



传统肉制品加工中栅栏技术的应用

王 卫 (四川省畜牧兽医研究所, 成都 610066)

莱斯特 (德国肉类研究中心, 库姆巴赫 95326)

摘 要

中国传统肉制品的重要特点是易于加工, 风味独特, 可贮性佳。传统的加工方法可保证这些产品的质量特性、微生物稳定性和食用安全性。本文在分析腌腊制品、香肠制品、火腿制品和肉干制品中栅栏效应(Hurdle Effect)的基础上, 探讨了应用栅栏技术(Hurdle Technology)优化传统加工方法, 改善产品感观质量, 同时保持其独特风味和非致冷可贮性的途径。

关键词: 传统肉制品——加工工艺——产品特性——栅栏技术

导 言

世界上所有肉制品加工工艺均可归结源于三大类, 即中国式、意大利式和德国式。而历史久远、流传最广的首推中国式。发展至今的中国独特的肉制品体系, 包括有腌腊制品、肉干制品、香肠制品、火腿制品、酱卤制品、烧烤制品、烟熏制品、白煮制品、罐头制品及其它制品等不同门类, 各类产品配方难以数计。其中最能代表中国传统特性的是腌腊制品、肉干制品、香肠制品和火腿制品。这些产品的共同特点: 一是易于加工生产, 不需昂贵的设备投资; 二是成品在常温下也可贮存数周至数月, 节省致冷耗能; 三是产品一般都经过脱水干燥, 体积小, 易于运输, 是典型的半干食品(IMF: Intermediate Moisture Foods), 其水分活度值(a_w)范围为 0.90—0.60。

中国传统肉制品的非致冷可贮性对其发展和流传起到了重要的促进作用。在人口众多、能源不足、资金短缺的发展中国家, 这类产品仍将在市场上经久不衰。即使在西方工业国, 节能型产品的开发也前景看好。因此, 对中国传统肉制品加工方法和防腐技术, 以及其微生物稳定性和食用卫生安全性的研究越来越受到关注。

食品的微生物稳定性和卫生安全性取决于产品内不同抑菌防腐因子的相互作用, 可将这些因子比拟为抑制腐败菌和致病菌的“栅栏”。食品中的栅栏因子(Hurdle Factor)即为加工中各种防腐保鲜方法所包含, 其主要因子为 F (热加工)、t (冷藏或冻结)、 a_w (降低水分活度值)、pH (酸化)、Eh (降低氧化还原值) 和 Pres (防腐剂、烟熏) 等。不同的食品有独特的

抑菌防腐栅栏的相互作用, 两个或两个以上栅栏的作用不仅仅是其单一栅栏作用的累加, 这即是栅栏效应(Hurdle Effect)原理。莱斯特(Leistner)等在长期研究和总结的基础上, 提出了栅栏效应概念, 并发展成为栅栏技术(Hurdle Technology), 又在其进一步研究和应用中使这一技术不断完善。

栅栏技术不仅仅是涉及复杂的食品加工工艺改进和新产品开发设计, 也包括了实用的食品防腐保鲜方法。这一技术的要点之一, 是按照栅栏效应原理, 根据现有加工条件采用相应方法, 尽可能改善产品感观和营养特性, 延长保存期, 保证卫生安全性, 提高经济效益。

中国传统半干水分肉制品中最重要的抑菌防腐栅栏是 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 值降至低于 0.90 而保证。F 和 Pres 也是参予相互作用的重要栅栏, 例如热加工、添加硝酸盐、烟熏等。辅料中常用香辛料, 如丁香、大蒜、生姜、桂皮、花椒也被证实有一定杀菌防腐作用。此外, 肉干类美拉德(maillard)产品加工中褐化反应形成的氨基酸和还原糖, 很可能也有助于产品可贮性。

栅栏技术已在工业国食品加工中得到广泛应用, 并且开始步入第三世界国家。例如南美洲将其应用于水果罐头生产以延长产品货架寿命, 印度应用于乳制品以改善其可贮性, 在中国传统肉制品加工中也有成功应用的报道。以下将就此作一总结和讨论。

肉干制品

肉干制品包括肉干、肉脯和肉松, 这是一类不仅在中国, 而且在亚洲其它国家也颇为流

行的大众化方便食品。近年有关肉干制品加工工艺及产品特性的研究报道很多。测定表明,肉干是典型的半干食品(IMF),其 a_w 0.70—0.60, pH 6.1—5.9, NaCl 4.0—5.0%,水分22%或低于22%。

肉干的可贮性和卫生安全性主要是 a_w 栅栏所保证,加工中极度的脱水干燥,以及添加的食盐和糖的调节,使 a_w 值降至很低,而热加工(煮制、烘烤),即F 栅栏也参予效应。在某些产品(如肉脯),Pres 栅栏(硝酸盐等添加剂)可发挥一定防腐抑菌作用。正宗的传统肉干是褐色产品,即美拉德产品(Maillard Producte),肉干加工过程中因美拉德反应形成的氨基酸和还原糖使成品外观呈棕褐色,这对肉干保存期的延长和独特风味的形成有利,外表的氨基酸和还原糖可形成一道抗污染的屏障。辅料中的香辛料也具一定抗氧抑菌性。上述各栅栏的共同效应,使得产品可在非致冷条件下保质贮存数月之久。然而,这一产品的不足之处正是极度脱水导致的干硬,以及褐化反应使之外观色泽欠佳。我们抽样分析的产品,有的也不太硬,其含水量远高于22%,但这种肉干或是过甜,或是过咸,有的硝酸盐残留量较高,显然是为了提高 a_w 或Pres 栅栏作用以保证其可贮性所需。

为适应现代消费市场的需要,众多厂家均在探讨对肉干制品进行产品改进,推出高档次高质量的肉干。我们在对这一传统肉制品进行了较长期的研究和总结的基础上,应用栅栏技术对其加工进行设计,开发出一种新型肉干制品,其加工方法如下:

原料肉分割、修整、切块后添加食盐(3%)、白砂糖(2%)、酱油(2%)、料酒(15%)、香料提取液(4%)、腌制剂、腌制助剂和质改剂(2%)。肉块与辅料拌匀后适时腌制(<10℃, 48h),沥干后蒸煮法热加工50分钟,冷却后切为0.3cm厚的均匀小片,于85℃左右快速脱水干燥至含水量低于30%,冷却后真空小袋包装。成品 a_w 0.76—0.74, NaCl 14—4.2%,糖9%,其外观色泽红润,质软可口,感官质量优于传统肉干。

与传统产品比较,新型肉干配方中食盐和某些有助于产品可贮性的添加剂减少,加工中又需较长时间腌制,加之成品水分含量上升, a_w 值较高。为保证其非致冷条件下良好的可贮性,为之设计了相应的防腐抑菌栅栏,一是严格原辅料卫生质量,控制初始菌量并尽可能避免加工中的再污染;二是较低温腌制,抑制不利菌生长繁殖;三是提高常规烘烤温度,以高温杀菌;四是真空包装产品。真空包装是防止

a_w 值较高的肉制品霉变的有效方法。通过上述措施,即t(低温腌制)、F(高温灭菌)、Eh(真空脱氧)等栅栏作用的增强和相互效应,保证了新型肉干与传统肉干同样的保存期。

腌腊肉制品

原料肉或可食内脏经处理、腌制后风干,或60℃左右烘烤脱水,即为腌腊制品,其加工出品率35—45%。辅料因不同产品而异,主要有食盐(5—8%),白砂糖(1—2%),硝酸盐(0.05—0.06%)和八角、花椒、桂皮、小茴香、生姜等香辛料(1—3%)。四川的板鸭、缠丝兔、风鸡等均为腌腊制品中的名产代表。

传统腌腊制品也属典型的半干食品,成品 a_w 值0.88—0.70,可贮性极佳,而脂肪氧化酸败有时还成为影响其保存期的重要因素。在腌腊制品的栅栏效应中,pH因子无关紧要、Pres因子(添加硝酸盐或烟熏)具防腐抗氧作用,由于加工中干燥脱水阶段也伴随发酵过程,某些微生物(如乳酸菌等)的生长又可抑制其它不利菌的繁殖,从而起到c·f 栅栏(竞争性菌群)作用。这对自然风干产品相对重要,而烘烤脱水产品此过程较短暂,但较高温度(60℃)则增强了F 栅栏作用。然而,腌腊制品最重要的防腐抑菌栅栏仍是 a_w 。加工干燥以及添加食盐对 a_w 值的调节度最大,这也是保存期长而食用安全的腌腊制品往往较为干硬而含盐量较高之故。例如抽样测定的腊肉制品,其 a_w 为0.75,食盐含量9%以上者,可贮期常温下为2—3个月。而另一样品, a_w 0.89—0.88,食盐5.5—6.0%,其非致冷可贮期仅数周。

在腌腊制品的加工改进和质量提高上,行之有效的技术已被广泛采用。对抗酸败和防霉变,一般是应用硝酸盐类防腐剂、真空包装、避光存放等。产品改进上难题之一是如何在保持其可贮性的前提下,降低其咸度和硬度,改善感官质量。我们探讨了应用栅栏技术对一些腌腊制品配方和加工工艺进行设计、加工改进型产品的可能,例如对缠丝兔,在配方上保持原糖和香辛料用量,减少食盐和亚硝酸钠量,增添抗坏血酸等替代其改质保质作用。工艺上一是控制腌制温度,使之不高于10℃,尽可能抑制不利微生物生长,二是缩短烘烤时间,50—60℃烘烤至失重率34%左右再较高温短时处理,通过提高F 栅栏作用加强抑菌防腐效应。成品真空包装贮存,其 a_w 值为0.88—0.87。与传统方法加工的缠丝兔比较,改进型产品外观色泽、柔嫩性、口感等大为改善。尽管食盐、硝酸盐的减少以及含水量的增加导致 a_w 和Pres 栅栏作用降低,但其它栅栏,例如t(低温腌制)、F(较高温烘烤)、Eh(真空包装)等,以及新

的质改剂的应用和各加工环节严格的卫生条件,使产品质量特性和可贮性得到保证,完全可达到传统产品非致冷条件下 3 月以上的保存期。

香肠制品

中国香肠,即腊肠,也是深受消费者喜爱的传统肉制品。尽管腊肠的配方因不同地区各有所异(例如川式麻辣型,广式甜味型),但其加工方法相同。原料经绞制后与辅料混合,再灌制、风干或烘烤干燥,最后适时挂晾即成。主要辅料有食盐、白砂糖、硝盐、五香料、曲酒、酱油、辣椒粉等。对腊肠不同样品的测定结果为: a_w 0.85—0.70, pH 5.9—5.7, NaCl 3—5%,糖 4—19%。成品非致冷条件下可贮期 2—3 个月,真空包装 4 月以上。

腊肠的加工方法与西式发酵香肠极为相近,区别在于后者以较低温度长时间发酵干燥,成品味微酸,可生食。我们对腊肠的研究表明,这一产品尽管微生物总量也与西式发酵香肠一样较高,但乳酸菌量低于 10^5 /g。肉馅在较细肠衣内 60℃ 左右低温快速干燥,无乳酸菌的大量繁殖,味酸的腊肠是腐败的标志。介于腊肠较高的 pH 值,如果其 a_w 值也较高,则金色葡萄球菌等致病菌生长繁殖的可能很大。例如一种在台湾加工的香肠,为适应现代消费者的需要,质地比一般传统产品软,但其 a_w 值高达 0.94,极易导致致病菌侵袭和产品腐败。为使这一产品在改善感观质量的同时,其可贮性和卫生安全性得到保证,加工者研究添加 3.5% 乳酸钠和 0.1% 醋酸钠,通过增强 Pres 栅栏的防腐抑菌作用而获得成功。在川式腊肠中,糖的添加量比广式腊肠少,因此产品 a_w 值也比广式腊肠略高,添加的硝盐所起的 Pres 栅栏作用就特别重要。如果开发低硝或无硝腊肠制品,则需应用抗坏血酸及其盐类等质改剂,以及乳酸钠等安全防腐剂,使之保持特有风味和感观特性,达到所需的保存期。我们在川式腊肠中添加 0.1% 抗坏血酸钠、2% 乳酸钠和 1% 山梨酸钾,尽管成品 a_w 值高达 0.84,其非致冷可贮性仍然较佳,当然也应同时添加红曲色素,并对产品采用真空包装,以替代硝盐上色、增香、抗氧等作用。

腊肠在加工中,经 10 小时以上的烘烤干燥后 a_w 值已降至 0.92 以下,已足以抑制乳酸菌的生长繁殖。在此后的继续烘烤以及挂晾风干发酵过程后,其 a_w 值可降至 0.80,金色葡萄球菌等致病菌也不再生长,因此传统方法加工产品在可贮性和食用安全性上毫无问题。如果缩短干燥时间,或减少 a_w 值调节剂使用量,加工出 a_w 值更高的产品,虽然其感观特性可有所

改善,但其防腐栅栏作用减弱,必需增强新的栅栏因子以维持平衡,例如上面提及的应用乳酸钠、醋酸钠、山梨酸盐,或者工艺上的相应改进,加强 Pres 或 F 等因子的效应及其互作。值得注意的是防腐剂的使用必须慎之又慎,一是其卫生安全性已得到确认,二是严格限制在食品卫生法规定的用量和范围。我们建议腊肠的包装应统一规定采用真空包装,不仅可大大增强抑菌防腐、抗氧防霉性能,研究还证实腊肠真空包装后贮存一定时间再食用,其香味更佳,感观质量得到提高。

火腿制品

中国火腿是传统肉制品的“贵族”,只有在近代才得以走上寻常百姓的餐桌。不同地区有不同的火腿产品,而其加工方法完全一致,也与西式发酵火腿大同小异,带骨原料猪腿经较长时间腌制、发酵、干燥而成。我们对市场产品进行了抽样测定,中国火腿 a_w 值在 0.88—0.79、含盐量变动范围较大,为 8—15%。尽管有的地方在火腿中应用了硝盐、五香料或其它辅料,但正宗名产,如金华火腿和宣威火腿,只添加食盐,添加量也较高,成品中测定量可达 9—11%,而西式发酵火腿仅为 5—6%。中国火腿较高的含盐量和较为干硬特性是非致冷可贮性和食用安全性所需,其抑菌防腐的最重要栅栏因子显然是 a_w 。

近年来一些厂家也在探索对传统火腿进行改进,例如缩短加工周期以降低成本,减少食盐添加量,降低干燥程度以改善感观质量等。但前题条件是需保证这一传统产品特有风味和可贮性不受影响。市场上一种提高腌制和发酵温度,将生产期从 7—10 个月缩短为 3 个月加工出的金华火腿,其食盐和水分含量分别为 8.1% 和 49.6%,而长期发酵加工的传统产品分别为 9.8% 和 40.6%。缩短加工期加工的产品成本大为下降,且其感观特性更受消费者喜爱,但其可贮性无疑大受影响,货架寿命缩短。研究表明,火腿在腌制发色阶段温度应尽可能低于 5℃,以便使火腿所有部位 a_w 值均降至 0.96,相应的食盐含量至少达 4.5%,然后才能进一步在室温下发酵,室温较高时酶解发酵过程则相当迅速。如果腌制发色阶段温度过高,时间过短(优质火腿此阶段一般需 3 个月),则在此后的发酵成熟阶段火腿中心易发生肠杆菌类致病菌和肉毒梭状芽胞杆菌等致病菌的繁衍。腌制阶段温度起伏不能过大,发酵阶段则相对无关紧要,例如短时升至 30℃ 也无防,当然只能是短时而已,否则脂肪质量首先受损。

对发酵干燥充分的优质火腿制品,其发酵成熟期应达数月之久,因此整过加工期至少应

为7个月。这也是传统方法加工优质金华火腿需12个月,对特别大的原料甚至长达18个月之故。未经烟熏的火腿制品,保存阶段最大问题是霉变,在表面易滋生大量霉菌,其中许多可产生霉菌毒素。鉴于此,市场上推出的快速发酵加工的火腿产品,大多采用分割小块包装,通过Eh栅栏(降低氧化还原值)抑菌防霉。火腿防霉变的另一有效方法是选用山梨酸盐等防腐剂对火腿进行表面处理,即增强Pres栅栏作用。我们的研究表明,乙醇和这些防腐剂复合使用可达简易而高效之目的。

有关保证传统发酵火腿可贮性、食用安全性和质量特性的栅栏因子及其相互作用已通过详细的研究而揭示。至今西式火腿加工中栅栏技术应用上仍未突破以往的模式。而无论在欧美还是在中国,传统火腿加工周期的缩短和产品感观质量的改进已是大势所趋。

结语

栅栏效应(Hurdle Effect)及其栅栏技术(Hurdle Technology)尽管介绍入中国等发展中国家时间尚不长,其研究和应用已展示了广阔前景,近年成功应用的例子也屡有报道。在食品加工中,栅栏技术对非致冷可贮食品有着特别重要意义。实践证明,在传统肉制品加工和新产品开发中,可根据栅栏技术原理对传统加工方法和加工工序进行改进和优化,以改善产品质量,延长保存期,推出适应市场需要的产品。当然栅栏技术的推广应用,与关键危险点分析控制(HACCD)、微生物预报(Predictive Microbiology)、加工产品标准值化等先进技术和方法一样,需以一定的基础设备、监测手段、管理水平、人员素质等为前提。中国食品工业的持续稳定发展,逐步为此提供了必要条件,其前景令人乐观。

参考文献

1. 四川省食品公司:腌腊熟食肉制品加工技术,四川科学技术出版社,成都,1985年版。
2. 刘宝家等:食品加工技术工艺和配方大全(中),科学技术文献出版社,北京,1991年版。
3. 王英若等:肉类研究,1991年第5期,3—9页。
4. 董寅初等:肉类研究,1991年第2期,3—10页。
5. 马凤琴、徐广泽:中国肉食制品加工大全,北京理工大学出版社,北京,1993年版。
6. 王卫:肉类研究,1991年第2期,12—15页;1991年第3期26—27页;1992年第3期,27—30页。
7. 王卫:食品工业科技,1993年第3期,24—

30页。

8. 王卫:食品科学,1993年第11期,13—15页。
9. 王卫. Proc. 38th Int. Congr. Meat Sci. and Technol., 1992. pp1154—1158.
10. 王卫等. Fleischwirtsch. 1993. 73. 867—869.
11. 陈明造等. Fleischwirtsch. 1992. 72. 1152—1154.
12. 高适兰等: Proc. 35th. Congr. Meat. Sci. Technol. Vol. I. 1989. pp. 478—482.
13. 王光华等. Mitbl. BAFF—Kulmbach. 1989. 28. 330—334.
14. LEISTNER. L.. Hurdle effect and energy saving. In: Food Quality and Nutrition (W. K. Downey. ed.) Appl. Sci. Publ., London. U. K. 1978. pp553—557.
15. LEISTNER. L.. Hurdle technology applied to meat products of the shelf stable product and intermediate moisture food types. (D. Simatos and J. L. Multon. eds.) Martinus Nijhoff Publ., Dordrechf. Netherlands. 1985. pp309—329.
16. LEISTNER. L.. Fleischwirtsch. 1986. 66. 496—510.
17. LEISTNER. L.. Shelf—stable Products and intermediate moisture foods based on meat. In Water Activity Theory and Applications to Food (L. B. Rockland and L. R. Beuchat. eds), Marcel Dekker. New York. USA. 1987. pp. 295—327.
18. LEISTNER. L.. Proc. 34th Int. Congr. Meat Sci. and Technol. 1988 Part B. pp. 470—475.
19. LEISTNER. L.. Hurdle technology for shelf—stable foods. South—African Food Rev. Dec. 1988/Jan. 1989. pp. 27—31.
20. LEISTNER. L.. Proc. 36th Int. Congr. Meat Sci. and technol., 1990. Vol. III, pp. 842—855.
21. LEISTNER. L.. User guide to food design. In Final Report of FLAIR—Concerted Action No. 7. Comm. EC. 1994 DG XI. 25—28.
22. LERICI C. R., GIAVEDOEI D., Maillard Reaction Products. In Final Report of FLAIR—Concerted Action No. 7. Comm. EC. 1994. DG XI. 75—78.

(下转第35页)

生长的菌落呈典型粉红色, 直径 1—2mm. 变形杆菌生长受限即不呈扩散状生长时, 该平板中的煌绿浓度就是满意的浓度。

2. 上述试验重复三次, 结果表明, 在低于每升 7 毫克煌绿的煌绿——酚红平板上, 沙门氏菌虽生长良好, 但变形杆菌呈扩散生长, 在每升 7 毫克煌绿的培养基上, 变形杆菌和沙门氏菌的生长符合国际标准, 遂决定选用该浓度配制四硫磺酸盐煌绿选择性增菌液, 以保证沙门氏菌的有效选择性增菌。

国际标准组织制定的沙门氏菌检测方法指南 (ISO6579—1981) 中规定, 四硫磺酸盐煌绿肉汤为沙门氏菌第一选择性增菌培养基, 我们如果采用国际标准组织的方法, 就必须采用这一培养基, 由于其中的抑菌成分煌绿, 不同批次产品对沙门氏菌的毒性不同, 如果按一般书中介绍的配方, 不进行评价试验, 统一加入某一固定浓度, 可能难以获得满意的选拔增菌效果, 国内书刊中对此强调不够, 有必要引起注意。

对新批次煌绿的毒力测定方法过去已有介绍^[2], 但为统一起见, 也应按照上述 ISO6579—1981 介绍的方法进行, 本文采用的就是 ISO6579—1981 的规定方法, 国际标准方法中, 未指明采用何种沙门氏菌和变形杆菌进行试

验, 作者采用的是奇异变形杆菌和鼠伤寒沙门氏菌, 试验时, 可根据实验室条件选用适当菌株进行评价。

新批煌绿的评价试验最好在购买四硫磺酸盐增菌肉汤之前进行, 这样可以确定购买那个批次, 购买多少, 效果较好的煌绿可以使用较长时间, 购买时选择质量较好的同一批号的, 一次买足所需数量, 以减少不同批次的评价试验的麻烦。

参考文献

1. 英汉医学词汇, 人民卫生出版社, 1984 年 3 月
2. 汪诚天等, 兽医实验检验手册, 上海科技出版社, 1984 年
3. S. B. Hitchner (ed), Isolation and Identification of Avian Pathogens, 1980, 胡祥璧等译, 天津科技出版社, 1984, 第 6 页
4. B. S5763. Part 4, 1982, ISO6579—1981, Methods for Microbiological Examination of Food and Animal Feeding Stuffs, Part 4, Detection of Salmonella (ISO title: Microbiology — General Guidance on Methods for the Detection of Salmonella)

(上接第 11 页)

Traditional meat products and their optimization by mean of hurdle Technology Wang Wei and Lothar Leistner

Abstract

The characteristics of traditional chinese meat products are their relatively simple method of manufacture, their typical flavour and the fact that they can be stored for a long time without refrigeration. In Asian countries chinese meat products, although there are regional variations. The manufacture and the properties of cured meat (Yan La Products), various dried meat products (Rou Gan, Rou Pu, Rou Song), Dry Sausage (La Chang) and raw ham (Ho tui) are briefly described. The microbiological stability of chinese meat products are based on technologies which have been developed over the centuries. Now that their principles have become known hurdle technology can be used to optimize sensory quality whilst retaining the microbiological stability safety of classical products. The successful technologies can be taken over from the chinese products by other developing countries in which it is important to be able to store meat products without refrigeration.