

农产品贮藏与加工

鲜湿面货架期影响因素和保鲜技术研究进展

金露达¹, 张关涛¹, 李娟¹, 刁静静², 张东杰¹, 王洪江¹

(1.黑龙江八一农垦大学 食品学院, 黑龙江 大庆 163319; 2.国家杂粮工程技术研究中心,
黑龙江 大庆 163319)

摘要: **目的** 介绍影响鲜湿面货架期的影响因素及其贮藏保鲜技术的研究进展, 为鲜湿面在食品工业上的应用提供一定的思路和依据。**方法** 概述影响鲜湿面货架期的因素, 总结鲜湿面贮藏保鲜技术的国内外现状, 以及物理保鲜技术、化学保鲜技术、包装技术及其复合保鲜技术对鲜湿面品质的影响和货架期的比较, 并对鲜湿面保鲜技术进行展望。**结果** 复合保鲜技术对鲜湿面品质和货架期的改善优于单一保鲜技术。**结论** 复合保鲜技术具有协同促进作用, 延长了食品货架期, 具有更广阔的研究前景。

关键词: 鲜湿面; 保鲜技术; 贮藏; 货架期

中图分类号: TS205.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)21-0001-10

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.21.001

Research Progress on Shelf Life Influencing Factors and Fresh-Keeping Technology of Fresh Wet Noodles

JIN Lu-da¹, ZHANG Guan-tao¹, LI Juan¹, DIAO Jing-jing², ZHANG Dong-jie¹, WANG Hong-jiang¹

(1.School of Food Science, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China;
2.National Coarse Cereals Engineering Research Center, Daqing 163319, China)

ABSTRACT: The work aims to introduce the research progress on shelf life influencing factors and fresh-keeping technology of fresh wet noodles during storage, so as to provide ideas and basis for the application of fresh wet noodles in food industry. The factors influencing the shelf life of fresh wet noodles were overviewed and the research progress of fresh-keeping technology at home and abroad was summarized. The influence of physical fresh-keeping technology, chemical fresh-keeping technology, packaging technology and compound fresh-keeping technologies on the quality of fresh wet noodles was analyzed and the corresponding shelf lives were compared. Then, the fresh-keeping technology of fresh wet noodles was prospected. The improvement of quality and shelf life of fresh wet noodles by compound fresh-keeping technology was better than that by single fresh-keeping technology. The compound fresh-keeping technology has a synergistic promoting effect. It can prolong the shelf life of food, and has a broader research prospect.

KEY WORDS: fresh wet noodles; fresh-keeping technology; storage; shelf life

面条是一种历史悠久的食品, 早在 4000 年前我国就有食用面条的记录。面条是中国和其他亚洲国家的主要传统谷物食品之一。我国面制品消费量巨大,

中国大约 40%的小麦用于生产各种类型的面条^[1]。目前市场上销售的面条按含水量多少, 可以分为鲜面、鲜湿面(半干面)和挂面。我国市场上多以方便面和

收稿日期: 2021-03-23

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFE0206300)

作者简介: 金露达(1999—), 男, 黑龙江八一农垦大学硕士生, 主攻农产品加工及贮藏保鲜。

通信作者: 王洪江(1980—), 男, 博士, 黑龙江八一农垦大学副教授, 主要研究方向为食品包装及贮藏保鲜。

挂面为主,这些经过脱水干燥的面条含水量低、货架期长、食用方便,但是风味、质地、营养价值却大大降低。随着消费者的生活水平不断提高,绿色、安全、健康、营养成为新的饮食消费观念。营养丰富、口感好的鲜湿面越来越受到消费者的青睐。

鲜湿面条富含蛋白质、脂肪、维生素等,含水量高,为微生物的生长提供了适宜的环境^[2]。微生物的生长繁殖会引起面条腐败变质,从而导致鲜湿面货架期变短。货架期短制约了鲜湿面的推广,贮藏保鲜仍然是鲜湿面工业化生产的首要问题。目前,鲜湿面的贮藏保鲜技术主要包括微波保鲜、辐照保鲜、低温等离子体处理、臭氧处理、气调包装等。文中综述鲜湿面货架寿命的影响因素,分析比较不同鲜湿面保鲜技术及相应的货架期,为鲜湿面贮藏保鲜、工业化生产提供一定的理论依据和决策参考。

1 影响鲜湿面货架期的因素

1.1 微生物

引起生湿面腐败变质最主要的因素是微生物。鲜湿面中含有丰富的水、蛋白质、淀粉和各种营养物质,为微生物的生长繁殖提供了适宜的环境^[3]。肖付刚等^[4]在 28 °C 下将生湿面进行储存,对优势菌群进行分离和鉴定,研究表明,引起鲜湿面腐败变质的主要微生物包括两大类:细菌和霉菌。其中细菌属包括芽孢杆菌属和葡萄球菌属,霉菌包括大部分的白曲霉、圆弧曲霉和少部分酵母菌。虽然生鲜面通过物理、化学和生物保鲜等技术在一定程度上可以抑制绝大多数微生物的生长繁殖,但灭菌不彻底或二次污染会使生鲜面中残留的菌在适宜的环境下继续生长繁殖,造成生鲜面的腐败变质^[5]。导致生鲜面条腐败变质的重要因素就是初始微生物含量,初始微生物含量越高,面条腐败变质速率会越快,货架期越短。降低面条的初始微生物含量有利于延长面条的保质期。

1.2 水分含量和水分活度

水在食品的质量和稳定性中起着关键作用,水可以与其他成分相互作用并影响其构象、流动性和功能。水分含量是衡量所有食品及其成分的一个非常重要的参数,其会影响食品的货架期。对于控制食品质量和延长保质期,水分活度对食品的影响比水分含量更重要。水分活度是决定微生物生长的重要因素^[6],并且与食品中的酶、物理性质、化学物质的降解反应密切相关。一般来说,微生物的生长繁殖随着水分含量和水分活度的增加而增加。新鲜面条是一种具有中高水分(含水率>20%)和丰富营养物质的食品,并且水分越多味道越好^[7]。如果可以有效控制新鲜面条

的水分活度,从而抑制微生物和其他化学物理反应等,则可以延长其保质期^[8]。

1.3 贮藏温度

在食品贮藏过程中,温度是决定食品中大多数变质反应的重要环境因素。食品中微生物的生长繁殖^[9]、物理化学反应速率、食品内部酶的反应、食品品质的变化和货架期的长短很大程度上取决于温度的变化^[10]。随着温度的升高,微生物的生长繁殖速度会加快。

LI 等^[11]研究了生鲜面条变质的临界温度、pH 值、水分含量和水分活度,结果表明,在 4 °C 下,微生物的生长受到明显抑制,贮藏 20 d 后,样品的菌落总数仍低于 10⁶ CFU/g,当贮藏温度升至 25 °C 以上时,贮藏 24 h 后菌落总数达到 10⁶ CFU/g 以上。张艳玲等^[12]进行了不同温度条件下生切面保质期的研究,研究表明,生切面在 28 °C 下保质期最短(6.3 h),在室温(20 °C)下可以保存 21.7 h,在冷藏温度(4 °C)下可以保存 100.5 h。De Cesare 等^[13]研究了在不同贮藏温度和包装条件下意大利面食沙拉中单核细胞增多性李斯特氏菌的生长动力学模拟。在空气包装条件下,沙拉在 4 °C 和 12 °C 下的最大微生物比生长率平均值分别为(0.008±0.003), (0.036±0.006) lg(CFU/g)·h⁻¹。

1.4 气体成分

空气中主要的气体成分为二氧化碳、氧气和氮气。鲜湿面保鲜中采用的气体成分主要是 CO₂ 和 N₂。鲜湿面的气调保鲜中最关键的气体成分是 CO₂。CO₂ 作为一种抑菌气体,可以延长细菌生长的滞后期,而且可以降低细菌对数生长期的速度,其对好氧菌和革兰氏阴性菌有较好的抑制效果,对酵母菌和厌氧菌无法起到作用^[14]。随着 CO₂ 含量的增加,抑菌效果越来越明显,二氧化碳会抑制需氧菌和腐败菌的生长繁殖^[15],促进厌氧菌的生长。单核细胞增生性李斯特菌、沙门氏菌、肉毒杆菌、金黄色葡萄球菌等病原菌经过高浓度 CO₂ 气调包装后,如果在贮藏过程中出现温度波动,则这些病原菌的生长繁殖会加快。氮气是一种惰性抗菌气体,其本身的抗菌活性很小。N₂ 取代 O₂ 的作用是阻止氧化反应和生理反应,保持食品的品质,维持环境的稳定。

2 鲜湿面保鲜技术

2.1 物理保鲜技术

2.1.1 微波保鲜技术

微波是一种频率为 300 MHz~300 GHz 的电磁波^[16]。微波杀菌具有使用成本低、处理时间短、能较

好保持食品营养品质的特点。微波杀菌机理主要指食品中的微生物同时受到微波热效应和非热效应的共同作用，使其体内蛋白质和生理活动物质变异，从而导致微生物生长发育延缓和死亡^[17]。虽然微波杀菌效率较高，但也有局限性，比如加热不均匀，食品质构特性可能会发生变化，面粉经处理后会产生结块现象等。

不同类型湿面的微波和微波复合保鲜技术见表 1，对不同方法处理面条的品质变化和货架期进行了比较。由表 1 可知，生鲜湿面品质主要受到微波频率和微波时间的影响，合理控制微波频率和微波时间是改善鲜湿面品质的关键，较为常用的微波功率为 800 W。微波处理对鲜湿面中微生物有着显著的杀灭作用，并通过减少多酚氧化酶（PPO）的活性来抑制褐变，在贮藏期间可以延缓酸度的上升，并保持一定的口感。其中微波+酸性混合物处理具有较好的保鲜效果，在室温下保质期为 49 d，远远长于其他微波复

合保鲜技术。

2.1.2 辐照保鲜技术

辐照保鲜技术是一种冷杀菌技术。辐照保鲜的电离辐射源有 γ 辐射、X 射线、电子束等。辐照保鲜技术作为一种食品加工技术，具有无污染、无化学残留、高效、环保等优点，还可以保持食品原有的风味和营养物质。辐照保鲜原理：将放射源散射的放射能作用于食品，使食品中的微生物和酶钝化，达到抑制或杀灭微生物的目的^[25]。具体过程为通过高能电离辐射与食品中的水分相互作用，使水分子活化，产生易反应的氢基和羟基，再与水中的溶氧起反应，并广泛与其他有机、无机分子和能溶解或悬浮于水中的离子发生反应，使微生物中的化学活性物质被钝化，代谢作用产生的损伤扩大，细胞机能被破坏，进而导致微生物死亡。辐射杀菌的主要缺点是食物经辐照处理后会产辐照味道，当辐照剂量高时，面条颜色会变黄。

表 1 微波及微波复合保鲜技术对鲜湿面品质的影响和货架期

Tab.1 Influence of microwave and microwave compound fresh-keeping technologies on quality of fresh wet noodles and comparison of shelf life

鲜湿面种类	保鲜技术	处理参数	品质变化	货架期	参考文献
全麦鲜湿面	微波处理	微波功率 700 W, 处理时间 90 s	蒸煮吸水率下降；硬度略有下降；拉断率显著增加，拉伸强度增加；多酚氧化酶（PPO）活性降低，褐变受到显著抑制		赵梅等 ^[18]
生鲜面条	微波处理	微波功率 420 W, 处理时间 60 s	抑制生鲜湿面的褐变程度；白度增加；拉伸距离下降，拉伸强度增加		余晓宇等 ^[19]
全麦生鲜面	微波处理	微波功率 700 W, 处理时间 90 s	抑制面条发黑；降低初始微生物含量；抑制微生物生长；改善面团的稳定性	48 h	LI 等 ^[16]
鲜湿熟面	微波处理	微波功率 800 W, 处理时间 45 s	初始微生物含量降低；减慢劣变速率；减缓 pH 值的下降	在 25 °C 下贮藏 4 d	张婉 ^[20]
生鲜湿面	微波处理+对流热处理	微波功率 280 W, 微波时间 20 s, 对流热处理温度 90 °C, 时间 15 min	初始微生物含量降低；抑制褐变,护色效果很好；减少自由水,降低了水分活度；适口性提高	在 4 °C 下贮藏 31 d, 在 25 °C 下贮藏 5 d	王远辉等 ^[21]
鲜湿面	微波处理+酸处理	微波功率 1 kW, 微波时间 6 min, 酸性混合物柠檬酸 0.20% (质量分数) 和维生素 C 150 mg/kg	保持较高的水分含量；保持弹性和鲜度；对微生物的生长繁殖有显著的抑制作用	在室温下贮藏 49 d	Zhang 等 ^[22]
鲜湿面	微波处理+植物精油	微波功率 800 W, 微波时间 30 s	减少初始菌落数量；硬度增加；适口性更好（胶黏性、弹性增加）；延缓贮藏期间酸度的上升	在 4 °C 和 25 °C 条件下分别贮藏 24 d 和 4 d	周小伟等 ^[23]
青稞鲜面	微波+食品保鲜剂	微波功率 800 W, 微波时间 40 s, 食品保鲜剂为 ϵ -聚赖氨酸 (ϵ -PL)、丙酸钙 (CP)	减少初始微生物数量；面条品质无影响；具有良好的食用品质和色泽品质	在 25 °C 下贮藏 80 h 和 88 h	Tuersuntuoheti 等 ^[24]

Shi 等^[26]运用电子束 (EBI) 对生鲜面进行处理, 并在低温下记录生鲜面的品质变化。在 28 d 的贮藏过程中, 生鲜面微生物的数量保持在可接受水平。经过 EBI 处理后, 生鲜面的 pH 值、色泽、蒸煮特性、质构、感官等理化指标的变化均有所减缓。张春红等^[27]运用 γ 射线对生湿面条进行杀菌处理, 研究表明, γ 射线的杀菌效果显著, 4 kGy 以下的辐照剂量可以较好地维持生湿面条的品质, 没有不良影响, 有利于生湿面条的贮藏保鲜。史依沫等^[28]使用电子束辐照对生湿面条进行杀菌处理, 研究表明, 电子束辐照对细菌和霉菌具有显著的杀灭效果, 4 kGy 以下剂量的辐照可以较好地保持生湿面条的品质特性。Li 等^[29]研究了减少水分活度结合辐照对新鲜面条保鲜的影响, 运用了甘油 (质量分数为 3%)、丙二醇 (质量分数为 2%)、复合磷酸盐 (质量分数为 0.4%) 和盐 (质量分数为 3%) 的组合, 将水分活度从 0.979 降低到 0.900, 得到最佳照射剂量 (4 kGy), 同时两者结合具有协同增效作用, 极大延长了保质期, 并保持了新鲜面条的感官稳定性和品质。

2.1.3 臭氧保鲜技术

臭氧杀菌是一种绿色、安全的杀菌方法。臭氧杀菌机理: 臭氧是一种强氧化剂, 可以通过氧化微生物

中的重要细胞成分起到杀灭微生物的作用, 并且臭氧可以分解成氧气, 没有有毒残留物。臭氧常用于抑制微生物生长和延长保质期^[30]。臭氧杀菌在面粉和面条的杀菌方面得到广泛的应用, 并且也应用于其他领域, 如水处理、食品加工等环境, 是一种安全有效的面制品保鲜杀菌剂。

不同类型湿面的臭氧及臭氧复合保鲜技术见表 2, 并对不同方法处理面条的品质变化和货架期进行了比较。由表 2 可知, 面条的品质主要受到气态臭氧的流量、臭氧水浓度和处理时间的影响, 合理控制流量和浓度是延长面条保质期的关键。研究表明, 臭氧处理对微生物的生长繁殖具有显著的抑制作用, 经过臭氧处理后, 面粉中的初始微生物含量显著降低, 有利于鲜湿面后期的贮藏保鲜。臭氧处理对面条的色度有一定的改善作用, 臭氧处理可以增加面条的亮度, 并延缓贮藏过程中色度的下降^[36]。经臭氧处理后面条的质构特性可以得到一定的改变, 适口性变强。经臭氧处理后会残留刺激性气味, 有研究表明蒸煮后会降低不良气味的影响。由表 2 可知, 臭氧保鲜技术结合酸处理、食品保鲜剂 (天然抑菌剂)、气调包装等具有良好的协同增效作用, 货架期比单一臭氧处理有着显著的提升。

表 2 臭氧及臭氧复合保鲜技术对面制品品质和货架期影响

Tab.2 Influence of ozone and ozone compound fresh-keeping technologies on quality and shelf life of noodle products

研究对象	保鲜技术	处理参数	品质变化	货架期	参考文献
荞麦生鲜面条	气态臭氧处理	臭氧流量 2.4 g/h, 处理时间 15 min	抑制面条微生物的生长; 提高面粉的白度和粉质特性; 改善面粉的糊化特性、膨胀力和溶解性	在 20 °C 下贮藏 96 h	Hu 等 ^[31]
麦麸强化面条	气态臭氧处理	臭氧流量: 10 g/h, 处理时间: 50min	硬度增加, 咀嚼度先降低后增加; 添加低比例的经臭氧处理过的麸皮可以增加面条的吸水率, 并减少烹饪损失; 面条的感官评分随臭氧处理麸皮的增加而降低; 产生有刺激性气味	在 4 °C 下贮藏 7 d; 在 25 °C 下贮藏 2 d	Liu 等 ^[32]
半干荞麦挂面	水相臭氧处理+气调包装	臭氧水质量浓度 2.21 mg/L, 处理时间 50 min, N ₂ (体积分数为 30%) + CO ₂ (体积分数为 70%)	初始微生物含量显著降低; 生物活性化合物 (总黄酮和多酚类物质) 含量减少; 水分含量显著降低; 拉伸力和硬度下降	在室温下贮藏 9 d	Bai 等 ^[33]
鲜湿面	气态臭氧处理+酸处理	处理时间 30 min, pH 为 3.5 的乳酸-乳酸钠缓冲液	随着乳酸缓冲液 pH 下降, 面片的总色度上升; 色泽改善, 延缓色度的下降; 弹性和口感变好	贮藏 3 d 以上	闵照永等 ^[34]
鲜湿面	水相臭氧处理+天然抑菌剂	臭氧水质量浓度 20 mg/mL; 处理温度 60 °C; 处理时间 15 min; 聚赖氨酸添加量 0.03% (质量分数)	抑制鲜湿面表面金黄色葡萄球菌的代谢活动和生长繁殖	在 4 °C 下贮藏 18 d; 在 25 °C 下贮藏 6 d	索标等 ^[35]

2.1.4 低温等离子体保鲜技术

低温等离子体 (DBD) 技术是一种新型的非热食品加工技术, 对食品的影响较小。等离子体是除固态、液态、气态之外的第 4 种物质状态, 由气体放电产生^[37]。等离子体是聚集状态, 由电子、离子、自由基和激发粒子等活性物质组成。低温等离子体有多种类型, 它们运用在不同的方面, 如杀灭微生物^[38-39]、油脂氢化、减少食物过敏源、灭活抗营养因子等。

陈玥^[40]运用介质阻挡放电等离子体技术, 处理生鲜湿面中的微生物, 研究表明, 介质阻挡放电等离子体技术对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、沙门氏菌、霉菌具有显著的杀灭作用, 最有效的处理参数: 处理时间 20 s、电源功率 70 W、电极间距 4 mm。在此条件下, 生鲜湿面的风味、质构、色泽、营养特性均保持了较好的状态。

CHEN 等^[41]运用低温等离子体技术, 快速去除生鲜湿面中的水分, 降低生鲜湿面的水分含量, 生鲜湿面的颜色变白, 质地变硬, 结构稳定性得到提高。冷等离子体技术是实现鲜湿面适度脱水的有效途径^[42]。虽然低温等离子体技术的杀菌效果很好, 但也存在设备昂贵和操作要求高等问题, 这限制了其广泛应用。

2.2 化学保鲜技术

2.2.1 水分活度调节

水分活度降低剂通过降低水分活度来提高食品的稳定性和安全性, 以延长食品的储存时间。山梨糖醇、甘油、丙二醇、复合磷酸盐、盐作为水分活度降低剂, 通常也用作保湿剂, 可降低水活度, 并改善质感和口感。不同水分活度降低剂组合使用比使用单一水分活度降低剂更有效。减少水分活度是保存鲜面的一种非常有效的方法, 它不会对感官属性产生任何负面影响。糖、糖醇等亲水物质能与面条中的自由水结合, 从而降低面条的水分活度。吴克刚等^[43]采用复配质量比例为 (3:2) 的山梨糖醇和海藻糖, 当其添加量为 6% (质量分数) 时具有最好的效果, 可以使新鲜面条的水分活度从 0.953 降低到 0.941。

2.2.2 天然保鲜剂

天然保鲜剂具有天然、绿色、对人体健康安全等特点, 是食品保鲜剂中的研究热点。天然抗菌物质主要来源于植物、动物、微生物和矿物质。其中植物源抗菌物质最丰富, 也是当今研究的热点之一。中草药提取物、植物精油、大豆球蛋白碱性多肽、荸荠皮、香辛料、茶多酚、柠檬提取物、亚麻籽粉、葡萄籽等植物源保鲜剂广泛应用于生鲜湿面的防腐保鲜^[44]。

Angiolillo 等^[45]将不同比例的西兰花提取物添加到新鲜意大利面中, 研究表明, 保质期增加到 24 d, 比未添加的延长了 18 d, 并且添加西兰花提取物的意

大利面含有更高的酚类含量, 提高了营养价值, 保持了较好的风味和适口性。陈什康等^[46]以 0.0060% (质量分数) ϵ -聚赖氨酸盐、2.0% (质量分数) 乙醇、0.02% (质量分数) 丙酸钙为配方, 将常温下 8 h 的生鲜面货架期延长到 28 d, 研究表明, 复合保鲜剂具有良好的防腐保鲜作用。Hou 等^[47]研究发现, 大豆蛋白碱性多肽对新鲜湿面中的黑曲霉和青霉菌有较好的抑制作用, 其提高了鲜湿面条的感官品质, 尤其 2.0 mg/g 以上的大豆蛋白碱性多肽具有良好的效果, 新鲜湿面在 4 °C 下的保质期为 4 d。天然保鲜剂在未来食品工业具有良好的应用前景, 若要扩大应用必须解决其成本普遍较高的问题。

2.2.3 酸处理技术

酸作为抗菌剂, 常用于食品的有机酸有柠檬酸、苹果酸、乙酸、富马酸、酒石酸、己二酸、乳酸、抗坏血酸等。柠檬酸等对特定的金属离子有螯合作用, 使食品保持稳定, 可防止食品变质, 并延长食品的保质期^[48]。

李华等^[49]将抗坏血酸、柠檬酸、植酸、异抗坏血酸等 4 种有机酸以不同比例混合, 寻找最适配比, 以抑制鲜湿面条的褐变反应, 最终得到 0.4% (质量分数) 抗坏血酸+0.2% (质量分数) 柠檬酸具有较好的效果, 将其添加后, 鲜湿面保持了较好的感官品质。LIN 等^[50]将煮熟的面条浸泡在 10 倍质量的柠檬酸与乳酸的混合溶液中 20 s, 抑制了大肠杆菌、金黄色葡萄球菌和蜡状芽孢杆菌的生长, 延长了面条的保质期。多种有机酸混合具有协同作用, 抑制作用远远大于使用单一有机酸。需要指出的是, 酸处理保鲜需要向食品中额外添加化学物质, 随着消费观念的转变, 人们往往不喜欢含化学添加剂的食品, 这也限制其在未来的市场前景。

2.3 气调包装技术

气调包装 (MAP) 是一种被广泛使用的现代食品包装技术, 可以显著延长保质期, 提高大多数食品的质量水平。气调包装指采用特殊的包装材料, 在一定温度条件下, 通过改变包装内气体成分的比例来抑制微生物 (细菌、霉菌等) 的生长繁殖, 减缓食品中微生物新陈代谢的速度^[51], 从而延长食物贮藏期, 提高食品价值。气调包装中应用的气体混合物通常由 N_2 、 O_2 、 CO_2 组成, 其他气体也有使用, 如 Ar 和 He。气调包装通常使用非常低浓度的 O_2 和高浓度的 CO_2 来进行抑菌, 并使用 N_2 作为惰性填充剂和抗包装坍塌气体。MAP 需要极低的氧气浓度, 从而抑制霉菌和酵母菌的生长繁殖。

不同类型面条的气调及气调复合保鲜技术见表 3, 并对不同方法处理面条保鲜的效果和货架期进行了比较。由表 3 可知, 气调包装的气体比例应通过面条的种类和相互作用确定, 最适合的气体组成因面条

表3 气调包装及其复合保鲜技术对面条保鲜效果和货架期的影响

Tab.3 Influence of MAP and its compound fresh-keeping technologies on fresh-keeping effect and shelf life of noodles

面条种类	保鲜技术	处理参数	保鲜效果	货架期	参考文献
生湿面条	气调包装	CO ₂ (体积分数为 70%) + N ₂ (体积分数为 30%)	抑制细菌和霉菌的生长繁殖; 减少水分的散失; <i>L*</i> 上升, 提高亮度, <i>b*</i> 下降, 改善生湿面条的色泽; 蒸煮吸水率增大, 蒸煮损失率减小; 对质构特性无明显影响	在 4 °C 下贮藏 14 d	张春红等 ^[52]
生湿面条	气调包装	CO ₂ (体积分数为 70%) + N ₂ (体积分数为 30%)	抑制微生物的生长繁殖; 减少水分的损失; 提高蒸煮吸水率, 降低蒸煮损失率	在 28 °C 下贮藏 3 d	欧阳梦云等 ^[53]
生湿面条	气调包装+辐照	CO ₂ (体积分数为 70%) + N ₂ (体积分数为 30%) 辐照剂量 1, 3, 5kGy	抑制微生物的生长繁殖; 辐照剂量 1 kGy 和 3 kGy 处理改善生湿面条的品质; 辐照剂量 5 kGy 处理对蒸煮特性、质构特性、感官品质有较大影响	在 28 °C 条件下, 1 kGy 处理贮藏 5 d, 3 kGy 处理贮藏 8 d, 5 kGy 处理贮藏 11 d	欧阳梦云等 ^[53]
无麸质新鲜意大利面	气调包装	CO ₂ (体积分数为 30%) + N ₂ (体积分数为 70%)	抑制霉菌的生长繁殖; 维持可接受的感官品质	在 4 °C 下贮藏 42 d	Sanguinetti 等 ^[54]

种类的不同而改变。面条的气调包装常用的气体为 CO₂ 和 N₂, 高浓度的 CO₂ 具有抑制微生物生长的作用, N₂ 用来防止包装坍塌。气调包装对于面条的保鲜无任何不良影响, 具有健康和环保的特点, 有必要对其进行更加深入的研究^[14]。气调包装和低温冷藏结合有着显著的效果, 在 4 °C 下无麸质新鲜意大利面的货架期为 42 d, 相较于单一气调包装, 大大延长了货架期。除此之外, 气调包装还与紫外线杀菌、臭氧杀菌、微波杀菌、酸性氧化电解水、真空预冷、添加保鲜剂等技术产生良好的协同增效作用。如何找到适合的处理技术配合气调包装从而延长货架期是今后的重要研究方向^[14,55]。

2.4 复合保鲜技术

复合保鲜技术将多种保鲜技术科学合理地结合, 使其产生协同作用, 进而提高食品的整体质量, 降低处理强度^[56]。在实际处理过程中, 单一处理技术往往不能满足食品的各种要求, 存在一定的局限性, 缺少理想的效果, 这就需要各种处理技术结合处理。

张颜颜等^[57]以复配的水分活度调节剂为基本配方, 将食盐添加量为 2% (质量分数), 在 98 °C 下热处理 4 min 下制备的生湿面条在 25 °C 下储藏, 其货架期可达 96 h。刘增贵^[58]将二氧化氯和微波同时使用, 先用微波对面粉进行灭菌 50 s, 再向和面用水中加入 0.03 mg/g 二氧化氯, 灭菌率高达 99% 以上, 同时面条的品质没有降低, 处理过后的面条货架期延长到 20 d。张珂珂等^[59]运用栅栏保鲜技术, 对鲜湿面进行处理, 采用复合保鲜剂 (山梨糖醇(0.3%)+碳酸钠

(0.3%)+丙二醇(0.15%)+单辛酸甘油酯(0.1%)+食用酒精(3%), 均为质量分数), 以及流热处理 (95 °C, 20 min) 和包装技术 (CO₂) 相结合的方法, 在不显著改变面条品质的前提下, 有效地延缓了鲜湿面的腐败变质, 延长了面条的货架期。使用复合保鲜技术能够克服某些单一技术对食品产生的不利影响, 多种保鲜处理技术结合使用是当今食品的防腐保鲜研究的重点方向。

3 结语

随着当今社会的快速进步和人们生活水平的不断提高, 消费者更加追求绿色、天然、安全、健康的食品。新鲜面条具有营养丰富、美味可口、制作简单等优势, 越来越受到消费者的青睐。由于新鲜苗条的营养物质丰富, 水分含量高, 对其贮藏是一个不可绕过的课题。文中综述了影响鲜湿面货架期的主要因素、不同鲜湿面保鲜技术和货架期。为充分利用不同保鲜技术的优点, 满足各种鲜湿面的贮藏保鲜需求提供了一定的参考决策。虽然臭氧处理、微波处理、气调包装等处理技术都具有一定的保鲜效果, 但单一技术方法并不能完全满足鲜湿面的货架期要求。相比之下, 复合保鲜技术在改善鲜湿面品质、延长货架期方面更具优势。基于不同保鲜技术之间的协同效应来提高贮藏效率的复合保鲜处理技术是未来延长鲜湿面货架期和提高贮藏品质的重要研究方向。同时也应该注意到, 随着人们追求安全、绿色食品意识的提高, 化学保鲜处理技术会越来越受到排斥, 找到无化学添

加,利用微波、辐照、气调等物理保鲜处理技术是未来鲜湿面推广和工业化的研究重点。

参考文献:

- [1] LIU Rui, XING Ya-nan, ZHANG Ying-quan et al. Effect of Mixing Time on the Structural Characteristics of Noodle Dough under Vacuum[J]. *Food Chemistry*, 2015, 188(1): 328—336.
- [2] LI Man, MA Meng, ZHU Ke-xue, et al. Delineating the Physico-Chemical, Structural, and Water Characteristic Changes during the Deterioration of Fresh Noodles[J]. *Food Chemistry*, 2017, 216: 374—381.
- [3] 宋显良, 邓学良, 周文化. 生鲜湿面防霉保鲜技术[J]. *食品与机械*, 2013, 29(2): 159—162.
SONG Xian-liang, DENG Xue-liang, ZHOU Wen-hua. Mould-Proof and Fresh-Keeping Technology for Fresh Wet Noodles[J]. *Food and Machinery*, 2013, 29(2): 159—162.
- [4] 肖付刚, 孙军涛, 王德国, 等. 生湿面中腐败菌分析[J]. *粮食与油脂*, 2016, 29(5): 76—78.
XIAO Fu-gang, SUN Jun-tao, WANG De-guo, et al. Analysis of Spoilage Bacteria in Wet Noodles[J]. *Cereals and Oils*, 2016, 29(5): 76—78.
- [5] 王新伟, 崔言开, 赵君兰, 等. 鲜湿面保鲜技术的研究进展[J]. *食品工业*, 2013, 34(8): 194—198.
WANG Xin-wei, CUI Yan-kai, ZHAO Jun-lan, et al. Research Progress of Fresh Wet Noodle Preservation Technology[J]. *The Food Industry*, 2013, 34(8): 194—198.
- [6] LI Man, ZHU Ke-xue, SUN Qing-jie, et al. Quality Characteristics, Structural Changes, and Storage Stability of Semi-Dried Noodles Induced by Moderate Dehydration: Understanding the Quality Changes in Semi-Dried Noodles[J]. *Food Chemistry*, 2016, 194(1): 797.
- [7] FU Bin-xiao. Asian Noodles: History, Classification, Raw Materials, and Processing[J]. *Food Research International*, 2008, 41(9): 888—902.
- [8] XU Y, CLIFFORD HALL I, WOLF-HALL C, et al. Fungistatic Activity of Flaxseed in Potato Dextrose Agar and a Fresh Noodle System[J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2008, 121(3): 262—267.
- [9] JI Ying, ZHU Ke-xue, QIAN Hai-feng, et al. Effect of Water Activity and Temperature on Growth of *Penicillium Citreoviride* and *Penicillium Citrinum* on MiGao (Rice Cake)[J]. *Canadian Journal of Microbiology*, 2007, 53(2): 231—236.
- [10] 陈昊. 温度测量在食品加热与保鲜中的运用[J]. *现代食品*, 2016(14): 35—36.
- CHEN Hao. The Application of Temperature Measurement in Food Heating and Preservation[J]. *Modern Food*, 2016(14): 35—36.
- [11] LI Man, MA Meng, ZHU Ke-xue, et al. Critical Conditions Accelerating the Deterioration of Fresh Noodles: A Study on Temperature, pH, Water Content, and Water Activity[J]. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2017, 41(4): 13173.
- [12] 张艳玲, 王学东, 张向明, 等. 不同温度条件下生切面保质期的研究[J]. *食品工业*, 2010, 31(1): 18—20.
ZHANG Yan-ling, WANG Xue-dong, ZHANG Xiang-ming, et al. Study on Shelf Life of Raw Noodles under Different Temperature Conditions[J]. *The Food Industry*, 2010, 31(1): 18—20.
- [13] DE CESARE A, VITALI S, TESSEMA G T, et al. Modelling the Growth Kinetics of *Listeria Monocytogenes* in Pasta Salads at Different Storage Temperatures and Packaging Conditions[J]. *Food Microbiology*, 2018, 76: 154—163.
- [14] 宋程, 王富华, 毕峰华, 等. 国内新鲜食品气调包装技术研究现状[J]. *包装与食品机械*, 2017, 35(1): 54—57.
SONG Cheng, WANG Fu-hua, BI Feng-hua, et al. Research Status of Domestic Fresh Food Modified Atmosphere Packaging Technology[J]. *Packaging and Food Machinery*, 2017, 35(1): 54—57.
- [15] 盛琪, 朱科学, 郭晓娜, 等. 气调包装对馒头品质及保鲜效果的影响[J]. *中国粮油学报*, 2016, 31(9): 126—130.
SHENG Qi, ZHU Ke-xue, GUO Xiao-na, et al. Effects of Modified Atmosphere Packaging on the Quality and Preservation of Steamed Bread[J]. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 2016, 31(9): 126—130.
- [16] LI Man, SUN Qing-jie, ZHU Ke-xue. Delineating the Quality and Component Changes of Whole-Wheat Flour and Storage Stability of Fresh Noodles Induced by Microwave Treatment[J]. *LWT- Food Science and Technology*, 2017, 84: 378—384.
- [17] 赵笑笑, 张慧茹, 王雪琴, 等. 生鲜面条保鲜方式及其菌群生长分析[J]. *河南工业大学学报(自然科学版)*, 2016, 37(3): 37—41.
ZHAO Xiao-xiao, ZHANG Hui-ru, WANG Xue-qin, et al. Preservation Methods for Fresh Noodle and Analysis of Flora Growth[J]. *Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition)*, 2016, 37(3): 37—41.
- [18] 赵梅, 韩传武, 宋俊男, 等. 微波处理对全麦粉理化性质及全麦鲜湿面品质的影响[J]. *中国粮油学报*,

- 2019, 34(1): 18—23.
- ZHAO Mei, HAN Chuan-wu, SONG Jun-nan, et al. Effects of Microwave Treatment on the Physical and Chemical Properties of Whole Wheat Flour and the Quality of Whole Wheat Fresh and Wet Noodles[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2019, 34(1): 18—23.
- [19] 余晓宇, 陈洁, 周智. 微波处理面粉对面带色泽及面条品质的影响[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2017, 38(4): 35—41.
- YU Xiao-yu, CHEN Jie, ZHOU Zhi. The Effect of Microwave Treatment of Flour on Noodle Color and Noodle Quality[J]. Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition), 2017, 38(4): 35—41.
- [20] 张婉. 鲜熟面贮藏品质及货架期预测模型研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2016: 12—16.
- ZHANG Wan. Study on the Prediction Model of Fresh and Cooked Noodle Storage Quality and Shelf Life[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2016: 12—16.
- [21] 王远辉, 陈洁, 卞科, 等. 微波—对流热处理灭菌对生鲜湿面保鲜作用研究[J]. 食品工业, 2016, 37(7): 117—121.
- WANG Yuan-hui, CHEN Jie, BIAN Ke, et al. Microwave-Convection Heat Treatment Sterilization Effect on the Freshness Preservation of Fresh Wet Noodles[J]. The Food Industry, 2016, 37(7): 117—121.
- [22] ZHANG Xiao-tian, LIU Xiao-yu, KARIM R, et al. Preparation and Microwave Preservation of Wheat Rice Blending Wet Noodle[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2018, 42(3): 13539—13539.
- [23] 周小伟, 刘晓丽, 吴克刚, 等. 面粉微波处理结合植物精油对鲜湿面保鲜品质的影响研究[J]. 粮食与油脂, 2016, 29(11): 62—65.
- ZHOU Xiao-wei, LIU Xiao-li, WU Ke-gang, et al. The Effect of Microwave Treatment of Flour Combined with Essential Oils on the Quality of Fresh and Wet Noodles[J]. Cereals and Oils, 2016, 29(11): 62—65.
- [24] TUERSUNTUOHETI T, WANG Z, ZHENG Y, et al. Study on the Shelf Life and Quality Characteristics of Highland Barley Fresh Noodles as Affected by Microwave Treatment and Food Preservatives[J]. Food Science & Nutrition, 2019, 7(9): 2958—2967.
- [25] 史依沫. 辐照综合保鲜技术对生湿面条货架期及品质的影响[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2018: 4—8.
- SHI Yi-mo. The Effect of Radiation Comprehensive Preservation Technology on the Shelf Life and Quality of Raw Wet Noodles[D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2018: 4—8.
- [26] SHI Fei-fei, ZHAO Hong-wei, SONG Hong-bo, et al. Effects of Electron-Beam Irradiation on Inoculated *Listeria innocua*, Microbiological and Physicochemical Quality of Fresh Noodles during Refrigerated Storage[J]. Food Science & Nutrition, 2020, 8(2—3SI).
- [27] 张春红, 史依沫, 王丽, 等. γ 射线辐照对生湿面条杀菌效果及品质的影响[J]. 食品工业科技, 2017, 38(24): 27—32.
- ZHANG Chun-hong, SHI Yi-mo, WANG Li, et al. The Effect of γ -Ray Irradiation on the Sterilization Effect and Quality of Raw Wet Noodles[J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(24): 27—32.
- [28] 史依沫, 王丽, 李淑荣, 等. 电子束辐照对生湿面条杀菌效果及品质影响的研究[J]. 原子能科学技术, 2018, 52(2): 378—384.
- SHI Yi-mo, WANG Li, LI Shu-rong, et al. Study on the Effect of Electron Beam Irradiation on the Sterilization Effect and Quality of Raw Wet Noodles[J]. Atomic Energy Science and Technology, 2018, 52(2): 378—384.
- [29] LI Man, ZHU Ke-xue, GUO Xu, et al. Effect of Water Activity (aw) and Irradiation on the Shelf-Life of Fresh Noodles[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2011, 12(4): 526—530.
- [30] BAI Yi-peng, ZHOU Hui-ming. Impact of Aqueous Ozone Mixing on Microbiological, Quality and Physicochemical Characteristics of Semi-Dried Buckwheat Noodles[J]. Food Chemistry, 2020, 336: 127709.
- [31] HU Jing-wei, LI Xiao-ping, JING Yu-chun, et al. Effect of Gaseous Ozone Treatment on the Microbial and Physicochemical Properties of Buckwheat-Based Composite Flour and Shelf-Life Extension of Fresh Noodles[J]. Journal of Cereal Science, 2020, 95: 103055.
- [32] LIU Chong, ZHANG Yan-yan, LI Huan, et al. Effect of Ozone Treatment on Processing Properties of Wheat Bran and Shelf Life Characteristics of Noodles Fortified With Wheat Bran[J]. Journal of Food Science and Technology-Mysore, 2020, 57(46): 3893—3902.
- [33] BAI Yi-peng, GUO Xiao-nan, ZHU Ke-xue, et al. Shelf-Life Extension of Semi-Dried Buckwheat Noodles by the Combination of Aqueous Ozone Treatment and Modified Atmosphere Packaging[J]. Food Chemistry, 2017, 237(15): 553—560.
- [34] 闵照永, 于心雨, 王跃强, 等. 乳酸及臭氧对鲜湿面保鲜的研究[J]. 粮食与饲料工业, 2019(2): 22—28.
- MIN Zhao-yong, YU Xin-yu, WANG Yue-qiang, et al. Study on the Preservation of Fresh Wet Noodles by Lactic Acid and Ozone[J]. Cereal and Feed Industry,

- 2019(2): 22—28.
- [35] 索标, 侯金会, 常玉婷, 等. 臭氧水对鲜湿面表面金黄色葡萄球菌的杀菌效果及其储藏安全控制研究[J]. 食品安全质量检测报, 2020, 11(4): 1187—1191.
- SUO Biao, HOU Jin-hui, CHANG Yu-ting, et al. Research on the Sterilization Effect of Ozone Water on *Staphylococcus Aureus* on the Surface of Fresh Wet Noodles and its Storage Safety Control[J]. *Journal of Food Safety & Quality*, 2020, 11(4): 1187—1191.
- [36] 胡经纬, 李小平, 刘锐, 等. 臭氧处理对小麦粉及其面条品质特性影响的研究进展[J]. 中国粮油学报, 2021, 36(1): 187—194.
- HU Jing-wei, LI Xiao-ping, LIU Rui, et al. Research Progress on the Effects of Ozone Treatment on the Quality Characteristics of Wheat Flour and Noodles[J]. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 2021, 36(1): 187—194.
- [37] CHIZOBA EKEZIE F G, SUN D, CHENG J, et al. A Review on Recent Advances in Cold Plasma Technology for the Food Industry: Current Applications and Future Trends[J]. *Trends in Food Science & Technology*, 2017: S0924224417304582.
- [38] CHOI S, PULIGUNDLA P, MOK C. Effect of Corona Discharge Plasma on Microbial Decontamination of Dried Squid Shreds Including Physico-Chemical and Sensory Evaluation[J]. *LWT-Food Science & Technology*, 2017, 75: 323—328.
- [39] SOHBATZADEH F, MIRZANEJHAD S, SHOKRI H, et al. Inactivation of *Aspergillus Flavus* Spores in a Sealed Package by Cold Plasma Streamers[J]. *Journal of Theoretical and Applied Physics*, 2016, 10: 99—106.
- [40] 陈玥. 低温等离子体对鲜湿面表面杀菌研究及装置开发[D]. 天津: 天津科技大学, 2017: 22—46.
- CHEN Yue. Research and Device Development of Low-Temperature Plasma on the Surface Sterilization of Fresh Wet Noodles[D]. Tianjin: Tianjin University of Science and Technology, 2017: 22—46.
- [41] CHEN Yue, ZHANG Yi-fu, JIANG Lan, et al. Moisture Molecule Migration and Quality Changes of Fresh Wet Noodles Dehydrated by Cold Plasma Treatment[J]. *Food Chemistry*, 2020, 328: 127053.
- [42] 张庆霞. 非热杀菌技术在鲜湿面防腐保鲜中的应用研究现状[J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(19): 289—294.
- ZHANG Qing-xia. The Application Research Status of Non-Thermal Sterilization Technology in the Preservation of Fresh Wet Noodles[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2020, 46(19): 289—294.
- [43] 吴克刚, 谢佩文, 罗辑, 等. 控制鲜湿面水分活度及微生物生长的研究[J]. 粮食与饲料工业, 2012(9): 29—31.
- WU Ke-gang, XIE Pei-wen, LUO Ji, et al. Research on Controlling Water Activity and Microbial Growth of Fresh Noodles[J]. *Cereal and Feed Industry*, 2012(9): 29—31.
- [44] 张庆霞. 植物源防腐剂的抑菌机理及其在鲜湿面保鲜中的应用[J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(21): 310—316.
- ZHANG Qing-xia. The Antibacterial Mechanism of Plant-Derived Preservatives and Their Application in the Preservation of Fresh Wet Noodles[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2020, 46(21): 310—316.
- [45] ANGIOLILLO L, SPINELLI S, CONTE A, et al. Extract from Broccoli Byproducts to Increase Fresh Filled Pasta Shelf Life[J]. *Foods*, 2019, 8(12): 621.
- [46] 陈什康, 单长松, 陈志刚. 三种保鲜剂复配对鲜湿面的保鲜效果[J]. 食品工业科技, 2020, 41(13): 270—276.
- CHEN Shi-kang, SHAN Chang-song, CHEN Zhi-gang. The Fresh-Keeping Effect of Three Fresh-Keeping Agents on Fresh Noodles[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2020, 41(13): 270—276.
- [47] HOU Jin, LI Ying-qiu, WANG Zhao-sheng, et al. Applicative Effect of Glycinin Basic Polypeptide in Fresh Wet Noodles and Antifungal Characteristics[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2017, 83: 267—274.
- [48] IYENGAR R, MCEVILY A J. Anti-Browning Agents: Alternatives to the Use of Sulfites in Foods[J]. *Trends in Food Science & Technology*, 1992, 3(3): 60—64.
- [49] 李华, 韩金玉, 陆启玉, 等. 不同有机酸对鲜湿面护色效果的影响[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2014, 35(6): 41—44.
- LI Hua, HAN Jin-yu, LU Qi-yu, et al. The Effect of Different Organic Acids on the Color-Protection of Fresh and Wet Noodles[J]. *Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition)*, 2014, 35(6): 41—44.
- [50] LIN Hsueh-liang, CHEN Der-sheng, TSAI Chin-hung, et al. Effects of Acidification on the Extension of Shelf Life of Japanese Wet-Type Noodles (Woo-Long Noodle)[J]. *African Journal of Microbiology Research*, 2016, 10(45): 1918—1925.
- [51] 张颜颜, 郑学玲, 刘翀. 气调包装对鲜湿面货架期的影响研究进展[J]. 粮食加工, 2019, 44(2): 33—36.
- ZHANG Yan-yan, ZHENG Xue-ling, LIU Chong. Research Progress on the Effect of Modified Atmosphere Packaging on the Shelf Life of Fresh Noodles[J]. *Grain Processing*, 2019, 44(2): 33—36.
- [52] 张春红, 史依沫, 王丽, 等. 气调包装对鲜湿面条保

- 鲜效果的影响[J]. 包装工程, 2018, 39(9): 86—91.
- ZHANG Chun-hong, SHI Yi-mo, WANG Li, et al. The Effect of Modified Atmosphere Packaging on the Freshness Preservation of Wet Noodles[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(9): 86—91.
- [53] 欧阳梦云, 王燕, 孙子钦, 等. 生湿面的气调包装-辐照协同保鲜[J]. 现代食品科技, 2020, 36(7): 125—132.
- OUYANG Meng-yun, WANG Yan, SUN Zi-qin, et al. Modified Atmosphere Packaging of Raw Wet Noodles-Irradiation Synergistic Preservation[J]. Modern Food Science & Technology, 2020, 36(7): 125—132.
- [54] SANGUINETTI A M, CARO A D, SCANU A, et al. Extending the Shelf Life of Gluten-Free Fresh Filled Pasta by Modified Atmosphere Packaging[J]. LWT-Food Science and Technology, 2016, 71: 96—101.
- [55] 张晨, 杨诗奇, 李超, 等. 气调包装与其他技术结合在食品保鲜中的研究进展[J]. 食品工业, 2020, 41(5): 287—290.
- ZHANG Chen, YANG Shi-qi, LI Chao, et al. Research Progress on the Combination of Modified Atmosphere Packaging and Other Technologies in Food Preservation[J]. The Food Industry, 2020, 41(5): 287—290.
- [56] KHAN I, TANGO C N, MISKEEN S, et al. Hurdle Technology: A Novel Approach for Enhanced Food Quality and Safety-A Review[J]. Food Control, 2016: S0956713516306247.
- [57] 张颜颜, 郑学玲, 李利民, 等. 热处理及不同浓度食盐对生鲜面条品质及货架期的影响[J]. 食品工业科技, 2020, 41(10): 13—18.
- ZHANG Yan-yan, ZHENG Xue-ling, LI Li-min, et al. Effects of Heat Treatment and Different Concentrations of Table Salt on the Quality and Shelf Life of Fresh Noodles[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(10): 13—18.
- [58] 刘增贵. 湿生面条的保鲜研究[D]. 无锡: 江南大学, 2008: 38—45.
- LIU Zeng-gui. Study on the Preservation of Wet Raw Noodles[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2008: 38—45.
- [59] 张珂珂, 曹蒙, 曾洁, 等. 鲜湿面条栅栏技术保鲜及其品质变化[J/OL]. 食品工业科技: 1—9[2021-04-25]. <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020110207>.
- ZHANG Ke-ke, CAO Meng, ZENG Jie, et al. Fresh-Wet Noodle Fence Technology Preservation and Quality Changes[J/OL]. Science and Technology of Food Industry: 1—9[2021-04-25]. <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020110207>.