

发酵肉制品常见微生物 及其对风味的影响

褚福娟¹, 孔保华^{2*}, 黄永³

(1.2. 东北农业大学, 黑龙江哈尔滨 150030 3. 北京巴斯德科技有限责任公司, 北京 102209)

摘要: 介绍了发酵肉制品中常用微生物的种类、性质、作用以及常用的微生物发酵剂, 探讨了微生物在发酵过程中形成的风味物质及其对肉制品风味的影响。

关键词: 发酵; 肉制品; 微生物; 风味

Microorganisms in Fermented Meat Products and its Impactings on the Flavor

CHU Fu-juan, KONG Bao-hua*

(Northeast Agricultural University, Harbin 150030)

Abstract: The article described some commonly adopted microbes in fermented meat products and their functional properties. The flavor matter formed in the fermentation process and its effects to the products was also reviewed.

Keywords: Fermented meat products; Microorganisms; Flavor

中图分类号: TS201.3 文献标志码: A 文章编号: 1001-8123 (2007)12-0003-04

前言

发酵肉制品是指盐渍肉在自然或人工控制条件下, 借助微生物发酵作用, 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]。其种类繁多, 如我国的金华火腿、宣威火腿、腊肉、腊肠、中式香肠, 欧美等国家的干肠和半干肠等。发酵肉制品因其无需冷藏、稳定性好、特殊的风味等特点日益受到消费者的喜爱。

在发酵肉制品的生产过程中, 微生物及酶的使用可以改善产品的质地, 促进发色, 并形成良好的风味。传统发酵肉制品的发酵微生物来源于环境中混入的杂菌和肉中有益菌与杂菌竞争形成的

优势菌群, 因而产品具有批次不稳定、生产周期长、成本高等缺点。而优选发酵剂的使用不仅能够改进工艺、使生产标准化, 还能够提高肉制品的营养和安全性。此外, 功能性的发酵剂能够产生芳香化合物、易消化的功能性小分子物质、细菌素及其他抗菌成分等, 同时有利于促进发色、减少生物胺、毒素等不利成分的产生。种类繁多的传统发酵肉制品及其发酵微生物的地域性、多样性为我们的生产和科研提供了广阔的资源。

1. 发酵肉制品中的微生物

发酵肉制品中的微生物主要包括乳酸菌、微球菌、霉菌和酵母, 它们在肉制品的发酵和成熟过

* 通讯作者

程中发挥了各自独特的作用。乳酸菌一般在整个发酵过程中占有绝对优势。欧洲发酵香肠微生物区系的大部分都是同型或兼型发酵的乳酸菌。其中清酒乳杆菌和弯曲乳杆菌竞争力强,能抑制致病菌的生长,几乎控制了整个的发酵过程。其他的乳酸菌数量少,如植物乳杆菌、巴伐利亚乳杆菌、布赫氏乳杆菌和短乳杆菌。Hugas等^[2]从75种不同产地的西班牙香肠中分离了254种乳杆菌,其中清酒乳杆菌占55%,弯曲乳杆菌占26%,短乳杆菌占11%,植物乳杆菌占8%,因而清酒乳杆菌和弯曲乳杆菌为第二代发酵剂的主要微生物。

葡萄球菌和微球菌在肉制品的发酵过程中通常会发生有益的反应,如分解过氧化物,降解蛋白质和脂肪。但是他们的竞争性不强,只有一些耐酸的菌株能够存活。在不致病的凝固酶阳性的葡萄球菌中,木糖葡萄球菌、肉糖葡萄球菌和腐生葡萄球菌占主要地位。除葡萄球菌外,变异微球菌等微球菌也少量存在。李平等^[3]采用选择性培养基对宣威火腿成熟产品中的主要微生物菌相进行分离和计数。发现与发酵香肠不同,宣威火腿中的优势菌群为葡萄球菌和微球菌、霉菌,在火腿表面它们的数量均达到了 10^6cfu/g 以上,而乳酸菌及肠杆菌、肠球菌的数量均明显低于优势菌群($P<0.01$)。结果表明耐盐性的葡萄球菌和微球菌的代谢活动以及火腿表面大量霉菌的生长是宣威火腿独特风味形成的基础。

在发酵香肠中的霉菌种类依环境和生产工艺的不同而不同。曲霉在发酵香肠的生产中是不受欢迎的,因为大约有90%的菌株能够产毒。而青霉则被认为是成熟期间的有益菌株。那地青霉和产黄青霉经常应用于霉菌发酵的香肠中,尤其是在欧洲南部的一些国家。

Montel等(1986)从发酵香肠中分离到的酵母包括汉逊德巴利、皱褶假丝酵母、链状假丝酵母,其中汉逊德巴利酵母最为常见。Smith(1976)分离的酵母菌株有假丝酵母、德巴利酵母、毕赤氏酵母、红酵母、丝胞酵母。

在欧洲的发酵香肠中,片球菌出现的频率并不高,存在的比例也很小。但是美国通常将片球菌作为发酵剂添加到肉馅中来加速肉制品的酸化,其中啤酒片球菌使用较早,目前使用较多的是乳酸片球菌和戊糖片球菌^[4]。

肠球菌有时也能从欧洲南部的一些传统发酵肉制品中分离得到,他们能够加速早期的发酵过程,且在最终的产品中能达到 $10^2\sim 10^5\text{cfu/g}$,关于肠球菌在发酵肉制品中存在的意义有不同的观点,一方面可以增加风味,另一方面如果致病菌增殖或其抗药性增加,将会大大降低肉制品的安全性。

2. 微生物对发酵肉制品风味的影响

发酵肉制品的风味受众多因素的影响,如配方、工艺、发酵温度、生产时间、烟熏以及发酵微生物的种类等等。最终风味的形成是众多风味物质综合作用的结果,如乳酸的产生、香辛料、蛋白质降解生成的氨基酸、微生物代谢和脂肪氧化生成的芳香化合物。

2.1 微生物和酶的作用

内源性蛋白水解酶的作用要大于来源于微生物的蛋白水解酶,其中组织蛋白酶D对蛋白质的水解和肽的形成起主要作用。微生物酶的关键作用在于将蛋白水解生成的肽降解为氨基酸,进而转化成芳香化合物。脂肪的降解对于风味的形成也起了重要作用。主要是由于组织脂肪酶将脂肪水解生成了游离脂肪酸。短链的脂肪酸($C<6$)形成强烈的干酪味,中等长度和长链脂肪酸是风味物质的前体。这些游离脂肪酸会进一步氧化降解生成烃、烯烃、醇、醛、酮及芳香族化合物。微生物尤其是葡萄球菌在游离脂肪酸的氧化中起了重要作用,尽管这是一个非酶反应^[5]。

选择优良的微生物作为发酵剂能够使产品形成良好的风味,但是原料(原料肉和香辛料)的选择以及生产工艺(发酵时间、温度、食盐使用量)都会影响微生物的代谢。开发一些能够改善风味的发酵剂需要科研人员大量掌握原料、生产工艺以及感官评定等方面的相关知识,并能将其有效的综合利用。除此之外,还应避免发酵剂在使用过程中产生有毒物质。

2.2 乳酸菌

乳酸菌是最早从发酵肉制品中分离出来的微生物,它是在自然发酵时乘机而入的主要微生物,在肉品的自然发酵过程中占主导地位。通常乳酸菌的蛋白质水解能力和脂肪水解能力都不是很强,它对发酵肉制品风味的贡献主要是发酵碳水化合物

物产生乳酸和乙酸, 另外还产生少量的挥发性化合物。Montel 等^[6]发现乳酸菌利用碳水化合物生成的乳酸以及少量的副产物如乙酸、甲酸、琥珀酸等可赋予香肠特殊的香味。Frederic 等^[5]认为来源于乳杆菌的肽链端解酶以及肉中的氨基肽酶能够产生游离氨基酸, 进而形成风味物质。Papamanoli 等^[7]发现在希腊香肠中分离的乳酸菌具有较强的亮氨酸和缬氨酸分解能力。但是, Larroure 等^[8]发现乳杆菌和片球菌对于支链氨基酸表现了较低的代谢活性, 因此不能形成香肠中的风味物质 3-甲基-丁醛 (葡萄球菌却能够形成)。

在发酵肉制品中, 清酒乳杆菌和弯曲乳杆菌的竞争性较强, 作为发酵剂应用较为普遍。添加适当的脂肪酶可以加速发酵香肠的成熟, 清酒乳杆菌、弯曲乳杆菌和植物乳杆菌在试管中的脂肪分解活力已经被证实, 但是当这些乳杆菌添加到肉中时它们的脂肪分解活力却很低^[9]。Erkkila 等^[9]经研究发现用鼠李糖乳杆菌 LC-705、E-97800 和戊糖片球菌 E-90390 以及植物乳杆菌 98098 发酵并采用北欧干肠的配方生产出来的产品, 与商业发酵剂生产的产品在感官上十分相似。

除了乳杆菌, 其他的乳酸菌也可能作为发酵剂添加到肉制品中。乳酸乳球菌亚种的添加能够生成大量的游离氨基酸^[10]。Larroure Thiveyart 等^[11]发现栖鱼肉杆菌可以代谢亮氨酸, 形成大量的风味化合物, 这与葡萄球菌相似。总之, 乳酸菌在风味方面主要作用的是产生有机酸, 其对于碳水化合物的分解代谢是非常有限的。

2.3 葡萄球菌和微球菌

葡萄球菌和微球菌的蛋白质、脂肪分解能力依品种各异, 它们在呈味方面作用极其显著。其中的优良菌株能够形成芳香化合物, 改善风味、加速生产过程。Stahnke 等^[12]研究发现接种肉糖葡萄球菌的发酵香肠比对照组成熟期提前了两周。Beck 等^[13]指出葡萄球菌中的木糖葡萄球菌和肉糖葡萄球菌由于能够转换氨基酸 (尤其是支链氨基酸亮氨酸、异亮氨酸和缬氨酸) 和游离脂肪酸, 因而能够协调风味的形成。木糖葡萄球菌在发酵中能够生成 3-甲基-1-丁醇、双乙酰、2-丁酮、3-羟基丁酮、苯甲醛、苯乙酮以及甲基酮类, 在南欧的萨拉米香肠中应用较广泛, 它产香柔和, 酸味较淡, 可生产高品质的香肠^[15]。而肉糖葡萄球菌则将支链的

氨基酸转化成甲基醛类 (如 3-甲基丁醛、2-甲基丁醛、2-甲基丙醛) 及其酸类, 其中 3-甲基丁醛和 3-甲基丁酸来源于亮氨酸, 与香肠的风味密切相关。此外在高浓度的酸和醇存在以及微生物酯酶活力低的情况下, 它们能够进一步转化成芳香的酯类物质。除了能够改善风味外, 由于微球菌和葡萄球菌具有硝酸盐还原和抗氧化能力, 因而可以阻止不饱和脂肪酸的氧化和其他不良风味的形成。

Montel 等^[6]对几种葡萄球菌的研究发现, 沃式葡萄球菌的脂肪分解能力最强, 产乳酸能力也很高; 肉糖葡萄球菌和木糖葡萄球菌的硝酸盐还原能力最强, 但蛋白酶、脂酶活力低; 腐生葡萄球菌生成双乙酰的能力最高, 脂肪分解能力一般, 但有些菌株不能还原硝酸盐; 变异微球菌和猪葡萄球菌的蛋白酶活性最强。对接种清酒乳杆菌和不同的微球菌香肠的风味进行研究发现, 具有发酵香肠典型风味的是接种肉糖葡萄球菌或木糖葡萄球菌的香肠, 接种猪葡萄球菌的香肠具有奶酪味, 接种腐生葡萄球菌的香肠仅具有水果味。接种肉糖葡萄球菌或木糖葡萄球菌的香肠中 2-戊酮、2-庚酮、2-己酮的含量最高。

Pinto 等^[15]经过研究认为肉糖葡萄球菌和木糖葡萄球菌作为添加剂添加到肉干中具有较高的蛋白水解活性, 用木糖葡萄球菌发酵的牛肉干蛋白水解活性最高, 要获得良好的感官效果, 木糖葡萄球菌是首选的菌株, 建议将这一研究应用于发酵牛肉干的生产中。

2.4 霉菌和酵母

用霉菌发酵的香肠在地中海地区很普遍, 不产毒素的霉菌可以接种于肉制品的表面通过蛋白质水解、氨基酸降解、脂肪水解、脂肪氧化、水分流失的减少、酸败延缓等来改善风味。霉菌接种于香肠表面还可以赋予表面白色或灰白色的外观, 同时通过过氧化氢酶活力、消耗氧、隔离光线来起到护色的作用, 延缓肠衣的脱落。较常用的霉菌有青霉菌属和毛霉菌属。

酵母菌一般生长在香肠表面 0.2~0.4cm 的片层中, 与细菌相比数量很低。发酵过程中能够形成一定数量的醇和酯类, 改善制品的风味。其中应用最为普遍的是德巴利氏酵母菌属, 适量的接种德巴利氏酵母能够抑制脂肪的氧化、促进酯类的形

成,改善制品的风味。过量的接种时反而会产生一定量的酸(如2-甲基丙酸、2-甲基丁酸)削弱了它的积极作用。酵母发挥作用的大小依赖于香肠中其他发酵剂的存在,单独使用酵母,会使氮的含量上升,而乳酸和乙酸的含量下降,从而导致pH的上升,酵母菌与乳酸菌和微球菌联合使用时,效果较好。

3 展望

我国发酵肉制品的生产历史悠久,腊肠、火腿等传统发酵肉制品在发酵过程中,形成了独特的风味,深受消费者的喜爱。但是对发酵剂的开发和研究还相对较少,未来发酵剂的研究将集中在提高乳酸的转化率,提供良好的风味成分,产生抗氧化剂和细菌素等功能性物质,以及如何利用基因手段来改善菌株的性状,开发出优良的功能性发酵剂等方面。相信随着新型发酵剂的应用,在不久的将来,消费者将会享用到更安全、营养、美味、适口的发酵肉制品。

参考文献

- [1] 张元生.微生物在肉类加工中的应用.北京:中国商业出版社,1991.
- [2] Hugas,M.,Monfort,J.M.,1997.Bacterial starter cultures for meat fermentation.Food Chemistry 59,547-554.
- [3] 李平兰,沈清武,吕燕妮,江志杰,马长伟.宣威火腿成熟产品中主要微生物菌相构成分析.中国微生物学杂志.2003.15(5):262-263.
- [4] Nychas,G.J.E,Arkoudelos,J.S.1990.Staphylococci:their role in fermented sausages.Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement.167-188.
- [5] Fre' de' ric Leroy,Jurgen Verluuyten,Luc De Vuyst.2006.Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation.International Journal of Food Microbiology 106,270-285.
- [6] Montel,M.C.,Reitz,J.Talon,R.,Berdague',R.,Rousset-Akrim,J.L.1996.Biochemical activities of Micrococaceae and their effects on the aromatic profiles and odours of a dry sausage model.Food Microbiology 13,489-499.
- [7] Papamanoli,E.,Tzanetakis,N.,Litopoulou-Tzanetaki,E.,Kotzekidou,P.,2003.Characterization of lactic acid bacteria isolated from a Greek dryfermented sausage in respect of their technological and probiotic properties.Meat Science 65,859-867.
- [8] Larrouture,C.,Ardaillon,V.,Pe' pin,M.,Montel,M.C.,2000.Ability of meat starter cultures to catabolize leucine and evaluation of the degradation products by using an HPLC method.Food Microbiology 17,563-570.
- [9] S.ErkilaE.Peta' ja',S.Eerola,L.Lillerb,T.Mattila-Sandholm,M-L.Suikio.2001.Flavour profiles of dry sausage fermented by selected novel meat starter cultures.Meat science58,111-116.
- [10] Herranz,B.,Ferna' ndez,M.,Hierro,E.,Bruna,J.M.,Ordo' n' ez,J.A.,de la Hoz,L.,2004.Use of Lactococcus lactis subsp.cremoris NCDO 763 and α -ketoglutarate to improve the sensory quality of dry fermented sausages. Meat Science 66,151-163.
- [11] Larrouture-Thiveyrat,C.,Montel,M.C.,2003.Effects of environmental factors on leucine catabolism by Carnobacterium piscicola.International Journal of Food Microbiology 25,177-184.
- [12] Stahnke,L.H.,Holck,A.,Jensen,A.,Nilsen,A.,Zanardi,E.,2002.Maturity acceleration of Italian dried sausage by Staphylococcus carnosus relationship between maturity and flavor compounds.Journal of Food Science 67,1914-1921.
- [13] Beck,H.C.,Hansen,A.M.,Lauritsen,F.R.,2004.Catabolism of leucine to branched-chain fatty acids in Staphylococcus xylosum.Journal of Applied Microbiology 96,1185-1193.
- [14] Samelis,J.,Metaxopoulos,J.,Vlassi,M.,Pappa,A.,1998.Stability and safety of traditional Greek salami—a microbiological ecology study.International Journal of Food Microbiology 44,69-82.
- [15] M.F.Pinto,E.H.G.Ponsano,B.D.G.M.Franco,M.Shimokomaki.Charqui meats as fermented meat products: role of bacteria for some sensorial properties development. Meat Science (2002)187-191.