

肉类预制菜的安全与控制研究进展

金柯男¹, 朱广潮¹, 程代^{1*}, 尹淑涛^{2*}

(1. 天津科技大学食品科学与工程学院, 天津 300457)(2. 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083)

摘要: 随着我国“宅经济”的兴起以及生活节奏的加快, 大众的消费观念和方式正发生着深刻的转变。传统的菜肴、简单的方便食品、净菜配菜产品等都无法满足当代人对高质量生活的追求, 预制菜应运而生, 进一步丰富了预制食品体系。现如今, 预制菜已成为国内外食品行业中发展最快的品类之一, 其加工工艺、市场愈发成熟。但是我国的预制菜产品还处于发展阶段, 存在技术落后、标准不匹配、安全隐患突出等多方面问题。农兽药残留、非法添加、产地卫生条件等问题是食品行业常见的安全隐患, 该研究针对预制菜安全隐患这一突出问题, 对我国预制菜食品(尤其是肉类预制菜)的安全现状进行深入了解, 分析形成风险的原因, 讨论风险因子的识别检测方法, 并针对潜在的食品安全问题提出切实可行的管控措施, 为预制菜行业的生产发展提供参考。

关键词: 肉类预制菜; 危害分析; 安全管理体系; 控制措施

文章编号: 1673-9078(2023)02-110-118

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2023.2.1635

Research Progress on Safety and Control of Pre-prepared Meat Dishes

JIN Kenan¹, ZHU Guangchao¹, CHENG Dai^{1*}, YIN Shutao^{2*}

(1.College of Food Science & Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China)

(2.College of Food Science and Nutrition Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: With the rise of China's "stay-at-home economy" and the acceleration of the pace of life, people's consumption concepts and methods are undergoing profound changes. Traditional dishes, simple convenience foods, processed vegetables, and side dishes can no longer meet contemporary people's pursuit of a high-quality life. As a result, pre-prepared dishes have emerged and further enriched the system of pre-prepared foods. Nowadays, prefabricated dishes have become one of the fastest growing categories in the food industry at home and abroad, and the processing technology and market are becoming increasingly mature. However, China's products of pre-prepared dishes remain at their development stage, facing many issues, such as backward technology, mismatched standards, and prominent safety hazards. Problems such as agricultural and veterinary drug residues, illegal additions, and unhygienic conditions of the production origin are common safety hazards in the food industry. This study focuses on prominent safety hazards of pre-prepared dishes and provides a thorough understanding of the safety status of pre-prepared dishes in China (especially pre-prepared meat dishes). It analyzes the reasons for the formation of risks, discusses the identification and detection methods of risk factors, and proposes practical control measures for potential food safety problems, thereby providing a reference for the production and development of the prefabricated dish industry.

Key words: pre-prepared meat dishes; hazard analysis; safety management system; control measures

引文格式:

金柯男,朱广潮,尹淑涛,等.肉类预制菜的安全与控制研究进展[J].现代食品科技,2023,39(2):110-118

JIN Kenan, ZHU Guangchao, YIN Shutao, et al. Research progress on safety and control of pre-prepared meat dishes [J]. Modern Food Science and Technology, 2023, 39(2): 110-118

预制菜是指以农、畜、禽、水产品为原料, 配以各种辅料, 经预加工而制成的成品或半成品。预制菜

收稿日期: 2022-10-05

基金项目: 国家重点研发计划项目(2022YFF1102800)

作者简介: 金柯男(2002-), 男, 学士, 研究方向: 食品质量与安全, E-mail: 20141104@mail.tust.edu.cn

通讯作者: 程代(1987-), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 食品营养与安全, E-mail: dcheng@tust.edu.cn; 共同通讯作者: 尹淑涛(1984-), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 营养与食品安全, E-mail: yinshutao@cau.edu.cn

可作为农业生产、农产品加工、农产品市场服务业深度融合的新模式, 是一种现代农业提高质量、增加效率的新业态, 也是乡村产业振兴发展的推动力。推进预制菜产业的发展, 对于带动农村经济发展, 优化特色产业布局有很大实际意义^[1,2]。当前我国预制菜产业主要存在问题有: 集中化程度低, 规模化企业少^[3]; 食品安全问题依旧严峻, 相关标准亟待出台^[4]; 产品品类相对单一, 大部分产品口感还原度较差^[5]。聚焦食品安全这一问题, 据有关调查显示国内预制菜的食

品安全问题主要来源于两个方面：第一，生产方未严格按照食品加工相关要求进行食品加工导致微生物污染、食品添加剂使用不当等引发的食源性疾病^[6]。第二，消费者或餐饮经营者购买食品后受条件限制，未正确贮藏及加工导致致病菌的滋生而引发食物中毒^[7]。目前，尽管食源性疾病在很大程度上是可预防的、可控的，但食品安全问题仍是全球所关注的问题。法国学者 Levy 等^[8]在总结餐饮场所食品安全政策作为预防食源性疾病的潜在证据的研究中发现，基于危害分析和关键控制点(Hazard Analysis and Critical Control Point, HACCP)的计划等政策可能是防止食品供应链末端的食品服务机构发生食源性疾病的有效策略。国内从事市场监管的工作人员提出针对当前食品安全检测期间所产生的问题，务必要制定出的放矢的应对方案，切实确保当前食品安全检测工作的开展质量，最终实现为人们提供优质健康的食品，保障人们的健康^[9]。本综述以肉类预制菜为例，通过对我

国肉类预制菜的市场、安全风险因子展开分析，提出针对肉类预制菜行之有效的安全控制管理措施，为肉制品生产者和食品检测相关人员提供一定的参考。

1 肉类预制菜概述

1.1 肉类预制菜的市场分析

预制菜也称预制调理食品，广义上的预制菜是指以各种农、畜、禽、水产品为食品原料，辅以调味料、食品添加剂等辅料，经过预选、调制等食品预加工工艺加工而成的半成品，其中肉类预制菜占有较大的比重。在通常情况下，预制菜食品均需要在冷链条件下贮藏或运输，在消费者或餐饮经营者手中经过简单烹饪即可食用。表 1 中列举了常见的四类预制菜食品，从中我们可以看到预制菜在我国的市场当中涉及面比较广，包括交通运输、餐饮行业、超市（含企业和个体经营）等多个层面。

表 1 常见预制菜种类及特点

Table 1 Types and characteristics of common pre-prepared dishes

分类	食用方式	产品形式	举例
即食食品	开封即食	预调理食品	泡椒凤爪、卤鸡腿、鸭脖、罐头等
即热食品	加热即食	快餐料理包、调味料包食品	航空餐食、火车盒饭、方便面、自热火锅等
即烹食品	简单烹饪	熟料加热调味食品、生料加热调味食品	酸菜鱼、翡翠虾仁、小酥肉、椒盐排骨、冷冻牛排、金汤肥牛等
即配食品	烹饪并调味	经清洗和分切等初加工	小块肉、肉片、肉丝、肉末、生鲜净菜等

除了我国市场的特点以外，自 2020 年以来受新型冠状病毒肺炎疫情的影响，各个行业的格局也发生了较大变化。就食品行业而言，需求侧、渠道侧、营销侧都发生了明显的变化。食品行业部分细分市场增长速度较快，这就引来了投资者的关注，也为消费者带来了更多优质、方便的产品，而预制菜就在这些产品当中。据有关调查发现，连锁餐饮往往要求菜品品质统一、出餐的速度有保证且愈发趋向于减少成本结构中人力的占比，因而许多企业广泛使用预制菜。例如预制菜在真功夫、西贝、吉野家、小南国等连锁餐饮企业原材料中占比都高达 80% 以上^[10]。除了餐饮连锁企业，还有主打特色菜品的好得睐、味知香等专业预制菜企业，主打速冻食品的三全食品、思念食品、湾仔码头等知名企业，主打自有产品加工衍生的国联水产等农业企业，以及靠整合供应商资源的盒马鲜生、叮咚买菜等零售企业。有部分消费者表示，预制菜产品的出现让自己也能够亲手做出可口的菜肴。2022 年全国网上年货节期间，预制菜销售额同比增长 45.9%；叮咚买菜的预制菜同比增长 400%；淘宝预制菜的销量同比增长了 100%，盒马预制菜的销量同比增长 345%。有关统计表明，当前我国预制菜渗透率仅有

10%~15%，预计未来十年内将增至 15%~20%，市场规模将达到 1.2 万亿元^[11]。这足以证明，预制菜符合当代人的生活理念和消费观念，在我国食品体系中所占比重相当大。我国肉类产量已经连续 20 多年稳居世界第一，肉类总产量约占世界总产量的 1/3^[12]，根据我国对肉制品消费的比例，猪肉的比例占比最大，已超 60%，其次就是禽肉类制品，大致占 20%^[13]。由此可见，我国肉制品市场需求量大，消费者购买能力强，侧面反映出我国肉制品市场规模庞大。

1.2 肉类预制菜产业的发展情况

我国预制菜发展起步于 2000 年左右，受限于冷链等硬件条件不成熟、消费者教育不足，预制菜前期导入并不顺利。经过 2020 年的疫情催化，目前我国预制菜行业已站在高速发展的起点。一方面，B 端餐饮企业需求明确，在降本需求下，预制菜渗透率逐步提升。另一方面，在疫情之下完成自然消费者教育、培养 C 端消费习惯，市场有望继续扩容。2022 年 1 月 16 日，国家发改委表示“鼓励自主配菜、半成品产销和净菜上市”，对发展预制菜产业给出了明确的政策导向。如今已形成完整的（肉类）预制菜全产业链如图 1 所示。

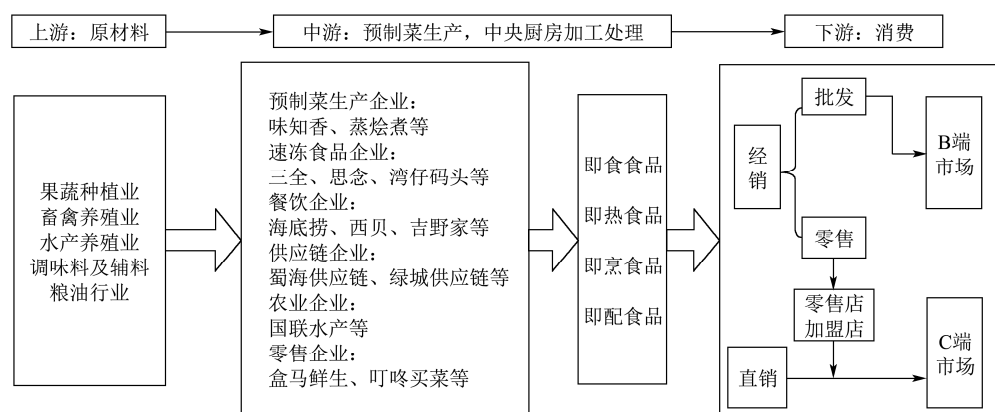


图1 肉类预制菜全产业链

Fig.1 Whole industry chain of pre-prepared meat dishes

即便如此，我国预制菜产业仍存在较多问题，主要有：集中化程度不高，规模化的企业少；食品安全问题依旧存在，有关标准亟待出台；产品的品类单一，大部分产品的口感还原度差。从目前我国肉类预制菜产业发展的格局来看，产业发展优势在于肉类预制菜的竞争较为分散，配方难以绝对排他、初始投资较少且回收期短，行业进入壁垒较低。从长远来看，行业内或将呈现以肉类为聚集单位的整合局面。短期内来看，肉类预制菜产业有很大的发展潜力^[14]。

2 肉类预制菜安全风险因子及分析

2.1 生物性风险

肉类预制菜极易受到食源性病原体的污染。受新冠疫情的影响，消费者对食源性疾病的关注度也有所提高，通过对我国近几年的食源性疾病的调查，我们发现由微生物、寄生虫造成食源性疾病的占比较大。此处我们着重论述致病微生物。肉类预制菜中常见的食源性致病菌有志贺氏菌、沙门氏菌^[15-17]、单增李斯特菌^[17-20]、弯曲杆菌^[16,21]、金黄色葡萄球菌、副溶血性弧菌、大肠埃希氏菌^[17]以及肉毒杆菌等，常见的寄生虫有弓形虫^[17,22,23]、旋毛虫^[24]、颚口线虫、绦虫、肺吸虫等。食用被这些食源性生物污染的产品轻则表现为急性肠胃疾病，重则可能出现中枢神经系统病变、免疫力下降、致畸、致癌、致突变等^[25]。表2整理了肉类预制菜中常见食源性病原体的种类、产生环节及主要危害。

2.2 化学性风险

在肉类预制菜加工过程中由原料本身携带的农兽药、重金属、致病菌、病毒，以及加工过程中美拉德反应衍生物、腌制熏烤产生的酚醛类物质、包装材料

中可能存在的有毒有害物质，包括食品添加剂使用是否合规等^[30]。下面将进一步展开讨论。

2.2.1 原料来源

我国既是一个农业大国，也是人口大国，为满足市场供需，作物在种植过程中不免需要使用农药（除草剂、有机磷、有机氯等），禽类、鱼类、畜类养殖也难免用到兽药（抗生素^[31]、抗菌素等）、生长促进剂。此外，重金属污染也与肉品质具有相关性，Wang等^[32]通过多维可视化和层次聚类分析，分析了2015~2017年从中国主要生产省份收集的肉制品中五种重金属（镉、铅、砷、铬和汞）的数据。通过分析不同省份五种重金属含量的空间分布和局部空间自相关性，发现肉制品中重金属含量较高的地区主要在内蒙古、陕西、青海和西藏，与各地重金属的含量呈正相关。环境污染所造成重金属等有害物通过食物链在动物体内积蓄也是导致肉制品中检出重金属的原因之一。除了重金属以外，二恶英也是我们不可忽视的，其包括多氯代二恶英（Poly-o-chlorinated Dibenzodioxin, PCDD），多氯代苯并呋喃（Polychlorinated Benzofuran, PCDF）和多氯联苯（Polychlorinated Biphenyls, PCB），是一组自然产生或作为工业副产品产生的多氯联苯芳香化合物，是普遍存在的、生物累积性的、持久性的和剧毒的环境污染物，可以在食物链中积累，主要在动物的脂肪组织中。膳食摄入占二恶英暴露量的90%以上。动物源性脂肪食品，如肉、家禽、鱼、牛奶、鸡蛋及其制品，对人体暴露的贡献最大。接触二恶英可能导致各种不良健康影响，包括生殖和发育问题、心血管疾病、糖尿病增加和癌症增加^[30]。由此可见，环境污染和养殖过程中药物的使用是导致原料蓄积有害物的主要原因，并进而引发人体疾病，这些原因不可避免，因此做好评估和监测工作至关重要。

表2 肉类预制菜中常见食源性致病菌的产生环节和主要危害

Table 2 The production process and main hazards of common foodborne pathogenic bacteria in pre-prepared meat dishes

致病菌	产生环节	主要危害
沙门氏菌属	未煮熟的病、死牲畜肉； 屠宰后在加工过程中被污染	致人恶心、头痛、呕吐、腹泻，伴随有乏力、肌肉酸痛、 视觉模糊、中程度发热、躁动不安、嗜睡等症状。
单细胞增生 李斯特菌	冷藏的肉品、生牛排、羊排、 冻猪舌等储存方式不当而滋生；患病的牲畜	单增李斯特菌是一种人畜共患的病原菌，感染后主要 攻击人的中枢神经系统，主要表现为脑膜炎、败血症等。
大肠埃希氏菌	新鲜鸡肉易携带；生熟食间的交叉感染； 加工时鸡肉未熟透	感染后会导致食物中毒，表现为腹泻等。
金黄色葡萄球菌	屠宰时肉类受到污染；熟食肉制品 因处理不及时而滋生	产生肠毒素，引起食物中毒， 常表现为恶心、呕吐。
志贺氏菌	水源受到污染；食品加工环境卫生条件差； 原材料（蔬果、面包等）可能携带	导致细菌性痢疾，该菌可黏附于肠壁，分泌内毒素改变 肠壁通透性形成炎症、溃疡，产生外毒素，引起水样腹泻。
肉毒杆菌	罐头制品和腌制肉类 因加工不当而滋生	能致命，毒性极强，在生长繁殖过程中分泌肉毒素，感染后 出现复视、难以下咽、头晕、呼吸困难、肌肉乏力等症状， 重者会因呼吸麻痹导致死亡，致残率、病死率极高。
克罗诺杆菌属 ^[26]	水源受污染；原材料引入	多发于婴幼儿，引起菌血症、脑膜炎、 坏死性小肠结肠炎等致死率高。
铜绿假单胞菌 (绿脓菌)	由土壤引入；食品操作人员没有 良好卫生习惯可能带入食品中	多引起皮肤、黏膜、伤口等的感染， 一般不会引起食物中毒。
粪链球菌 (粪肠球菌)	操作环境引入	多数属有益菌，少数在进化中出现毒性基因， 可能会导致食物中毒。
产气荚膜梭菌 ^[27]	土壤引入；患病牲畜引入	既能产生强烈的外毒素，又有多种侵袭性酶，并有荚膜， 构成其强大的侵袭力，引起感染致病。毒素的毒性虽不如 肉毒毒素和破伤风毒素强，但种类多，外毒素有 α 、 β 、 γ 、 δ 、 ϵ 、 η 、 θ 、 ι 、 κ 、 λ 、 μ 、 ν 等12种，和具有毒性作用的多种酶， 如卵磷脂酶、纤维蛋白酶、透明质酸酶、胶原酶和DNA酶等， 构成强大的侵袭力。可导致食物中毒，临床表现为腹痛、腹胀、 水样腹泻；无热、无恶心呕吐。
溶血性链球菌 ^[28]	水源污染；原料污染	该菌产生的毒素及其侵袭性酶（例如：链球菌溶血素、 致热外毒素、杀白细胞素等），常可引起皮肤、皮下组织的 化脓性炎症，呼吸道感染、流行性咽炎的暴发性流行以及 新生儿败血症、细菌性心内膜炎、猩红热、风湿热、肾小球 肾炎等变态反应。链球菌食物中毒潜伏期较短（5~12 h），临床 症状较轻，表现为恶心、呕吐、腹痛、腹泻，1~2 d即可恢复。
结核菌 ^[29]	由空气带入	通过呼吸道、消化道或皮肤损伤侵入易感机体，引起多种 组织器官的结核病，其中以通过呼吸道引起肺结核为最多。 结核分枝杆菌可通过飞沫微滴或含菌尘埃的吸入， 故肺结核较为多见。

2.2.2 加工环节

2.2.2.1 亚硝酸胺

众所周知亚硝酸和亚硝酸盐是肉制品良好的防腐
剂，也是因亚硝酸及其盐的存在使得肉及肉制品拥有
诱人的色泽，但对人体健康存在安全隐患。据流行病
学调查指出，食用加工肉制品是导致结直肠癌的危险

因素，亚硝酸盐固化过程中形成 N-亚硝酸胺
(N-nitrosamine, NA)便与这种癌症风险建立了联系。
现已有研究致力于挥发性亚硝酸胺 (Volatile
Nitrosamine, VNAs) 和非挥发性亚硝酸胺 (Non Volatile
Nitrosamines, NVNAs) 的检测^[33]，对 NVNAs 的研究
将有助于肉类预制菜安全控制体系乃至我国食品检测

体系的完善。

2.2.2.2 多环芳烃 (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs) 和杂环胺 (Heterocyclic Amine, HAs)

加工肉类中可能形成和存在一些致癌或致突变化合物, 即 PAHs^[34]、HAs^[35]、亚硝胺、胆固醇氧化物产品, 导致国际癌症研究机构 (International Agency for Cancer Research, IARC) 将加工肉类的消费归类为“ I 类人类致癌物”。食品可能主要通过工业 (如干燥和吸烟) 和烹饪 (如烘烤、烧烤和油炸) 过程被多环芳烃污染, 这些过程在食品成分之间产生特定反应。当肉类在高温烹饪过程中存在蛋白质、肌酸、游离氨基酸 (尤其是色氨酸和谷氨酸)、糖和脂肪时, HAs 通过缩合过程形成。肌肉食物是肌酸的丰富来源, 肌酸被认为是 HAs 形成的主要底物^[35]。此外, 美拉德反应期间产生的 Strecker 自由基也会导致其形成。

2.2.2.3 非法添加

近二十年来, 以苏丹红、三聚氰胺、亚硝酸铅、硫酸铝等为代表的非法添加物时常出现在食品中, 造成了恶劣的影响, 同时危害了消费者的生命健康。还

有一些食品生产者全然不顾食品安全和法规, 未按规定用量使用食品添加剂。这些行为均是不顾消费者健康、破坏市场环境、有违道德法律。因此, 对于预制菜我们依旧要加强对非法添加物的监管。

2.2.2.4 包装材料

包装是肉类预制菜生产过程中不可或缺的一部分, 包装中会使用稳定剂、润滑剂、抗静电和防结块材料, 以提高预制菜产品的质量。由于潜在的健康风险, 单体或添加剂从包装中迁移对食品的污染是制定相关法规应当考虑的事项^[36]。因此, 用于食品包装的材料必须在评估对消费者无毒性影响和食品感官变化后方可进行注册和批准。

2.3 物理性风险

肉类预制菜的物理性风险可能来自以下三个方面:

- (1) 食品中的杂物 (例如: 石子、玻璃、灰尘、包装袋碎片、纸屑、头发、指甲、碎骨等);
- (2) 放射性污染;
- (3) 食品在运输、销售过程中的破损、形变等。

表 3 食品安全常用检测方法及其优缺点

Table 3 Common food safety detection methods and their advantages and disadvantages

分类	常用方法	优点	缺点
色谱分析	高效液相色谱、气相色谱、薄层色谱、柱色谱等	灵敏度高、样品用量少	检测仪器及设备维护费用高、检测时间长、场地受限、样品制备要求高
光谱分析	荧光分析法、可见及紫外分光光度法、原子吸收分光光度法等	检测速度快、采样方式灵活	检测仪器及设备维护费用高、非金属元素难以准确检测
生物检测	酶联免疫吸附法、聚合酶链式反应法、生物传感器等	特异性强、选择性高	易受细胞类型、组织鲜活度等条件的限制

表 4 肉类预制菜各种常见风险的检测方法

Table 4 Detection methods of common risks in pre-prepared meat dishes

类别	风险因子	检测方法	参考文献
生物风险	大肠杆菌 O157:H7	交叉引物扩增法	[38]
	金黄色葡萄球菌	无标记单模-拉锥多模-单模光纤 U 型生物传感器	[39]
	单细胞增生李斯特菌	藻酸盐-铂巯基聚合物纳米刷	[40]
	沙门氏菌	等温扩增和侧向流动法	[41]
	肉毒杆菌	内肽酶-质谱分析	[42]
	克罗诺杆菌	基于生物杂交界面的夹心捕获超灵敏传感器	[43]
化学风险	硝酸盐、亚硝酸盐	毛细管离子色谱耦合电导率检测	[44]
	PAHs 类化合物	皂化萃取法、固相萃取法	[45]
	HAs 类化合物	高效液相色谱法	[46]
	金刚烷胺	表面等离子体共振免疫抑制芯片	[47]
	四环素、环丙沙星	间接竞争酶联免疫法	[48]
物理风险	氯霉素	液相色谱-串联质谱法	[49]
	金属碎片	金属探测器	-
	毛发、石子、塑料等	感官识别	-

3 肉类预制菜安全风险因子的识别检测

我国在基本解决食品量的安全以后,对食品质的安全越来越关注。肉类预制菜中也不应含有对人类健康构成不可接受风险的成分。肉类预制菜中危害因子的检测由专业人员测试执行,其结果的准确性取决于所使用的分析方法^[37]。色谱分析、光谱分析以及生物技术作为食品安全检测的主流方法,有效地阻断了产业链中具有安全风险的食品的流通。然而不同的检测方法各有利弊,详见表3。

在上述传统检测方法的基础上,引进新技术、新设备,或是联用多种检测方法,进而涌现出一些先进的检测技术,为肉类预制菜中危害物的识别与定量分析提供强有力的支撑,尤其是更快速、更灵敏的方法(详见表4)。

4 肉类预制菜的安全控制措施

企业对肉类预制菜的安全管控在时间和空间上具有广泛性,涵盖从农田到餐桌的全过程,其控制的对象也是复杂的,包含生物、化学、物理等多重风险因子。这些潜在危险都应该被监控,但资源是稀缺的,企业的决策者都需要决定影响因素的主次顺序,以及如何有效利用现有资源,这些过程因各种各样(有时是相互竞争的)需求而变得复杂^[50]。仅仅发展食品快速检测技术不足以满足预制菜产业的安全需求,以及应对新危害、新产品、新工艺、新市场和新法规,因此,企业通常被要求确保食品安全管理体系可靠地运行,质量方针和质量目标在原料获取、加工、流通、销售及消费的各个环节得到贯彻落实。

4.1 原料来源

肉品源头安全与否是影响肉类预制菜品质的先决条件。如上一节所述,肉类原料中的兽药残留、致病菌滋生、食源性寄生虫存在等安全问题对人类健康来说是一种潜在的风险。企业需要在这阶段制订科学的源头管控体系,来保障良好的禽畜养殖操作规范和卫生实践以控制原辅材料的安全性。从源头控制系统来看,兽药、添加剂等供应商和产品的准入制、使用过程合规、质量跟踪和改进三个阶段,把公司的产品质量和添加剂与兽药的安全性联系在一起。实施纵向管理,实行采购、技术、品控三权分离,对品质管理模式进行监督,并在执行过程中形成共识^[51]。随着国家政策正确引导,农村产业结构得到了很大的调整,畜禽养殖业已经成为农业经济发展的关键产业,各地养殖业构建了“以种带养、以养促种、种养结合”生

态发展模式,养殖产业前景可观,肉类预制菜生产企业可以依靠全产业链优势,为保障优质肉源构建有力防线^[52]。企业在采购原辅材料时需要索证索票、翻查台账记录;在检验检疫时需要专业技术人员对专业技术人员进行系统的培训和考核,严格检测生化和物理性污染;在关键环节和重点部位的管控方面,要加强通风,落实包装车间、冷库、检验室等关键部位的安全防护措施,并做好公共场所的防治工作,并定期对环境样品进行监测。企业要积极落实追溯管理制度,严把安全关,保障食品源头不出问题,相关部门也要加强对企业的监察,为安全加工生产打好基础。

4.2 加工环节

Sayed 等^[53]从埃及不同肉类加工厂随机抽取典型的肉类及肉制品样品,并进行微生物检测,以确定其卫生质量。结果显示:与非食品安全管理体系认证(Food Safety Management System Certification, FSMS)的肉类加工厂加工的肉类产品相比,经过关键控制点加工后的FSMS肉类制品受到肠杆菌科和其他细菌的污染显著降低,这表明食品安全管理体系在减少加工环节污染方面非常重要。加工环节的管控策略包括:防止致病菌在可能导致肉类预制菜污染的壁龛或其他地点的建立和生长;控制肉制品生产环节中的加工时间、温度及烹饪方式,防止PAHs类、HAS类、N-亚硝基化合物(N-nitroso Compounds, NOCs)等致癌物的产生^[54];按照国家标准添加适量的添加剂,选择符合要求的包装材料;实施抽样计划,及时评估生产的预制菜是否符合标准,所接触的环境是否存在风险隐患;对不合格产品作出尽可能迅速和有效的反应;通过后续抽样验证污染源已被发现并得到纠正;进行短期评估以协助发现问题和趋势;按年度进行长期评估并衡量持续改进的总体进展^[55]。为了确保肉类预制菜在生产过程中有规可依,企业需要制定出相应的食品生产与加工制度,逐步完善食品生产经营,并尽可能将食品安全管理体系与国际食品监管体系接轨。此外,我国大多数的食品加工和包装设备现已经进入了更新阶段,仅有1/4的食品加工企业进行了技术改造和升级,大多数还停留在手工、半机械化的阶段,一些生产工艺相对落后的食品生产设施达不到食品生产安全卫生的基本标准,导致生产过程中食品污染达到不可接受的程度。这些企业必须及时清洗和更换食品生产中使用的机器和厂房,确保食品生产的每一个环节都能够达到标准。同时,企业需要及时地引进先进的生产技术,紧跟时代发展的潮流,确保在食品生产的每一个环节中都能够标准化与安全化,

都能实现质量安全的监控^[56]。先进食品生产加工技术的引入在某种程度上将会提升产品品质,降低质量管理的成本,让肉类预制菜产品更有保障。

4.3 流通环节

由于在冷链运输、低温冷藏的过程极有可能存在人为失误、人工倒运造成交叉污染等风险,因此流通环节中最受关注的问题就是肉类预制菜的安全与卫生。企业要加强 HACCP 体系的控制,对肉类预制菜进行严格的 CCPs 监测和危害分析,并通过 HACCP 计划进行临界点识别、潜在危害评估、微生物控制,防止其通过冷链运输到达消费环节^[57],并设置人工和智能化监测相结合的流程,由生产人员和操作人员等了解临界限位的人员进行监测,辅以传感器网络的实时监测进行综合判断其是否达到所设限值^[58]。HACCP 系统在检测到的某个关键控制点出现问题时,必须立即进行纠错和反馈,尽可能减少肉类预制菜的质量成本。虽然我国在冷链、低温冷藏方面已取得一些突破性的进展,但是我国流通环节的食品标准体系建设明显落后于产业发展,如何推进食品标准体系与产业发展相匹配迫在眉睫^[59]。因此需要建立健全的市场监管体系、搭建快速检测流程、加强信息技术支持、构建健全的食品安全预警机制。同时,明确奖惩制度,强化企业约束,加快建设食品安全监管和信用体系,规避流通环节的食品安全风险。

4.4 销售与消费环节

肉类安全已成为影响肉类预制菜购买和消费行为的主要因素。预制菜产品是在一个集成的供应链中生产的,需要在养殖、生产、冷链物流等阶段制定详细的记录和可追溯系统。可追溯系统符合全球食品供应链的要求,包括原产地标签,协助调查食品安全和产品质量问题,最大限度地减少产品召回,降低经销商、消费者的损失^[60]。商户要建立和完善肉类预制菜安全管理制度,设立食品安全管理机构,建立健全内部管理制度;严格执行进货查验和复核制度,严把进货关、检验关、销售关;落实“四级检测防控体系”,与检查、检测工作相配合;建立健全信息化食品安全追溯体系,确保产品流通全过程可追溯;自觉接受监管部门的监督检查、监督抽查以及社会监督。对于消费者的消费安全管理主要通过教育与交流来实现,具体措施为加强对消费者的教育和信息交流,来帮助消费者安全消费;建立消费者举报奖励制度,来鼓励消费者维权与监督,营造安全的消费环境,提升民生保障^[61]。目前的安全管控措施集中于销售环节,完善的市场监管制

度与体系能有效地保障消费者权益。然而,消费者对肉类预制菜的二次加工缺乏科学合理的烹饪指导,可能会使产品感官品质下降,甚至产生危害物。因此消费环节的安全管理不容忽视,亟需科学地指导。

5 展望

食品安全是我国最基本的民生问题,是广大人民对美好生活最根本的需求,是整个社会的共识与期盼。当前,国内外大量的资源涌入预制菜产业,推动着预制菜的不断升温,近几年迎来了快速发展期。我国由于预制菜产业起步晚,在产品安全方面仍有很大的进步发展空间,企业需要加快完善原料标准、食品生产与加工制度、产品标准、市场准入制度、信息化食品安全追溯系统,最终实现产业高质量发展。此外,我国预加工食品的品种繁多,以肉制品为主,预制菜对肉类企业也是一个往下游延伸的重要契机,但是在肉类预制菜安全管理体系的构建、冷链物流及产品新鲜度和风味口感等方面都存在很大挑战。目前国内外对预制菜的安全管理主要集中于两个方面,一是以国际 ISO 9000 系列标准为基础,以 HACCP 原理为指导,建立反映分支特点的食品企业综合质量管理体系;二是通过核心技术升级,例如采用拉曼光谱、电化学传感器等先进的食品检测手段,来处理安全控制的复杂性。未来,企业需要实现从“田间地头”到“餐桌”的融合发展,确保一二三产业之间信息畅通,进一步完善消费终端的溯源系统。另外,企业还需要加快人才队伍建设,研究品质形成机制,制订技术指标参数,解决肉类预制菜在加工过程中风味品质保真难、易产生有毒有害化合物等痛点问题。总之,企业需要建立技术和管理理论的整合领域,构建综合质量管理体系的加性模型,才能实现技术和管理上的破局,并持续高效地发展下去。

参考文献

- [1] 王卫,张锐,张佳敏,等.预制菜及其研究现状、存在问题和展望[J].肉类研究,2022,36(9):37-42
- [2] 赵靛琳.预制菜行业现状及问题研究[J].现代营销(经营版),2021,9:146-147
- [3] 蔡丽君.广东预制菜产业发展的问题与对策[J].农产品市场,2022,1002(24):42-43
- [4] 赵超凡,陈树俊,李文兵,等.预制菜产业发展问题分析[J].现代食品科技,DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2023.2.1476
- [5] 贾艳艳.预制菜现状、质量与安全展望研究[J].中国食品工业,2022,17:54-57
- [6] 黄卉,陈胜军,赵永强,等.水产品预制菜加工与质量安全控

- 制技术研究进展[J].南方水产科学,2022,18(6):152-160
- [7] 吴晓蒙,饶雷,张洪超,等.新型食品加工技术提升预制菜肴质量与安全[J].食品科学技术学报,2022,40(5):1-13
- [8] Levy N, Hashiguchi T C O, Cecchini M. Food safety policies and their effectiveness to prevent foodborne diseases in catering establishments: a systematic review and meta-analysis [J]. Food Research International, 2022, 156: 111076
- [9] 刘迎旺.食品安全检测及控制措施[J].中国食品工业,2022, 20:38-40
- [10] 陈况况.食品行业热点领域经营发展趋势报告[J].商场现代化,2022,18:4-6
- [11] 沈慧.预制菜走上百姓餐桌[N].经济日报,2023-01-07 (006)
- [12] 曲超,陶翠,牛琳茹,等.我国肉类加工业“十三五”期间发展状况及趋势[J].肉类研究,2021,35(11):44-49
- [13] 赵晓蕊,蔡小雨,李雪晗,等.肉制品中食源性致病菌检测技术的研究综述[J].中国食品添加剂,2022,33(12):263-270
- [14] 盘点预制菜[J].农产品市场,2023,2:6-7
- [15] Rawson T. A hierarchical Bayesian quantitative microbiological risk assessment model for salmonella in the sheep meat food chain [J]. Food Microbiology, 2022, 104: 103975
- [16] Ferri M, Blagojevic B, Maurer P, et al. Risk based meat safety assurance system - An introduction to key concepts for future training of official veterinarians [J]. Food Control, 2022: 109552
- [17] Hernandez-Jover M, Culley F, Heller J, et al. Semi-quantitative food safety risk profile of the Australian red meat industry [J] International Journal of Food Microbiology, 2021, 353: 109294
- [18] Hadjicharalambous C, Grisoldi L, Chalias T, et al. A quantitative risk assessment of *Listeria monocytogenes* from prevalence and concentration data: Application to a traditional ready to eat (RTE) meat product [J]. International Journal of Food Microbiology, 2022, 379: 109843
- [19] Zhang Y, Zhou C, Bassey A, et al. Quantitative exposure assessment of *Listeria monocytogenes* cross-contamination from raw to ready-to-eat meat under different food-handling scenarios [J]. Food Control, 2022, 137: 108972
- [20] Zhang X, Wang S, Chen X, et al. Review controlling *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meat and poultry products: An overview of outbreaks, current legislations, challenges, and future prospects [J]. Trends in Food Science & Technology, 2021, 116: 24-35
- [21] Eriksson D, Råhlén E, Bergenkvist E, et al. Survival of *Campylobacter jejuni* in frozen chicken meat and risks associated with handling contaminated chicken in the kitchen [J]. Food Control, 2023, 145: 109471
- [22] Deng H, Swart A, Wu Y, et al. Quantitative risk assessment of meat-borne *Toxoplasma gondii* infection in the mainland of China [J]. Microbial Risk Analysis, 2020, 14: 100090
- [23] Deng H, Swart A, Marinović A A B, et al. The effect of salting on *Toxoplasma gondii* viability evaluated and implemented in a quantitative risk assessment of meat-borne human infection [J]. International Journal of Food Microbiology, 2020, 314: 108380
- [24] Johne A, Filter M, Gayda J, et al. Reprint of: Survival of *Trichinella spiralis* in cured meat products [J]. Veterinary Parasitology, 2021, 297: 109544
- [25] 赵晓蕊,蔡小雨,李雪晗,等.肉制品中食源性致病菌检测技术的研究综述[J].中国食品添加剂,2022,33(12):263-270
- [26] 董晓晖,李程思,吴清平,等.食品污染克罗诺杆菌(阪崎肠杆菌)的分离及鉴定[J].微生物学报,2013,53(5):429-436
- [27] 李凡,徐志凯.医学微生物学[M].北京:人民卫生出版社, 2013:135-135
- [28] 尹欢,李琦,陈江源,等.溶血性链球菌 LAMP 检测方法的建立[J].食品科学,2010,22:311-314
- [29] 朱明利,朱丽.结核分枝杆菌及其 L 型耐药机制与萘草素作用的研究进展[J].中国微生态学杂志,2013,25(1):97-99,108
- [30] Michael D, Carrick D. Encyclopedia of Meat Sciences (Second Edition) [M]. New York: Academic Press, 2014: 64-69
- [31] Fei Z, Song S, Gao J, et al. Antibiotic residues in chicken meat in China: Occurrence and cumulative health risk assessment [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2022: 105082
- [32] Wang X, Zhang Y, Geng Z, et al. Spatial analysis of heavy metals in meat products in China during 2015-2017 [J]. Food Control, 2019, 104: 174-180
- [33] Niklas A A, Herrmann S S, Pedersen M, et al. The occurrence of volatile and non-volatile N-nitrosamines in cured meat products from the Danish market [J]. Food Chemistry, 2022, 378: 132046
- [34] Zhu Z, Xu Y, Huang T, et al. The contamination, formation, determination and control of polycyclic aromatic hydrocarbons in meat products [J]. Food Control, 2022: 109194
- [35] Khan I A, Khan A, Zou Y, et al. Heterocyclic amines in cooked meat products, shortcomings during evaluation, factors influencing formation, risk assessment and mitigation

- strategies [J]. Meat Science, 2022, 184: 108693
- [36] Ahmed M W, Haque M A, Mohibullah M, et al. A review on active packaging for quality and safety of foods: Current trends, applications, prospects and challenges [J]. Food Packaging and Shelf Life, 2022, 33: 100913
- [37] Bonilauri P, Bardasi L, Leonelli R, et al. Detection of food hazards in foods: comparison of real time polymerase chain reaction and cultural methods [J]. Italian Journal of Food Safety, 2016, 5(1): 37-40
- [38] Xu Z, Luo Y, Soteyome T, et al. Rapid detection of food-borne *Escherichia coli* O157: H7 with visual inspection by crossing priming amplification (CPA) [J]. Food Analytical Methods, 2020, 13(2): 474-481
- [39] Qiu Shi, Leng Yuankui, Yuan Jinhui, et al. Ultrahigh-sensitivity label-free single mode-tapered multimode-single mode fiber U-shaped biosensor for *Staphylococcus aureus* detection [J]. Sensors and Actuators: B. Chemical, 2023, 375
- [40] Oliveira Daniela A, McLamore Eric S, Gomes Carmen L. Rapid and label-free *Listeria monocytogenes* detection based on stimuli-responsive alginate-platinum thiomers nanobrushes [J]. Scientific Reports, 2022, 12(1)
- [41] Zhang Yi, Farwin Aysha, Ying Jackie Y. Directly interface microreaction tube and test strip for the detection of *Salmonella* in food with combined isothermal amplification and lateral flow assay [J]. Food Microbiology, 2022, 107
- [42] Osnat Rosen, Liron Feldberg, Sigalit Gura, et al. Improved detection of botulinum type E by rational design of a new peptide substrate for endopeptidase-mass spectrometry assay [J]. Analytical Biochemistry, 2014, 456: 50-52
- [43] XU Xiuyuan, ZHU Longjiao, WANG Xinxin, et al. Sandwich capture ultrasensitive sensor based on biohybrid interface for the detection of *Cronobacter sakazakii* [J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2022, 106(11)
- [44] D'Amore T, Di Taranto A, Vita V, et al. Development and validation of an analytical method for nitrite and nitrate determination in meat products by capillary ion chromatography (CIC) [J]. Food Analytical Methods, 2019, 12(8): 1813-1822
- [45] Onopiuk A, Kołodziejczak K, Marcinkowska-Lesiak M, et al. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons using different extraction methods and HPLC-FLD detection in smoked and grilled meat products [J]. Food Chemistry, 2022, 373: 131506
- [46] 肖付刚,赵钧馨,孙军涛,等.HPLC 法检测肉制品中 2-氨基-3-甲基咪唑并[4,5-f]喹啉[J].食品科技,2018,43(9):333-336
- [47] Pan M, Yang J, Li S, et al. A reproducible surface plasmon resonance immunochip for the label-free detection of amantadine in animal-derived foods [J]. Food Analytical Methods, 2019, 12(4): 1007-1016
- [48] Baghani A, Mesdaghinia A, Rafieiyan M, et al. Tetracycline and ciprofloxacin multiresidues in beef and chicken meat samples using indirect competitive ELISA [J]. Journal of Immunoassay and Immunochemistry, 2019, 40(3): 328-342
- [49] Akter Mou S, Islam R, Shoeb M, et al. Determination of chloramphenicol in meat samples using liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Food Science & Nutrition, 2021, 9(10): 5670-5675
- [50] Sperber W H. Hazard identification: from a quantitative to a qualitative approach [J]. Food Control, 2001, 12(4): 223-228
- [51] 周兰兰.从源头保证肉制品的安全[J].食品安全导刊,2018,2: 72-73
- [52] 周强,蒋菱玉,杨燕,等.畜禽养殖业污染防治发展现状、问题及对策[J].养殖与饲料,2022,21(11):81-83
- [53] Sayed M M, Ibrahim H A, Eid H M. Economical assessment and implementation of food safety management systems: GMPS, HACCP and TACCP in some meat processing plants [J]. Alexandria Journal for Veterinary Sciences, 2021, 71(1)
- [54] 江黎雯,薛超轶,何志勇,等.肉制品中 3 类有害物质的来源与控制方法研究进展[J].肉类研究,2020,34(4):77-87
- [55] Tompkin R B. Control of *Listeria monocytogenes* in the food-processing environment [J]. Journal of Food Protection, 2002, 65(4): 709-725
- [56] 佚名.我国食品包装机械技术落后总体水平待提高[J].食品工业科技,2013,34(3):320
- [57] Feng H, Chen J, Zhou W, et al. Modeling and evaluation on WSN-enabled and knowledge-based HACCP quality control for frozen shellfish cold chain [J]. Food Control, 2019, 98: 348-358
- [58] 刘芳芳,李毅斌,贾娟.食品供应链食品质量安全保障体系研究[J].中国调味品,2022,47(12):186-189
- [59] Girardon P, Gabard F, Peyser H. Food Safety Management System-HACCP-Risk Assessment [M]// Gases in Agro-Food Processes: Academic Press, 2019: 105-107
- [60] Manning L, Baines R N, Chadd S A. Food safety management in broiler meat production [J]. British Food Journal, 2006, 108(8): 605-621
- [61] 成黎.食品原料安全与初加工食品质量安全控制-以新鲜蔬菜的质量控制为例[J].食品科学,2015,36(5):266-273