



肉类保藏技术(十七)

Meats Preservation()



栅栏技术在肉类保藏中的应用

刘琳

(西南大学 食品科学学院, 重庆 400715)

摘要: 栅栏技术是多种保藏技术科学、合理的结合,它不仅可有效延长肉类的保质期,而且有利于保持肉类的营养和风味,故在肉类保藏中广泛应用。本文主要介绍了栅栏技术、肉类保藏中涉及的主要栅栏因子,以及栅栏技术在肉类保藏中的应用,并对栅栏技术的未来发展趋势进行了展望。

关键词: 栅栏技术; 肉类; 保藏

Application of Hurdle Technology in Meat Storage

LIU Lin

(College of Food Science and Technology, Southwest University, Chongqing 400715)

Abstract: Hurdle technology is the scientific and rational combination made up of many technologies. It not only can effectively extend the meat shelf life, but also conducive to maintaining the nutrition and flavor of meat, so it is widely used in meat storage. The article mainly introduced the hurdle technology, the main hurdle factor affecting meat storage, and the application of hurdle technology in meat storage. In addition, the future development trend of hurdle technology was introduced too.

Key words: meat; hurdle technology; storage

中图分类号: TS201.6 文献标识码: A 文章编号: 1001-8123(2009)06-0066-05

肉类食品主要是由蛋白质、脂肪、碳水化合物、水分及其他一些微量成分,如维生素、色素及风味化合物等组成,因其营养丰富,在加工、运输、贮藏、销售过程中极易受到微生物污染而发生腐败变质,这不仅导致肉类生产的巨大经济损失,而且严重危及人们的健康和生命。因此,肉类的保藏一直是国内外食品研究的热点。随着对肉类保藏技术研究的深入,人们逐渐认识到没有任何一种单一的保藏措施是完美无缺的,因此必须采用综合保藏技术即栅栏技术才能有效抑制微生物的生长。在实际生产中,将不同的栅栏因子有机结合起来,形成对微生物的多靶攻击,可有效地抑制微生物,从而延长肉类食品的保质期。

1 栅栏技术(Hurdle Technology)

栅栏技术最早是由德国 Kulmbach 肉类研究中心 Leistner 和 Roble 教授在长期研究的基础上于 1976 年首先提出用于食品防腐保鲜的新概念。其作用机制是利用存在于食品内部可以阻止残留腐败菌和病原菌生长繁殖的因子,以其复杂的交互作用来控制微生物的腐败、产毒或有益发酵,从而使产品达到其固有的可贮性和卫生安全性。通常把这些起控制作用的因子,称作栅栏因子。这些因子及其交互效应,形成特有的防止食品腐败变质的栅栏,决定了食品微生物的稳定性,即栅栏效应。栅栏因子共同防腐作用的内在统一,称作栅栏

收稿日期: 2009-04-01

技术^[1]。栅栏技术(也称联合保存、联合技术或屏障技术)是多种技术科学、合理的结合,它不仅可有效延长食品的保质期,而且有利于保持食品的营养和风味,因此,在食品保藏中的广泛应用。

1.1 栅栏因子(Hurdle Factor, HF)

栅栏因子亦称保藏方法、防腐因子。对于每一种质量稳定的食品来说,其都有一套固有的栅栏因子。依据产品的不同,它们在其性质和强度上也不同,但在任何情况下,栅栏因子都必须使食品中微生物的数量控制在正常的状态下。到目前为止,食品保藏中已经得到应用和有潜在应用价值的栅栏因子的数量已经超过100个,其中约50个已用于食品保藏。在这些栅栏因子中最重要和最常用的是:温度(高温杀菌或低温保藏)、pH值(高酸度或低酸度)、Aw(高水分活度或低水分活度)、Eh(高氧化还原值或低氧化还原值)、气调(CO₂、O₂、N₂等)、包装材料及包装方式(真空包装、气调包装、活性包装和涂膜包装等)、压力(高压或低压)、辐照(紫外线、微波、放射性辐照等)、物理法(高电场脉冲、射频能量、震荡磁场、荧光灭活和超声处理等)、微结构(乳化法、固态发酵法)、竞争性菌群(乳酸菌、双歧杆菌等有益菌)和防腐剂(天然防腐剂和化学合成防腐剂)等^[2,3]。

1.2 栅栏效应(Hurdle Effect, HE)

栅栏效应较常见的模式有以下6种:理论化HE模式,即假设食品中共含有几个同等强度的栅栏因子,微生物每越过一个栅栏,数量就会减少,最终使残留的微生物未能越过最后一个栅栏。因此该食品是可贮的、安全可靠的。较为实际的HE模式,食品起主要作用的栅栏因子是水分活度、食盐含量和防腐剂,这些栅栏因子强度较大,使微生物无法逾越。初始菌数低的HE模式。如无菌生产包装的鲜肉,这种模式只需少数几个栅栏因子便可有效抑菌、防菌。初始菌数高的HE模式。这种模式中微生物具有较强的生长势能,必须增强现有因子的强度或增加新的栅栏因子,才能达到抑菌作用。经加热而杀菌不完全的HE模式,细菌芽孢未受到致死性损害,但已失活,只需较少作用强度较低的栅栏因子,就能抑制其生长。

栅栏协同作用模式,食品中各栅栏因子具有协同作用性,两个或两个以上因子相互作用强于这些因子单独作用累加。

2 肉类保藏涉及的栅栏因子

肉类保藏是一项庞大的系统工程,涉及的栅

栏因子众多,目前国内外研究应用较多的栅栏因子主要有以下几种:

2.1 初始菌量

即屠宰和分割加工后,原料肉的含菌量。降低初始菌量是做好肉类保藏工作的先决条件,初始菌量越低,越有利于其它保藏因子发挥作用;初始菌量越高,污染菌的生长繁殖活力以及对加工中各种杀菌、抑菌工艺的抵抗力就越强,肉也就越易变质腐败。由于活体畜禽肉基于自身防御体系基本上是无菌的,只有在病态或屠宰时应激状态,才发生内源性微生物对畜肉的污染,因此原料肉卫生质量(污染菌量)主要取决于屠宰,加工过程的卫生条件。同时,还可适当采用一些减少尸体表面污染菌的方法,如热水冲淋、蒸气喷淋、有机酸处理等,脱菌量可达20%以上^[4]。此外,有效、持续的冷链也是防止污染菌生长的有效方法。在现代肉类加工管理中,原料肉质量和加工卫生条件对产品的影响更为重要。以此为前提,仅通过对主要栅栏因子的调控就极易达到产品的优质可贮。

2.2 温度

微生物的生长、代谢、繁殖与环境温度具有直接相关性,又由于肉类是各种微生物的完全培养基,因此温度对肉类的保藏而言至关重要,贯穿于加工、贮藏、运输、销售的各个环节。温度分为高温和低温处理两类。(1)高温 高温加热处理是最安全、最可靠的肉类保藏方法之一。加热处理虽可起到抑菌、灭酶的作用,但不能防止油脂和肌红蛋白的氧化,反而有促进作用,所以热处理肉品必须与其它保藏技术联合使用。(2)低温 低温可抑制微生物的生长繁殖,降低酶活性和肉内化学反应速度,因此是肉类保藏中普遍采用的一项技术措施。低温分为冷藏和冷冻。冷藏是指将新鲜肉品保存在其冰点以上但接近冰点的温度,通常-1~7℃。在此温度下可最大限度地保持肉的新鲜度,但由于部分微生物仍可以生长繁殖,因此冷藏的肉品只能短期保存。冻藏是将肉品保藏在其冰点以下的操作,一般温度为-18℃。在此温度下,肉上的微生物不能活动,可使保藏期长达几个月到二年。然而,肉类冷冻保藏的弊端也十分明显,冷冻和解冻过程会因冰晶形成和盐析效应,使肉的品质下降;若包装不良,肉表面水分会升华而造成“冻烧”现象;冻藏时运输成本较高^[5]。因此选择低温保藏温度时,应从肉的种类、品质和经济三方面考虑。目前我国的运输、销售还没有形成一体化的冷藏链,因而鲜肉还没有到达消费者之前,其品质就大大降低。所

以低温保藏与其他栅栏因子合理结合,方可有效延长肉类的货架期。

2.3 pH 值

作为肉类新鲜度衡量的一个重要指标, pH 值的控制在肉类保藏中尤为重要。此外,酸碱度对微生物的活动影响极大,任何微生物的生长、繁殖都需一定的 pH 条件,过高或过低的 pH 环境都会抑制微生物的生长。大多数细菌的最适 pH 值为 6.5-7.5,放线菌最适 pH 值为 7.5-8.0,酵母菌和霉菌最适 pH 值为 5.0-6.0。由此可见, pH 值不同,则引起肉类变质的微生物种类也不同。若仅靠降低 pH 来抑制微生物的生长,肉品品质的可接受性将难以保证。因此, pH 值作为栅栏因子,一般与热处理、包装、添加保鲜剂、低温等其它栅栏因子共用。

2.4 水分活度(A_w)

微生物的繁殖速度及微生物群构成种类取决于水分活度(A_w)。大多数细菌只能繁殖于 A_w 高于 0.85 的基质中,如肉毒梭状芽孢杆菌 A_w 要求为 0.94-0.96,沙门氏菌为 0.92,多数细菌为 0.90,金黄色葡萄球菌为 0.87-0.88。当将 A_w 降至 0.7 左右时,绝大部分微生物均被抑制。因此,只要将肉的 A_w 降低到一定程度就可以控制微生物的生长。干燥(风干、日晒、烘烤等)是降低肉品 A_w 最为快速、有效的方法。但在实际生产中不可能将 A_w 控制在很低的水平,否则将会影响产品品质。如肉干的 A_w 值降至 0.70 以下时,大部分微生物受到抑制,但肉干中的酶和非酶性褐变以及油脂的氧化仍然很快,对肉干的品质极为不利。因此,降低 A_w 应配合其它栅栏因子一起使用。

2.5 Eh 值

大多腐败菌属于好氧菌,肉中的残存氧仍可影响其生长代谢。一般通过 Eh 值(氧化还原值)作为判断肉中氧残存的多少,氧残存越多, Eh 值越高,对肉的保藏就越不利。 Eh 值不仅决定肉中的好氧微生物、厌氧微生物的生长,也影响到其风味和色泽,因此在生产中应引起重视。 Eh 值不能单独作为栅栏使用,常与包装、抗氧化剂、低温等栅栏因子联合使用。如肉类的真空包装、脱氧剂包装或气调包装(CO_2 、 N_2 单独或混合)均可起到脱氧或阻氧作用;加工中添加抗坏血酸、维生素 E、硝酸盐或亚硝酸盐,以及其他抗氧化剂也在一定程度上有助于降低 Eh 值和增强肉品抗氧化能力。

2.6 添加防腐剂

防腐剂因使用简便且有效,故在肉类保藏中广泛应用。防腐剂可有效抑制肉中污染菌的生长

繁殖,但其不能杀死污染菌,并且只有在原料肉初始菌量低的情况下才能发挥其应有的作用。目前所用防腐剂分为化学防腐剂和天然防腐剂两类。化学防腐剂主要是各种有机酸及其盐类,如乙酸、柠檬酸、乳酸及其钠盐、抗坏血酸、山梨酸及其钾盐、磷酸盐等。天然防腐剂如 Nisin、溶菌酶、壳聚糖、香辛料及中药提取物等。防腐剂的添加量国家有明确规定,使用中应严格控制。结合其他栅栏因子,如灭菌、包装、低温等,则能使肉保藏更长时间。

2.7 包装

肉品经适当包装后,不仅减少外界环境的污染,避免干耗和重量损失,延长其保质期,而且便于消费者购买。目前用于肉类保藏的包装很多:如托盘包装、真空包装、气调包装、活性包装、无菌包装、涂膜包装等,其中托盘包装、真空包装和气调包装最为常用。托盘包装是超市冷柜中冷却肉最常用的销售形式,简单、实用,成本较低,但保质期会大大缩短。真空包装可有效延长肉类的保质期,但存在肉色暗红,血水渗出的弊端^[6,7]。气调包装不仅可以保证肉品的卫生质量,延长货架期,还可对肉的感官质量产生良好影响^[8],现已成为延长肉类货架期的最常用、最有效的方法之一。如何使 CO_2 、 O_2 、 N_2 按比例调配,发挥其最佳作用,是目前研究的重点。在实际生产中,包装一般和低温、防腐剂等栅栏因子联合使用,以期使肉的保质期更长。

2.8 辐照技术

肉类辐照保藏技术是利用射线照射肉类,对其进行杀虫、消毒、杀菌、防霉等处理,达到延长保藏时间,稳定、提高肉类质量目的的操作过程。辐照线主要包括紫外线、微波、X 射线和 γ 射线等,其中紫外线穿透力弱,只有表面杀菌作用,故在肉类保藏中应用极少,而微波、X 射线和 γ 射线等,穿透能力强,操作方便,效率高,因此用于肉的杀菌。微波杀菌技术在肉类保藏中起着重要作用,但也存在缺陷,其中最大问题是成本问题,低温微波杀菌技术在包装肉制品中难以达到预期的杀菌效果,单独采用微波干燥物料,若温度控制不当易使物料内部产生过快的温升和很高的温度,从而导致物料内部产生干裂,甚至烧焦现象^[9]。此外,微波杀菌基本建设费用较高,耗电量也大;同时,微波照射对人体有一定的伤害。目前用于肉品辐照的射线主要为 γ 射线, γ 射线辐照处理可明显抑制冷却肉上的腐败菌,延长产品保质期,但冷却肉经辐照后随着辐照剂量的增加加速脂肪氧化,产生辐照味^[10,11]。采用辐照处理与其他多种保鲜技术相

结合,形成综合、完整和系统的肉品保藏技术体系,方能克服辐照处理对肉的品质造成的不良影响。

2.9 高压处理

高压可使微生物及酶蛋白质凝固从而使微生物和酶失去活性,因而其逐渐被用于食品的防腐保藏中。研究表明,非加热的高压处理既能使肉嫩化,加速肉的成熟,又能杀灭肉中所含微生物,钝化酶的活性,起到灭菌保鲜的作用,而且使肉的营养价值、风味、鲜度和色泽等品质指标基本保持不变,这是其他方法难以做到的。目前这种技术可替代巴氏杀菌。但高压设备造成的一次性投资成本较高和过高压下运行的安全问题是制约其发展应用的关键所在。

2.10 竞争性菌群

利用此栅栏因子保藏肉品的典范便是发酵肉制品,它是利用人工环境控制,使肉品中乳酸菌的生长占优势,将肉中的碳水化合物转化成乳酸,降低产品的pH值,从而抑制其他微生物的生长。研究表明发酵处理肉品也需同其它保藏技术结合使用^[12]。

3 栅栏技术在肉类保藏中的应用

3.1 栅栏技术在冷却肉保藏中的应用

随着人们消费意识的改变,我国肉类消费结构发生了明显的变化,呈现出从热鲜肉到冷冻肉,再从冷冻肉到冷却肉的发展趋势。冷却肉与热鲜肉和冷冻肉相比,具有汁液流失少,质地柔软有弹性,滋味鲜美,营养价值高等特点,深受消费者喜爱。但由于其营养丰富,水分活度高,在运输、贮藏、加工、销售过程中极易被微生物污染而腐败变质。因而减少微生物污染,延长冷却肉货架期是肉类工业中普遍关注的问题。利用栅栏技术中各种栅栏因子的累加作用、交互作用和协同效应可以从生产、流通、贮藏直至销售进行系统的、全面的“多靶保藏”,便可延长冷却肉的保质期。将复合保鲜剂(0.05%Nisin+0.112% EDTA+0.054%山梨酸钾)添加到冷却猪肉中,并添加50ppm茶多酚抗氧化剂,真空包装,2KGy辐照,4±1℃贮藏,2d1时各项指标仍处于国标允许的鲜肉范围以内^[13]。张嫚等人对牛背最长肌进行不同水平的气调保鲜包装(O₂:20%-80%、CO₂:20%-60%、N₂:0%-20%),在3±1℃下可使贮存期延长至12d^[14]。将植物乳杆菌上清液、Nisin、红曲色素、壳聚糖按不同比例配制成保鲜液,羊肉浸泡后真空包装,0-4℃贮藏,处理组的保质期均有不同程度的提高^[15]。

3.2 栅栏技术在传统肉制品保藏中的应用

我国肉制品经过漫长的发展,现已形成腌腊、糟卤、干制、香肠、火腿、油炸、熏烧烤、罐头及其他九大门类的肉制品体系。其中最能代表中国传统特性的是腌腊制品、火腿制品、肉干制品和香肠制品。这些传统肉制品的非致冷可贮性对其发展和流通起到了重要的促进作用。它们的抑菌防腐栅栏因子主要是水分活度(A_w),即产品的可贮性和卫生安全性主要是通过加工中的干燥脱水,以及盐、糖等添加剂的调节,使其A_w值降低至0.90。高温处理和防腐剂也是参与相互作用的重要栅栏因子,例如热加工、添加硝酸盐、烟熏等。辅料中常用的香辛料,如丁香、大蒜、生姜、桂皮、花椒也被证实有一定杀菌防腐作用,也可作为栅栏因子。酱牛肉中添加0.023%EDTA+0.149%葡萄糖酸-δ-内酯+2.11%乳酸钠,真空包装,经70℃微波杀菌(750W,3min),室温条件下其保质期可达四周,0-4℃条件下可达70天以上^[16]。冯彩平等经研究发现,低盐腊肉制品较佳配方为2.5%食盐和4%白糖,60℃烘烤干燥28h;对产品主要特性指标进行测定,结果为水分含量34.66%,食盐3.82%,A_w0.89,与传统腊肉相比,产品中的含盐量大幅度降低了;该产品在4℃冷藏,货架期可达5个月,25℃贮藏,货架期为3个月^[17]。针对牦牛肉干制品加工过程中的危害关键控制点,将栅栏限值设定为:辅料处理,微波1421MHz,2min;原料肉缓化,10℃,时间24h;二次污染控制,人工操作戴一次性消毒手套;加工用具的消毒液为75%酒精,时间10min。结果表明,栅栏技术与HACCP结合应用于牦牛肉干制品的加工生产中,可以延长产品的货架期^[18]。

3.3 栅栏技术在调理肉制品保藏中的应用

调理肉制品是以畜禽肉为主要原料,添加适量的调味料或辅料,加工配制而成,经适当加工,可直接食用或经简单处理就可食用的肉制品。伴随着社会生活节奏的加快,人们的生活习惯也发生着改变,同时伴随着冷藏链、冰箱、微波炉的普及,人们越来越重视肉类食品的方便性、营养性、安全性,调理肉制品不仅满足消费者的饮食需求,而且大大缩短消费者的备餐时间,因此深受消费者青睐,其生产量和消费量与日俱增,已成为国内城市人群和发达国家消费的主要肉制品品种。货架期短是调理肉制品发展的主要制约瓶颈。采取合理的栅栏因子,可有效延长调理肉制品的保质期。利用远红外线脱水、紫外线杀菌、高温处理、低温冷藏作为栅栏因子,作用于新型调理食品土

豆烧排骨的加工保藏过程。贮藏期内通过对样品的感官检测及微生物测定,确定出各栅栏因子的作用效果及最佳强度。结果表明采用1500W远红外线95、20min,235W紫外线25min,78、25min巴氏杀菌,0-4℃低温冷藏作用于该产品的加工保藏过程,能杀灭有害菌,而且不会对产品的风味和口感造成不良影响^[19]。李宗军等^[20]研究了压力(300Mpa 15min)、温度(5、20、35、50℃)共同处理猪肉馅,结果表明,压力和温度结合可以明显降低猪肉馅中的微生物数量,50℃时灭菌效果最好。周颖越等^[21]研究发现即食贡丸采用90 μm的PET/PE复合包装材料,包装袋内充入60%CO₂+40%N₂混合气体,4℃贮藏,其保藏期可达21天。

4 展 望

栅栏技术已经广泛应用于肉类食品的保藏,然而它与高新技术相结合才是最有效的。现代肉类保藏中,将栅栏技术与关键危害点控制技术(HACCP)、良好生产规范(GMP)和微生物预报技术相结合已经成为必然。这样,我们可以有针对性地选择、调整栅栏因子,再利用HACCP的监控体系,保证产品的质量及安全性。HACCP的引入,使得在选择、调整栅栏因子时有据可依,同时还可检测出所选的栅栏因子是否达到要求^[22]。微生物预报技术是建立于计算机对食品中微生物的生长、残存、死亡进行的数量化预测方法,在不进行微生物检测分析条件下快速对产品货架寿命进行分析预测^[23]。应用栅栏技术进行肉品设计和加工即可通过此技术预估加工肉品的可贮性和质量特性,也可以几个最重要的栅栏因子作为基础建立模式,较为可靠地预测出肉品内微生物生存、死亡情况。栅栏技术与现代高新技术和现代化科学管理机制的有机结合是栅栏技术的未来发展方向。

参考文献

- [1] Leistner L. Food preservation by combined methods [J]. Food Res Internat, 1992, 25: 151-158.
- [2] Leistner L. Further Developments in the Utilization of Hurdle Technology for Food Preservation [J]. Food Engineering, 1994, 22: 421-432.
- [3] Leistner L. Introduction to Hurdle Technology [C] / Leistner L, L. G. M. Gould L G M. Food Preservation by Combined Processes. Final Report of FLAIR Concerted Action No. 7, Subgroup B. European Commission, DGII, Brussels, Belgium. 1994: 1-3
- [4] Clure P. A predictive model for the combined effect of pH, sodium chloride and storage temperature on growth of *Broethrix therm.* Int. Journal of Food. Microbiology. 1993, 19: 161-178.
- [5] Moeske W V, Smet S D, Claeys E. Very fast chilling of beef: effects on meat quality [J]. Meat Science, 2001, 159(1): 31-37.
- [6] 朱学伸, 等. 不同包装方式对猪背最长肌冷却成熟期间品质变化的影响 [J]. 食品与发酵工业, 2007, 33(4): 15-17.
- [7] 孔保华, 刁新平. 冷却肉包装保鲜技术的研究进展 [J]. 肉类研究, 2008, (2): 54-59.
- [8] Meekin T A. Microbial spoilage of meats [M]. Ch. 1. In Developments in Food Microbiology. Vol. 1. I. R. Davies (Ed), 1982, 1-40. Applied Science Publishers, London.
- [9] 牟群英, 李贤军. 微波加热技术的应用与研究进展 [J]. 物理学与高新技术, 2004, (6): 438-442.
- [10] 李宗军. 辐照对肉品微生物及牛羊肉品质的影响 [J]. 食品与机械, 2005, 21(6): 31-32, 43.
- [11] 邓明, 等. 冷却肉低剂量辐照后的理化和感官特性变化 [J]. 食品科学, 2005, 26(8): 121-126.
- [12] Carriga M, et al. Bactericidal synergism through bacteriocin and high pressure in a meat model system during storage [J]. Food Microbiology, 2002, 19(5): 509-518.
- [13] 邓明. 栅栏技术在冷却猪肉保鲜中的应用 [D]. 华中农业大学, 2006.
- [14] 张嫚, 周光宏, 徐幸莲. 冷却牛肉的气调保鲜包装 [J]. 食品科学, 2004, 25(2): 179-183.
- [15] 武运, 马长伟, 罗红霞, 等. 天然防腐剂对真空包装鲜羊肉冷藏条件下保鲜作用的研究 [J]. 食品与发酵工业, 2001, 27(5): 1-3.
- [16] 孙承峰. 传统肉制品(酱牛肉)中菌相变化及综合保鲜技术的研究 [M]. 中国农业大学, 2001.
- [17] 冯彩平, 等. 低盐腊肉的研制及其贮藏性能的研究. 食品与发酵工业 [J]. 2004, (5): 131-133.
- [18] 赵静, 等. 栅栏技术延长牦牛腱子制品货架期的应用研究 [J]. 食品科学, 2006, 27(7): 193-195.
- [19] 赵志峰, 雷鸣, 卢晓黎. 栅栏技术在调理食品中的应用研究 [J]. 食品科学, 2004, 25(6): 107-110.
- [20] 李宗军, 等. 高静压力结合热处理对肉品中微生物活性的影响 [J]. 食品与发酵工业, 2005, 31(4): 134-136.
- [21] 周颖越, 李勇. 气调包装即食贡丸的研究 [J]. 食品科学, 2006, 27(12): 764-766.
- [22] 赵志峰, 等. 栅栏技术及其在食品加工中的应用 [J]. 食品工业科技, 2002, 23(8): 93-95.
- [23] 莱斯特, 王为. 栅栏技术在食品开发中的应用(下) [J]. 肉类研究, 1996, 33(2): 42-44.