酸乙烯，IONOMER 离

参 考 文 献

1 王英若，再论冷却肉，肉类研究，1997 (2) (下转第 43 页)

- 西南农业大学学报, 1994, 16 (4): 348 ~349
- 5 陈为均等. 茶叶天然抗氧化剂对食用油的抗氧化活性及茶叶中多元酚类物质的研究进展. 天然产物研究与开发, 1994, 6 (12): 74 ~80
- 6 王秉栋. 动物性食品卫生理化检验手册. 上海科学技术出版社, 1987
- 7 马成林. 动物性食品理化检验学(下册). 中国人民解放军兽医大学. 1988
- 8 食品卫生国家标准汇编(2)(GB1048- 88). 中国标准出版社, 1992, 9
- 9 董玉京. 禽肉和蛋的加工新技术. 海洋出版社, 1992
- 10 董金甫等. 茶多酚对8种致病菌最低抑制温度的研究. 食品科学, 1995, 16 (1): 6 ~12
- 11 彭春明. 天然物在食品保存技术中的应用. 食品与机械, 1994(5): 12
- 12 N. kolsarici and K. Candogan. The effects of potassium sorbate and lactic acid on the shelf - life of vacuum - packed chicken meats. Poultry Science, 1995, 74(11): 1884 ~1893
- 13 Cunningham F E. Shelf life and characteristics of poultry parts dipped in potassium sorbate. J Food Sci, 1979, 44(3): 843 ~864

Effects of Organic Acid and Tea Polyphenol on Quality

Characterics of Preserved Duck Meat

Zeng Kai fang Li Hongjun Li Zhengguo Ming jian

(Food College of Southwest Agriculture University, Chongqing 400716)

Abstract After treated with organic acid and tea polyphenol solutions at different concentration, the fresh duck meat was packed under vacuum. During the storage, its TVBN value has a significant positive relationship with storage duration($P < 0.01$), and its pH value in a certain scope. The result said that 0.1% tea polyphenols had the strongest antioxodation effect, cooxodation took place at a higher tea polyphenols concentration. Shelf life could be prolonged by low temperature, vacuum package, organic acid and tea polyphenol treatment, and the best sensory quality occurred with potassium sorbate treatment.

KEY WORD Organic acid ; Tea polyphenols; Duck meat preservation

(上接第39页)

- 2 王仲礼. 关于鲜肉的包装技术研究. 肉类研究, 1998(1)
- 3 Harald Ortner. The effect chilling on meat quality. Fleishwirtsch, 1989, 68(4)
- 4 Hansyeory Hecheman. The slaughtering and cutting secator. Fleishwirsch, 1995, 75(8)

Chilling and Packing of Chilled Meat

Wang xumao Zhang ziping Liu yan Liu aiping Chen xumin

(China Meat Research Centre, Beijing 100075)

ABSTRACT Chilled meat is the fresh meat that is the carcasses are cut and deboned after quickly chilling to $0 \sim 4^{\circ}\text{C}$ within 24 hours. The meat temperature is kept at $0 \sim 4^{\circ}\text{C}$ during packaging, distributing and being sold retail. The contamination of microorganism hazard seriously quality of chilled meat. According to the distributing fact, chilled meat is packed in vacuum in large scale at the packing plant and made into fresh packet with HIPS/PVC at supermarket.

KEY WORDS chilled meat; chilling; packing