



肉类腐败微生物

郑海鹏

(西南大学食品科学学院, 重庆 400716)

摘要: 肉类腐败微生物来源于环境、肉类本身、贮藏、加工及销售等过程, 肉类的腐败变质导致其商品和消费价值降低或者消失, 主要与其中的优势菌有关。采用现代技术手段可以抑制微生物的繁殖, 保证肉类产品的品质, 延长货架期。

关键词: 腐败; 微生物; 来源

Meat Putrefaction Microorganism

Zheng Hai-peng

(College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400716, China)

Abstracts: The variety of meat putrefaction microorganism come from the process of environment, meat, storage, processing and marketing, etc. Because of ascendant germ, the putrefaction of meat can induce its marketing and consumption value lost or disappear. Adopting the new technology can control macrobiotic breeding, guarantee the quality and long shelf-life of meat.

Key words: Putrefaction; Microorganism; Source

中图分类号: TS201.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-8123(2008)08-0054-06

0 前言

随着养殖业和畜牧业的发展, 我国居民从传统的以米面食为主的饮食习惯逐渐向加大肉食比重的方向靠拢。肉类以其丰富的营养正成为人们膳食营养的主要来源。肉中含蛋白质18~20%, 占固形物的80%。蛋白质的生物学价值皆在80%左右, 是利用率较高的优良蛋白质。肉中含有丰富的无机盐, 总量一般为0.8~1.2%。其中铁和磷含量丰富; 肉类能提供多种维生素, 瘦肉中含B族维生素较多, 并且肉中含有一定量的脂肪, 能提供较好的口感。在人们生活水准提高的同时, 相对应的饮食健康、饮食安全问题越来越受到人们的关注。在我国居民肉类消费中, 猪肉冷鲜肉占有相当大

的比重, 其它是鸡肉、鸭肉、兔肉、牛肉、羊肉等畜禽类产品。另外, 深加工肉制品由于其货架期比较长, 在居民消费当中也占有一定比例。

居民对肉类产品的需求越来越多的同时, 对产品质量的要求也越来越高, 而我国的畜禽类养殖业和加工业发展的步伐却跟不上这种需求的趋势。加工企业在积极供给市场的同时往往面临加工过程中遇到的各种微生物引起肉类腐败变质的严重问题。能引起肉类变质的微生物通常包括细菌、酵母、霉菌等, 如果这些微生物数量达到一定的程度会伴随出现变色、变味、发黏等现象, 造成感观质量恶化, 而且肉类的营养受到损失, 人食用后甚至会出现食物中毒。所以了解肉类中的微生

收稿日期: 2008-04-04

作者简介: 郑海鹏, 研究方向为食品发酵与酶工程。 E-mail: zhpfeifei@163.com TEL: 13667637307

物对于合理加工、贮存肉品、正确引导人们消费有重要作用。

微生物广泛分布于自然界。因此，肉类不可避免的会受到不同类型和数量的微生物污染，当环境条件适宜时，它们就会迅速生长繁殖，造成肉制品的腐败于变质，不仅降低了肉制品的营养与卫生质量，而且还可能危害人体的健康。因此，控制肉类及其制品的腐败变质，在理论上和实践当中都有重大的现实意义。

1 肉类腐败变质的微生物来源

在正常条件下，刚屠宰的动物深层组织通常是无菌的，但在屠宰、加工、流通的各个环节中，肉的表面受到微生物的污染。最初肉表面的微生物只有经循环系统或者淋巴系统才能穿过肌肉组织，进入肌肉深部。当肉表面的微生物数量增多，出现明显的腐败或者肌肉组织的整体性受到破坏时，表面的微生物便可直接进入肉中^[1]。肉类食品中微生物菌相的来源如图 1-1。

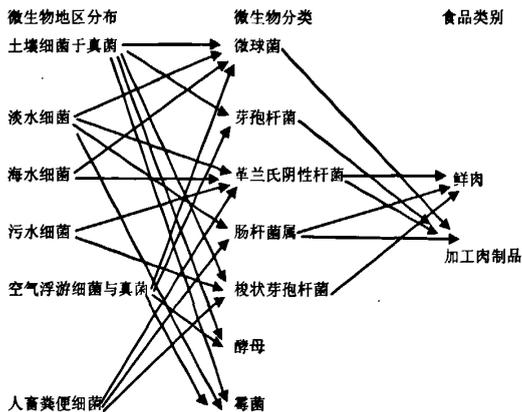


图 1-1 食品中微生物菌相的来源
(现代工业微生物学, 杨汝德, 2001)

1.1 屠宰、加工过程的污染源

胴体表面初始污染的微生物主要来源于动物的皮毛、动物内脏和被毛及屠宰环境，皮毛或被毛上的微生物来源于土壤、水、植物以及动物粪便等。在屠宰期间，屠宰工具、工作台和人体也会将细菌带给胴体。动物体的清洁状况和屠宰车间的卫生状况影响微生物的污染程度，肉的初始带菌量越小，保鲜期就越长。需要包装的肉制品，包装材料表面也是引入腐败微生物的途径之一。肉制品加工常用调味料或添加剂，这些物质都含一定数量的杂菌。添加剂、香料等每克可含细菌一万到几十万。因此，考虑到这些因素，杀菌就不能忽略。

1.2 流通、销售过程中的污染源

冷鲜肉和一些低温肉制品在进入冷气柜销售之前，都需要经过预包装，然后运送到商场、超市及零售店等进行销售。这个环节腐败微生物来源于直接接触肉类的人员、包装材料和运输过程的空气污染等。在销售其间，卖场的环境，销售人员、流动的人群是肉类污染的直接或间接来源。另外，不标准的菜市场在销售肉类产品时，流动的人群、空气、从业人员本身都是污染的途径。此外，微生物引起腐败的评价还与货架期严密相关，无论包装还是没有包装的肉类及其制品，本身带有微生物，在销售期间微生物繁殖生长，临近保质期的肉制品腐败严重，不适合消费。

1.3 消费环节的污染源

家庭宰杀或者购买的畜禽肉类制品由于贮藏方式不当，是最容易出现腐败变质的途径之一。在冰箱冷藏或冻藏过程中，畜禽肉与其它瓜果蔬菜交叉放置，微生物交叉繁殖，很容易加快肉的腐败变质。

2 肉类腐败变质的微生物种类

在肉类腐败变质的过程中，微生物起着决定性的作用。如果肉制品经过彻底灭菌或除菌，不含活体微生物，那么就不会发生腐败。反之，如果肉制品污染了微生物，一旦条件适宜，就会发生腐败变质。所以说，微生物的污染是导致肉类发生腐败变质的根源^[2]。

能引起肉类发生腐败变质的微生物种类很多，主要有细菌、酵母和霉菌。

2.1 细菌

一般细菌都有分解蛋白质的能力。多数是通过分泌胞外蛋白酶来完成。其中分解能力较强的属有：芽孢杆菌属、梭状芽孢杆菌属、变形杆菌属等。分解脂肪能力较强的细菌有荧光假单胞菌 (*Pseudomonas fluorescens*) 等。

从食品腐败变质的角度来讲，以下几属的细菌应引起注意。

(1) 假单胞菌属。引起食品腐败变质的主要菌属，能分解食品中的各种成分，并使食品产生各种色素。

(2) 芽孢杆菌属和梭状芽孢杆菌属。分布广泛，食品中常见，是肉、鱼类主要的腐败菌。

(3) 肠杆菌属科各属。除志贺氏菌属与沙门氏菌属外，均为常见的食品腐败菌。多见于水产品 and 肉、蛋的腐败。

(4)嗜盐杆菌属和嗜盐球菌属。在高浓度(28%~32%)食盐的环境中可生长,多见于腌制的咸肉中,可产生橙色色素。

2.2 霉菌

霉菌生长所需的水分活度较细菌低,所以在水分活度较低的食品中霉菌比细菌更容易引起食品的腐败。霉菌利用分解有机物的能力较强,无论是蛋白质、脂肪、还是糖类,都有很多种霉菌能将其分解利用,如根霉菌、毛霉菌、曲霉菌、青霉菌等霉菌既能分解蛋白质,又能分解脂肪或糖类。

2.3 酵母

酵母一般喜欢生活在含糖量较高或含一定盐分的食品上,但也有少数酵母能分解利用蛋白质、脂肪的能力较强。例如解脂假丝酵母(*Candida lipolytica*)的蛋白酶、解脂酶活性较强。红酵母可在肉类及酸性食品上产生色素,形成红斑。

3 引起畜禽肉腐败的优势微生物

容易引起畜禽肉污染的微生物和由微生物引起腐败的畜禽肉的对应关系如图1-2。微生物能引起食品的腐败变质。食品中占优势的微生物能产生选择性分解食品中特定成分的酶,从而使食品发生带有一定特点的腐败变质。如细菌中的芽孢杆菌属(*Bacillus*)、假单胞菌属(*Pseudomonas*)、变形杆菌属(*Proteus*)等主要分解食品中的蛋白质;荧光假单胞菌(*Ps fluorescens*)、无色杆菌属(*Achromobacter*)、产碱杆菌属(*Alcaligenes*)等主要利用食品中的脂肪;有些细菌还可使肉类变黏、发光及产色。

3.1 冷却肉的腐败变质及优势菌

近年来,冷却肉在我国大中城市已经逐步成为生鲜肉消费的主流。所谓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却处理,使胴体温度(后腿内部为测量点)在24h内降至0~4℃,并在鲜肉后续的加工、流通和零售过程中始终保持在0~4℃。

冷却肉的腐败是由于肉中含有相当数量的糖原以及宰后动物糖酵解作用的加速进行。糖酵解过程中,肉的pH值的降低对腐败菌在肉中的生长不利,暂时性的抑制了腐败作用的进行。健康动物的血液和肌肉通常是无菌的,肉类的腐败实际上是由外界感染的微生物在其表面繁殖所致。许多微生物不能作用于蛋白质,却能对游离氨基酸及小分子肽作用,将氨基酸氧化脱氢,生成氨和相应的酮酸。在肉类成熟的同时,蛋白质自溶生成小分子的氨基酸,为微生物生长繁殖提供了营养物质。

当微生物繁殖到某一程度时,就分泌出蛋白酶,分解蛋白质,产生的低分子成分,又促使各种微生物大量繁殖,于是肉就腐败。肉的腐败除使蛋白质和脂肪等发生一系列变化外,肉的外观也发生明显的改变。色泽由鲜红、暗红变成暗褐甚至墨绿,失去光泽而显得污浊,表面发黏,并会产生腐败臭气,甚至长霉,腐败的肉完全失去了加工和食用的价值。

表1-2 畜禽肉腐败类型和引起腐败的微生物摘要(微生物学, M·J·小佩尔扎等, 1987)

食品	腐败类型	微生物
新鲜肉	腐烂变臭	产碱杆菌属(<i>Alcaligenes</i>)
		梭菌属(<i>Clostridium</i>)
		普通变形菌(<i>Proteus vulgaris</i>)
	变黑	荧光假单胞菌(<i>Ps fluorescens</i>)
		腐败假单胞菌(<i>Pseudomonas putrefaciens</i>)
		曲霉属
发霉	根霉属	
	青霉属	
	假单胞菌属(<i>Pseudomonas</i>)	
冷藏肉	变酸	微球菌属(<i>Micrococcus</i>)
		乳杆菌属(<i>Lactobacillus</i>)
	变绿色、变黏	明串珠菌属(<i>Leuconostoc</i>)
家禽	变黏、有气味	假单胞菌属(<i>Pseudomonas</i>)
		产碱杆菌属

在肉表面上需氧性腐败菌的最大细胞密度不取决于肉表面基质的衰竭而是受到氧供应的限制,如果嗜冷性细菌长期缺氧,就会影响其需氧代谢,结果造成细菌的自溶死亡或发生形态学上的变异。在鲜肉的腐败中,尤其是在现代化的低温生产贮藏条件下,酵母和霉菌作用不大。

在屠宰动物时,大多数鲜肉会直接或间接被腐败细菌污染。此外,动物胴体在处理 and 分割时也会被微生物污染。腐败细菌通常污染鲜肉的表面,大多数鲜肉在开始腐败前,深层的肉是无菌的。由于腐败细菌大量附在肉的表面,因而对深层肉的影响不大。发生微生物腐败的时间,很大程度取决于贮藏前产品污染腐败菌的程度和贮藏温度。冷却肉中常发现的腐败性嗜冷菌有^[1]: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。冷却肉中常发现的致病菌有:小肠结肠炎耶尔森氏菌、肉毒梭菌芽孢杆菌、产气荚膜梭状芽孢杆菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、弯曲杆菌属等。其中假单胞菌属起作用最大,假单胞菌属的荧光假单胞菌、莓实假单胞菌、隆德假单胞菌是最重要的肉品腐败菌种。

刘子宇、周伟^[4]等采用了基础培养基和多种选择性培养基对普通冷却猪肉中的主要微生物菌群进行了分离筛选和初步鉴定。结果发现, 肠杆菌科、乳酸菌(主要是乳酸球菌)、假单胞菌属、热杀索丝菌属、李斯特氏菌属微生物存在。它们可能是引起冷却肉腐败变质的主要菌群。

3.2 真空包装肉制品的腐败微生物

真空包装在当今肉类生产中是普遍采用的一种包装形式。是指除去包装袋内的空气, 经过密封, 使包装袋内的肉制品与外界隔绝。在包装时, 肉表面污染的细菌数量为 $10^2 \sim 10^4$ cfu/cm², 其中大多数为革兰氏阳性嗜温菌, 约1%~10%的微生物为耐冷性革兰氏阴性菌, 主要为假单胞菌、不动杆菌及肠杆菌。在真空包装内部初始含氧量约为1%, 但随着肉自身的呼吸作用, 氧含量迅速下降, CO₂含量上升到20%。此种环境能抑制假单胞菌等需氧菌的生长, 但却对乳酸菌(主要是乳酸杆菌属(*Lactobacillus*)、肉杆菌属(*Carnobacterium*)和明串珠菌属(*Louconostoc*)中的同型发酵种的生长有利。乳酸菌能耐受高浓度CO₂。在低氧分压下, 它能竞争性的抑制其它细菌而自身得以迅速生长。某些乳酸菌菌株能产生抗菌素, 这可能是使其成为优势菌的主要原因。在某些特别情况下, 热杀索丝菌(*Br. thermosphacta*)、腐败希瓦氏菌(*shewanella putrefaction*)、梭状芽胞杆菌(*Clostridium*)等有可能大量繁殖, 抑制此类微生物可通过结合控制pH值来实现。温度低于5℃时, 由于真空包装内部的高CO₂、低pH值, 加之乳酸的作用, 使得肠杆菌受到抑制。腐败希瓦氏菌在低温且pH值低于6.0的环境中不能生长, 而热杀索丝菌在pH值低于5.8的低透氧性膜包装中不能生长, 若在高温、高pH值时, CO₂的抑制作用减弱, 造成了液化肠杆菌(*Serratia liquefaciens*)和天命菌属生长的可能。

真空包装的鲜肉储藏于0~5℃时, 微生物生长受到抑制, 一般3~5d之后微生物缓慢生长。储藏后期的优势菌是乳酸菌, 占细菌总数的50%~90%, 主要包括革兰氏阳性乳杆菌和明串珠菌。革兰氏阴性菌的生长则受到抑制, 相对数目减少^[5]。

腌肉的盐分高, 室温下主要的微生物类群是微球菌。真空包装的腌肉宰储藏后期的优势菌仍然是微球菌, 链球菌(如肠球菌)、乳杆菌和明串珠菌也占一定比例。

白艳红、赵电波^[6]等研究发现: 在7℃贮藏条件下, 真空包装低温灌肠样品感官都先后出现“空皮”、“出水、出油”和“胀袋”等腐败现象, 同时

伴有酸味、臭味等异味产生。胀袋气体的主要成分是CO₂, 以及一些易挥发的烷烃、酮和有机酸类物质。腐败微生物发酵产酸、产气是导致低温灌肠腐败变质的主要因素。

3.3 气调包装肉制品的腐败微生物

肉的气调包装改变了肉贮藏的生态环境, 可以抑制微生物的生长, 延长鲜肉的货架期。通常二氧化碳浓度越高, 对腐败菌的抑制作用越强, 100%二氧化碳可以获得较长时间的货架期。但高浓度的二氧化碳可能会引发一些化学反应, 从而影响肉的品质。气调包装的肉的货架期反映在乳酸菌的消长变化上。而肠细菌与气单胞菌的生长则依赖于pH值、贮藏温度、起始菌数、包装材料等因素。

气调包装可以抑制细菌的数量, 特别是假单胞菌, 而乳酸菌如乳杆菌、明串珠菌、乳球菌、食肉杆菌等则可生长。乳酸菌产生乳酸可抑制肠杆菌、环丝菌和*Shewanella*的生长。PH>6.0的肉中, 肠细菌和其他兼性厌氧性的微生物可以生长并形成优势菌群。Erichsen & Molin(1981)研究发现, 气调包装肉中的微生物主要有乳酸菌、假单胞菌和环丝菌。

胡长利^[7]等研究发现, 在牛肉气调保藏的整个过程中, 细菌总数呈现了由慢到快的增长趋势。低氧环境下, A组细菌总数增加最快, 到16d达到最大, 此后逐步降低, 这可能与低氧环境下假单胞菌的快速生长有关。通过比较, 发现假单胞菌的生长受CO₂的抑制, 低浓度的CO₂利于对假单胞菌的抑制, 高浓度CO₂对假单胞菌的抑制作用不大。所有包装中, 乳酸菌的数量都呈现了先增后减, 再增加的趋势, 这可能是和乳酸菌为兼性厌氧菌有关。随着保藏时间的延长, 氧气在保藏期间也发生部分溶解, 乳酸菌逐步成为优势菌群。

大量研究证明, 即使乳酸菌在初始菌相中不占优势地位, 它仍然能够在贮存过程中成为优势菌群。马丽珍^[8]等试验结果证明了乳酸菌在CO₂气调包装的冷却猪肉中的优势地位。在有氧条件下贮存, 假单胞菌属是导致肉品腐败的优势菌。肠杆菌科是一类兼性厌氧的嗜中温菌, 在CO气调包装的冷却猪肉中, 该类腐败菌比例没有大的改变。CO₂对腐败微生物的抑制作用强弱为: 假单胞菌>肠杆菌科>热死环丝菌。所以CO组冷却肉的最后腐败仍然将是由于热死环丝菌繁殖代谢氨基酸, 积累一定量的腐败物质而引起的。

3.4 干肉、腌肉中的腐败微生物

孟建彤^[9]通过对肉干现场采样和实验检测, 对

132份市售肉干、肉脯制品进行了霉菌污染调查,结果表明肉干、肉脯的霉菌检出率为43.2%,曲霉、青霉、镰刀菌为优势菌种。提出肉干、肉脯的霉菌建议指标为 $\leq 50\text{cfu/g}$ 。对生产现场的霉菌污染调查结果显示,成品中霉菌谱及优势菌与包装车间的相同,生产车间空气中霉菌是肉干、肉脯霉菌污染的主要来源。原辅料选择、煮炒、干燥、冷却和包装应是产品生产质量控制的关键。

烟熏肉的微生物菌群主要包括微球菌、乳酸菌、链球菌、明串珠菌和微杆菌,还有部分的酵母和霉菌。烟熏肉的腐败变质常见的有以下几种类型:一是表面发黏,主要是细菌在其表面大量生长所致;二是发酸,是由乳酸细菌等生酸菌类所引起;三是产气,是由异形乳酸发酵菌和一些酵母发酵糖类所致;四是变绿,是由于肉中色素的化学变化,各种乳酸菌积累的过氧化氢和部分细菌的大量繁殖所致。乳酸菌的生长通常伴随着酸性物质的形成,降低了产品的pH,进一步抑制了食物病原微生物的生长。葡萄球菌在与乳酸细菌的生存竞争中,不会因pH的降低而受到影响;肉毒梭菌在烟熏制品中可以生长,但其毒素的形成受乳酸细菌的抑制。

腌肉在腌制过程中,微球菌(*Micrococcus*)通常是优势菌,其来源于畜体的皮肤,能在腌制环境中增殖,多数菌株能分解蛋白分解脂肪,并能形成粘液。现在已知弧菌中的一些种是造成腐败的原因菌。弧菌(*Vibrios*)能够还原硝酸盐和亚硝酸盐。腌熏后的腌肉中细菌数量降至 10^4cfu/cm^2 时,常出现酵母菌,主要有串状酵母菌属(*Torulopsis*)和念珠菌属(*Candida*)。霉菌也能在腌肉中良好生长,现已从腌肉中分离得到交链孢属(*Altemaria*)、曲霉属(*Aspersillus*)、镰刀菌属(*Fusarium*)、念珠霉属(*Monilia*)、青霉属(*Penicilium*)、根霉属(*Rhizopus*)等霉菌。

3.5 熟肉制品中的腐败微生物

肉在熟制过程能杀死肉中微生物的营养细胞,钝化肉中酶的活性,抑制细菌芽孢的萌发。但是经过熟制的肉品由于杀菌不彻底或是二次污染,在环境适宜时,污染菌或残存菌在竞争性菌群很少或投有的情况下迅速繁殖,造成了熟肉制品的腐败变质。熟肉制品腐败中的微生物菌相与原料的卫生状况、加工工艺、产品配方、贮藏条件等等诸多因素有关。

广东中山市疾病预防控制中心^[10]对320份市售熟肉制品的微生物检验结果分析表明,次检测320份市售熟肉制品,虽未检出副溶血性弧菌,但检出

溶藻性弧菌8份,河弧菌2份,梅氏弧菌1份,说明熟肉制品在一定程度上存在着被海水弧菌污染的危险。溶藻性弧菌可经伤口感染人体,河弧菌可引起霍乱样腹泻。

2007年泉州市熟肉制品微生物污染现状调查^[11]发现,泉州地区市售熟肉制品存在不同程度的微生物污染。大肠菌群超标率42.5%(17/40),9份样品中检出溶血性肠球菌,分别为屎肠球菌和粪肠球菌。市售熟肉制品中大肠菌群超标率与溶血性肠球菌检出率相关。未检出沙门菌、志贺菌、金黄色葡萄球菌。

熟制腌肉开始由于腌制剂的存在能抑制较为敏感的革兰氏阴性菌。有些烟熏肉熟制后变得干燥,微球菌,酵母,霉菌中的耐盐性菌株等存活。其他都受到抑制。熟制腌肉多以真空或气调包装,于是肉杆菌属和乳杆菌属成为优势菌。在杀菌不完全或交叉污染也会造成肉的腐败变质。热杀索丝菌造成酸败味;弧菌(*Vibrio*)与产生硫化物气味有关;变形杆菌(*Proteus*)和普罗威登斯菌(*Providencia*)与粪臭味有关。熟制腌肉打开包装在有氧条件下会变色,因为其内乳酸菌在有氧环境下产生过氧化氢,可氧化熟腌肉的色素即变性的亚硝酸盐原为灰绿色。

参与熟制香肠内部腐败微生物多数是在加工过程中存活下来的细菌。熟制香肠中所添加的防腐剂不多,使得微生物能够迅速生长。添加亚硝酸钠和乳酸钠,能有效地控制肉毒梭状芽孢杆菌以及某些革兰氏阳性菌败坏。肠球菌和乳酸杆菌中的热抗性菌株在蒸煮中能够存活下来,其常见的败坏形式是产酸和微弱的腐败,如果乳酸杆菌的异型发酵菌株存在会造成产气。肠球菌属(*Enterococcus*)、绿色乳杆菌属(*Lactobacillus viridescens*)、片球菌属(*Pediococcus*)等乳酸菌在需氧生长中会产生过氧化氢。

4 小结

肉类及其制品是人们日常膳食的重要来源,为人们提供优质、健康和安全的肉类及制品是当前企业和政府的重要责任。监测肉类及制品的微生物活动,为企业提供更全面的数据,可以更好的促进企业产品质量的提高。肉类及制品的安全,应该从肉类的源头做起,提供优质健康的肉类加工原料,采用先进的加工技术和生产设备,提高从业人员的素质,配备安全高效的物流配送体系,设立合格的产品销售渠道等措施正逐步完善。另外,在这个体系中,为控制微生物,确保产品质量,还要

采用先进的国际通用的食品卫生管理体系,如 HACCP 体系、ISO9000、GMP 和 ISO14000 等配套措施。中国的肉类工业在积极与国际接轨的同时,还要开展自主创新,谋求新的局面,因为任何一套管理方法并非尽善尽美,对肉类微生物的监测、分析和利用将对提高肉制品的安全性、稳定性方面起着越来越重要的作用。

参考文献

[1] 周光宏等编著. 畜产品加工学[M]. 北京, 中国农业大学出版社, 2002.
 [2] 史贤明. 食品安全与卫生学[M]. 北京, 中国农业出版社, 2002.
 [3] 孔凡真. 冷却肉的腐败变质与保鲜包装技术[J]. 肉类工业, 2006, (11): 3-4.
 [4] 刘子宇, 周伟, 李平兰等. 冷却猪肉中主要微生物的分离与初步鉴定[J]. 肉品卫生, 2005, (6): 17-19.

[5] 周光宏等编著. 畜产品加工学[M]. 北京, 中国农业大学出版社, 2002.
 [6] 白艳红, 赵电波, 毛多斌等. 真空包装低温灌肠胀袋气体成分分析[J]. 食品研究与开发, 2007, 28(11): 133-136.
 [7] 胡长利, 郝慧敏, 刘文华等. 不同组分气调包装牛肉冷藏保鲜效果的研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(7): 241-245.
 [8] 马佩珍, 南庆贤, 戴瑞彤. 不同气调包装方式的冷却猪肉在冷藏过程中的微生物变化[J]. 农业工程学报, 2004, 20(4): 160-163.
 [9] 孟建彤. 肉干、肉脯生产的霉菌污染及防治措施研究[D]. 四川: 四川大学, 2002.
 [10] 陆幸儿, 郑悦康. 320 份市售熟肉制品的微生物检验结果分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2007, 19(2): 135-137.
 [11] 陈秀恋, 杨育红, 刘建忠. 泉州市熟肉制品微生物污染现状[J]. 海峡预防医学杂志, 2007, 13(5): 62.

.....
 (上接 48 页)

参考文献

[1] Pedersen JC. Natamycin as a fungicide in agar media[J]. Appl. Env. Microbiol, 1992, 58: 1064-1066.
 [2] 殷昊, 赵艳丽, 吴兆亮. 纳他霉素分离技术的研究进展[J]. 食品工业科技, 2007, (7): 244-246.
 [3] Gupta A, Sharma A, Mohan K. Mycotic Keratitis in non-steroid exposed vernal Keratocon junctivitis. Acta Opht-gaimol Scand, 1999, 77: 229-231.
 [4] Davidson P M, Doan C H. Natamycin, Antimicrobials in Foods. New York, Basel and Hongkong: Marcel Dekker Inc, 395-407.
 [5] Stark J. Permitted preservatives natamycin[J]. Encyclopedia of Food Microbiology. 2000, (3): 1776-1781.
 [6] Harry B. Natamycin[J]. Analytical Profiles of Drug Substances, 1994, (10): 514-557.
 [7] 陈晓丽, 吕振岳, 黄东东, 等. 新型天然食品防腐剂纳他霉素的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2002, 23(4): 23-25.
 [8] 刘树立, 王春艳, 邹忠义. 纳他霉素的研究现状及其在肉类工业中的应用[J]. 肉类研究, 2007, 105(11): 8-11.
 [9] 陈正行, 狄济乐编著. 食品添加剂新产品与新技术[M]. 江苏科学技术出版, 2002: 56-57.
 [10] Jani B R, ginaldi M G, Reinhart W J. An unusual case

of fungal keratitis: Metarrhizium anisopliase[J]. Cornea, 2001, 20(7): 765-768.
 [11] 魏宝东, 孟宪军. 天然生物性食品防腐剂纳他霉素的特性及其应用[J]. 辽宁农业科学, 2004, (2): 24-26.
 [12] 于同立. 纳他霉素的研究与应用[J]. 江苏调味副食品, 2006, 23(1): 16-18.
 [13] 郝鹏然, 陈森. 霉克的防腐效果及安全性评价[J]. 中国食品添加剂, 1997, (4): 44-48.
 [14] 李东, 杜连祥, 路福平, 等. 纳他霉素的抑菌谱及最小抑菌浓度[J]. 食品工业科技, 2004, (7): 143-144.
 [15] 岳吴博, 岳喜庆, 李靖, 等. 纳他霉素的特性、应用及生产和研究状况[J]. 食品科技, 2007, (3): 162-166.
 [16] 邵金良, 袁唯, 董文明, 等. 生物防腐剂纳他霉素的特性及其在食品工业中的应用研究[J]. 中国食品添加剂, 2006, (1): 201-205.
 [17] 李东, 杜连祥等. 生物食品防腐剂纳他霉素发酵工艺研究[J]. 食品工业科技, 2004, 25(10): 111-114.
 [18] 中国食品添加剂生产应用工业协会编著. 食品添加剂手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1996. 12(1999.4 重印): 242-243.