

# 冷却肉生产过程中微生物污染 及控制措施

杨兴章 曹振辉 乔金玲 (云南农业大学食品科技学院 昆明 650201)

**摘要:** 为了解冷却肉生产过程中的微生物污染源,为生产过程中的微生物控制提供理论,本文对冷却肉的腐败机理、生产过程中的微生物污染和微生物控制措施作一综述。

**关键词:** 冷却肉;微生物污染;控制措施

**Abstract:** To understand microorganism contamination during processing of chilled meat and find the best method to control microorganism, the article summarized mechanism that the microorganism spoiled chilled meat, contaminated, and gave the measurement to control microorganism.

**Key words:** chilled meat; microorganism contamination; control measure

## 前言

冷却肉是指对严格执行检疫制度屠宰后的胴体迅速进行冷冻处理,使胴体温度(以后腿中心温度计)在24h内降到0~4℃,并在后续的加工、流通和零售过程中始终保持在0~4℃的鲜肉<sup>[1]</sup>。冷却肉与热鲜肉、冷冻肉相比,具有许多不可比拟的优点,柔嫩多汁、色泽鲜红、口感细腻、味道鲜美、营养卫生及方便快捷<sup>[2]</sup>,目前,我国市场上主要有热鲜肉、冷冻肉和冷却肉三种生鲜肉<sup>[3]</sup>。然而,我国当前肉产品产大于销,热鲜肉销售为主、冷却肉加工为辅的方法。随着人们生活水平的提高和安全意识的增强,优质冷却肉必将成为鲜肉消费的主流。

冷却肉在加工、贮藏、运输和销售过程中极易遭受微生物的污染腐败变质,不仅造成巨大的经

济损失和严重的环境污染,还会危及消费者的健康甚至生命<sup>[4]</sup>。为了解冷却肉生产过程中的微生物污染源,为生产过程中的微生物控制提供理论,本文对冷却肉的腐败机理、生产过程中的微生物污染和微生物控制措施作一综述。

## 1 冷却肉的腐败变质机理

造成冷却肉腐败变质的原因有微生物污染和脂肪酸败两个方面,而微生物污染并大量繁殖是冷却肉腐败变质的主要原因<sup>[5]</sup>。冷却肉表面细菌数达到 $10^8$ cfu/cm<sup>2</sup>时,冷却肉开始出现腐败变质,在腐败菌的作用下,蛋白质首先分解为肽,并经断键分解为氨基酸,氨基酸及其含氮低分子物质在相应的酶作用下进一步分解,冷却肉表现出腐败特征。氨基酸经脱羧、脱氨分别形成胺类和羧酸,氧化脱氨亦可生成酮酸,进而形成羟酸、醇等。由甘氨酸、鸟氨酸、精氨酸、组氨酸和色氨酸可分解甲胺、腐胺、尸胺、组胺、色胺等腐败胺类和酚及吲哚等物质,最后生成硫化氢、甲烷、硫醇、氨和二氧化碳等,冷却肉在这一系列分解过程中产生大量毒性物质,并发出令人厌恶的臭味。

## 2 冷却肉的微生物污染源

健康猪肌肉组织内部是无菌的,在屠宰、分割、加工、包装、贮藏、运销等过程中,屠宰环境、周转器具和生产用水中含有大量的微生物,会对冷却肉造成污染。如果条件适宜,腐败微生物就会大量繁殖,使冷却肉迅速腐败变质。

冷却肉加工厂的用水一般为自来水,国际水质标准规定自来水细菌总数不得超过100个/ml。

在冷却肉生产中,无论是胴体的清洗,加工设备、容器等的清洗,车间墙壁地面的保洁都需大量的水,水中含有的微生物种类和数量与冷却肉的污染有密切关系。另外,泥土中的微生物也会造成冷却肉的污染,1g表层泥土大约含有 $10^7 \sim 10^9$ 个细菌,一般病原菌在土壤中不会繁殖,但可以生存一段时间,土壤中本身还存在一些能够长期生活的厌氧病原菌。一般室内空气含菌量为 $10^2 \sim 10^4$ 个/ $\text{cm}^3$ ,特别是耐干旱的革兰氏阳性菌最常见,空气含尘埃越多,含菌量越多,高的可达 $10^6$ 个/ $\text{cm}^3$ 以上,肉品暴露在空气中,污染难以避免。

胴体表面初始污染的微生物主要来源于动物裸露在外的器官(如皮、毛、嘴)和屠宰环境。在卫生状况良好的条件下屠宰动物,表面的初始菌数为 $10^2 \sim 10^4$ cfu/ $\text{cm}^2$ ,其中1%~10%能在低温下生长<sup>[6]</sup>,它们大多数来自动物粪便和表皮,少部分来自土壤、水和植物,也有少量来自粪便。初期肉表面的微生物只有通过循环系统或淋巴系统才能穿过肌肉组织进入肌肉深处,而淋巴系统对细菌起过滤作用,当细菌数量较少时,淋巴细胞能将其吞噬和消化;当肉表面的微生物数量增多,出现局部性腐败或肌肉组织局部受到破坏时,表面的微生物便可直接进入肌肉内部组织,造成肉品的生物性污染。动物肠道中存在着正常菌群,一定数量的微生物随着食物、水等进入消化道,在动物健康状态下不会进入机体循环系统。因此,除非去除内脏时不小心刺破肠道,屠宰后没有很快摘除内脏,或是在宰杀前饱食;一般来说体内是不会被肠道中所带细菌污染的。

动物在屠宰分割过程中,空气、屠宰工具、工作台、人员及一些与胴体和分割肉接触的设备会对胴体产生交叉污染。在刺杀放血和剥皮时,微生物首先从下刀处进入组织,细菌数量最多在开始剥皮处,而最少的是离下刀的远处,平均菌数为 $10^4 \sim 10^6$ cfu/ $\text{cm}^2$ 。环境潮湿、工作者的手、臂和衣服上沾有血和碎组织,使动物躯体又再次被污染。在一天作业完毕后,从剥皮者的衣服上刮下来的标本检出细菌数为 $3 \times 10^6$ cfu/ $\text{cm}^2$ 。

猪在烫洗时,烫洗槽水温维持在 $63 \sim 65^\circ\text{C}$ ,能减少嗜冷菌和病原菌的数量,但对嗜温菌、嗜热菌以及芽胞菌作用不大。由于皮毛、蹄上的土、粪、血和其它异物小块脱落于水中,在头几个躯体经过烫洗后,每毫升水中就含有数百万个细菌,如果不

及时更换烫洗槽中的水,就会对后面的猪胴体造成严重交叉污染。冷却肉暴露于空气的面积越大,与用具接触机会越多,就越容易造成交叉污染。因此,在分割间进行冷却肉分割时,要严格控制环境温度和操作时间。冷却室中的空气含有许多细菌、霉菌和酵母菌<sup>[7]</sup>,冷却室温度保持得越低越好,通常在 $10^\circ\text{C}$ 以下,这样可以迅速和彻底地将白条肉的最厚部分冷却,从而抑制微生物的生长。操作过程中的微生物污染可以通过关键控制点得到控制。

### 3 污染冷却肉的主要微生物

孔凡真等<sup>[8]</sup>将冷却肉中的微生物分为细菌和真菌,其中细菌主要有大肠杆菌、沙门氏菌、变形杆菌,也有枯草杆菌、马铃薯杆菌及球菌。而在肉的深层有厌氧性腐败菌,如:腐败梭菌和溶组织梭菌。冷却肉中可能存在的病原微生物主要有沙门氏菌、李氏杆菌、链球菌、布氏杆菌、结核杆菌、魏氏梭菌、钩端螺旋体、猪瘟病毒等。其中对人类安全威胁最大的是炭疽杆菌,但沙门氏菌则是常被发现的病菌。李宗军和江汉湖等<sup>[9]</sup>的研究发现,在 $1^\circ\text{C} \sim 4^\circ\text{C}$ 条件下,冷却肉中的微生物主要是革兰氏阴性杆菌,有:胞壁假单胞菌和漆状假单胞菌;而在 $10^\circ\text{C}$ 条件下,冷却肉中的细菌主要是革兰氏阴性杆菌和革兰氏阳性球菌,有:葡萄球菌、埃希氏菌、肠细菌、肠球菌、假单胞菌和弯曲杆菌。

杜林等<sup>[10]</sup>将冷却肉中的病原微生物分为:产单核细胞李斯特杆菌、嗜水气单胞菌、肠炎弧菌、耶尔森肠道球菌、蜡状芽胞杆菌、肉毒梭菌和致病型大肠杆菌,而致病菌有:小肠结肠炎耶尔森氏菌、肉毒梭菌芽胞杆菌、产气荚膜梭状芽胞杆菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、弯曲杆菌属等。刘子宇等<sup>[11]</sup>对冷却肉中的微生物进行分离,结果显示冷却肉中的微生物主要有革兰氏阴性需氧嗜冷菌假单胞菌属、革兰氏阳性热杀索丝菌属和乳酸菌属,还有潜在致病菌李斯特氏菌属。

可见,污染冷却肉的微生物主要有病原微生物和腐败微生物两大类。致病菌有:小肠结肠炎耶尔森氏菌、肉毒梭菌芽胞杆菌、产气荚膜梭状芽胞杆菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、弯曲杆菌属等。而常见的腐败性嗜冷菌有:假单胞菌属、莫拉氏菌属、不动杆菌属、气单胞菌属、肠杆菌属、葡萄球菌属、乳杆菌属、热死环丝菌等,其中,假单胞菌属是冷却肉中的优势菌。

#### 4 冷却肉生产过程中的微生物控制措施

##### 4.1 食品生产卫生规范

食品的生产卫生规范又称良好生产规范(Good Manufacture Practice, 简称GMP), 是在食品生产全过程中保证具有高度安全性的良好生产管理系统。食品生产卫生规范的基本内容, 就是食品从原料到成品全部过程中各环节的卫生条件和操作规程。

目前我国已制定肉品生产的卫生规范(GMP)标准, 即《肉类加工卫生规范》(GB12694), 此规范对肉类生产加工中各个环节均制定了严格的卫生要求。实施食品生产卫生规范对现代肉制品加工企业将产生以下几方面积极影响: 提高产品质量; 强化企业质量意识; 加速食品工业化进程; 刺激新产品研发和更新、改进产生技术。毫无疑问, 食品生产卫生规范的实施可以更好地促进现代肉制品加工企业加强自身质量保证措施, 更好地运用 HACCP 技术、栅栏技术和微生物预报技术, 保证肉制品的卫生安全, 提高产品质量。

##### 4.2 HACCP 控制体系

HACCP 即危害分析及关键控制点(Hazard Analysis Critical Control Point), 是一个保证食品安全和产品质量的一种预防性管理系统, 是一种先进的卫生管理方法。HACCP 是一个非常科学严谨的体系, 是一种评估与预防从生长、收获、原料加工制造、批发、销售、至消费者有关的控制安全危害点为基础的最经济有效方法。它将重点放在食品的显著危害上, 全面控制质量危害和卫生危害, 可操作强, 实现了最少的资源配置达到最佳的预防控制效果。然而, HACCP 不是一个零风险体系, 将安全危害减低到可接受水平才是唯一 HACCP 体系的目标。因此, HACCP 必须建立在良好操作规范以及卫生操作规范的基础上。目前, HACCP 体系已经广泛应用于各种食品的生产过程。

##### 4.3 微生物预报技术

所谓微生物预报技术是指通过对食品中各种微生物的基本特征, 比如营养需求、酸碱度、温度、需厌氧程度以及对各种阻碍因子的敏感程度的研究。将这些特性输入计算机, 并编制各种细菌在不同条件下生长繁殖情况的程序。在一种食品的设计之后及加工之前, 我们就掌握了该食品中有哪些成分, 制作过程, 保存及运输、销售条件, 这样

计算机就会预测食品中微生物的生长情况, 明确哪一种或哪一类微生物将是优势微生物, 从而针对性增强抑制这一种或这一类微生物的阻碍因子, 达到卫生和延长保存期的效果。同样, 因为预测微生物学考虑了致病微生物, 所以预测微生物学对控制食品的安全危害非常重要。由于食品成分十分复杂, 各种细菌的特性又千差万别, 所以当前预测微生物学真正应用于生产有一定的难度。

##### 4.4 栅栏技术

食品的保藏性可通过两个或多个栅栏因子的协同作用得到保证, 这些因子中任何一个单一因子都难以抑制腐败性微生物或病原性微生物, 但是诸多栅栏因子的复杂交互作用可以控制微生物的腐败、产毒或发酵过程, 发挥对食品的联合防腐保鲜作用, 这种食品防腐的方法称为栅栏技术。

栅栏技术的基本原理是具有防腐作用的栅栏因子, 通过协同作用干扰保持食品稳定的一个或多个平衡机制, 抑制微生物的生长繁殖, 甚至致其死亡<sup>[12]</sup>。栅栏技术应用于食品生产中腐败微生物的防治已经得到许多国家的认可<sup>[13]</sup>。Sofos 等<sup>[14]</sup>和 Huffman<sup>[15]</sup>论述了半胴体或鲜肉微生物去污染技术, 包括化学去毛、热水冲洗、蒸汽消毒、化学溶液冲洗等单一处理技术和基于栅栏理论的多栅栏联合处理技术。孙京新等<sup>[16]</sup>在国内研究了水冲淋、乳酸喷淋、冷分割以及联合处理等多栅栏联合处理技术, 对猪半胴体和冷却猪肉微生物去污染的效果。

#### 5 小结

冷却肉生产过程中的主要污染菌是细菌, 其中以假单胞菌居多, 其次是肠杆菌, 而酵母和霉菌较少。在冷却肉生产过程中严格执行食品生产卫生规范和 HACCP 控制体系, 并结合栅栏技术和微生物预报技术减少冷却肉生产过程中的微生物污染, 是冷却肉生产技术的发展趋势。

#### 参考文献

- [1] 杨红菊, 南庆贤. 冷却猪肉主要腐败微生物生长模型的建立. 保鲜与加工, 2004, 4 (3): 7~10.
- [2] 卢智, 朱俊玲, 马佩珍. 冷却肉的加工现状和发展趋势. 肉类工业, 2004, (7): 9~13.
- [3] 张子平. 深化冷却肉加工技术的研究. 肉类工业, 2000, (7): 20~21.

(下转第 37 页)

4 展望<sup>[19]</sup>

辐照食品加工应用广泛,食品种类多,具有安全可靠、无污染、无残留,可以保持食品原有的色、香、味,加工方式多样化的优点。因此,我们应加大辐照肉制品的质量标准、剂量范围、安全性方面的研究,加快工业化应用程度。相信,随着整个社会教育程度的提高,消费者对辐照食品认可程度的增加,辐照肉制品市场前景潜力巨大,应用范围会更加广泛。

## 参考文献

- [1] 高翔. ENA128 条码在食用农产品流通中的应用[J] 食品科技 2007, 3: 15~18.
- [2] 汪勋清, 哈益明. 高美须. 食品辐照加工技术[M] 北京: 化学工业出版社 2005, 1: 1~3.
- [3] 马长伟, 曾名勇. 食品工艺学导论[M] 中国农业出版社 2002, 7: 261~302.
- [4] 周光宏. 畜产品加工学[M] 中国农业出版社 2002. 6: 88~91.
- [5] 胡芳芳, 俞平, 高士根. 辐照食品剂量与卫生学指标研究[J] 中国放射医学与防护杂志 2004, 5: 464~465.
- [6] 蒋爱民. 畜产品工艺学[M] 中国农业出版社 2000. 3: 68~70.
- .....
- (上接第 28 页)
- [4] 蒲海燕, 李影球, 陈宇前. 我国冷却肉发展现状、存在的问题及对策. 肉类工业, 2006, 10: 36~38.
- [5] 张红宾. 低温肉制品的微生物控制. 肉类工业, 2006, 10: 4~7.
- [6] 周光宏. 畜产品加工学. 北京: 中国农业出版社, 2002, 7.
- [7] 操时树. 新鲜肉的微生物学. 肉类工业, 1998, 12: 34~37.
- [8] 孔凡真. 冷却肉的腐败变质与保鲜包装技术. 保鲜与加工, 2006, 11: 3~4.
- [9] 李宗军, 江汉湖. 国外分割肉腐败控制技术的研究进展. 食品保藏, 2003, 3: 27~30.
- [10] 杜林. 冷藏肉中的病原微生物. 肉品卫生, 1999, 9: 11~12.
- [11] 刘子宇, 周伟, 李平兰等. 冷却猪肉中主要微生物

- [7] 杨寿清. 食品杀菌和保鲜技术[M] 北京: 化学工业出版社 2005. 3: 315.
- [8] Gaughran E R L. and Goudie A J. Sterilization by Ionizing Radiation. Multiscience Publication Ltd, 1974. 205~298.
- [9] Merritt C. Chemical Changes associated with flavor in irradiated meat[J]. J. agric. Fd. Chem, 1975(23): 1037.
- [10] 李鞞. 辐照食品的安全性及国际利用动向[J] 国外核新闻 2003, 8: 20~23.
- [11] 宫春波, 谢丽源. 辐照肉类保质的研究进展[J] 肉类工业 2002, 8: 31~33.
- [12] ICGFI. Safety of poultry meat: from Farm to Table. Vienna. Joint FAO/IEAE Division, 1999.
- [13] Paisan. Loaharana. Paul Irradiation for Food Safety and Quality. USA: Technomic Publishing company Inc, 2001.
- [14] Meissner J. et al. Radiation Physics and Chemistr, 2000, 57: 647~651.
- [15] ICGFI. Training Manual on operation of food Irradiation Facilities. Vienna: Joint FAO/IAEA Division, IAEA, 1982.
- [16] 王锋, 哈益明, 周洪杰等. 辐照对食品营养成分的影响[J] 食品与机械, 2005, 9: 45~48.
- [17] Venugopal V. et al. Critical Review in Food Science and Nutrition, 1999, 39(5): 391~440.
- [18] Farkas, J. International Journal of Food Microbiology 1998, 44: 189~204.
- [19] 田堃, 梁飞, 卢江. 我国辐照食品发展前景和管理对策探讨[J] 中国卫生工程学 2005, 8: 238~240.
- .....
- 物的分离与初步鉴定. 肉品卫生, 2005, 6: 17~19.
- [12] 关楠, 马海乐. 栅栏技术在食品保藏中的应用. 食品研发与开发, 2006, 27 (8): 160~163.
- [13] 赵志峰, 闫志农. 栅栏技术及其在食品生产中的应用. 食品工业科技, 2002, 23, (8): 93~95.
- [14] Solos, J. N., Belk, K. E. and Smith, G. C. Processes to reduce contamination with pathogenic microorganisms in meat. Congress Proceedings of the 45 ICOM ST. 1999(2): 596~605.
- [15] Huffman, R. D. Current and future technologies for the decontamination of carcasses and fresh meat. Congress Proceedings of the 48m ICOM ST. 2002(1): 9~16.
- 张颖滨. 污染肉类食品的微生物. 肉品卫生, 1999, 7: 27.
- [16] 孙京新, 雏晓葵, 周广宏等. 不同工艺条件对猪胴体和冷却肉微生物去污染效果的影响. 食品科学, 2003, 29 (7): 1~5.