

食品的微生物保鲜技术

王 林, 胡 云, 胡秋辉*

(南京农业大学食品科技学院, 江苏 南京 210095)

摘 要: 在人们对食品卫生要求越来越高的今天, 食品的保鲜技术正悄然发生着一场革命性的变化。传统的食品保鲜技术将逐步被一种全新、无毒、高效的保鲜技术—微生物保鲜技术所取代。本文综述了常用于食品保鲜的微生物种类, 微生物处理方法及保鲜机理, 对目前国内外食品的微生物保鲜研究作了简单的概述。

关键词: 食品保鲜技术; 微生物

Advance in Microbial Preservation Technology for Food

WANG Lin, HU Yun, HU Qiu-hui*

(College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: At present, the growing demand for food security has prompted the development in food preservation technology. Microbial preservation technology, a new hopeful substitute of traditional technology in food preservation has been confirmed to be a natural, safe, residue free, and highly efficient method. This report reviewed the progression in microbial preservation with the emphasis on the variety, operation way and action mechanism of the microorganism used in bio-preservation technology.

Key words: food preservative technology; microbial

中图分类号: TS201

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2005)02-0242-03

目前, 控制食品质量, 延长食品货架期最常用的方法仍是机械低温贮藏和化学药剂处理。低温贮藏成本高、耗能大、质量不稳定、而且像茄子等原产热带、亚热带的果蔬不能在低温下贮藏, 只能在亚低温下贮藏, 否则容易发生冷害, 造成重大损失, 而病菌在亚低温下繁殖较快, 致使食品在贮藏期间常发生严重腐烂^[1]。种类有限的化学制剂虽可较有效的控制食品质量, 但化学药剂对人体健康的危害性和对农业生态的严重破坏性, 已使人们深感担忧。采用生物制剂对食品进行贮藏保鲜, 不但没有化学处理带来的健康危害和环境污染等问题, 而且贮藏环境小, 贮藏条件好控制, 处理目标明确, 处理费用低, 特别是随着人们生活水平的提高, 对食品卫生的要求越来越高, 人们希望能吃到天然、安全、无残留化学制剂的食品, 因此, 食品生物保鲜技术的研究和开发显得更为迫切和重要。

1 常用于食品保鲜的微生物

1.1 细菌 利用细菌对食品进行保鲜的报道较多。利用蜡芽孢杆菌对绿茶进行生物保鲜的技术已获得中国

发明专利^[2]; 李亚珍等人^[3]研究证明 *Bacillus sp* 对抑制华莱士主要病原菌的生长较为有效; 乳酸菌在水果、蔬菜、肉品、奶类的生物保鲜方面已有了较深的研究和较为广泛的应用。

1.2 霉菌 在国外有利用木霉对果蔬进行保鲜的报道。例如, 美国、法国、英国利用木霉对洋梨、蘑菇、苹果进行防病保鲜; 我国也有一些应用木霉对茉莉花、茄子、蜜柑等进行保鲜的研究报道。

1.3 放线菌 有关放线菌利用的报道较少。张福星等^[4]从真菌和放线菌的混合发酵液中提炼萃取出生物保鲜液 fb313, 来对荔枝进行保鲜, 效果较好, 但其未指出具体的放线菌种类。

1.4 酵母菌 美国科学家从酵母中分离出一种能防止果蔬腐烂的菌株, 用它对已经产生烂斑的苹果和梨进行试验, 未滴菌剂的水果大面积腐烂, 而经过处理的斑点则无明显发展, 效果十分显著^[5]。

2 食品的微生物处理方式

2.1 利用菌体粉末 如在绿茶的生物保鲜中, 就在成

收稿日期: 2004-02-03

* 通讯作者

基金项目: 江苏省科技厅十五科技攻关项目(BE2003301)

作者简介: 王林(1982-), 男, 硕士研究生, 研究方向为生物工程;

胡秋辉(1964-), 男, 教授, 博导, 研究方向为食品科学与生物工程。

品绿茶中掺入经低温处理的嫌气性蜡样芽孢杆菌粉末,在茶叶的限氧包装条件下,可以有效的控制茶叶氧化劣变^[2]。

2.2 利用菌体悬液 Wilso et al 利用枯草杆菌悬液处理桃子,防止果生链核盘菌(*Monilinia fructicola*)引起的褐腐病,效果极佳。

2.3 利用菌体发酵液 赖建等^[6,7]把茄子、蜜柑放入无菌抽滤后的木霉发酵液中,浸5~10s钟,取出后晾干,套上聚乙烯薄膜袋,入库保存,有效的抑制了茄子、蜜柑采后病菌的发展。

2.4 利用发酵液提取物 张福生^[4]等把荔枝放入从发酵液中提取的生物保鲜液fb313中,浸1~2min,取出风干,然后盖上打有孔的塑料保鲜膜,达到了良好的效果。

综上所述可以看出,食品的微生物保鲜主要利用了菌体自身或其代谢产物。Yousef et al^[8]比较了 *L.monocytogenes* 和从其发酵液中提取的细菌素对维也纳香肠的保鲜效果。结果表明,加入细菌素的香肠的细菌数量下降较快,但加入菌体的香肠最终效果较好。Degnan et al^[9]的研究也得到了同样的结果。Matlagh et al^[10]也指出,菌体发酵液或其提取物的抗菌速度较快,在几分钟内即可降低一个数量级。

3 食品的微生物保鲜机理

3.1 形成生物膜 微生物通过分泌胞外多糖(EPS)等成膜物质,在食品外部形成一层致密的薄膜,隔绝氧气,防止水分蒸发。如在绿茶的生物保鲜中,蜡样芽孢杆菌会在茶叶表面形成生物膜,阻止了茶叶与氧气的直接接触,有效地控制了茶叶的氧化劣变^[2]。张福星等^[4]也指出,生物保鲜膜可以有效抑制呼吸作用,减少水分蒸发,防止微生物污染,减少微生物腐败作用,延长果实保鲜时间,提高商品率。

3.2 竞争作用 保鲜微生物可与有害微生物竞争食品中的糖类营养物质,从而抑制有害微生物的生长。在羊肉的生物保鲜中,乳酸菌可以有效地减少食品表面有限的糖类,从而达到了较好的保鲜效果^[11]。

3.3 拮抗作用 微生物主要是通过拮抗作用抑制或杀死食品中的有害微生物,从而达到防腐保鲜目的。本文将研究最多的乳酸菌为例说明其通过拮抗作用对食品保鲜的机理。

人类利用乳酸菌已有上千年的历史,但直到上个世纪初人们才逐渐认识其抗菌机理。乳酸,是乳酸菌发酵的主要产物,也是有害微生物的拮抗物,其通过与其它发酵产物如过氧化氢、二氧化碳、脱氧乙酰、双乙酰等物质的协同作用达到抗菌的效果^[12]。此外,在利用乳酸菌的生物保鲜中,细菌素起着关键作用。

3.3.1 细菌素的物化特性

自从1928年,首次发现乳酸菌细菌素Nisin的抗菌活性以来,特别是近几年来,人类已发现了大量的细菌素。这些细菌素大多是由几十到几百个氨基酸组成的肽或蛋白质,分子量在几千到几万Da之间;其可溶性和稳定性较好,在高温、冷冻、极端pH条件下仍能保持较高的活性;不具有抗原性,即使和牛血清白蛋白接合在一起,仍不能引起机体的免疫反应,但与人工合成的大分子物质如聚丙烯酰胺接合后,具有一定的抗原性;有一定的抗氧化性,氧化后的细菌素的抗菌活性将降低两个数量级;可以被外来蛋白酶降解,但对自身蛋白酶有的敏感,有的不敏感^[13,14]。

3.3.2 细菌素的抗菌机制

首先细菌素非特异性地吸附到细胞表面,然后与细胞特异受体结合。细菌素能否与细胞特异结合,取决于细胞壁和质膜的结构,虽然细菌素的识别受体只是质膜脂质体,但由于膜蛋白可以影响到脂质体的排列,所以细菌素对细胞的敏感性由整个质膜决定^[15]。同时Gonzalez和Kunda^[16]又指出,细菌素的特异性还与其自身的特性有关。接下来,细菌素嵌入到质膜内部,并开始聚集形成寡聚体结构,最终在质膜上形成亲水性膜孔。Chikindas et al^[17]研究表明,亲水膜孔的大小与细菌素的浓度有关,浓度越大,孔径越大。这些膜孔释放了细胞内部大量的离子和小分子,驱散了质膜的质子动势(PMF),这也迫使细胞消耗大量的ATP去维持质膜的质子动势,这个无效的循环最终导致细胞没有足够的ATP去维持其自身正常的生理活动而死亡。Montville^[18]说,尽管细菌素在质膜上的成孔机理不尽相同,但细菌素的抗菌模式都是一样的即通过形成膜孔。

3.3.3 细菌素的生物合成和异源表达

细菌素是由质粒编码的蛋白质或肽,在细菌的指数生长期分泌,与菌体生长成相关模式;其产量由菌体的生长速度和质粒的稳定性决定,此外还受培养温度、时间以及培养基的营养成分、pH的影响。为提高菌体对底物的适应能力和细菌素产量,我们可以通过基因工程技术,将细菌素的编码质粒或其片段导入另一菌株中进行异源表达。在酒类和其它饮料的生产过程中,人们常加入化学试剂来抑制有害微生物的生长,这不仅影响了最终产品的质量,也引起了人们的担忧。最近,Schoeman et al^[19]将一细菌素的编码质粒导入酵母中,在不加任何化学抑制剂的条件下,有效地抑制了有害微生物的生长。另外,两种或多种细菌素的混合,可以通过协同作用,达到更好的抗菌效果。因此,我们可以向同一菌株中引入多个细菌素的编码基因,使同一菌株生产多种细菌素,来提高其抗菌活性和抗菌谱。目前,

人们已成功地得到了工程菌 *P.acidilactici*, 其可以同时分泌 *PediocinPA-1* 和 *lactococcinA* 两种细菌素; 同时, 可以同时分泌 *Nisin* 和 *PediocinPA-1* 的工程乳酸菌也已构造成功^[20]。

4 生物保鲜食品的安全性

无论用什么保鲜方法, 人们最关心的都是食品的安全性问题。目前, 有些常用于生物保鲜的微生物像乳酸菌, 可以从日常食品如肉品、奶类、蔬菜、水果中分离到, 因此, 人们也不自觉地有了几百年甚至几千年的食用历史; 乳酸菌细菌素 *Nisin* 已被美国 FDA 和全世界 45 个国家认可, 并被大规模的商业化应用, 这充分证明, 用这类微生物对食品进行保鲜是绝对安全的。但也有些微生物的安全性还有待进一步的研究。

5 总结与展望

在生活水平日渐提高的今天, 人们更加崇尚天然食品, 因此, 研究开发一种纯天然的食品保鲜技术也迫在眉睫。生物保鲜技术完全摒弃了传统保鲜技术的种种缺点和不足, 将以天然、高效、低成本、无毒副作用的特点逐渐走向历史的舞台, 但同时, 我们也应该清醒地认识到, 食品的生物保鲜技术才刚刚起步, 还有很长的路要走。

参考文献:

- [1] 周山涛. 果蔬贮藏学[M]. 北京: 化学工业出版社, 1998.
- [2] 王国芳. 绿茶生物保鲜技术[J]. 中国茶叶, 1997, (5): 26.
- [3] 李亚珍, 李翠萍, 马惠茹, 等. 华莱士生物保鲜研究[N]. 内蒙古农业大学学报, 2001, 22(3): 80-85.
- [4] 张福星, 蒋炳生, 洪春来, 等. 生物保鲜液常温荔枝保鲜的效果[J]. 安徽农业科学, 2002, 31(3): 81-83.
- [5] 宁德鲁, 陈海云. 果树蔬菜的运输及保鲜[J]. 云南农业科技, 2001, (3): 44-47.
- [6] 赖建, 张渭. 采后茄子的生物保鲜研究[N]. 农业工程学报, 2000, 16(5): 138-140.
- [7] 赖建, 张渭, 徐俐, 顾彩琴, 等. 采后温州蜜柑的生物保鲜研究[N]. 农业贵州农学院学报, 1994, 13(2): 63-66.
- [8] Yousef A K, Luchansky J B, Degnan A J, et al. Behavior of *Listeria monocytogenes* in wiener exudates in the presence of

- Pediococcus acidilactici* H or *pediocin* AcH during storage at 4 or 25°C[J]. Appl.Environ.Microbiol, 1991, 57: 1461-1467.
- [9] Digana A J, Yousef A E, Luchansky J B. Use of *Pediococcus acidilactici* to control *Listeria monocytogenes* in temperature-abused vacuum-pack aged wieners[J]. Food Prot, 1992, (55): 98-103.
- [10] Motlagh A M, Holla S, Johnson M C, et al. Inhibition of *Listeria* spp.in sterile food systems by *pediocin* AcH. a bacteriocin produced by *Pediococcus acidilactici* H[J]. Food Prot, 1992, 55: 337-343.
- [11] 闫高峰, 马丽珍. 羊肉生物保鲜技术研究[J]. 山西农业科学, 2003, 31(3): 81-83.
- [12] Hoover D G, Steenson L R. Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria[M]. London: Academic Press, 1993.
- [13] Juan M, Rodriguez, Maria I, et al. *Pediocin* PA-1, a Wide-spectrum Bacteriocin from Lactic Acid Bacteria[J]. Food Science and Nutrition, 2002, 42(2): 91-121.
- [14] Motta A S, Brandelli A. Characterization of an antibacterial peptide produced by *Brevibacterium linens*[J]. Journal of Applied Microbiology, 2002, 92: 63-70.
- [15] Ming X, Daeschel M A. *Nisin* resistance of foodborne bacteria and the specific resistance responses of *Listeria monocytogenes* Scott-A(J). Food Prot., 1993, 56: 944-948.
- [16] Gonzalez C F, Kunka B S. Plasmid-associated bacteriocin production and sucrose fermentation in *Pediococcus acidilactici*[J]. Appl.Environ.Microbiol, 1987, 53: 2534-2538.
- [17] Chikindas M L, Garcia-Garcera M J, Driessen A J M, et al. *Pediocin* PA-1, a bacteriocin from *Pediococcus acidilactici* PAC1.0 forms hydrophilic pores in the cytoplasmic membrane of target cells[J]. Appl Environ Microbiol, 1993,(59): 3577-3584.
- [18] Raloff, Janet. Staging germ warfare in foods[J]. Science News, 1998, 153(5): 89-90.
- [19] Schoeman H, Vivier M A, et al. The development of bactericidal yeast strains by expressing the *Pediococcus acidilactici* *pediocin* gene(*pedA*) in *Saccharomyces cerevisiae*[J]. Yeast, 1999, 15: 647-656.
- [20] Chikindas M L, Venema K, Ledeboer A M, et al. Expression of *lactococcinA* and *pediocinPA-1* in heterologous hosts[J]. Lett Appl Microbiol, 1995, 21: 183-189.

欢迎订阅 2005 年《食品科学》杂志