

肉类微生物学(九)

Meat Microbiology(part9)

肉类微生物的控制

李宝臻

(北京顺鑫农业股份有限公司鹏程食品分公司产品研发部, 北京 101300)

摘 要: 肉类的腐败变质主要是由微生物引起的, 本文主要介绍了肉类微生物控制的三个基本策略, 即防止微生物的生长、杀死微生物、促进有益微生物的生长, 使其抑制有害微生物的生长, 并重点介绍了各种不同的控制措施。

关键词: 肉类; 微生物; 控制措施

Microbial Control of Meats

LI Baozhen

(Pengcheng Food Branch of Beijing Shunxin Agricultural Co., Ltd. Beijing 101300)

Abstract: The meats modification of corruption is mainly caused by microbes, this article identified mainly introduced three basic strategies of how to control meat microorganism, that is to prevent the growth of microorganisms, to kill microorganisms, to promote the growth of beneficial microbes so that to inhibit the growth of harmful microorganisms, and focus on the various control measures.

Key words: meats; microorganism; control measures

中图分类号: TS201.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-8123(2009)01-0015-07

0 前言

肉类微生物的控制可以根据肉类中微生物的品种及各自来源与生长繁殖所需要的条件来进行。肉类微生物控制的三个基本策略是, 防止微生物的生长, 杀死微生物, 促进有益微生物的生长, 使其抑制有害微生物的生长。控制方法可以采取物理性、化学性、抗生素、HACCP 控制体系的方法等。食品微生物的快速检测为采取控制措施及措施程度提供了依据。

无论是生肉制品还是熟肉制品, 其在生产、加工、包装、贮存、销售、消费的环节中均以一定的速度和方式丧失其原有的品质, 其原因是多方面的, 其中最重要的是微生物引起的腐烂变质。它不仅使肉类丧失了营养价值, 而且人类食用后还会引起食物中毒, 给人类的健康带来严重的危害。因此, 控制肉类有害微生物, 保证肉类的营养价值和

卫生安全, 具有很重要的意义。

1 防止微生物的生长

1.1 肉中微生物污染的来源和途径

鲜肉和大多数肉制品都极易变质。一般来说, 在动物屠宰放血之后, 从肌肉向肉的转化阶段开始, 肉就受到各种微生物、化学和物理因素的作用, 进入腐败变质过程, 一般而言, 在相同的条件下, 细菌往往比酵母菌生长快, 而酵母菌又比霉菌生长的更快。

微生物污染的原因一般认为有两个方面, 即内源性污染和外源性污染。内源性污染是指来自动物体内的微生物造成的。在活的动物体内, 肠道、呼吸道、淋巴结等部位均含有大量的微生物。外源性污染是指动物在屠宰、加工、运输直到消费的整个过程中, 由于用具、操作人员和环境的不洁等因素造成的微生物污染, 这是肉类微生物污染

的主要来源。

1.2 微生物种类及引起的腐败变质现象

肉类微生物包括细菌、酵母菌和霉菌。部分细菌能够产生色素,如橙色、绿色、紫色等。酵母菌,通过空气或其它方式传播,对肉和肉制品的表面造成污染。霉菌常以菌丝或菌丝体的形态来表示,霉菌的菌落一般比较大,霉菌形成的孢子会通过空气或其它方式传播开来,一旦遇到合适的条件即会生长萌发。

1.2.1 鲜肉的腐败变质

微生物利用肉中的蛋白质、脂肪和碳水化合物为营养来源,最终将其分解,也就是我们所见到的腐败变质。变质后的表现为,细菌和酵母菌引起的有氧变质导致肉表面形成黏液:表面发黏是由于假单胞菌属(*Pseudomonas*)、明串珠菌属(*Leuconostoc*)、芽孢杆菌属(*Bacillus*)和微球菌属(*Micrococcus*)以及乳杆菌属(*Lactobacillus*)的某些菌株在肉表面生长繁殖,产生黏液的结果。颜色的变化:肉的颜色由鲜红颜色变为绿色、褐色或灰色。气味的变化:脂肪酸败产生挥发性酸,例如甲酸、乙酸等都给人一种“酸味”的感觉,放线菌产生霉味或泥土味,在无氧条件下蛋白质被分解为各种各样的含硫化合物均极臭。脂肪被微生物分泌的脂肪水解酶分解为甘油和脂肪酸,深度水解将加速脂肪的氧化,结果将呈现油腻味。外观的变化:在有氧的条件下,霉菌在肉类表面生长,在肉的冰点温度贮藏时,某些菌丝不形成孢子,而是形成绒毛状的菌丝体。

1.2.2 肉制品的腐败变质

微生物更喜欢将碳水化合物作为其能量来源,因此对于肉制品中添加碳水化合物的产品,更容易被微生物所利用,产生大量的终产物,包括醇类和有机酸类。肉制品的腐败变质通常可以分为嗜热细菌引起的腐败、中温微生物引起的腐败、不产生芽孢的细菌引起的腐败、酵母菌引起的腐败和霉菌引起的腐败等。

由于酵母菌及其孢子容易被巴氏消毒所杀死,如果在产品中存在,表明杀菌不足或者是漏气,酵母菌适合生长在酸性和高酸性的食品中,但是产膜酵母菌(*Film yeasts*)也可以生长在卤汁肉冻中,而它们的存在表明杀菌不彻底或者封口不严造成漏气。

1.3 影响肉制品微生物生长的因素及控制

1.3.1 影响肉制品微生物生长的因素

影响肉中微生物生长的因素可分为内在因素和外在因素两种。内在因素诸如产品的水分含量、

pH、氧化还原电位、所含的营养物质以及是否存在抑制物等。外部因素包括温度、相对湿度、氧的存在与否、肉的物理状态(胴体、分割肉块或肉糜)。微生物的生长影响最大的因素是贮存温度、湿度和氧。

鲜肉的水分活度在0.99以上,适合大多数微生物的生长。微生物最适pH值接近中性,霉菌的最广(2.0-8.0),更适于在酸性条件下生长。相反,对于最终pH较高的肉(颜色较深的分割肉)来说,即使很好的卫生条件下,也容易造成细菌的生长并导致肉的腐败变质。

大多数微生物最适生长温度为12-40℃。细菌有其典型的生长曲线,分为延滞期,这期间细菌几乎是不生长;对数期,这期间细菌数量显著增长;稳定期和衰亡期。延长延滞期会延缓细菌的增殖。这一现象正是低温控制肉的腐败变质的基本原理。当温度低于约5℃时,就能显著延缓大多数普通腐败菌的生长,而且也能抑制几乎所有致病菌的生长。因此5℃是关键温度。细菌生长所要求的相对湿度一般在90%以上,霉菌84%以下,酵母菌则87%-92%之间。肉中生长的所有霉菌都是好氧型的,酵母菌则在有氧条件下比在无氧条件下生长的更好,细菌则有好氧型的,也有厌氧型的,还有兼性的。

1.3.2 防止肉类微生物生长的措施

现在以屠宰加工和肉制品加工为例说明防止肉类微生物生长的措施。在动物屠宰和分割过程中,胴体和分割肉的微生物污染来源包括空气、水源、粪便、饲料、毛皮、内脏、淋巴结、屠宰工具及工作人员,污染的方式和程度取决于加工和处理方法、卫生控制措施及储藏和配送环境。肉制品加工过程中,微生物的来源包括原料肉、辅料及包装材料的卫生状况,加工过程中工器具及设备的卫生情况,及包装前的二次污染控制情况及储藏运输的温度控制等。

1.3.2.1 建立 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,以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,可操作强,实现了最少的资源配制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(GMP)以及卫生操作规范(SSOP)的基础上。

1.3.2.2 动物屠宰清洗与胴体净化, 减少初始菌落

在屠宰前将动物彻底清洗能显著降低动物表皮和胴体污染。新西兰屠宰羊时广泛采用宰前清洗的措施, 而美国屠宰牛时大多采用宰前局部或全身清洗的方法。

宰前清洗的动物, 在屠宰过程中, 为减少分割肉的污染, 在屠宰加工尤其是胴体分割过程中, 许多企业采用刀具剔除胴体或分割肉上的可视污物和被擦伤组织的方式来降低微生物污染。

胴体的净化措施主要有用水或化学物质进行浸泡、冲洗、雾洗等, 这些措施被用来清除可视污物(如毛发、粪便和骨头上的灰尘), 能有效减少胴体表面的微生物污染。此外, 胴体净化措施(热水、蒸汽、化学药剂)可使微生物失去生物活性, 从而减少了由于细菌繁殖扩散所产生的生物性危害。

1.3.2.3 防腐保鲜剂抑制微生物的生长

防腐保鲜剂主要有化学防腐保鲜剂、天然保鲜剂、生物保鲜剂、涂膜保鲜剂等。国内外关于肉类研究中用到的化学保鲜剂, 主要是有机酸及其盐类、二氧化氯和臭氧等。有机酸抑菌作用原理是酸分子能透过细胞膜, 进入细胞内部而离解, 改变细胞内的电荷分布, 导致细胞代谢紊乱或死亡, 特别是低分子量有机酸, 在温度6℃以下对革兰氏阳性和阴性菌均有效。目前, 鲜肉保鲜中使用的有机酸主要包括乙酸、甲酸、丙酸、柠檬酸、乳酸、抗坏血酸、山梨酸及其盐类和混合磷酸盐等。温热(50-55℃)的有机酸如乳酸、柠檬酸、抗坏血酸等溶液(1-3%)能有效减少胴体组织上的细菌数。正常环境下, 臭氧对空气中自然菌可达到85%以上的杀灭率, 很早以前有关研究就证实了臭氧对沙门氏菌、枯草杆菌和大肠杆菌等有杀灭作用。肉制品加工中常用的化学防腐保鲜剂主要有山梨酸钾、双乙酸钠、亚硝酸钠等。山梨酸及其钾盐——山梨酸钾, 是一种抗菌剂, 已在食品中作为防腐剂被广泛使用, 对抑制霉菌的生长有特殊功效。

目前研究的较为典型的几种天然保鲜剂有Nisin、溶菌酶、壳聚糖、香辛料及中药提取物等。应用乳酸菌及其抑菌物质保鲜是一种新型的技术。这是因为乳酸菌可以分泌一类具有很强活性的蛋白, 称为乳酸菌素, 它有一定的特异性, 可以控制革兰氏阴性菌在鲜肉上的生长。各种乳酸抑菌效果有差别, 其中, 保加利亚乳杆菌和乳酸菌具有更好的抑制嗜冷菌的效果, 结合0.1-0.2%山梨酸钾或真空包装, 可以更好地保持鲜肉的品质。最新的研究表明, 乳酸链菌素与EDTA二钠联合作用, 对沙门氏菌和其他革兰氏阴性菌亦有抑菌作用。此

外, 乳酸菌与一些防腐剂合理搭配后, 对肉制品也有明显的保鲜作用。许多香辛料(包括生姜、大蒜、豆蔻、丁香、肉桂、迷迭香和茶多酚等)中均含有杀菌和抑菌成分。香辛料提取物可作为天然保鲜剂, 既安全又卫生, 其特点是毒性低、来源丰富和价格低廉, 其中许多香辛料除了抑菌防腐和抗氧化、除臭外, 还赋予食品特殊风味和生理保健功能。大蒜中含有的抗菌成分蒜辣素、蒜氨酸, 肉豆蔻中含有的肉豆蔻挥发油, 肉桂中所含的挥发油以及丁香中所含的丁香油等, 均具有良好的杀菌和抗菌作用; 绿茶中含有抗氧化活性物质多酚类衍生物。

随着绿色食品的兴起, 人们越来越强调食品的纯生物性。因此在冷却肉的保鲜剂筛选中, 以生物物质来代替化学合成已成为食品保鲜剂的趋势。生物保鲜剂溶菌酶可溶解许多细菌的细胞膜, 使细胞膜的糖蛋白类多糖发生分解作用, 从而起到杀死细菌的目的。

涂膜保鲜是将肉浸渍于涂膜液中, 或将涂膜液涂于肉的表面, 在肉表面形成一层膜, 通过改变肉表面的气体环境来抑制微生物生长, 以达到保鲜的目的。可食性膜保鲜能有效地防止肉的汁液流失, 近年来将可食性膜应用于肉类的保鲜取得了一定效果, 其中应用较多的是酪蛋白、大豆蛋白、海藻酸盐、羧甲基纤维素、淀粉和蜂胶等。壳聚糖是性能稳定、无毒和天然的防腐保鲜剂, 具有很好的成膜性, 并可抑制植物镰刀菌孢子的发芽和生长, 对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、酵母菌、霉菌等都有很强的抑制功能。海藻酸钠是天然多糖, 具有生物相容和生物降解的特性。海藻酸钠本身也是一种膳食纤维, 具有减肥、降低血脂、清除体内有毒物质和抗肿瘤等生理保健功能。蜂胶具有抑制和杀死细菌、病毒, 增强免疫功能的作用。国外已有利用蜂胶膜保鲜冷却肉的报道。多种保鲜剂复合使用, 有协同效果。据报道, Nisin主要对G⁺菌及芽孢有抑制作用, 而对G⁻基本无影响。复合保鲜膜中, VC和烟酰胺除具有协同护色作用外, 复合磷酸盐也有维持鲜肉色泽的作用。顾仁勇等人采用乳球菌肽、有机酸等复合保鲜剂, 在温度0-4℃冷藏条件下, 结合真空包装对分割鲜猪肉进行保鲜处理, 结果表明, 多种保鲜剂的配合使用能明显增长分割鲜猪肉的保鲜时间。

1.3.2.4 包装技术在防腐保鲜中的应用

包装形式主要包括真空包装、气调包装、托盘包装。真空包装在延长冷却肉的保鲜期方面也发挥着一定的作用。肉及其制品被真空包装在这种材料中, 可造成缺氧环境, 抑制微生物的生长, 减

缓肉中脂肪的氧化。中式传统肉制品往往采用软罐头和蒸煮袋包装、杀菌。高温火腿肠使用的包装材料(肠衣)为双向拉伸的聚偏二氯乙烯(PVDC)薄膜为中间层的复合薄膜,经过121℃高温蒸煮,通过高温灭菌,肉制品达到了商业无菌状态。

气调包装技术,也称气体置换包装,其原理是:在密封性能好的材料中装进食品,用保护气体置换包装内的空气,抑制微生物的生长和酶促反应,从而延长产品的货架期。气调包装最常使用的气体是CO₂、O₂和N₂。

托盘包装是将肉切分后用泡沫聚苯乙烯托盘包装,上面用PVE或聚乙烯(PE)覆盖,这种形式包装的肉类,其色泽为MbO₂的鲜红色,肉类在冷柜中的货架期为1-3d。

1.3.2.5 低温保藏,减缓微生物的生长

降低温度,一方面可以降低酶的活性,另一方面能减缓微生物生长繁殖的速度,当温度降低到冰结晶最大生成区时,细菌就会停止生长,直到死亡。大多数致病菌的最低繁殖温度为3-5℃,因此在温度5℃以下保存鲜肉,不仅可防止病原菌的生长,而且可阻止腐败性微生物生长。肉类冷藏保鲜时间的长短还和原料肉的卫生状况、冷却的速度及是否维持一个永久的冷藏条件有关。屠宰后2h内将鲜肉快速冷却能防止二次污染。将温度控制在0-4℃的条件下,减少鲜肉表面初始微生物数是非常重要的。试验表明,在温度5℃贮存条件下,如肉样初始细菌含量为10²个/cm²,则贮藏12d后其细菌含量低于10个/cm²,且肉类无黏液、变色和异味出现;当肉的初始细菌含量为10⁴个/cm²,贮藏8d就会出现腐败的前期特征,贮藏9d后就出现发黏;在初始菌落达10⁶个/cm²时,贮藏1.5d就有腐败前期特征,贮藏4d后肉表面就出现发黏层。从这些试验数据中可以看出,原料肉的卫生状况和冷却速度在鲜肉的保鲜中起着重要的作用。此外,冷却温度对鲜肉保质期的影响也很大,肉在0℃贮藏比在5℃贮藏肉的货架期长1倍。然而,冷却低温保藏的弊端也是十分明显的,它对肉的品质有很大影响,而且我国的运输、销售还没有形成一体化的冷藏链,因而在鲜肉还没有到达消费者之前,其品质就大大降低了。

1.3.2.6 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。在一种食品的设置

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。

1.3.2.7 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。

肉类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。在肉类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肉类生产过程中的微生物污染,是肉类生产技术的发展趋势。

1.3.2.8 微生物的快速检测技术

近年来,微生物快速检测和自动化研究进展迅速,依靠培养基培养、分离和生化鉴定的传统方法费时费力。快速检测及其自动化则综合引用微生物学、化学、分子生物学、生物物理学、免疫学以及血清学试验技术对微生物进行分离、检测、鉴定和计数。和传统方法比较,更快、更方便、更灵敏。

气相色谱法的原理是将微生物细胞经过水解、甲醇分解、提取以及硅烷化、甲基化等衍生化处理,使之分离尽可能多的化学组分供气相色谱仪进行分析。不同的微生物所得到的色谱图中,大多数峰是共性的,只有少数峰具有特殊性,可用来进行微生物鉴定。

以生物化学手段建立的快速检测技术。微生物专有酶快速反应是根据细菌在其生长繁殖过程中可合成和释放某些特异性的酶,按酶的特性,选用相应的底物和指示剂,将他们配制在相关的培养基中。根据细菌反应后出现的明显的颜色变化,确定待分离的可疑菌株。常规的致病微生物检测技术根据不同病原体的化学组成或所产生的代谢

产物各异,利用微生物的不同生化和生理特性,进行鉴定,目前已发展到成套的试剂盒,代替各检验部门自行配制试剂、手工操作的缓慢和繁琐工作。

以免疫学方法建立的快速检测技术,其基本原理是抗原抗体反应。抗原抗体反应是指抗原和相应抗体之间所发生的特异性结合反应。不同的微生物有其特异的抗原,并能激发机体产生相应的特异性抗体。在免疫检测中,可利用单克隆抗体检验微生物的特异抗原,也可利用微生物抗原检测体内产生的特异抗体,两种方法均能判断机体的感染状况。具体方法主要有免疫荧光技术、酶免疫测定技术、免疫印迹技术、免疫组织化学方法。

估计微生物数量和菌量的新方法是通过对微生物所引起的物理、生物化学、生物物理指标的变化来对样品中的微生物量进行估计,有ATP水平、阻抗和导电、接触酶的测定等。

分子生物学方法是DNA探针法。一种类型是有放射性标记的探针;另一种是无放射性标记的探针。

活细胞计数检测有自动旋转平板和激光菌落扫描计数法,在均匀薄层琼脂培养基表面,以阿基米德螺旋线方式将液体样品从中心到边缘均匀涂在平板上。经过培养在计数格区间内技术,或用激光计数器来扫描平板,以透过光的强度来检测菌落的存在。

“既用较”测定法是包装好的产品,用时不需灭菌,极适合野外测定。

以上检测技术,相对于传统的实验室(48—72小时)培养法,有的可在短短5分钟内即完成测试,快速检测技术为微生物的控制提供了卫生指标的参考,为更好地控制微生物提供了依据。

2 杀死微生物,保证肉类安全

防止微生物生长是控制肉类微生物的关键,对于肉类中已经存在的初始微生物,在加工过程中可以采取杀死微生物生长的措施,以保证肉类的安全,这也是现代肉类加工中常用的控制举措。杀菌的方法主要是物理方法,其中包括高压杀菌、热杀菌、辐照杀菌、微波杀菌、超声波杀菌等。

2.1 肉类的高压保鲜技术

将高压技术应用于肉类中,可延长其保质期。研究已证明,非加热的高压处理既能使肉嫩化,加速肉的成熟,又能杀灭肉中所含的微生物,钝化酶的活性,起到灭菌保鲜的作用,而且使肉的营养价值、风味、鲜度和色泽等品质指标基本保持不变,这是其他方法很难做到的。已有研究报道证明了食品经100-600MPa的高压作用5-10min,可以使其中的

一般细菌、酵母和霉菌数减少;用600MPa高压作用15min时,食品中绝大多数的微生物会被杀灭。Hit等人研究发现,高压处理的肉贮藏3个月后打开,仍保持得很好。另外,高压可以杀死肌肉中寄生虫的幼虫,配合50℃的温度处理,用400MPa的压力作用10-30min进行“巴氏杀菌”,可取得令人满意的效果。目前已有许多关于高压降低肉中微生物数量的较为深入的研究,包括条件的选择,不同处理的结合以及添加剂的使用,因此效果较为可靠。

2.2 热杀菌

热杀菌可以分为干热杀菌和湿热灭菌,干热灭菌是相对湿度在20%以下的高热,由空气导热,在一定的温度和消毒时间下达到灭菌目的。主要包括焚烧,是一种彻底的灭菌方法,但仅适用于废弃物品或尸体等;烧灼,直接用火焰灭菌,适用于微生物学实验室的接种环、试管口等的灭菌;干烤,用烤箱灭菌,一般加热至160~170℃经2小时。适用于高温下不变质、不蒸发的物品,如玻璃器皿、瓷器等,干热主要适合于肉类微生物检测前的工器具消毒。湿热灭菌主要是利用空气和水蒸汽的作用,导热快,穿透力强,能透入菌体,使菌体胞膜膨胀破裂,原浆流出,受热凝固变性。同时蒸汽具有潜热,能迅速提高灭菌物品的温度,加强灭菌效果。肉类杀菌主要是湿热杀菌。湿热灭菌又可以分为煮沸法:1个大气压下,煮沸的水温为100℃,一般细菌繁殖体煮沸5分钟即被杀死。细菌芽胞体常需煮沸1~2小时,才被杀死。水中加入2%碳酸钠,既可提高沸点达105℃,促进细菌芽胞的杀灭,又可防止金属器皿生锈;巴氏消毒法(pasteurization),用较低温度杀灭液体中的病原菌、同时又不影响消毒物品的营养成分及香味的消毒方法,加热61.1~62.8℃半小时即可,常用于牛奶和酒类等的消毒;间歇灭菌法(fractional sterilization),是利用反复多次的流通蒸汽加热,杀死细菌所有繁殖体和芽胞的灭菌法,具体做法是将待灭菌的物品置于阿诺流通蒸汽灭菌器内,100℃加热15~30分钟,杀死其中的细菌繁殖体,然后将物品置于37℃温箱中过夜使芽胞发育成繁殖体,次日再通过流通蒸汽加热,如此连续三次,可将所有细菌繁殖体和芽胞全部杀死;高压蒸汽灭菌法,是灭菌效果最好、目前应用最广的灭菌方法,方法是在密闭高压蒸汽灭菌器内进行的。加热时蒸汽不能外溢,容器内温度随蒸汽压的增加而升高,杀菌力也大为增强。通常在1.05kg/cm²的压力下,温度达121℃,维持15~30min,可杀死包括细菌芽胞在内的所有微生物。此法适用于包装类熟肉制品的杀菌。

细菌、霉菌和酵母都可能引起食品的变质，其中细菌是引起食品腐败变质的主要微生物。细菌中非芽孢细菌在自然界存在的种类最多，污染食品的可能性也最大，但这些菌的耐热性并不强，巴氏杀菌即可将其杀死。细菌中耐热性强的是芽孢菌。芽孢菌中还分需氧性、厌氧性的和兼性厌氧的。需氧和兼性厌氧的芽孢菌是导致罐头食品发生平盖酸败的原因菌，厌氧芽孢菌中的肉毒梭状芽孢杆菌常作为罐头杀菌的对象菌。酵母菌和霉菌引起的变质多发生在酸性较高的食品中，一些酵母菌和霉菌对渗透压的耐性也较高。热杀菌的依据是，不同微生物的最适生长温度不同，当温度高于微生物的最适生长温度时，微生物的生长就会受到抑制，而当温度高到足以使微生物体内的蛋白质发生变性时，微生物即会出现死亡现象。热杀菌即是利用这个原理，根据微生物的耐热性选择合适的杀菌温度，以达到杀菌的目的。

根据微生物的不同及产品的加工工艺需求，杀菌的温度和时间将有所不同。例如，一般肉制品的加工温度采取 80℃ 的水温加热，时间根据产品的直径和包装形式而定，有 15 分钟，30 分钟不等，有的产品根据保质期的需求，采用高温高压杀菌，例如 121℃，0.2Mpa 的压力下，15 分钟至 30 分钟不等。肉毒梭菌繁殖体的抵抗力一般，80℃ 加热 30min 或者 100℃ 下 10min 即可杀死，但其芽孢的抵抗力很强，各种类型的肉毒梭菌芽孢对热的抵抗力不尽相同，但总体而言，肉毒梭菌芽孢是高度耐热的，经湿热 121℃ 10-30 min，或干热 180℃ 5-15min 才能将其杀死，在 75% 的酒精中可以存活两个月之久。

影响微生物对热抵抗力的因素主要有：菌种、菌龄、菌体数量、基质的因素、加热的温度和时间及升温的速度。嗜热菌的抵抗力大于嗜温菌和嗜冷菌，芽孢大于非芽孢菌，球菌大于非芽孢杆菌，革兰氏阳性菌大于革兰氏阴性菌，霉菌大于酵母菌；在同样的条件下，对数生长期的抵抗力较差，而稳定期的老龄期细胞较大，杀菌前的停留时间要尽量短，即操作各环节应提高速度；菌落数越多，抵抗力越强；温度越高，升温的速度越快，加热时间越长，其抵抗力越差。

2.3 辐照杀菌

辐照是杀灭微生物的一种方法，通常是用来描述一个产品暴露在离子射线下的常用术语。辐照产物的形成仅是简单地分解食品中的正常成分，如蛋白质分解为氨基酸、脂肪分解为甘油和脂肪酸，至于特殊辐射产物（URPS），知之甚少。主要

有伽玛射线和加速电子射线、辐射消毒（灭菌）、针对性的辐射杀菌、有选择的辐射杀菌这几种。

2.3.1 伽玛射线和加速电子射线

我们熟悉的一些普通形式的离子射线有 X-射线，微波和紫外线，这些射线都已在食品中应用，伽玛射线和加速电子射线在消灭和减少食品中的微生物方面有着实际应用实例。

美国 FDA 已批准对猪肉、牛肉、禽肉、羊肉、香料、调味品进行辐照。有关食品辐照的要求在 21CFR PART 179 可以查到。

影响微生物抵抗辐照的一些因素包括：

A 细菌的数量是主要的，存在的微生物越多，就需越多的射线消灭它们。

B 细菌的类型，芽孢比繁殖体对辐照更有抵抗力，革兰氏阳性菌比革兰氏阴性菌对辐照更有抵抗力，酵母比霉菌对辐照更有抵抗力。

C 细菌的年龄，微生物在生长期时对辐照更敏感。

D 氧气的存在与否，生物体对辐照的敏感性在无氧时更大。

E 食品的特征，高蛋白食物和干燥食品对微生物抵抗辐照提供更多的保护作用。

辐照过程必须科学地设计以保证用最少量的射线最理想的减少微生物。

2.3.2 辐射消毒（灭菌）、针对性、有选择辐射杀菌

辐射消毒（灭菌）类似商业无菌，食品暴露在 30~40 千戈瑞的射线水平下被认为是商业无菌消毒。暴露在 2.5~10 千戈瑞辐照水平将消除大部分食物的所有病原菌的繁殖体，称为针对性辐射杀菌，类似于巴氏杀菌。暴露在 0.75~2.5 千戈瑞辐照水平消灭大部分食物中的腐败性微生物，称为有选择辐射杀菌。下表是辐照杀死微生物的优缺点：

表 1 辐照杀死微生物的优缺点

优点	缺点
对所有类型微生物都有效	可能比其他现有技术更昂贵
可能对热敏感食品损坏较少	可能引起食品的变化且必须被认可在产品上作食品添加剂
将延长产品的货架期	伽玛射线设备可能引起安全及环境问题
伽玛射线能穿透厚的材料，能处理大包装的产品	电子束不能穿透厚的产品
	必须克服公众对辐照的认识

2.4 微波杀菌

微波杀菌就是用微波使水分子发生振动，利用分子产生的摩擦热进行杀菌。适用于导热不良的食品和因加热而易降低品质的食品。对于采用塑料包装材料的食品，能在包装原状下，短时间内

从食品中心加热杀菌,还能防止二次污染。微波杀菌只适用于霉菌、酵母菌、大肠杆菌等不耐热的微生物,但对附着在食品背面,水分含量低的食品和无水分、诱导小的塑料或玻璃上的微生物,因温度不能充分提高,效果不显著。

2.5 其他包装食品杀菌技术

国外包装食品开发竞争激烈,又开发了更适用的新杀菌技术。如使罐头在高速旋转中用气体火焰直接加热的火焰灭菌法,可加速热传导,防止受热不均匀,应用于罐头食品与蒸煮袋食品效果好。

3 促进有益微生物的生长,使其抑制有害微生物的生长

随着现代加工技术水平的不断提高,发酵肉制品有了很大的发展。其不仅很高的营养价值,而且由于该产品中加入了一定有益菌,抑制了有害微生物的生长,起到了防腐作用。

地中海地区各国在生产发酵香肠时总是将发酵和干燥紧密结合在一起,最终产品的微生物稳定性主要依靠较低的水分活度来控制;在亚洲,泰国生产的传统发酵牛肉香肠——Mam以及我国的传统腊肠基本上也是依靠较低的水分活度来控制产品的保藏性。

发酵肉制品接种霉菌和酵母菌。肠衣表面生长的霉菌和酵母菌对产品形成良好的感官特性(尤其是风味和香气)起着重要作用。霉菌或酵母菌对抑制其它有害菌、保护香肠免受光和氧的作用以及产生过氧化氢酶等也有一定的作用。因此,在生产过程中,经常采用在香肠表面接种不产生真菌毒素的纯发酵剂菌株的办法。

4 结语

肉类微生物的控制需要综合应用以上各种防腐保鲜措施,发挥各自的优势,达到最佳控制效果。未来肉类微生物控制的趋势将是良好的卫生加工环境和天然防腐保鲜剂,新型包装技术和辐照技术的广泛使用。

参考文献

- [1] 肉类工业手册.南庆贤.主编中国轻工业出版社.
- [2] 食品生产企业 HACCP 体系实施指南.中国进出口商品检验总公司,编著梁杰主审.中国农业科

学技术出版社.

- [3] Biss M E,Hat haway S C.Effect of pre-slaughter washing of lambs on the microbiological and visible contamination of the carcasses[J].Vet Record,1996,138: 82-86.
- [4] Sofos J N.Carcass intervention/decontamination technologies [A].In proceedings of the technology symposium:intervention technologies and biotechnology for the Canadian meat industry[C].1998:1-17.
- [5] Bolton D J,Byrne C,Sheridan J J.The survival characteristics of Escherichia coli O157:H7 and transfer from the contaminated hide to the carcass during slaughter [C].Proceedings 44th Int congress meat sci-tech, 1998:350-351.
- [6] Castillo A,Lucia L M,Goodson K J,et al.Decontamination of beef carcass surface tissue by steam vacuuming alone and combined with hot water and lactic acid sprays[J].J Food Prot,1999,62:146-151.
- [7] Kochevar S L,Sofos J N,Bolin R R,et al.Steam vacuuming as a pre-evisceration intervention to decontaminate beef carcasses[J].J Food Prot,1997,60:107-113.
- [8] 张曼,周光宏,徐幸莲.天然防腐剂与冷却牛肉保鲜相关特性的研究[J].黄牛,2005,31(1):18-22.
- [9] 付丽,夏秀芳,孔保华.生姜乙醇提取物对气调包装冷却猪肉的护色效果[J].肉类工业,2005(8):23-25.
- [10] 黄艾祥,葛长荣,胡永金,等.冷却肉的保鲜试验[J].食品工业科技,2002,23(5):17-19.
- [11] 白建,孙好学.冷却肉保鲜技术的新研究[J].肉类研究,2005(6):39-42.
- [12] 龙夫.食品微生物快速检测技术动向[J].食品安全,2004,6:55-56
- [13] 陈庆森,冯永强.食品中致病菌的快速检测技术的研究现状与进展[J].食品科学,2003,24(11):148-152.
- [14] ICGFI.Safety of poultry meat:from Farm to Table. Vienna:JointFAO/IAEDivision.1999.
- [15] ICGFI.Training Manual on operation of food irradiation facilities. Vienna:JointFAO/IAEDivision,IAEA,1982.
- [16] Meissner J,et al.Radiation Physics and Chemistry,2000, 57:647~651.



肉类微生物学

- 1 肉类微生物学概论
 - 1.1 微生物的概念
 - 1.2 微生物的生物学特性
 - 1.3 肉类微生物学历史
 - 1.4 肉类微生物学的内容与研究任务
 - 1.5 微生物在肉制品中的控制
- 2 革兰氏阳性食源性致病菌
 - 2.1 肉毒梭菌
 - 2.2 产气荚膜梭菌
 - 2.3 单核增生性李斯特菌
 - 2.4 蜡样芽胞杆菌
 - 2.5 金黄色葡萄球菌
- 3 革兰氏阴性食源性致病菌
 - 3.1 沙门氏菌
 - 3.2 出血性大肠杆菌
 - 3.3 小肠结肠炎耶尔森氏菌
 - 3.4 空肠弯曲杆菌
 - 3.5 志贺氏菌
 - 3.6 副溶血性弧菌
 - 3.7 霍乱弧菌
 - 3.8 变形杆菌
 - 3.9 布氏杆菌
- 4 其他重要的肉类微生物
 - 4.1 霉菌
 - 4.2 酵母
 - 4.3 病毒
 - 4.4 肉类发酵剂
 - 4.5 肉类腐败菌
- 5 肉类微生物的控制
 - 5.1 化学性方法
 - 5.2 物理性方法
 - 5.3 抗生素类
 - 5.4 HACCP 体系
 - 5.5 食品微生物的快速检验

本期作者简介：

李宝臻：女，1980年7月生，中国农业大学 硕士

写作题目：肉类微生物的控制

E-mail:123yifanli@163.com

发表论文：

1.ISO22000 食品安全管理体系在熟肉制品中的应用

2.浅谈奥运会肉制品的安全保障

《肉类研究》2007.12

《肉类研究》2008.1