

超高压致死微生物的研究进展

李 勇

(彭城大学食工系, 徐州 221008)

食品的腐败变质主要由微生物而引起, 所以热力杀菌在食品加工中得到广泛应用。但高效的热力杀菌常会使食品产生加热臭、热敏性营养成分损失、变色及其他难以克服的变质现象。对此日美等国自 1990 年以来相继推出了超高压杀菌技术应用于食品加工, 且其应用范围不断扩大, 本文对其加以简要介绍。

1 超高压致死微生物的起源

超高压杀死微生物在 1895 年由 Roger 最早报道, 其后 1899 年 Hite 报道了用于食品保藏的试验^[1]。到 1914 年高压物理学家 Bridgman 发现了超高压会产生蛋白质的加压凝固(压力增大时, 蛋白质产生凝固的现象)和酶的失活, 还能杀死生物及微生物^[2]。随着冷库用于食品保藏的普及, 这方面的研究虽间断地有一些报道, 但大多数研究只是在单纯培养基上进行。约 20 年前, 美国一深海艇沉入 1500m 的深海底, 一年后打捞上来, 在船长室里的苹果、三明治和袋装肉汁都没有腐败变质(苹果被压的象条乳黄瓜)^[3]。对此现象进行研究, 发现在海底约 150 个大气压和约 2℃ 的环境里, 微生物可以生存, 但不能增殖, 最后渐渐死亡。所以在地球上最深可达 10⁴m 的海底, 约 1000 个大气压的环境里能生长的耐压微生物是极少的。这给人们以很大启迪, 到 1987 年在东京大学林力丸的倡导下, 日本开始研究用超高压(静水压)杀死食品中的微生物。

2 超高压杀菌的机理

微生物的热力致死, 是由于细胞膜构造变化(损伤), 酶的失活, 蛋白质的变性, DNA 直接和间接的损伤等主要原因而引起。而超高压能使蛋白质的空间结构遭到破坏, 能破坏蛋白质氢键之类的弱结合, 使基本物性变异, 产生蛋白

质的压力凝固及酶的失活; 还能使菌体内成分产生泄漏和细胞膜破裂等多种菌体损伤^[4]。所以超高压在常温下具有致死微生物的作用。

例如高压和温度同时作用于胰凝乳蛋白酶原溶液时, 蛋白质的变性情况如图 1。常压 45℃ 条件下, 可产生 80% 以上的热变性; 而常温(20℃)下, 加压到 400MPa, 有 80% 的蛋白质产生压力变性(凝固)^[5]。

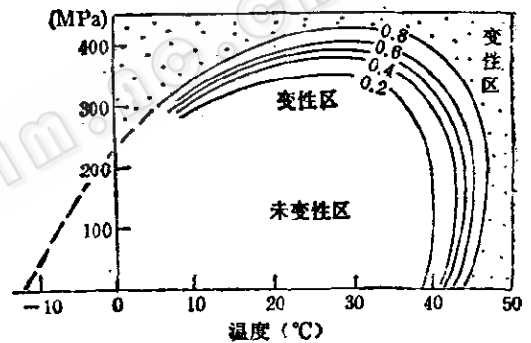


图 1 温度和压力对蛋白质变性度的影响

再如, 把大肠埃希氏杆菌用生理盐水制成含菌量 10⁸ 个/ml 的悬浊液, 加压处理后, 溶液易发泡, 且产生明显沉淀。薄层色谱法分析, 有香芹酮和磷脂质存在; 高速液相色谱定性分析, 在 260nm 处有光吸收物质, 确认为核酸类物质, 且不仅仅是染色体 DNA^[6]。

另外, 高压象热力致死微生物中的温度因素一样, 不同的高压对微生物的致死程度不同, 而同一高压对不同菌类的致死率也不同。

3 超高压在食品方面的应用

以冷冻明太鱼粉碎后的鱼粉为原料, 冷库中解冻一夜, 添加 0.25% 的食盐, 放置 10min,

1994-07-06 收稿

再加入2.25%的食盐、偏磷酸钠0.2%、砂糖5.0%和2.0%的料酒拌和约20min,调成试验原料,真空包装后,在常温、100—700MPa的静水压和5—60min的处理时间内,活菌数随压力的增高和时间的延长而减少,且在高压处理初期急剧减少,在300—400MPa处理10min后,大部分微生物被杀死。其微生物的耐压能力由弱到强的依次是:真菌、革兰氏阴性菌和革兰氏阳性菌。分离各种耐压性不同的菌株培养后,检验结果表明,摩氏杆菌属、不动细菌属、粪链球菌和棒状杆菌属可耐的最大压力分别为200、300、400、600MPa(即超过此压力就会死亡)。

把鱼粉中存在的同种菌用0.1mol/L磷酸缓冲液(pH6.8)制成 10^6 个/ml的菌体悬浊液,高压处理后,测定其向体外泄漏的无机盐,发现所有菌株均产生泄漏,特别是Fe、Mg泄漏严重。如不动菌属700MPa处理后,Fe和Mg的泄漏量分别增大21和14.4倍,摩氏杆菌和粪链球菌处理后,Mg的泄漏量分别增大11.5和20倍,棒状杆菌处理后,Fe的泄漏量高达27倍。且从营养细胞中泄漏的Zn、Ca和K等和没有处理时相比,也增大1.1—5.8倍。而RNA类物质和糖的泄漏量均约增大10—20倍,特别是不动菌属和棒状杆菌属较高^[9]。由此可推测其细胞膜受到严重的损伤,甚至破裂成许多小碎片。

实验表明芽孢的泄漏量很小,这是芽孢耐高压的一个重要原因。所以用600MPa的压力在常温虽可杀死水产品及肉类中的大部分微生物(包括葡萄球菌),但达不到商业无菌状态(肉毒杆菌仍会残留),当然适当提高温度,可提高杀菌效果,若在600MPa、60℃的温度下对食品杀菌,基本可达到无菌的目的^[7]。

用温州蜜桔经榨汁、精滤后的原果汁,在常温下(23℃),加压10min,结果表明压力在300—400MPa时,果汁中易生长的酵母、霉菌及一般细菌(如乳酸菌)完全死亡,部分耐压细菌的残留菌数降至千分之一以下,残留的主要是芽孢菌。这些耐压菌加压到600MPa仍不会

死亡。由于这些芽孢菌在pH3.5的介质中均不能生长,对柑桔汁来说不存在芽孢菌致腐败的问题,所以柑桔汁及pH<4的果汁和果酱使用超高压杀菌可达到产品的商业无菌状态^[10]。

在茶叶饮料的杀菌试验中,用凝结芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌、蜡状芽孢杆菌和枯草芽孢杆菌经培养后,分别接种于茶叶浸出液和磷酸缓冲液中,制成含菌体 10^6 个/ml的悬浊液,然后在温度30—80℃、压力30—700MPa的条件下处理20min。结果在60℃下,两种液体中的枯草芽孢杆菌加压到300MPa就降至10个/ml以下,500MPa实现完全杀死;地衣芽孢杆菌300MPa也降至10个/ml以下,但700MPa才被完全杀死;蜡状芽孢杆菌300MPa残存菌数 10^2 个/ml,茶叶饮料加压到500MPa可实现完全杀菌;而凝结芽孢杆菌在60℃、300MPa下处理20min,含菌量仍达 10^4 — 10^5 个/ml,即使加压到700MPa,茶叶饮料中含菌量仍达 10^2 个/ml,只有在70℃的温度下,加压到700MPa才可把凝结芽孢杆菌全部杀死。

含上述四种芽孢菌分别为 10^6 个/ml的茶叶饮料,选择70℃、300MPa、20min的杀菌工艺参数,仍会有 10^2 个/ml活菌残存。但在常温7—12d的保存过程中会全部死亡,而芽孢也会在7—21d的保存过程中全部死亡。其原因可能是高压处理的菌体及芽孢产生外壁松弛或龟裂现象,使具有杀菌作用的儿茶素渗透到营养细胞或芽孢的内部而产生的杀菌效果。因此茶叶饮料的高压杀菌是可行的^[9,11]。

生啤酒和果酒中存在的微生物以酵母菌为主(也含有其他菌类),经400MPa的高压处理,可制成能长期保存,且具生酒风味的产品^[12]。

超高压可用于蜂蜜的杀菌,也有用于蕃茄汁及海胆等杀菌研究的报道。它还有改良果汁和陈米风味,利于产品形成凝胶和进行速冻等多种用途^[9,11]。

参 考 文 献

- [1] 國池耕一郎, 食品工業, 1994, 4: 27—32.

- [2] 陈寿鹏. 食品科学, 1994, 3: 3—7.
- [3] 林力丸. 缶詰時報, 1992, 2: 4—11.
- [4] 林力丸. 缶詰時報, 1992, 3: 9—16.
- [5] 藤沼一信. フードサイエンス, 1993, 4: 59—66.
- [6] 官尾茂雄. 日本食品工業学会誌, 1993, 7: 478—484.
- [7] 缶詰時報, 1992, 4: 66.
- [8] 堀惠一. フードサイエンス, 1992, 2: 35—41.
- [9] 大出昭夫. 食品工業, 1994, 14: 43—50.
- [10] 食品と科学, 1993, 8: 22.
- [11] 衣笠仁. 食品工業, 1994, 14: 33—53.