

栅栏技术及其在食品加工中的应用

(四川大学轻工与食品工程学院, 成都 610065)

(四川省绿色食品发展中心, 成都 610041)

赵志峰 雷鸣 卢晓黎

闫志农

摘要 栅栏技术是食品保藏的根本所在。介绍了栅栏技术的基本原理和调理食品的发展。简要概述了栅栏技术在果蔬、肉制品及食品包装中的应用，展望了调理食品中栅栏技术的应用前景。

关键词 栅栏技术 保藏 调理食品

Abstract Hurdle technology is the essential events of food preservation. The fundamental principle of the technology and the development of concoct food are introduced. The application of the technology in fruits and vegetables, meat food and food packaging. The prospects of application of hurdle technology in concoct food are forecasted.

Key words hurdle technology; preservation; concoct food

中图分类号：TS205 文献标识码：A

文章编号：1002-0306(2002)08-0093-03

1 栅栏技术及栅栏效应

“栅栏技术”一词最早由德国内肉类研究中心 Leistner 提出。栅栏技术是多种技术的科学结合，这些技术协同作用，阻止食品品质的劣变，将食品的危害性以及在加工和商业销售过程中品质的恶化降低到最小程度^[1]，它是食品保藏的根本所在。Leistner 把食品防腐的方法或原理归结为：高温处理、低温冷藏、降低水分活度、酸化、氧化还原电势、防腐剂、竞争性菌群及辐照等几种因子的作用。这些因子单独或相互作用形成特殊的防止食品腐败变质的栅栏，决定着食品微生物的稳定性，抑制引起食品氧化变质的酶类的活性，即栅栏效应^[2]。水分活度、酸度、温度、防腐剂等栅栏因子相互影响对食品的联合防腐保持作用，我们将其命名为栅栏技术^[3]。

收稿日期：2002-04-11

作者简介：赵志峰 (1980-)，男，在读硕士研究生，研究方向：食品加工与保藏应用技术。

基金项目：四川省重点科技项目 (01NG011-01)

1.1 栅栏技术基本原理

在食品防腐保藏中的一个重要现象是微生物的内平衡 (Homeostasis)，内平衡是微生物维持一个稳定平衡内部环境的固有趋势。具有防腐功能的栅栏因子扰乱了一个或更多的内平衡机制，因而阻止了微生物的繁殖，导致其失去活性甚至死亡^[4]。

几乎所有的食品保藏都是几种保藏方法的结合，例如：加热、冷却、干燥、腌渍或熏制、蜜饯、酸化、除氧、发酵、加防腐剂等等，这些方法及其内在原理已经被人们以经验为依据广泛应用了许多年。栅栏技术囊括了这些方法，并从其作用基理上予以研究，而这些方法即所谓栅栏因子^[5]。栅栏因子控制微生物稳定性所发挥的栅栏作用不仅与栅栏因子种类、强度有关，而且受其作用次序影响^[2]，两个或两个以上因子的作用强于这些因子单独作用的累加。某种栅栏因子的组合应用还可大大降低另一种栅栏因子的使用强度或不采用另一种栅栏因子而达到同样的保存效果，即所谓的“魔方”原理^[6]。

食品保藏中某一单独栅栏因子的轻微增加即可对其货架稳定性产生显著影响。例如：肉制品的稳定性可能取决于 F 值是 0.3 还是 0.4， α_w 值是 0.975 还是 0.970，pH 是 6.4 还是 6.2 等，而这些因子重量的总和决定了该食品是微生物稳定的、不稳定的或不定的^[6]。此外，通过这些栅栏的互效性使食品达到微生物稳定性，比应用单一而高强度的栅栏更有效，更益于食品防腐保质。

1.2 常用栅栏因子

在提出“栅栏”这个专业术语之前，许多的食品科学家和技术专家实际上已经开始应用“栅栏因子”来进行食品的防腐与保藏，比如在肉类的加工中使用的腌、熏、加香料、加热、冷冻等措施。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，其中已用于食品保藏

大约 50 个^[3]。当然在这些栅栏因子中最重要和最常用的是 温度、pH、水分活度 (a_w) ,以及高压、光效应、透气和不透气的限制空气的包装、可食性外包装、美拉德效应、竞争性菌群等等^[7]。这些栅栏因子不仅对食品的防腐保藏有效 ,而且还有其它方面的潜在利用价值。

1.3 栅栏技术在食品加工中的应用

栅栏技术已经广泛应用于各类食品的加工与保藏 ,然而它与传统方法或高新技术相结合才是最有效的。在传统食品的现代化工业加工和新产品的开发中 ,将栅栏技术与关键危害点控制技术 (HACCP) 和微生物预报技术结合已经成为必然。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。

微生物预报技术 (Predictive Microbiology) 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^[8]。应用栅栏技术进行食品设计和加工即可通过此技术预估加工食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 ,较为可靠地预测出食品内微生物生存、死亡情况。

2 栅栏技术在食品加工中的应用现状

目前 ,栅栏技术在食品行业得到广泛应用 ,通过这种技术加工和贮存的食品也称为栅栏技术食品 (HTF)。在拉丁美洲 ,HTF 食品在食品市场中占有很重要的位置^[9]。栅栏技术在美国、印度、以及欧洲一些国家已经有较大发展 ,近年来 ,在我国食品加工业中的应用也已兴起。随着对栅栏技术的深入研究 ,它必将为未来食品保藏提供可靠的理论依据及更多的关键参数。

2.1 在肉制品加工中的应用情况

肉制品的腐败变质主要受微生物污染增殖和脂肪酸败造成。通过对原料肉、辅料及加工工艺流程中微生物消长情况的研究 ,可以确定保障肉制品卫生质量的各个关键控制点 ,然后据此对栅栏因子进行选择 ,从而既能使产品加工工艺过程简化 ,又能达到卫生标准^[10]。栅栏技术最早应用于肉制品的加工 ,现已开发出多种类型的肉制品 ,在意大利传统的蒙特拉香肠 (mortadella) 、德国的布里道香肠 (Bruhdauerwurst) 加工中 ,就是采用降低水分活度 a_w 为主要栅栏因子来保证其可贮性的 ,其 a_w 值为 0.95。荷兰的格德斯香肠 (Gelderse Rookworst) 是通过添加葡萄糖醛酸内酯使 pH 降至 5.4~5.6 再真空包装来实现其可贮性的。在中式肉制品中 ,传统的中国腊肠是一种在常温下可较长时间存放的发酵型生肉制品 ,

也是通过迅速降低水分活度为主要栅栏因子来保证产品质量的。其 a_w 值是 0.75 左右 ,pH 约为 5.9^[11]。从目前研究情况来看 ,可用于肉制品的栅栏因子有 :水分活度、pH、防腐剂、低温处理、较高温灭菌、真空包装等 ,其中最有效的是 水分活度 (a_w) 。

2.2 在果蔬加工中的应用情况

随着生活水平的提高 ,人们对食品的方便性、新鲜度及风味要求也越来越高 ,按照传统方法加工、保藏的果蔬难以达到这一要求 ,鲜切果蔬产品应运而生。这种产品是以新鲜水果、蔬菜为原料 ,经过清洗、修整、切分等工序 ,最后用塑料薄膜袋包装的一种新型果蔬加工产品 ,具有品质新鲜、食用方便和营养卫生的特点^[2]。大约在三十年前这种产品进入美国市场 ,其销售量稳步增长。据 1996 年统计 ,鲜切果蔬产品的销售额大约为 6 亿美元 ,且全球需求量也在不断增加^[12]。然而鲜切果蔬的生产是一个综合的加工过程 ,栅栏技术对保证鲜切果蔬质量及货架期发挥着重要作用。从原料选择、加工、包装 ,到配送、销售 ,每一环节都应直接或间接地采取 “栅栏” 措施 ,以达到预期的保存目的。在抑制杨桃 (Carambola) 切片贮存期发生的褐变反应以及营养成分改变的工艺中 ,就是以 pH 作为主要栅栏因子 ,采用柠檬酸和抗坏血酸的有效结合调节其切片表面的 pH ,并同时利用无氧包装、低温贮存等辅助性栅栏因子 ,达到了有效抑制杨桃切片发生褐变的效果^[13]。

2.3 在食品包装中的应用

食品包装在保护食品、促销、防伪及方便等各方面发挥了巨大作用。在这所有作用中最重要的是保护作用 ,其中食品的防腐尤为重要。因此 ,食品包装本身就是一个非常重要的栅栏因子。

但是用来作食品包装的材料很少具有防腐性或抗氧化性 ,或能吸收 C_2H_4 、 O_2 、水蒸气等。现在把具有这些功能的有机物或无机物作为栅栏因子添加到包装材料中去 ,使做成的包装发挥这样的栅栏功效。另外 ,在包装过程中调节温度、压强等栅栏因子 ,也同样可以增强包装的栅栏功效^[14]。

用于包装过程的栅栏因子有 :抽真空、充入特殊气体、气调包装等。真空与充氮包装将阻隔氧气作为首要目标 ,气调包装主要控制、调节包装袋内的氧气和二氧化碳的浓度 ,并将其稳定在一个狭小范围内。目前添加到包装材料中的栅栏因子主要有 :脱氧剂、防腐剂、抗氧化剂、吸湿剂、 C_2H_4 吸收剂等。当食品组织中溶解的氧难以真空除去或食品要求极低的氧气浓度时 ,需要加脱氧剂。在必须抵御外界危害的情况下 ,食品包装包含防腐剂优越性更大 ,而且采用合适的方法完全可以阻止防腐剂向食品内迁移。这些栅栏因子用于食品包装 ,达到了良好的防腐、保藏功效。

3 栅栏技术在调理食品中的应用前景

3.1 调理食品

现代方便食品,又称速食食品或调理食品,特指近20年来在国际上迅速发展、由工业化生产的各种大众食品。它是现代营养学、食品工艺学、食品冷藏学、现代包装学相结合的产物,其最大特点是具有一定配方要求和工程设计程序,具有加工、保存、运输、销售和食用前调理等环节,省事、省时、省原料、省燃料、体积小并且废料可加工成饲料等优点^[15]。

罐头食品被称为第一代调理食品,随着制冷工业的发展,冷冻食品获得较大发展,出现了第二代调理食品——速冻调理食品。

为了适应人们生活节奏的加快及对食品质量的更高要求,借助科学技术迅猛的发展,70年代中期又开发出第三代调理食品即新型调理食品。这类食品比传统食品更好吃,更营养,又不失其方便性,因此在发达国家获得迅速发展。有人预测它将成为未来调理食品的代表。这种新型的调理食品有真空调理食品,由法国厨师George Pralus于1974年开发而成,其最大特征是先包装后加热蒸煮^[15]。另一种新型调理食品是含气调理食品,由日本含气调理食品研究所开发而成。由于采用原材料的减菌化处理和多阶段升温的温和灭菌方式,能够比较完美地保存烹饪食品的品质和营养成分,加之使用充氮包装,食品原有的色泽、风味、口感和外观几乎不发生改变^[16]。

3.2 栅栏技术在新型调理食品中应用的可行性

现以真空调理食品的加工工艺为例,来说明栅栏技术的可行性:

真空调理食品与过去的调理食品所不同的是,在新鲜食品原料经调理后,先在真空状态下封装于塑料盘中,然后再经加热蒸煮、冷却后进行冷藏或冷冻,这一工序的前后调整,给产品结构和整个工序带来了实质性的改变。这个工序的调整实际上属于栅栏技术的范畴,就是将作用于食品的两种栅栏因子的作用次序调整,从而获得了更加优良的产品。此外,利用栅栏技术中相关的栅栏因子控制新型调理食品的质量,有利于更好地保持食品的色香味并使产品组织具有良好的鲜嫩度和弹性,充分体现出新型调理食品的优点。新型调理食品的特点是以保持食品品质为主,并兼顾食品的卫生安全和一定的货架寿命。因此需选择恰当种类和数量的栅栏因子,并严格控制其强度,以达到加工保藏的目的。而这些栅栏因子的种类选择、作用强度、作用次序的确定必须通过实验来完成。

将栅栏技术用于新型调理食品的开发与加工,初步设计了如下步骤:

- a. 确定研究对象的载体,并确定其感官特性及货架寿命;
- b. 提出加工产品的技术要则和工艺流程;
- c. 分析并确定加工阶段每一环节的关键控制点(包括对食品微生物种类,初菌数及耐热性的研究);
- d. 根据确定的关键控制点选择栅栏因子;
- e. 从产品微生物环境和总数量上考虑,对选择的栅栏进行调整和改进;
- f. 根据产品特性及工艺流程中的关键点设置栅栏限值;
- g. 建立产品准确栅栏,确定加工检测方法;
- h. 应用HACCP管理法检测其在生产条件下的可行性。

参考文献

- 1 Aaron Brody. Packaging Performers. Food processing industry,2000(1):9~12
- 2 赵友兴,郁志芳,李宁. 栅栏技术在鲜切果蔬质量控制中的应用. 食品科技,2000(5):20~22
- 3 莱斯特,王为. 栅栏技术在食品开发中的应用(上). 肉类研究,1996(1):31~33
- 4 Aqualab. Water Activity. Hurdle Technology. Shelf-life. 2000
- 5 Leistner.Hurdle Technologies
- 6 孟岳成. 食品保藏的障碍技术. 食品科学,1992(3):37~41
- 7 杨卫. 冷冻调理食品的品质保证措施. 冷饮与速冻食品工业,2000(3):30~31,36
- 8 莱斯特,王为. 栅栏技术在食品开发中的应用(下). 肉类研究,1996(2):42~44,33
- 9 CYTED Projects. Q&A Associationong news.
- 10 车芙蓉,李江阔,岳喜庆. 肉制品加工中关键控制点确定及栅栏技术应用的研究. 食品科学,2000(10):54~56
- 11 王为. 栅栏技术在肉食品开发中的应用. 食品科学,1997(3):9~13
- 12 Hoover D.G, Minimally processed fruits and vegetable : Reducing microbial load by nonthermal physical treatments. Food Technology,1997,5(6):66~71
- 13 A.Weller, C.A.Sims, R.F.Matthews, R.P.Bates, and J.K. Brecht. Browning susceptibility and changes in Compositions During Storage of Carambola Slices. Journal of Food Science,1997(2):256~260
- 14 严奉伟. 栅栏技术在食品包装中的应用与发展趋势. 食品科技,1998(4):11~13
- 15 张慤,李春丽. 速冻方便食品加工技术. 冷饮与速冻食品工业,1998(3):17~26
- 16 张泓. 新含气调理食品的品质及其应用前景. 广东食品工业科技,1999(6):3~4