代表性发酵香肠中的微生物演替：推动东西方产品风味的发展和变化

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/42322.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

代表性发酵香肠中的微生物演替：推动东西方产品风味的发展和变化。Song W, Zhao W, Li M, et al. Microbial succession in representative fermented sausages: driving flavor development and variations across Eastern and Western products. Food Science of Animal Products, 2025, 3(3): 9240128. https://doi.org/10.26599/FSAP.2025.9240128

沈阳农业大学食品学院宋婉莹等以东西方代表性发酵香肠为研究对象，通过全面且深入地剖析不同发酵香肠在发酵过程中的微生物演替规律、风味物质的生成路径以及两者之间的内在联系，不仅能为发酵香肠的科学研究提供全新视角和理论依据，还将为优化发酵工艺、提升产品品质、开发新风味产品提供有力支持，推动发酵香肠产业更好地满足全球消费者日益多样化的需求。

研究背景

在全球饮食文化的大舞台上，发酵香肠作为一种历史悠久且独具魅力的食品，承载着丰富的文化内涵与地域特色。它以肉类为主要原料，经微生物发酵而成，独特的风味和口感使其成为众多美食爱好者的心头好。从欧洲的大街小巷到亚洲的传统市场，发酵香肠的身影随处可见，不同地区的发酵香肠因发酵方式、微生物种类以及风味特点的差异，大致可分为西方和东方两大类型。

西方发酵香肠，像意大利的萨拉米、西班牙的辣香肠，在工业化生产的浪潮中，借助外源发酵剂开启发酵之旅。这种方式就像给发酵过程上了一把精准的 控制锁，确保每一批次的产品都能保持高度一致的品质，风味也稳定且复杂多样。而东方发酵香肠，如我国的四川香肠、韩国的泡菜香肠等，则更倾向于依赖自然发酵。它们如同大自然的馈赠，充分利用原料和环境中天然存在的微生物菌群，在传统工艺的雕琢下，风味深受当地特色原料的影响，每一口都散发着浓郁的地域风情。

微生物在发酵香肠的风味形成过程中扮演着至关重要的角色，宛如一场精彩演出的幕后导演。在发酵的不同阶段，乳酸菌、葡萄球菌、酵母、霉菌等微生物有序登场，各自发挥独特的作用。乳酸菌通过代谢糖类产生乳酸，这不仅降低了发酵环境的pH值，形成一道抵御有害微生物的 屏障，保障了食品安全，还为后续风味物质的生成埋下了种子。随着发酵的推进，葡萄球菌、酵母和霉菌纷纷发力，它们参与蛋白质和脂肪的代谢过程，生成醛类、酯类、醇类等各种各样的挥发性化合物。这些化合物相互交织、相互影响，共同谱写出发酵香肠风味的独特 乐章。

以往研究多聚焦单一发酵香肠品种或特定微生物作用，对东西方发酵香肠系统对比研究较少。因

此突破局限，全面剖析东西方代表性发酵香肠，深入探讨微生物群落演替、风味形成机制及差异显得很有意义。

微生物群落差异

西方发酵香肠微生物群落相对集中，乳酸菌和葡萄球菌主导发酵进程。发酵前期，乳酸菌（如清酒乳杆菌、弯曲乳杆菌）迅速代谢糖类产乳酸，快速降低pH值，抑制有害微生物生长，奠定发酵安全基础，赋予产品明显酸味。中期，葡萄球菌（如木糖葡萄球菌）通过水解蛋白质和脂肪，产生挥发性硫化物等风味物质，增添肉香。后期，酵母（如汉逊德巴利酵母）和霉菌（如青霉）活跃，酵母代谢生成酯类，赋予果香、奶香，霉菌形成表面层，产生芳香化合物，增添烟熏香和木香。

东方发酵香肠微生物群落丰富多样。我国四川香肠发酵初期，葡萄球菌和微球菌消耗氧气、参与硝酸盐还原，使香肠呈独特红色并初步形成风味。中期，乳酸菌（如植物乳杆菌）成为优势菌群，产酸抑制有害菌，激活内源酶促进蛋白质和脂肪分解。后期，耐酸酵母（如德巴利酵母）和霉菌（如青霉）参与，丰富风味层次。泰国发酵香肠发酵初期以乳酸菌（如植物乳植杆菌、戊糖片球菌等）为主，快速酸化抑制有害微生物。中期，乳酸菌与酵母（如酿酒酵母）协同，酵母利用乳酸菌代谢产物生成大量醇类和酯类，赋予浓郁果香和奶香。韩国泡菜香肠因添加泡菜或泡菜粉，引入独特微生物（如西巴乳杆菌）。发酵初期，这些微生物快速产酸加速发酵。中期，多种乳酸菌共同作用，西巴乳杆菌产生胞外多糖改善质地。后期，酵母（如泰国魏斯氏酵母）产生芳香化合物，泡菜粉成分增强风味复杂性。

发酵工艺差异

西方发酵香肠多采用工业化生产，精准控制温度、湿度、氧气含量等条件，使用商业发酵剂，保证产品质量和风味稳定。例如，西班牙辣香肠发酵时，温度控制在10～15℃，相对湿度保持在85%～90%。这种标准化生产虽利于大规模生产，但限制了微生物群落自然演变和风味多样性。

东方发酵香肠多采用自然发酵，发酵条件受环境温度、湿度影响大。我国四川香肠发酵时，温度一般在（10±2）℃，相对湿度为30%～45%，发酵时间为5～10 d。自然发酵使微生物群落丰富多样，能充分利用天然微生物，但导致产品质量和风味稳定性较差，不同批次存在差异。

风味特征差异

西方发酵香肠风味复杂浓郁，以萨拉米香肠为例，酸味主要由乳酸菌代谢产生的乳酸和乙酸赋予，且酸味浓郁；酵母和霉菌代谢产生的酯类和芳香化合物带来明显果香和花香；青霉产生的酮类和醇类赋予独特烟熏香和木香，多种风味相互交织。

东方发酵香肠风味地域特色鲜明。我国四川香肠风味是多种味道的和谐组合，盐提供咸味，乳酸菌发酵产生的乳酸带来适度酸味，蛋白质降解产生的氨基酸赋予鲜味，四川花椒和辣椒赋予麻辣味，微生物代谢产生的醇类、酯类和醛类增添丰富香气，整体风味浓郁且层次分明。泰国发酵香肠风味丰富，酸味由乳酸菌发酵产生，鲜味来自氨基酸，糯米原料和发酵过程产生的醇类、酯类赋予浓郁果香和奶香，大蒜、辣椒和柠檬草等香料使风味更复杂多样。韩国泡菜香肠具有独特酸辣味，乳酸菌代谢产生的乳酸和泡菜中的酸性成分使酸味清新突出，蛋白质水解产生的氨基酸带来鲜味，泡菜粉中的成分以及微生物代谢产生的酯类等物质赋予其独特果香和奶香，整体风味酸辣可口。

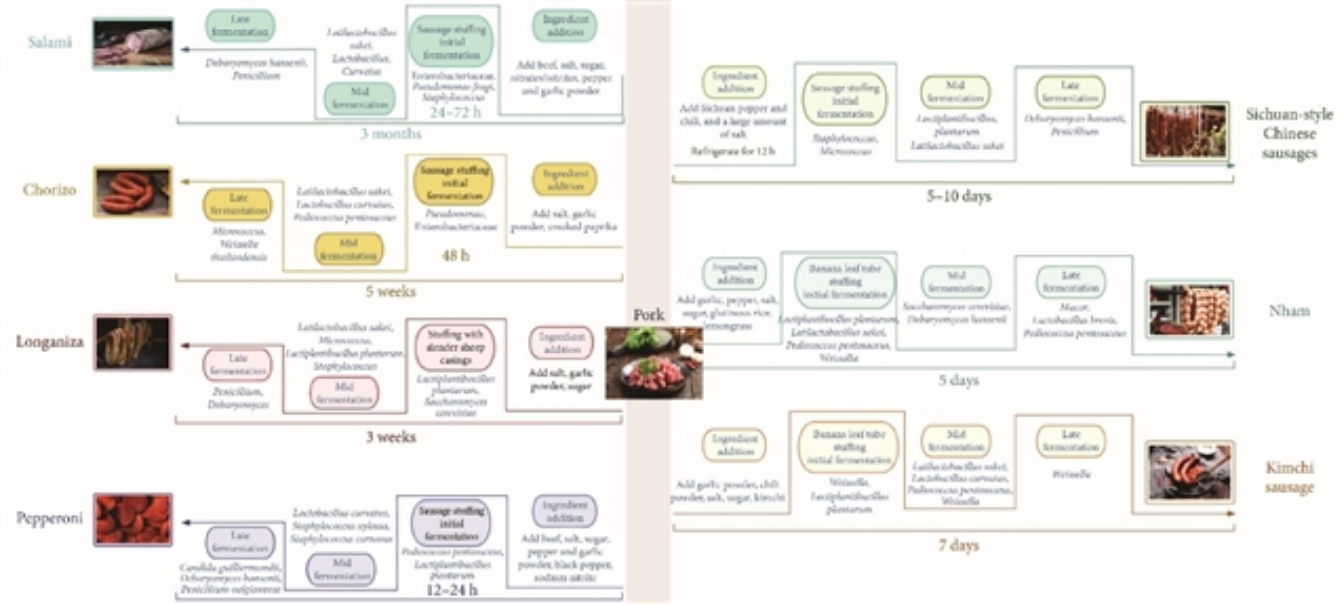


图1 传统发酵香肠中微生物动态及生产阶段的对比示意图

结论

本研究系统对比了东西方发酵香肠在微生物群落、发酵工艺和风味特征方面的差异，明确西方发酵香肠风味复杂依赖标准化生产，东方发酵香肠凭借自然发酵和地域特色展现独特风味。这些成果为发酵香肠产业提供了新的理论依据，有助于优化发酵工艺、提升产品品质、开发创新产品。

未来，可基于本研究成果，进一步深入研究微生物与风味物质的相互作用机制，通过基因工程等技术精准调控微生物群落，培育具有特定功能的微生物菌株，优化发酵环境条件，实现对发酵香肠风味的精准控制。同时，加强跨文化发酵技术交流与融合，将西方标准化生产优势与东方自然发酵特色相结合，创造出更多新颖独特的风味产品。此外，开发更高效的发酵工艺和质量控制技术，利用现代分析手段深入研究发酵香肠在加工、贮藏过程中的品质变化规律，也是未来研究的重要方向，有望推动发酵香肠产业向更高水平发展。

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费等事宜，请与我们接洽。
来源：清华大学出版社

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发