

## 预制菜肴工业化加工技术现状与趋势分析

张德权, 刘欢, 孙祥祥, 魏相茹, 杨晓月, 时浩楠

(中国农业科学院农产品加工研究所 农业农村部农产品加工与贮藏重点实验室 北京 100193)

**摘要** 菜肴是中华美食的重要组成部分,其中的预制菜肴产业方兴未艾,正成为乡村产业振兴和农业农村现代化的支柱产业。然而,当前我国预制菜肴加工存在概念模糊、技术装备落后、标准缺失等问题,严重阻碍了预制菜肴产业的健康、快速发展。本文通过系统梳理预制菜肴概念、分类、发展历程、产业规模和存在问题,提出预制菜肴亟需突破的减菌、风味发育与保持、包装与仓储物流等关键技术;针对预制菜肴工业化加工特征品质保持难、绿色加工技术缺乏与工业装备落后的问题提出发展建议,以期为预制菜肴产业健康发展提供借鉴和参考。

**关键词** 预制菜肴; 特征品质; 工业化加工; 关键技术; 研究趋势

**文章编号** 1009-7848(2022)10-0039-09 **DOI:** 10.16429/j.1009-7848.2022.10.005

菜肴是中华美食的重要组成部分,随着食品智慧包装、数字冷链、智能仓储物流等新技术的普及与应用,茄汁排骨、水煮牛肉、酱排骨、梅菜扣肉、酸菜鱼等预制菜肴已实现工业化生产<sup>[1]</sup>。近年来,其产量与消费量快速增加<sup>[2]</sup>。据统计,2021 年我国预制菜肴市场规模达 3 459 亿元,预计未来 3~5 年将超万亿元<sup>[3]</sup>。预制菜肴发展潜力巨大,将成为我国餐饮企业新产品研制与食品科技工作者研究的重要方向<sup>[4]</sup>。然而,当前预制菜肴存在概念模糊、加工技术装备落后、标准缺失等问题,制约了预制菜肴产业的健康、快速发展。针对这一问题,笔者拟从预制菜肴的概念与分类、产业发展现状、产业发展建议等 3 个方面梳理,探讨预制菜肴工业化加工技术与发展趋势,以期为预制菜肴产业发展提供借鉴和参考。

### 1 预制菜肴的概念和分类

预制,英文“prepare”。新华字典“预制”:事前,事先,即还未发生。顾名思义,预制菜肴就是指还未完全制作好的菜肴。目前,我国的不同标准对预制菜肴进行了定义(表 1),如团体标准《预制菜》(T/CCA 024-2022)中规定,预制菜是指以一种或多种农产品为主要原料,运用标准化流水作业,经

预加工(分切、搅拌、腌制、滚揉、成型、调味等)和预烹调(炒、炸、烤、煮、蒸等)制成,并进行预包装的成品或半成品菜肴<sup>[5]</sup>;商业标准《预制肉类食品质量安全要求》(SB/T 10482-2008)指出预制肉类食品是未经熟制的非即食产品<sup>[6]</sup>。鉴于此,预制菜肴应具备以下特征:原料来自于农、畜、禽、林、水产品等;经预处理、预包装和预烹调加工;未完全熟制,需经加热或简单烹调才可食用。预制菜肴与加工方式无关,其主要与是否熟制相关,熟制的即食、即热菜肴不应归为预制菜肴。

综上所述,预制菜肴是我国传统菜肴工业化 2.0 版的新业态、新产品。为此,笔者认为预制菜肴的定义为:以一种或多种农、畜、禽、林、水产品为原料,配以各类辅料,经预加工(分切、搅拌、腌制、滚揉、成型、调味等)、预烹调(炒、煮、蒸、炸、烤等)而未完全熟制的并进行预包装,需在冷藏或冷冻条件下贮存、运输及销售的成品或半成品菜肴。

根据消费方式、贮运形式、地域来源、菜肴属性等分类原则,可将预制菜肴分为不同类型(表 2),如按照消费方式分为即配、即烹预制菜肴,即食、即热菜肴不属于预制菜肴范畴,其属于传统菜肴工业化 1.0 版,属于熟菜工业化范畴。按照属性分为肉类、水产、蔬菜等预制菜肴;还可以按照菜系、地域、民族等方式分类。

### 2 预制菜肴产业发展历程、现状与存在问题

#### 2.1 预制菜肴发展历程

我国预制菜肴发展历程主要包括 3 个阶段,

收稿日期: 2022-10-14

基金项目: 中国农业科学院农业科技创新工程项目

(CAAS-ASTIP-2022-IFST)

作者简介: 张德权(1972—),男,博士,研究员

E-mail: dequan\_zhang0118@126.com

表1 我国不同标准中预制菜肴相关定义

Table 1 Terms of prepared dishes defined in different standards in China

术语	标准	定义
预制菜	T/CCA 024-2022 预制菜 <sup>[5]</sup>	以一种或多种农产品为主要原料,运用标准化流水作业,经预加工(如分切、搅拌、腌制、滚揉、成型、调味等)和预烹调(如炒、炸、烤、煮、蒸等)制成,并进行预包装的成品或半成品菜肴
预制菜	T/CNF1A 115-2019 预制包装菜肴 <sup>[7]</sup>	以一种或多种食品原辅料(包括谷物或豆类或薯类或玉米及其制品、畜禽肉和副产品及其制品、水产品及其制品、植物蛋白及其制品、果蔬及其制品、蛋及其制品、乳及其制品、食用菌及其制品)配以或不配以调味料等辅料(含食品添加剂),经预选、调制、成型、包装、速冻等工艺加工而成,并在冷链条件下进行贮存、运输以销售的菜肴
预制肉类食品	SB/T 10482-2008 预制肉类食品质量安全要求 <sup>[6]</sup>	以畜禽肉、水产品为主要原料,经分割、修整等初加工后,经调制或不经调制,添加或不添加果蔬等食品原料、辅料、调味品和食品添加剂等,未经熟制的非即食的肉类食品,并在冷藏或冷冻条件下贮存、运输及销售
预制肉制品	Q/YG 0001 S-2020 预制肉制品 <sup>[8]</sup>	以畜、禽肉及副产品为原料,适当添加加工助剂、添加或不添加水分保持剂、酶制剂等,经预处理、煮制或不煮制、浸泡、包装、冷藏或不冷藏等工艺制作而成的非即食预包装畜、禽肉制品
预制肉制品	Q/WQ 0001 S-2020 预制肉制品 <sup>[9]</sup>	以畜、禽肉及副产品为原料,适当添加食用盐、香辛料等辅料,经预处理、配料、煮制或不煮制、分切、拌料或不拌料、包装、冷藏等工艺制成的非即食预包装预制肉制品
预制肉制品	Q/CSX 0003S-2020 预制畜(禽)肉制品 <sup>[10]</sup>	以经检验检疫合格的鲜(冻)畜、禽肉及其可食副产品为原料,添加或不添加食用盐、味精、鸡精、食用香辛料(生姜、胡椒等)等辅料,经预处理、切配、调制或不调制、包装、冷藏或冷冻等工艺制作而成的非即食预制肉制品
预制肉制品	Q/DH 0002S-2021 预制肉制品 <sup>[11]</sup>	经检验检疫合格的鲜(陈)畜产品(猪排骨)为主要原料,适量添加食用盐、味精、白砂糖、白酒、香辛料等中的一种或多种辅料;加或不加增味剂、防腐剂等食品添加剂;经筛选、切分、腌制、灌肠、熏烤、包装等工艺加工而成的非即食预制肉制品
预制肉脯	Q/CSGM 0001S-2022 预制肉脯 <sup>[12]</sup>	以鲜(冻)畜禽肉为主要原料,添加白砂糖、味精、鸡蛋、鱼露、香辛料调味品、D-异抗坏血酸钠、5'-呈味核苷酸二钠,经选料、修整、腌制、干燥、包装或不包装制成的非即食的预制肉脯
预制肉脯	Q/SWBG 0004S-2021 预制肉脯 <sup>[13]</sup>	以畜禽肉、大豆分离蛋白、全蛋液、白砂糖、鱼露、鸡精、香辛料、甘油、D-异抗坏血酸钠、乳酸钠、双乙酸钠、三聚磷酸钠、红曲红为原料,经选料、修整、腌制、调味、摊筛、脱水、挑选、包装等主要加工工艺制成的作为肉脯半成品(非即食)的预制肉脯

表2 预制菜肴分类

Table 2 Classification of prepared dishes

分类依据	产品类型
消费方式	即配:清洗、分切等初加工而成烹饪原料,初加工半成品配菜原料 即烹:预加工半成品菜肴,经烹制后可食用的菜肴
贮运形式	冷藏:在0~4℃条件下贮运和销售 冻藏:在-18℃以下条件下贮运和销售
地域来源	菜系:鲁菜、川菜、粤菜、闽菜、苏菜、浙菜、湘菜、徽菜等 地域:京菜、冀菜、豫菜、沪菜等 民族:清真菜、朝鲜菜、藏菜等
属性	肉类菜肴:以畜禽肉为主要食材,搭配或者不搭配蔬果等其它食材,制作而成的预制菜 水产菜肴:以水产品为主要食材,搭配或者不搭配蔬果等其它食材,制作而成的预制菜 素菜菜肴:以植物类、菌类、藻类等为主要食材,搭配或者不搭配其它食材,制作而成的预制菜

具体如下:

第1阶段——起步阶段。2000年前、后,深加工半成品预制菜肴企业开始出现,预制菜肴工业化开始凸显,然而,行业整体发展缓慢。

第2阶段——停滞阶段。截止2013年,预制菜肴产业受制于消费者需求与减菌、包装、冷链技术不完善等因素,发展停滞不前。

第3阶段——爆发式增长阶段。2014年以来,外卖平台的出现促进了预制菜肴产业在B端餐饮企业发展。2020年,预制菜肴企业突破1.25万家<sup>[14]</sup>;2021年,中国连锁餐饮门店达4万家以上,保持高速增长;截至2022年5月,预制菜肴企业达6.67万家,现在国内有超过74%的连锁餐饮品牌自建了中央厨房生产预制菜肴<sup>[15]</sup>。

## 2.2 预制菜肴产业发展驱动因素

一是居民收入水平提高,加速了预制菜肴产业化进程。城乡居民对食品的消费已由生存型向健康型、享受型消费转变,由“吃饱、吃好”向“吃安全、吃营养、吃健康”转变,这为预制菜肴健康发展奠定了经济基础<sup>[16]</sup>。

二是“懒宅经济”和“后疫情时代”推动了预制菜肴快速发展。快节奏生活使上班族没有足够时间备餐、烹饪菜肴。预制菜肴省去了繁琐的买菜、洗菜、切菜、烹制步骤,操作简单、便捷,最大程度地保持了产品风味、口感与营养,迎合了年轻消费群体的生活方式。同时,后疫情时代人们的生活方式开始发生转变,传统餐饮业受到冲击,外卖行业快速增长,导致预制菜肴需求量急剧增加,加速了预制菜肴的市场渗透。

三是“三低一高”促进了预制菜肴产业规模化发展。传统餐饮产业存在租金高、人工成本高、食材成本高和利润低即“三高一低”的难题,而预制菜肴克服了上述弊端,同时兼备出餐速度快、食材利用度高的优点,受到了B端餐饮企业的青睐,壮大了预制菜肴产业规模。

四是关键技术突破为预制菜肴健康发展提供了技术保障。新型靶向减菌、风味发育与保持、快速预冷、气调包装保藏、适温冷链配送等技术装备的突破,为预制菜肴工业化加工、仓储、物流、销售、消费过程品质稳定提供了保障<sup>[16]</sup>。

## 2.3 存在问题

我国预制菜肴消费市场主要集中于一、二线城市。虽然食品产业技术升级与装备创新快速发展,但是适应于预制菜肴工业化加工的技术装备仍然缺乏,存在特征品质保持难、绿色加工技术缺乏、工业化装备落后等问题。

1) 特征品质保持难 预制菜肴的风味、口感、色泽等是决定消费者是否购买的关键因素<sup>[17]</sup>。预制菜肴经过冷藏/冷冻、再解冻、复热等过程,导致颜色、风味和滋味丢失,如颜色由鲜艳变得暗沉,香味由浓郁变得轻柔,滋味由适口变得苦涩,外形由饱满变得萎缩、塌陷等<sup>[18]</sup>。

2) 绿色加工技术缺乏 预制菜肴生产企业规模小,一般以家庭作坊、小店铺和小工厂为主,“小锅换大锅”生产模式是产业主体,预制菜肴加工工艺参数模糊,绿色加工技术缺乏,导致生产出来的产品品质不稳定,产品同质化严重。

3) 工业化装备落后 预制菜肴现有加工装备存在能耗高、污染物排放高、可靠性和安全性不足、卫生保障性差、自动化程度低、关键零部件使用寿命短且成套性差等问题,引进的先进加工装备无法适应我国预制菜肴复杂的加工工艺,导致预制菜肴整体加工技术与装备不适应种类繁多的预制菜肴的工业化生产。

## 3 预制菜肴加工技术现状与发展趋势

预处理、预烹调、预包装、仓储物流、复热环节是预制菜肴质量安全的关键控制点。预制菜肴风味、滋味、色泽等品质在预处理、预烹调过程得到适度发育,通过先进的减菌、包装、冷链物流技术使预制菜肴品质得以保持,通过消费端适宜的复热技术使得预制菜肴的风味等品质实现最大程度的发育和再现。因此,预制菜肴工业化亟待突破新型减菌、风味发育与保持、新型包装、数字冷链仓储物流等四大关键技术。

### 3.1 新型减菌技术

减菌技术是保证预制菜肴色、香、味、形的关键技术。传统高温杀菌技术虽然能很好地控制预制菜肴中微生物的生长,有效延长产品货架期,但是对预制菜肴的风味、营养成分和外形等都有较

大损伤,不适合作为预制菜肴的杀菌方法。为了更好地保持预制菜肴本源的风味、营养与感官品质,射频、超高压、辐照、过热蒸汽等新型减菌技术研发逐步深入。研究表明,纳米氧化锌-射频协同杀菌 10 min 和 20 min 的川菜回锅肉和鱼香肉丝,其感官和风味特征接近于未杀菌产品<sup>[19]</sup>;与传统高压蒸汽杀菌的菜肴相比,射频协同抑菌剂杀菌能较好地保持预制菜肴的原有品质,延长货架期<sup>[20]</sup>;超高压处理对卤鸡胸肉的感官品质影响较小<sup>[21]</sup>;180 ℃和 300 ℃过热蒸汽处理 30 s,手抓羊肉减菌 3 个数量级<sup>[22]</sup>;双乙酸钠 1.20 g/kg、山梨酸钾 0.020 g/kg 与辐照剂量 4 kGy 协同处理的方式将回锅肉的保质期延长至 3 个月,并保留了回锅肉的原有风味<sup>[23]</sup>。综上所述,这些减菌技术不仅能有效抑制预制菜肴中微生物的生长,还能最大限度地保持预制菜肴风味、色泽、营养和口感,表现出良好的应用前景。然而,新型减菌技术存在设备价格昂贵、技术参数不成熟、产业化效率低的弊端,目前还处于实验室研究阶段<sup>[24]</sup>。

### 3.2 风味发育与保持技术

预制菜肴在烹调加工过程中会发生美拉德反应、脂质氧化、硫胺素降解及其相互作用,产生风味物质。相关学者采用多组学、多维光谱与大数据分析等手段,建立了香气活性值(OAV)结合风味重组缺失试验确证烤制与炖煮肉类菜肴关键挥发性风味物质的方法<sup>[25-26]</sup>;解析了二糖(蔗糖、麦芽糖)/单糖(葡萄糖、果糖、木糖)热解、葡萄糖/核糖与半胱氨酸美拉德反应、脂质降解、微生物二次代谢分别产生熏制肉类菜肴糠醛、烤制肉类菜肴 2-糠硫醇、炖煮肉类菜肴 1-辛烯-3-醇、腌腊肉类菜肴二甲基三硫的分子路径,提出了熏制烤制肉类菜肴中外源添加还原糖、降低比热容与水分活度可以有效促进风味形成的策略<sup>[27-29]</sup>;阐明了加热过程氨基酸残基与疏水位点暴露程度显著影响肌球蛋白吸附风味物质水平,肉类菜肴中心温度高于 75 ℃后蛋白质吸附风味物质水平无显著性差异等规律<sup>[30]</sup>;明确了磷脂与甘油三酯(1,3-二油酸-2-棕榈酸甘油三酯与 1,3-二硬脂酰-2-油酰甘油酯等)分别是烤制肉类菜肴形成与保持关键挥发性风味物质的重要基质,改变加热温度与时间是调控脂质组成与含量的重要手段<sup>[31]</sup>;揭示了反应介

质和反应场下肉品多组分靶向互作规律,阐明了电、微波与过热蒸汽加热均使烤制肉类菜肴产生丰富的风味物质,电加热是替代传统木炭加热的潜在方法<sup>[32-33]</sup>;明确了香辛料、植物提取物等物质显著降低预制猪肉菜肴复热过熟味的形成<sup>[34-35]</sup>。原辅料定量添加、精准控制烹饪时间和温度是调控肉类菜肴风味发育与保持的关键<sup>[36-39]</sup>。

### 3.3 新型包装技术

复热是预制菜肴风味完全发育的关键。复热方式主要包括明火直接加热、蒸汽加热、微波加热、烤箱加热、电磁炉加热等。因此,预制菜肴包装既要保障食品质量安全,也要适用于各类复热条件。塑料容器以其质量轻便、耐热、耐寒、耐油等优点被用于包装预制菜肴,如填充型聚丙烯、聚偏二氯乙烯(PVDC)、聚丙烯(PP)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(CPET)等,这些材料的耐热温度虽达 130~230 ℃,可直接用于微波加热,但塑料餐盒存在不易降解、无法直接明火加热的弊端。为了实现预制菜肴跨越式发展,多层复合材料将成为预制菜肴包装的主流,如不饱和聚酯、玻璃纤维等材料的多质多层复合。近年来,研究人员研发了多种新型的高阻隔性包装材料,如 SiOX 和非金属氧化物镀膜复合包装材料,这种材料具有阻隔性能佳,微波透过性好,耐高温,受环境温度湿度影响小等优点,包装效果媲美玻璃瓶包装<sup>[40]</sup>。同时,智能包装正在逐渐兴起,可将品质指示卡<sup>[41]</sup>、温度指示器<sup>[42-43]</sup>等安装在预制菜肴包装表面,将预制菜肴品质优劣、加热成熟程度及时、直观地反馈给消费者。

### 3.4 数字冷链仓储物流技术

传统冷链物流存在信息不流通、控温不精细、品质劣变重等产业难题<sup>[44]</sup>。随着电子商务、数字经济的高速发展,以及消费者对预制菜肴的更高需求,基于物联网、区块链、人工智能的新型数字冷链物流技术逐渐成为新的发展方向。区块链作为数字经济时代的基础,具有去中心化、共享机制、智能合约、非对称加密等特性<sup>[45]</sup>,物联网技术具有智能化识别、定位、追踪、监控和管理的突出优势<sup>[46]</sup>,可以大大提高预制菜肴冷链物流的工作质量和效率。数字冷链物流温度监测和品质感知技术、冷链物流车智能监控与调度系统、追溯与溯源信息系统、末端质量服务评价体系等冷链物流数

字化平台为预制菜肴良好品质的保持提供了技术支撑。相关研究表明,构建基于冷链物流微环境中气体传感响应模型与关键品质和温度品质耦合的预测模型,可实现预制菜肴冷链过程品质感知和精准控制<sup>[47-48]</sup>;RFID、GPS、ZigBee等技术可实现冷链物流运输车辆的全程监控<sup>[49-50]</sup>;Ecode技术、Fabric和SSH框架可实现冷链物流单品追溯及溯源系统的构建<sup>[51-53]</sup>。因此,根据预制菜肴运输过程对冷链物流的要求,可以研发环境数字化监控系统,通过线下中控系统和手机实时监测相结合,构建“云智冷”物联网监控平台,从分拣、配送、数据采集、识别到控制全过程,监测货温、库温、货物、设备等情况,实现从产品流到数据流的转换,达到全链条精准监控的目标。

## 4 发展建议

### 4.1 强化科技创新

一是创新加工理论体系。针对预制菜肴产品特点,将化学、物理、数学、人工智能等多学科交叉融合,创新预制菜肴预处理、预烹调、预包装、仓储物流保鲜理论与技术体系,最大程度保持产品营养、风味与口感。二是研发专用技术装备。依托多组学、大数据分析等先进手段,通过技术升级、工艺重组再造、装备耦合等方式,研发新型的适应于预制菜肴的靶向减菌、风味发育与保持、智慧包装、数字冷链仓储物流技术,充分保持预制菜肴风味,延长产品货架期。三是搭建预制菜肴研发平台。根据消费者营养需求、原料特性与营养组成,靶向设计并精准制造新型方便、休闲、可口的个性化预制菜肴,开发预制菜肴新厨具、新餐具、新包装,保障预制菜肴健康发展。

### 4.2 加强质量安全监管

一是建立质量安全标准体系。加快制定预制菜肴术语、评价规范、原料标准、加工技术规程、产品标准、包装要求、冷链物流等相关国家、行业、团体、地方和企业标准,保障预制菜肴产业链有标准可依、有方法可参考。二是完善质量安全监管技术。发挥好政府引导作用,逐步建立起以企业为主体、市场为导向,创新发展深度融合的质量安全监管技术体系,提高预制菜肴原料监测、生产过程监

督、市场抽检技术水平。三是明确监管内容及要点。落实企业主体责任,明确预制菜肴监管内容,加快推进预制菜肴产地准出和市场准入有效衔接,强化预制菜肴市场销售质量安全风险管控,监管“前置”,确保产品来源可查、去向可追。

### 4.3 加大政策支持力度

一是加大财政投入。加强对预制菜肴科技创新、产业化发展、园区建设等方面的扶持,加大对预制菜肴产业投入的力度、深度和广度。二是强化资源供给。加强资源要素支持和制度供给,配套出台支持预制菜肴政策,开辟预制菜肴绿色通道,形成预制菜肴发展的强大合力。三是加强政策保障。出台支持预制菜肴发展的相关政策,强化预制菜肴企业用地、金融等方面政策扶持,鼓励社会资本以多种形式参与预制菜肴产业,保证预制菜肴产业健康发展。

### 4.4 加强人才队伍建设

一是完善人才培养体系。把预制菜肴专业人才培养纳入高等院校、职业院校的人才培养体系,开设预制菜课程,提高预制菜肴产业人才培养水平,为产业发展提供更好的复合型高素质职业人才资源。二是提高人才队伍水平。充分发挥行业协会、企业等社会力量,组织开展预制菜肴产业发展相关职业技能人才培养,开展原料挑选、预处理、预烹调、预包装、仓储物流、销售等预制菜肴产业相关职业及能力培训,全面提升企业家、研发人员理论与实践水平。

## 5 结语

随着预制菜肴产业高速发展和国家的政策扶持,预制菜肴产业前景可观。在可预见的未来,为促进预制菜肴产业健康发展,应完善预制菜肴标准化工艺,持续创新产品品类,拓展消费场景,实现从田间到车间再到消费终端的技术升级;以个性化菜肴消费需求为导向,融合合成生物学、人工智能、纳米新材料等新兴交叉前沿技术,实现预制菜肴的个性化设计、智能化制造及绿色化加工,满足消费者方便快捷、营养丰富的饮食需求,弘扬中国饮食文化。

## 参 考 文 献

- [1] 李祥勇,潘邦翔. 预制调理肉制品相关技术要求标准化研究[J]. 质量技术监督研究, 2020(6): 15-18.  
LI X Y, PAN B X. Research on standardization of technical requirements of prefabricated conditioned meat products[J]. Quality and Technical Supervision Research, 2020(6): 15-18.
- [2] 朱芑沅. 软包装技术在我国预制肉类菜肴制品贮藏中的应用研究[J]. 粮食科技与经济, 2019, 44(3): 75-77.  
ZHU P Y. Study on the application of soft packaging technology in the storage of prefabricated meat dishes in China[J]. Food Science, Technology and Economics, 2019, 44(3): 75-77.
- [3] 王宁. 预制菜产业能否突出重围[N]. 中国食品报, 2022-03-23(7).  
WANG N. Can the prefabricated dishes industry stand out[N]. China Food Newspaper, 2022-03-23(7).
- [4] 杨铭铎, 张瑛, 崔莹莹, 等. 调理食品内涵及其研究进展[J]. 中国调味品, 2022, 47(3): 211-216.  
YANG M Z, ZHANG Y, CUI Y Y, et al. The connotation and research progress of prepared food [J]. China Condiment. 2022, 47(3): 211-216.
- [5] 中国烹饪协会, 湛江国联水产开发股份有限公司, 眉州东坡餐饮管理(北京)有限公司. 预制菜: T/CCA 024-2022[S]. 北京: 中国烹饪协会, 2022: 1-6.  
China Cuisine Association, Zhanjiang Guolian Aquatic Products Development Co., Ltd, Meizhou Dongpo Catering Management (Beijing) Co., LTD. Prepared Dishes: T/CCA 024-2022 [S], Beijing: China Cuisine Association, 2022: 1-6.
- [6] 商务部屠宰技术鉴定中心, 中食恒信(北京)质量认证中心有限公司. 预制肉类食品质量安全要求: SB/T 10482-2008[S]. 北京: 中华人民共和国商务部, 2009: 1-6.  
Slaughter Technology Appraisal Center of the Ministry of Commerce, Zhongshi Hengxin (Beijing) Quality Certification Center Co., Ltd. Quality and safety requirements for prepared meat: SB/T 10482-2008[S]. Beijing: Ministry of Commerce of the People's Republic, 2009: 1-6.
- [7] 中国食品工业协会冷冻冷藏食品专业委员会, 福建省亚明食品有限公司, 安徽农产品加工技术协会. 预制包装菜肴: T/CNFIA 115-2019[S]. 北京: 中国食品工业协会, 2019: 1-8.  
Frozen and Refrigerated Food Committee of China Food Industry Association, Fujian Yaming Food Co., Ltd, Anhui Agricultural Products Processing Technology Association. Packaged prepared dishes: T/CNFIA 115-2019[S]. Beijing: China National Food Industry Association, 2019: 1-8.
- [8] 重庆宇冠食品有限公司. 预制肉制品: Q/YG 0001 S-2020[S]. 重庆: 重庆宇冠食品有限公司, 2020: 1-3.  
Chongqing Yuguan Food Co., Ltd. Prepared meat products: Q/YG 0001 S-2020 [S]. Chongqing: Chongqing Yuguan Food Co., Ltd, 2020: 1-3.
- [9] 重庆玮祺食品有限公司. 预制肉制品: Q/WQ 0001 S-2020[S]. 重庆: 重庆玮祺食品有限公司, 2020: 1-2.  
Chongqing Weiqi Food Co., Ltd. Prepared meat products: QWQ 0001 S-2020[S]. Chongqing: Chongqing Weiqi Food Co., Ltd, 2020: 1-2.
- [10] 重庆彩食鲜供应链发展有限公司. 预制畜(禽)肉制品: Q/CSX 0003S-2020[S]. 重庆: 重庆彩食鲜供应链发展有限公司, 2020: 1-3.  
Chongqing Color Food Fresh Supply Chain Development Co., Ltd. Prepared livestock (poultry) meat products: Q/CSX 0003S-2020[S]. Chongqing: Chongqing Color Food Fresh Supply Chain Development Co., Ltd, 2020: 1-3.
- [11] 重庆都好食品有限公司. 预制肉制品: Q/DH 0002S-2021[S]. 重庆: 重庆都好食品有限公司, 2021: 1-3.  
Chongqing Duhao Food Co., Ltd. Prepared meat products: Q/DH 0002S-2021[S]. Chongqing: Chongqing Duhao Food Co., Ltd, 2021: 1-3.
- [12] 靖江市陈氏工贸发展有限公司. 预制肉脯: Q/CSGM 0001S-2022[S]. 靖江: 靖江市陈氏工贸发展有限公司, 2021: 1-4.  
Jingjiang Chen's Industry and Trade Development Co., Ltd. Prepared pork jerky: Q/CSGM 0001S-2022 [S]. Jingjiang: Jingjiang Chen's Industry and Trade Development Co., Ltd, 2021: 1-4.
- [13] 江苏味巴哥食品股份有限公司. 预制肉脯: Q/SWBG 0004S-2021[S]. 靖江: 江苏味巴哥食品股份有限公司, 2021: 1-4.  
Jiangsu Weibage Food Co., Ltd. Prepared pork

- jerky: Q/SWBG 0004S-2021[S]. Jingjiang: Jiangsu Weibage Food Co., Ltd, 2021: 1-4.
- [14] 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.
- ZHAO L L. Research on present situation and problems of prefabricated vegetable industry[J]. Modern Marketing (Management Edition), 2021(9): 146-147.
- [15] 看鉴社, 周天翔. 预制菜行业: 布局起点, 赢在终点[J]. 人力资源, 2022(5): 32-35.
- KAN J S, ZHOU T X. Prepared food industry: Layout starting point, win at the end[J]. Human Resource, 2022(5): 32-35.
- [16] 戴小枫, 张德权, 武桐, 等. 中国食品工业发展回顾与展望[J]. 农学报, 2018, 8(1): 125-134.
- DAI X F, ZHANG D Q, WU T. Historical review and future prospect of China's food industry development[J]. Journal of Agriculture, 2018, 8(1): 125-134.
- [17] MILLER R. Drivers of consumer liking for beef, pork, and lamb: A review[J]. Foods, 2020, 9(4): 428.
- [18] 王娟, 高群玉, 娄文勇. 我国预制菜行业的发展现状及趋势[J]. 现代食品科技, 2023, 39(2): 1-5.
- WANG J, GAO Q Y, LOU W Y. The development status and trend of ready meal industry in China[J]. Modern Food Science and Technology, 2023, 39(2): 1-5.
- [19] 徐继成. 纳米氧化锌—射频协同杀菌对典型菜肴品质与安全性的影响及其机理研究[D]. 无锡: 江南大学, 2018.
- XU J C. Effects and mechanism analysis of ZnO nanoparticles combined radio frequency pasteurization on the quality of Chinese typical dishes[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2018.
- [20] 马良. 典型调理菜肴射频及其抑菌剂协同杀菌机理及品质调控研究[D]. 无锡: 江南大学, 2021.
- MA L. Study on the synergistic effects of radio frequency combined with antibacterial agents on the quality of typical prepared foods and related mechanism[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2021.
- [21] OREL R, TABILO-MUNIZAGA G, CEPERO-BETANCOURT Y, et al. Effects of high hydrostatic pressure processing and sodium reduction on physicochemical properties, sensory quality, and microbiological shelf life of ready-to-eat chicken breasts[J]. LWT-Food Science and Technology, 2020, 127: 109352.
- [22] 侯成立, 赵梦雅, 吴立国, 等. 过热蒸汽对调理羊肉减菌效果的影响[J]. 食品科学技术学报, 2018, 36(4): 76-81.
- HOU C L, ZHAO M Y, WU L G, et al. Effect of superheated steam on reducing the bacteria in prepared lamb[J]. Journal of Food Science and Technology, 2018, 36(4): 76-81.
- [23] 黄静, 罗丹, 邓楷, 等. 工业化方便回锅肉的保藏技术研究[J]. 食品与发酵科技, 2019, 55(2): 37-42.
- HUANG J, LUO D, DENG K, et al. The preservation technology of industrial convenience twice-cooked meat[J]. Food and Fermentation Sciences & Technology, 2019, 55(2): 37-42.
- [24] 王文洁, 赵电波, 李可, 等. 非热杀菌技术在即食肉制品中的应用研究进展[J]. 肉类研究, 2019, 33(10): 69-75.
- WANG W J, ZHAO D B, LI K, et al. Advances in the application of non-thermal sterilization technologies to ready-to-eat meat products[J]. Meat Science, 2019, 33(10): 69-75.
- [25] FAN M D, XIAO Q F, XIE J C, et al. Aroma compounds in chicken broths of Beijing Youji and commercial broilers[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2018, 66(39): 10242-10251.
- [26] LIU H, WANG Z Y, ZHANG D Q, et al. Characterization of key aroma compounds in Beijing roasted duck by gas chromatography-olfactometry-mass spectrometry, odor-activity values, and aroma-recombination experiments[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2019, 67(20): 5847-5856.
- [27] LIU H, WANG Z Y, HUI T, et al. New insight into the formation mechanism of 2-furfurylthiol in the glucose-cysteine reaction with ribose[J]. Food Research International, 2021, 143: 110295.
- [28] LIU H, HUI T, FANG F, et al. The formation of key aroma compounds in roasted mutton during the traditional charcoal process[J]. Meat Science, 2022, 184: 108689.
- [29] WANG X, LIU D, DU C, et al. Characteristics and formation mechanism of key volatile compounds in sugar-smoked chicken[J]. Journal of Food Science and Technology, 2022, 59(2): 768-783.
- [30] LIU H, WEI X, NIE R, et al. Molecular docking simulation combining with multi-spectroscopy tech-

- niques clarify how small molecule ligands bind to biomacromolecule: Myosin and aldehydes as a case study[J]. *LWT—Food Science and Technology*, 2022, 155: 112977.
- [31] LIU H, HUI T, ZHENG X, et al. Characterization of key lipids for binding and generating aroma compounds in roasted mutton by UPLC-ESI-MS/MS and Orbitrap Exploris GC [J]. *Food Chemistry*, 2022, 374: 131723.
- [32] 张德权, 惠腾, 王振宇. 我国肉品加工科技现状及趋势[J]. *肉类研究*, 2020, 34(1): 1-8.  
ZHANG D Q, HUI T, WANG Z Y. Current situation and future trend of meat processing technology in China[J]. *Meat Research*, 2020, 34(1): 1-8.
- [33] LIU H, MA J R, PAN T, et al. Effects of roasting by charcoal, electric, microwave and superheated steam methods on (non) volatile compounds in oyster cuts of roasted lamb [J]. *Meat Science*, 2021, 172: 108324.
- [34] 张凯华, 臧明伍, 张哲奇, 等. 香辛料精油对预制猪肉饼复热过熟味的影响[J]. *农业机械学报*, 2020, 51(S2): 449-456.  
ZHANG K H, ZANG M W, ZHANG Z Q, et al. Effect of spicy essential oils on reheating warmed-over flavor of precooked pork patties[J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2020, 51(S2): 449-456.
- [35] 张凯华, 臧明伍, 张哲奇, 等. 微波复热时间对预制猪肉饼过熟味、脂肪氧化和水分分布特性的影响[J]. *食品科学*, 2020, 41(9): 50-56.  
ZHANG K H, ZANG M W, ZHANG Z Q, et al. Effect of microwave reheating time on warmed-over flavor, lipid oxidation and water distribution in precooked pork patties[J]. *Food Science*, 2020, 41(9): 50-56.
- [36] 李诗萌, 喻倩倩, 董展廷, 等. 肉类热加工过程中有害物质的形成与控制研究进展[J]. *肉类研究*, 2021, 35(1): 92-97.  
LI S M, YU Q Q, DONG Z T, et al. A review of the formation and control of hazardous substances in meat during thermal processing[J]. *Meat Research*, 2021, 35(1): 92-97.
- [37] HOU L, XIE J C, ZHAO J, et al. Roles of different initial Maillard intermediates and pathways in meat flavor formation for cysteine-xylose-glycine model reaction systems [J]. *Food Chemistry*, 2017, 232: 135-144.
- [38] WEI C K, THAKUR K, LIU D H, et al. Enzymatic hydrolysis of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) protein and sensory characterization of Maillard reaction products [J]. *Food Chemistry*, 2018, 263: 186-193.
- [39] 马建荣. 传统烤羊腿特征风味物质解析与新型烤制技术研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2019.  
MA J R. Analysis of typical flavor of traditional roasted lamb legs and development of new baking technologies[D]. Yangling: Northwest A&F University, 2019.
- [40] 张家涛, 武娇, 杨华, 等. 原位合成纳米 SiO<sub>2</sub>/LZM/TP-CS 涂膜对腐败希瓦氏菌的抑菌机理[J]. *包装工程*, 2021, 42(23): 76-83.  
ZHANG J T, WU J, YANG H, et al. Antibacterial mechanism of the In-Situ synthesis of Nano-SiO<sub>2</sub>/LZM/TP-CS composite coatings against *Shewanella putrefaciens* [J]. *Packaging Engineering*, 2021, 42(23): 76-83.
- [41] 韩婷婷, 孙冲, 王道营, 等. 可视化智能包装在食品新鲜度监测中的应用研究进展[J]. *肉类研究*, 2021, 35(12): 46-53.  
HAN T T, SUN C, WANG D Y, et al. Progress in visualized intelligent packaging in food freshness monitoring[J]. *Meat Research*, 2021, 35(12): 46-53.
- [42] 李俞函, 周云令. 时间温度指示剂在智能包装中的应用研究[J]. *轻纺工业与技术*, 2022, 51(2): 78-80.  
LI Y H, ZHOU Y L. Research on application of time and temperature indicator in intelligent packaging[J]. *Qingfang Gongye Yu Jishu*, 2022, 51(2): 78-80.
- [43] 王静伊, 岳崇泽, 王之强, 等. 时间-温度指示器在食品智能包装中的应用研究进展[J]. *食品与发酵工业*, 2022, 1-10.  
WANG J Y, YUE C Z, WANG Z Q, et al. Research progress of time-temperature indicator (TTI) in intelligent food packaging[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2022, 1-10.
- [44] 杨思东. O2O 模式下食品冷链物流配送模式和优化研究[J]. *食品工业*, 2018, 39(10): 231-234.  
YANG S D. Research on food cold chain logistics distribution under O2O model[J]. *The Food Industry*, 2018, 39(10): 231-234.



- [45] 倪卫红, 陈太. 基于区块链的生鲜农产品冷链物流集成化服务平台研究[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(23): 207–212.  
NI W H, CHEN T. Research on integrated service platform of cold chain logistics of fresh agricultural products based on blockchain[J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2021, 49(23): 207–212.
- [46] 卢涛, 周寄中. 我国物联网产业的创新系统多要素联动研究[J]. 中国软科学, 2011(3): 33–45.  
LU T, ZHOU J Z. Research on multiple factor linkages in innovation system of IoT industry in China[J]. *China Soft Science*, 2011(3): 33–45.
- [47] 肖新清. 面向冷链物流品质感知的物联网数据采集与建模方法[D]. 北京: 中国农业大学, 2017.  
XIAO X Q. IoT based data acquisition and modeling methods for food quality perception in cold chain[D]. Beijing: China Agricultural University, 2017.
- [48] 王想. 面向水果冷链物流品质感知的气体传感技术与建模方法[D]. 北京: 中国农业大学, 2018.  
WANG X. Gas sensing technology and modeling method for fruit quality perception of cold chain logistics [D]. Beijing: China Agricultural University, 2018.
- [49] 郭晋涛. 基于 ZigBee 和 GPS 定位技术的冷链物流运输监控系统设计[D]. 保定: 河北大学, 2016.  
GUO J T. Design of cold chain logistics transport monitoring system based on ZigBee and GPS technologies[D]. Baoding: Hebei University, 2016.
- [50] 蔡焱. 基于 GPS 和 RFID 的冷链物流远程监控系统车载终端的设计和应用[D]. 广州: 华南理工大学, 2017.  
CAI Y. Design and application of vehicle terminal for cold chain logistics remote monitoring system based on GPS and RFID[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2017.
- [51] 黄永霞. 基于 Ecode 的冷链物流单品追溯系统的应用研究[J]. 条码与信息系统, 2017(2): 30–34.  
HUANG Y X. Application research of cold chain logistics single item tracking system based on Ecode [J]. *Bar Code & Information System*, 2017(2): 30–34.
- [52] 郑君臣. 基于 Fabric 框架的跨境电商物流品质溯源系统的设计与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2021.  
ZHENG J C. Design of a Fabric based cross-border e-commerce logistics quality traceability system [D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2021.
- [53] 王壮, 王洁. SSH 框架下基于遗传算法的冷链物流追踪与溯源系统[J]. 西安工程大学学报, 2021, 35(2): 85–90.  
WANG Z, WANG J. Cold chain logistics tracking and tracing system based on genetic algorithm under SSH framework[J]. *Journal of Xi'an Polytechnic University*, 2021, 35(2): 85–90.

## Analysis of Current Situation and Trends of Industrial Processing Technology for Prepared Dishes

Zhang Dequan, Liu Huan, Sun Xiangxiang, Wei Xiangru, Yang Xiaoyue, Shi Haonan

(*Institute of Food Science and Technology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Agro-Products Processing, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100193*)

**Abstract** The prepared dish is an important part of Chinese traditional food. The prepared dish industry is growing in China, which will promote the rural industry revitalization, and agricultural and rural modernization. However, there are drawbacks in the prepared dish industry, including confused concept, backward technology and equipment, and lack of standards. These drawbacks hindered the healthy and rapid development of the prepared dish industry. This mini-review paper sorted out the concept, classification, development process, industry scale, and problems of prepared dishes. Key technologies, such as bacteria reduction, flavor maintenance, package, and storage logistics, were also proposed. Moreover, the targeted development suggestions were put forward based on a series of problems, containing the difficult quality maintenance, lack of green processing technology, and backward industrial equipment. This will provide references for the healthy development of prepared dishes industry.

**Keywords** prepared dishes; characteristic quality; industrial processing; key technologies; research trends