

表 2 起晶操作时间对结晶的影响

样品	1	2	3	4
操作时间(min)	1	5	10	20
α 晶体含量 Y(%)	70	85	94	95
粒 度	不均匀	较均匀	粗大均匀	细小

溶液浓度 50g/L, 育晶时间 2h, T=25℃

起晶搅拌强度 8550, 育晶搅拌强度 1530

3 结论

3.1 在本实验条件下, 搅拌强度 Re 对谷氨酸 α 晶体和 β 晶体的相对成核速率的影响是显著的。搅拌雷诺数 $Re < 10000$ 时, 提高搅拌强度能有效提高 α 晶体的相对成核速率, α 晶体的含量增加, 但搅拌强度过大 ($Re > 10000$), 只会使 β 晶体的相对成核速率稍有提高。

3.2 在 (20~50℃) 范围内, 搅拌强度对 α 的相对成核速率的影响是相似的。 α 的最大成核速率所对应的雷诺数值也是基本一致的。

3.3 搅拌强度对 α 、 β 晶体相对成核速率的影响机制: 在不太大的搅拌强度下, 增大搅拌强度能有效提高 α 晶体的成核频率因子和二次成

核速率, 但对 β 晶体的作用不大, 由于剪力流的作用, 大的搅拌强度使 β 晶体的相对成核速率稍有提高。

3.4 挡板有利于生成 α 晶体。

3.5 在谷氨酸溶液的结晶操作中, 起晶阶段宜采用较大的搅拌强度, 育晶阶段宜采用较小的搅拌强度, 还应选择适当的起晶时间, 在本实验中, 三者的优化值分别为: 8550, 1530, 10min。

参考文献

- 1 Yoshi—hisa Sugita. Agric. Biol. Chem. 1988, 52 (12): 3081~3085.
- 2 天津轻工业学院等. 氨基酸工艺学. 轻工业出版社, 1983, 272~274.
- 3 M. Kitamura. J. Cryst. Growth. 1988, 96: 541~546.
- 4 E. B. 哈姆斯基. 化学工业中的结晶. 化学工业出版社. 1984, 33~35; 113.
- 5 永田进治. 混合原理与应用. 化学工业出版社. 1984, 11, 158.
- 6 Y. Sakata, et al. Agr. Biol. Chem. 1963, 27 (2): 133~142.
- 7 丁绪淮, 谈遵. 工业结晶. 化学工业出版社, 1985, 85~87.

栅栏技术在食品开发中的应用 (下)

原著 莱斯特 德国肉类研究中心 95326 库姆巴赫

编译 王 卫 四川省畜牧兽医研究所 610066 成都

(上接第 3 期)

3 特型产品研究与栅栏技术

我们将一项军用食品的研究课题来进一步阐述如何将栅栏技术应用于食品, 指导产品改进和新产品开发。德国肉类研究中心的此课题, 目的是为德国联邦军队选择军训所需的肉制品, 并使之能标准化大规模生产。军需肉制品必须满足以下条件: 30℃下保质期 6 天以上, 具

鲜产品美味特性。根据肉类研究中心的推荐, 生产厂提供出百余种产品。经抽样对每种产品 10 个样进行理化, 微生物和工艺特性研究, 将合格的 75 种产品分为 8 大类型, 每一类产品制定出不同的栅栏技术。使之生产时, 能保证质量。

第 1 类: 快速发酵香肠。原料肉应初始菌含量低, $pH < 5.8$; 加工中添加 2.4% 亚硝混合腌制盐 (NCS), 0.2%~0.5% 葡萄糖或 0.3% 葡萄糖醛酸内脂, 以及乳酸菌发酵剂; 发酵温

度不低于 22℃; 成品 pH<5.4; a_w <0.95, 并通过微烟熏提高 Pres. 栅栏作用, 加工后用真空或气调包装贮存。成品不应检出沙门氏菌, 单核细胞增生性李司忒菌和金黄色葡萄球菌应分别低于 100/g 和 1000/g。

第 2 类: 迷你色拉米香肠 (Mini-Salami)。该肠包括 a_w <0.82, 货架寿命 7 个月的发酵香肠型和 a_w <0.85, 货架寿命 9 个月、蒸煮至中心温度 70℃ 后干燥的法兰克福香肠。原料需是新鲜的猪硬膘和 pH<5.8 的猪瘦肉。通过添加迷迭香、鼠尾草、柠檬酸和抗坏血酸盐进一步降低酸度, 加工中微烟熏处理。成品铝塑装纯 N_2 气调包装, 以抗酸败和抑制霉菌生长。对发酵香肠型迷你色拉米还可采用热处理抑制沙门氏菌。

第 3 类: F-SSP 产品, 为高压蒸煮香肠。原料应尽可能少含芽孢菌, 肉馅灌入 PVDC 肠衣内, 热加工压力为 1.8~2.0 bar (冷却阶段 2.0~2.2 bar), 温度 103~108℃, 时间 20~40 min (至 $F>0.4$)。成品 a_w <0.97 (法兰克福香肠型) 或 a_w <0.96 (肝肠、血肠等), 一般用 U 字钉扣封肠衣包装, 听装则不留空隙, 避免端部水蒸气聚附导致残留菌生长。PVDC 肠衣包裹的高压蒸煮香肠, 其内 Eh 值较低, 可抑制耐 a_w 值的杆菌, 但成品 a_w 值仍需低于 0.97 或 0.96; 对血肠类产品, pH<6.5 是必不可少的抑菌栅栏。

第 4 类: a_w -SSP 产品。是通过降低 a_w 至 0.95 以下的非致冷可贮性的产品加工要点是: 严格限制水的添加量, 热加工至肠体中心温度 $\geq 75^\circ\text{C}$, a_w <0.95。由于其热处理温度不高, 杆菌和梭菌芽孢极易残存, 低 a_w 值和低 Eh 值就成为重要的抑菌防腐栅栏。另一缺陷是水汽易透过肠衣导致表面霉菌生长, 可采用真空包装法, 烟熏法或山梨酸钾处理防霉。

第 5 种: 巴氏灭菌 a_w -SSP 产品, 即产品包装后再经巴氏灭菌处理。其加工要求与 a_w -SSP 产品类似, 但真空包装后还需经 82~85℃ 处理 45 min, 至中心温度 75℃ 左右, 最好是采用水浴处理, 巴氏处理进一步抑制了耐 a_w 的染

菌, 特别是乳酸菌和霉菌。但巴氏处理对产品外观的不利影响有待进一步研究。

第 6 类: pH-SSP 产品, 即荷兰的格德斯香肠 (Gelderse Rookworst) 和肉冻肠 (Brawn)。肉冻肠内有不超过 1×1 cm 的肉块, 添加 1.8%~2.0% 的亚硝酸钠预混腌制盐, 2.0%~2.4% 明胶, 肉与明胶液之比为 6:4。加醋酸调明胶液 pH<4.8。产品 pH<5.2。增添 1%~2% 的明胶可提高硬度。预制的热汤料和肉块混合后立即灌肠, 巴氏热处理至中心温度 $>72^\circ\text{C}$, 但不超过 80℃。

第 7 类: Combi-SSP 产品即波洛纳型 (Bologna) 香肠, 或肉糜型香肠, 其加工关键是: 原辅料尽可能少含芽孢菌, 应用香精型辅料; 添加 100ppm 亚硝酸盐; 热加工至中心温度 $\geq 72^\circ\text{C}$, a_w <0.965, pH<5.7, 可烟熏进一步改善其可贮性。产品真空包装后 82~85℃ 巴氏处理 45~60min。此类产品采用关键危险点控制管理技术 (HACCP) 尤为必要。

第 8 类: 软罐头产品, 即小径肠衣的肉糜香肠, 如维也纳香肠, 午餐肉肠等, 用扁平铝塑袋真空包装, 再高压蒸煮而成。其加工要求原辅料初始芽孢菌量低, 肠衣直径 $6<3\text{cm}$, 制作时 a_w 和 pH 值有一定降低度, 铝塑袋包装后高压蒸煮至 F 值约 2.5。

4 栅栏技术与产品开发

4.1 栅栏技术与新产品设计

栅栏效应 (Hurdle Effect) 揭示了食品保藏的基本原理, 研究与生产实践表明, 栅栏技术即可用于食品加工控制, 但更可是用于食品设计。

栅栏技术有助于按照需要设计新型食品, 例如, 如要减少肉制品在贮存中的能耗, 就可考虑用耗能少的因子 (如 a_w 或 pH 等) 来替代耗能大的因子 t (冷藏); 又如在开发低硝肉制品中, 可运用栅栏技术加强 a_w 、pH 或 H 等强度来替代 Pres, 因子的防腐作用, 从而降低亚硝酸盐或硝酸盐的用量。在食品控制中, 可应用栅栏技术快速评估食品的稳定性, 预测其货

架寿命。即通过对个别食品的各种栅栏因子的测定,然后用计算机评估,并通过计算机预报可能生长繁殖的微生物。如果某一食品的栅栏因子及其相互作用模式已知,则可预测其货架寿命。这样就比传统的微生物测定预报法要省时捷得多。

在食品设计中,栅栏因子的合理组合即能确定食品的微生物稳定性,又能改进产品的感官质量和营养特性,提高经济效益。在食品设计步入计算机化的进程中,可将现有的理化、微生物数据收集起来,为栅栏技术的应用提供一个数据库,建立一个带有数据库的计算机程序。通过计算机来提出加工配方、工艺流程和包装方式的合理化建议,至少在理论上使该产品的微生物稳定性得到保证。还可应用计算机程序来改进不稳定产品。

4.2 栅栏技术与 HACCP

HACCP 全意为关键危险点控制管理技术。HACCP 源于核工业和化学工业,后在航天工业中成为必不可少的安全控制手段。1973 年导入食品业,美国食品与药品管理局(FDA)首先将其用于加工低酸食品的卫生监控,现已广泛应用于食品加工。欧盟甚至制定出强制实施 HACCP 管理的法规。HACCP 的原理,是对产品加工从始自终的整个生产过程中与产品卫生性、可贮性、感官性、营养性等所有质量特性密切相关的关键点进行充分评估,找出对质量造成危险的关键控制点(CCPs),然后建立消除这些危险的标准值,确定监控实施手段,将其危险限制或尽可能降低至最小。

国际上已公认了应用 HACCP 的七大原则,并确立了建立某一特殊产品的 CCPs 的八项步骤。在生产线上对 CCPs 实施监控,最好是用感官法或物理法,因为化学或微生物法测定时间过长。并建议将其与栅栏技术(HT)和微生物预报技术结合。

德国联邦军军需食品所推荐的 8 类肉制品,已应用栅栏技术逐项提出了标准化加工的建议,根据 HACCP 管理原则也制定了加工关键控制点。现将第 7 类型(肉糜香肠)产品加

工的 HACCP 管理列于表 1。

4.3 栅栏技术与微生物预报技术

微生物预报技术(PM)是一建立于计算机基础上的对食品中微生物的生长、残存和死亡进行的数量化预测方法,其目的是通过计算机和配套软件,在不进行微生物检测的条件下快速对产品货架寿命进行预测。为实现这一目的需要两个信息库,一是食品内各种微生物在不同温度、 a_w 值、pH 值、有无防腐剂等条件下的特性信息库,二是对某一条件下对这些微生物进行判断和预测的数字化信息库,此外还需对这两种信息资料进行交互做出智能判断。

然而,在微生物预报技术中信息库的建立,有许多与食品安全和质量相关的栅栏因子需要考虑,而所有栅栏甚至其中主要的栅栏也绝非在一个简单的预报模式中所能包括。目前这一模式仅依据于温度、pH、 a_w (盐或保湿剂)、Pres(亚硝酸盐、乳酸及其它防腐剂)等几种主要栅栏因子及其相互作用。因此微生物预报技术尚不能成为通向栅栏技术的数量途径。但可以以数个最重要的栅栏因子为基础,建立模式,预测食品内微生物生存的情况。由于很多相辅栅栏尚未纳入预报系统,故预报结果也应更为谨慎。

英国已出现了食品主要致病菌和腐败菌的信息库,称为食品微型模型(Food Micro-model)。欧盟的夫拉尔(FLAIR)研究项目,也是致力于此信息库的建立。这些信息最终将制成软盘售给加工者,加工者可根据计算机提供的栅栏,预测未成型产品的可贮性。

尽管微生物预报技术还处于起步阶段,但可望迅速发展成为食品设计中的主要工具并广泛应用。该技术将食品设计中所需的有关微生物的选择试验准确地局限于较小范围,大大减少了产品开发的时间和资金耗费。如果栅栏技术和 HACCP 管理技术有机结合,则在保证传统产品微生物稳定性,提高产品质量;预报新开发产品以及成品的可贮性和安全性上发挥极大作用。

表 1 肉糜型香肠 Combi—SSP 产品加工 HACCP 管理表

关键点 (CCPs)	标准控制值
原 料	猪瘦肉:牛肉:猪肥膘=1:1:1; pH (24h):猪肉<6.0 牛肉<5.8; 总菌量< 5×10^5 /g; 肠杆菌< 1×10^5 /g.
添加剂	亚硝酸钠预混食盐>2.0%; 添加水量<12%; 用含菌量低的香辛料(提取料); 肉馅制作结束时添加 0.35%~0.5%葡萄糖醛酸内脂; 肉馅 pH<5.6 a_w <0.97, 灌入肠衣时温度不高于 20℃.
热加工	肠衣直径≤45mm; RH100%和 50~60℃蒸气处理 20~60 min; RH85%~90%和 75℃熏制 20~40min; RH 再 100%蒸气热加工至中心温度 75℃; 冷水冲淋 1~2min 快速冷却; 室温挂晾至外表干燥, 中心温度低于 25℃.
成 品	pH<5.8, a_w <0.965; 真空包装后 82~85℃蒸气或水浴巴氏处理 45min; 总菌量< 10^4 /g, 芽孢菌< 10^3 /g

4.4 食品开发设计原则

在新产品开发中, 栅栏技术 (HT) 与关键危险点控制管理 (HACCP) 和微生物预报技术 (PM) 的结合将成为先进食品设计及加工不可缺少的工具, 而 HT 主要用于设计, HACCP 主要用于加工管理, PM 主要用于产品优化。3 者的结合应用尚需进一步研究和积累经验。也需相关专家的通力协作, 从加工工艺、食品卫生、产品感官和营养特性, 产品所需栅栏类型、作用强度, 以及产品开发涉及的工程学, 经济学, 市场营销等诸多方面全盘考虑, 才能保证产品开发成功。在将栅栏技术与 HACCP 和微生物预报技术结合应用于产品设计和加工控制时, 可遵循以下 10 个步骤:

4.4.1 首先确定需改进或新开发食品所需的感官特性和货架寿命。

4.4.2 提出加工产品所需的技术要则和工艺流程;

4.4.3 根据技术要则, 分析产品的 pH、 a_w 、防腐剂等栅栏因素, 确定出热加工温度和贮存温

度;

4.4.4 对确定的产品初步测定, 预报其微生物稳定性;

4.4.5 产品主要致病菌和腐败菌的接种试验, 环境应选择较高温、较高污染等“恶劣”条件;

4.4.6 必要时对设计的栅栏进行调整改进, 并从产品微生物内环境和产品总质量上全盘考虑;

4.4.7 对改进后产品再行微生物接种试验必要时调整改进栅栏。此阶段微生物预报技术的应用有助于对产品安全性的评估;

4.4.8 建立改进或新开发产品的准确栅栏(包括其范围和强度), 确定出加工中监测方法(最好是物理法);

4.4.9 将设计定型产品投入生产条件下试验进行可行性验证;

4.4.10 建立工业化大规模生产的关键控制点 (CCPs), 采用 HACCP 管理实施加工监控。