中国肉类食品综合研究中心
CHINA MEAT RESEARCH CENTER
www.cmrc.com.cn
肉类研究
MEAT RESEARCH
2008.7

发酵肉制品中微生物的作用

曹利群
（西南大学 食品科学学院，400716）

摘 要：本文介绍了发酵肉制品中常用微生物的种类，着重阐述了细菌、霉菌和酵母菌在发酵肉制品中的作用，并简单分析了产品的安全性。

关键词：发酵肉制品；细菌；霉菌；酵母菌；安全性

The Function of Microorganisms in Fermented Meat Products

Cao Li-qun
(College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: This paper introduced the types of microorganisms which were applied in fermented meat product, and emphasized on the function of bacteria, yeast and mold. Then, the product safety was simply analyzed.

Key words: Fermented meat products; Bacteria; Yeast; Mould; Safety
中图分类号：TS201.3 文献标志码：A 文章编号：1001-8123(2008)07-0027-03

0 前言

发酵肉制品是指在自然和人工控制条件下利用微生物发酵作用，产生具有特殊风味、色泽和质地，且具有较长保存期的肉制品[1]。发酵肉制品具有稳定性好、营养价值高等特性，深受消费者的青睐，发展前景广阔。

1 发酵肉制品中微生物的种类

传统的发酵肉制品所需的微生物是原料中偶然混入的野生菌（主要是乳酸菌）[2]，而目前应用于发酵肉制品中的菌种不再局限于单一菌种，细菌、酵母菌和霉菌在发酵肉制品的生产中都得到应用，其作用各不相同[3]。

1.1 细菌

细菌在目前的肉制品自然发酵过程中仍占主导地位[4]，用于肉制品发酵过程中的细菌主要是乳酸菌和球菌（见表1），它们在发酵肉制品生产中的作用不同。

表1 发酵肉制品常用的细菌

细菌	菌种
乳酸菌	植物乳杆菌（*L.plantarum*）
	干酪乳杆菌（*L.casei*）
	清酒乳杆菌（*L.sake*）
	乳酸乳杆菌（*L.lactis*）
	弯曲乳杆菌（*L.conatus*）
	乳酸片球菌（*P.acidilactis*）
	戊糖片球菌（*P.pentosaceus*）
球菌	变异微球菌（*Micrococcus varians*）
	肉糖葡萄球菌（*Staphylococcus carnsus*）
	木糖葡萄球菌（*S.xylosus*）

1.2 霉菌

霉菌在发酵肉制品中其着重要作用，其发酵产品具有特有的外观和特异“霉菌香味”[5]。发酵肉制品的霉菌主要来自环境，由环境天然接种生长的霉菌经常检出霉菌毒素的存在，因此用于肉制品的霉菌应经过筛选，确定不产生霉菌毒素。目前

收稿日期：2008-03-15
作者简介：曹利群 西南大学 硕士研究生 TEL：13667670914；E-mail：clq404@163.com

应用最多的是青霉菌属(*Penicillium*)，包括产黄青霉(*P.chrysogenum*)、纳地青霉(*P.nalgiovense*)、白地青霉（*P.cundidum*）和娄地青霉（*P.roqueforti*)。

1.3 酵母菌

酵母菌是发酵肉制品中常用的微生物，发酵肉制品最终香味的形成很大程度归结于酵母菌[6]。汉逊氏巴利酵母菌(*Dabaryomyces hansenii*)和法马塔假丝酵母(*Candida famata*)是发酵肉制品应用最多的酵母菌。

2 发酵肉制品中微生物的作用

2.1 细菌

2.1.1 乳酸菌

乳酸菌是最早从发酵肉制品中分离出来的微生物，在自然发酵过程占主导地。乳酸菌在发酵肉制品风味、成色、营养价值等诸多方面有着重要作用。

第一，抑制病原微生物的生长，稳定产品质量并提高产品货架期。乳酸菌将碳水化合物分解成乳酸，使肉品pH降低，达到4.8-5.4，抑制腐败微生物的生长，产品的保质期及安全性大大提高[7]；同时，肌肉蛋白在酸性条件下变性形成胶状组织，提高了肉的硬度和弹性，改善了肉制品的组织结构。

第二，防止肉色的氧化及变色，促进肉的发色。肉制品在发酵过程中会产生氧化性很强的H_2O_2[8]，H_2O_2与肉中肌红蛋白形成胆绿肌红蛋白，使的颜色变绿．乳酸菌的产酸作用能将H_2O_2还原成O_2和H_2O，防止肉色的氧化变色[9]。同时，乳酸菌在熟成时利用碳水化合物产生乳酸降低了pH值，在H^+作用下有利于NO^{2-}分解为NO，NO与肌红蛋白结合生成亚硝基肌红蛋白（NO－Hb），从而最终使肉品呈现腌制的特有色泽[10]。

第三，产生抗菌物质，抑制杂菌生长，提高产品安全性。发酵肉制品中使用乳酸菌，大多可以产生抗菌物质，有效地抑制肉制品中腐败菌和致病菌的生长，提高发酵肉制品的安全性。其主要机制是产生乳酸菌素，此细菌素能抑制植物乳杆菌、李斯特氏菌、金黄色葡萄球菌和广泛的革兰氏阴性菌的生长。Graciela M.等发现干酪乳杆菌(*L.casei*) CUL705产生的乳杆菌素能抑制多种微生物的生长[11]。

第四，提高产品的营养价值，赋予产品独特的发酵风味。乳酸菌在发酵过程中能产生少量的蛋白酶，可以将肉中的蛋白质分解成肽及氨基酸，其消化吸收率大大提高；同时乳酸菌产生的乳酸可提高钙、磷、铁的利用率，促进铁和维生素D的吸收。乳酸菌在发酵中产生的乳酸、醋酸、丙酸等有机酸，赋予发酵肉制品柔和的酸味，同时与醇、醛、酮等物质相互作用形成新的呈味物质，此外还能消除某些原料的异味和怪味[12]。

2.1.2 球菌

球菌在发酵肉制品中的主要作用是还原亚硝酸盐和形成过氧化氢酶，从而利于发色及分解过氧化物，改善产品色泽及延缓酸败，此外球菌可以分泌脂肪酶和蛋白酶而分解蛋白质和脂肪，改善产品风味[13]。变异微球菌(*Micrococcus varians*)是微球菌属用于肉制品发酵的主要菌株，该菌具有良好的安全性，在低温下(5℃)仍能表现出硝酸盐还原活性，降低产品中硝酸盐的含量；同时该菌还能产生黄色色素，有利于发酵肉制品的成色。L.H.Stahnke[14]发现木糖葡萄球菌(*S.xylosus*)和肉糖葡萄球菌(*S.carnosus*)能够产生酯类和其他来自氨基酸的一些重要风味物质。

2.2 霉菌

霉菌是好氧性菌，在发酵肉制品中主要分部在表面和紧接表面的下层部分，在肉制品的表面形成很好的一层“保护膜”，这层膜不但可以减少肉品感染杂菌的几率，还能很好的控制肉品水分的蒸发，防止出现“硬壳”现象，赋予产品特有的外观；更重要的是使肉制品阻氧避光，防止酸败[15]、分解脂肪和蛋白质及氨基酸而利于产品特有风味的形成。许多霉菌还具有硝酸还原能力，有力于肉制品表面颜色的生成；添加霉菌，还可以竞争性抑制有害微生物的生长。

发酵肉制品使用的霉菌大多数属于青霉菌属(*Penicillium*)，而大多数青霉菌具有产毒素能力[16]，只有筛选出不产毒素的青霉菌株才能避免这种危害性。常用的不产毒素的青霉有产黄青霉(*P.chrysogenum*)和纳地青霉(*P.nalgiovense*)，它们具有分泌蛋白酶和脂肪酶的能力，能增加产品的芳香成分，提高产品品质[17]。此外，德国将白地青霉(*P.cundidum*)和娄地青霉(*P.roqueforti*)成功的应用与发酵肉制品的生产中，产品产生特殊的风味[18]。

2.3 酵母菌

酵母菌是发酵肉制品中常用的微生物，适用于干香肠的发酵，产生独特的风味。酵母菌属于兼性厌氧菌，在生长时能将介质中残存的氧消耗，降低肉中的pH值，抑制酸败。酵母具有分解脂肪、蛋白质和糖类的能力，产生多肽、酚及醇类风味物质，醇类物质与酸作用可生成有酯香味的酯类物质，不仅改善了产品的风味，还可以延缓产品的酸败；发酵肉制品过程中，酵母菌还可以形成过氧化氢酶，可以防止肉品的氧化变色，有利于发色的稳定性；同时酵母菌对金黄色葡萄球菌有一定抑制作用[19]。法国有一种发酵香肠，将酵母菌接种于表面生长，使产品披上一层“白衣”，是很受当地人喜爱的地方风味产品[20]。

汉逊氏巴利酵母(*Dabaryomyces hansenii*)是发酵肉制品应用最多的酵母菌。这种酵母菌耐高盐，好气并具有较弱的发酵产酸能力，一般生长在肉品表面，也可生长在浅表层。其本身没有还原硝酸盐的能力，还会使肉中固有微生物菌群的硝酸盐还原能力减弱，这就要求酵母菌与其它菌种混合发酵，以提高产品质量。国外的一些学者已经通过杂交育种获得了可利用更多种类的碳水化合物作为碳源，并能利用亚硝酸盐的汉逊氏巴利酵母新菌株[21]。此外，法马塔假丝酵母(*Candida famata*)在发酵肉制品也较为广泛。

3 安全性问题

发酵肉制品的安全性至关重要，需要严格控制生产过程中的工艺条件，准确监测发酵过程中与微生物生长有关的几项安全质量指标，最大限度地减少病原菌的污染机会，消除沙门氏杆菌、金黄色葡萄球菌、产芽孢细菌、病毒或寄生虫等的生长繁殖条件，保证最终产品的安全性和稳定性。

发酵肉制品存在具有致癌性亚硝胺，它的前体物为胺和亚硝酸盐，尤其是在酸度较高或加热的条件下，它们可以合成亚硝胺[22]。但如果过多降低亚硝酸盐的用量，虽然可减少亚硝胺的形成，但却大大增加了肉毒梭菌毒素产生的可能性。解决这个问题的途径一方面应严格限制亚硝酸盐及硝酸盐的用量，我国规定发酵肉制品中亚硝酸盐的残留量以$NaNO_2$计不得大于30mg/kg[23]，同时限制亚胺的形成，可选择先进的肉类发酵技术来解决。肉类的乳酸菌发酵既可有效地抑制肉毒梭菌毒素的产生，也可由于乳酸造成的低pH值环境而降低了亚硝酸盐的残留量，因而减少与二级胺作用生成亚硝胺[24]。

4 结语

发酵肉制品特殊风味的形成不是单一菌系所能达到的，只能是合理的复合菌系共同作用的结果。借鉴已有先进成果，把多菌种混合发酵技术应用到我国传统发酵肉制品上是当前重要的任务，以开发出适合国人口味又营养保健的发酵肉制品。

参考文献

[1] 周传云，聂明，宛佳蓉. 发酵肉制品的研究进展[J]. 食品与机械，2004,20(2):27-30.

[2] 卢士玲，吴桂春，李开雄. 发酵肉制品优势菌研究现状[J]. 中国食物与营养，2006(3):22-24.

[3] 葛长荣，马美湖. 肉与肉制品工艺学[M]. 北京：中国轻工业出版社，2002，211-240.

[4] 孔保华. 干制香肠常用的发酵剂[J]. 肉类工业，1995,(6):34-37.

[5] 南庆贤主编. 肉类工业手册[M]. 北京：中国轻工业出版社，2003

[6] 李华丽，何煜波. 肉品发酵剂常用菌种及其混合发酵特性[J]. 中国食品添加剂，2005(1):70-73.

[7] Purname Darmadji et al.Food Sci[J].1990,55:1526-1527.

[8] Noonpakdee W, Sitthimonchai S. Panyim S.et al.2004. Expression of the catalase gene katA in starter culture Lactobacillus plantarum TISTR850 tolerates oxidative stress and reduces lipid oxidation in fermented meat product. Int J Food Micmbiol.Sep 1;95(2):127-135.

[9] 李玉珍，肖怀秋，林亲录. 乳酸菌在发酵肉制品中的应用[J]. 肉类工业，2006(4):8-10.

[10] 陈荷风，崔海辉，李兵. 乳酸菌在肉制品加工中的作用[J]. 肉类工业，2001(11):16-17.

[11] 韦利军，郭海，车芙蓉. 发酵香肠及其生产工艺的研究进展[J].2001,32(5):394-398.

[12] 郭松年，田淑梅，白洪涛. 乳酸菌及乳酸菌发酵食品[J].粮食与食品工业，2005,12(1):39-40.

[13] 王永霞，牛天贵. 肉品发酵剂葡萄球菌和微球菌的分离筛选及其与乳酸菌混合培养的研究[J]. 肉类丁业，2004(4):41-44.

[14] Stahnke, L.H. Drid sausages fermented with Staphylococcus xylosus at different temperatures and ingredient levels.Volatile components.Meat Sci.1995,41:211-223.

[15] 李凤彩，程文新，谢华等. 发酵香肠菌种筛选标准探讨[J]. 食品工业科技,2002,23(6):78:79.

[16] Hammes,W.P.,Knauf,H.J.,1994,Starters in the processing of meat products.Meat Science,36,(1,2):155-168.

[17] 刘晓丽. 发酵肉制品中发酵剂的研究[J]. 四川食品与发酵，2002(4):27-30.

[18] 孔保华.干制香肠常用的发酵剂[J]. 肉类工业，1995(6):34-37.

[19] 蒋要峰，耿费，李凤彩，等. 发酵香肠风味形成浅析[J]. 河南畜牧兽医，2002(10):41-42.

[20] 王卫. 发酵香肠的加工工艺及微生物特性[J]. 肉类研究，2002(3):10-13.

[21] 宋照军，马汉军，潘润淑，等. 发酵剂在肉制品生产中的应用[J]. 肉类工业，1998(7):30-32.

[22] Brian J. B wood Microbiology of germented foods[M]. 北京：中国轻工业出版社，2001,328-359.

[23] 中华人民共和国国家标准，GB 2760-1996,食品添加剂使用卫生标准[M]. 北京：中国标准出版社，1996.

[24] 王海燕，张春江，罗欣. 发酵香肠中微生物产生的酶及其作用[J]. 肉类研究，2001(1):15-17.