



# 食品热杀菌影响因素的研究讨论

方奇林 成十周

# 1.前言

- 食品的杀菌方法有多种，物理的如热处理、微波、辐射、过滤等，化学的如各种防腐剂和抑菌剂，生物的如各种微生物或能产生抗生素的微生物。
- 热杀菌的主要目的是杀灭在食品正常的保质期内可导致食品腐败变质的微生物。一般认为，达到杀菌要求的热处理强度足以钝化食品中的酶活性。同时，热处理当然也造成食品的色香味、质构及营养成分等质量因素的不良变化。

- 要制定出既达到杀菌的要求，又可以使食品的质量因素变化最少的合理的杀菌工艺参数（温度和时间），就必须研究微生物的耐热性，以及热量在食品中的传递情况。
- 在热杀菌中考虑的最重要的因素是，需要多少热量才能灭活在加工中的有害微生物，这就需要进行微生物耐热性试验；确定容器中冷点的加热速率，这就是热穿透试验；同时，确定每个容器都与加热介质接触并在设计温度之上，这就称为热分布试验。

## 2. 影响微生物耐热性的因素

- 微生物的种类和数量
- 热处理的杀菌温度
- 食品理化性质对微生物耐热性的影响

## 2.1 微生物的种类和数量

- 各种微生物的耐热性各有不同，而且即使是同一菌种，其耐热性也因菌株而异，正处于生长繁殖的微生物营养细胞的耐热性较它的芽孢弱。
- 各种芽孢菌的耐热性也不尽相同，一般厌氧菌芽孢的耐热性较需氧菌芽孢强，嗜热菌的芽孢耐热性最强。
- 微生物的耐热性，与一定容积中所存在的微生物的数量有关。
- 微生物的种类及数量取决于原料的状况（来源及储运过程）、工厂的环境卫生、车间卫生、机器设备和工器具的卫生、生产操作工艺条件、操作人员个人卫生等因素。

## 2.2 热处理杀菌温度

- 在微生物生长温度以上的温度，就可以导致微生物的死亡。
- 微生物的种类不同，其最低热致死温度也不同。
- 对于规定种类、规定数量的微生物，选择了某一个温度后，微生物的死亡就取决于在这个温度下维持的时间。

## 2.3 食品理化性质

- pH值的影响
- 水分活度的影响
- 溶质的影响
- 糖的影响
- 脂肪的影响
- 蛋白质的影响
- 盐类的影响
- 植物杀菌素的影响

## 2.3.1 pH值的影响

- 酸碱度对微生物的繁殖及酶活性影响很大，对热敏感性的影响也很显著。酸碱能够促使蛋白质的热变性，细胞的表层构造、机能以及细胞的代谢系统都受其影响，因此是影响杀菌效果的最显著因子。
- 根据微生物对酸性环境的敏感性，可把罐头食品分为四类：即低酸食品 ( $\text{pH} > 5.3$ )、中酸食品 (PH值4.5-5.3)、酸性食品 (PH值3.7-4.5) 和高酸食品 ( $\text{pH} < 3.7$ )。一般把PH值4.6作为酸性食品和低酸食品的分界线，pH值高于4.6、水分活度大于0.85的食品为低酸食品。PH值低于4.6时，肉毒杆菌的生长受到抑制，因此，酸性食品可以采用沸水或 $100^{\circ}\text{C}$ 以下温度杀菌，而低酸罐头食品必须采用加压高温杀菌，以确保肉毒杆菌全部被杀死。

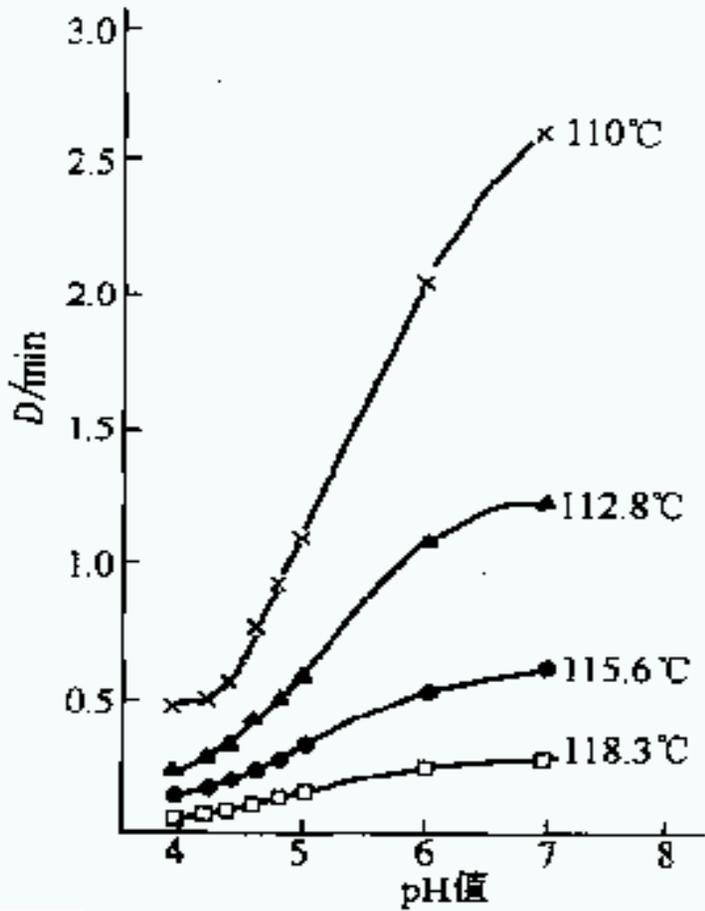


图1 pH对食品中 *C. botulinum* 62A 芽孢耐热性的影响

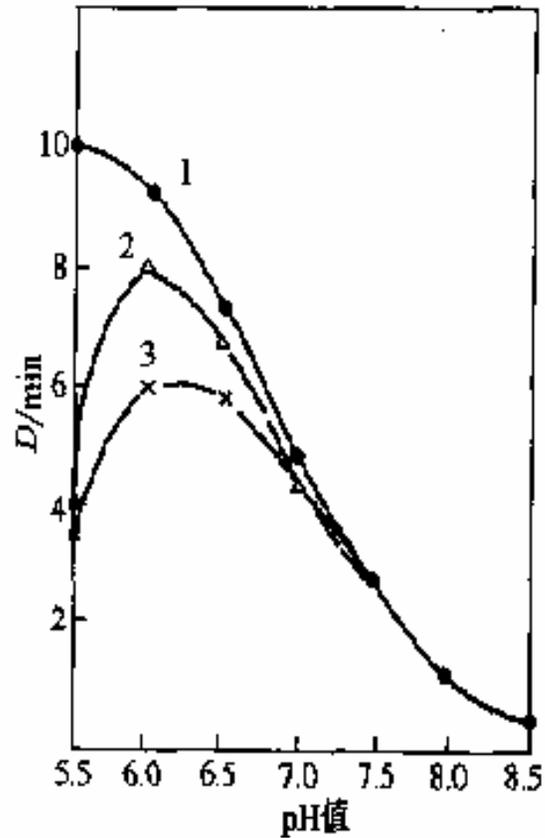


图2 pH对 *Sal. typhimurium* 耐热性的影响

1—用盐酸调配时；2—用醋酸调配时；3—用乳酸调配时

## 2.3.2 水分活度的影响

- 水分活度是影响微生物耐热性的另一个重要因素。
- 在110℃下对凝结芽孢杆菌、嗜热脂肪芽孢杆菌、E型肉毒梭菌、枯草芽孢杆菌等微生物芽孢的耐热性反应的比较，显示在 $A_w=0.2-0.4$ 范围内芽孢具有最强的耐热性， $A_w$ 大于0.4时，D值显著下降， $A_w=1.0$ 时为最低。
- 微生物耐热性因不同的菌种而有差异。
- 凝结芽孢杆菌、嗜热脂肪芽孢杆菌芽孢的耐热性随 $A_w$ 提高而下降的显著性不高， $A_w=1.0$ 时比 $A_w=0$ 时的D值大，而E型肉毒梭菌在高湿度下的热敏感性极强。

## 2.3.3 溶质的影响

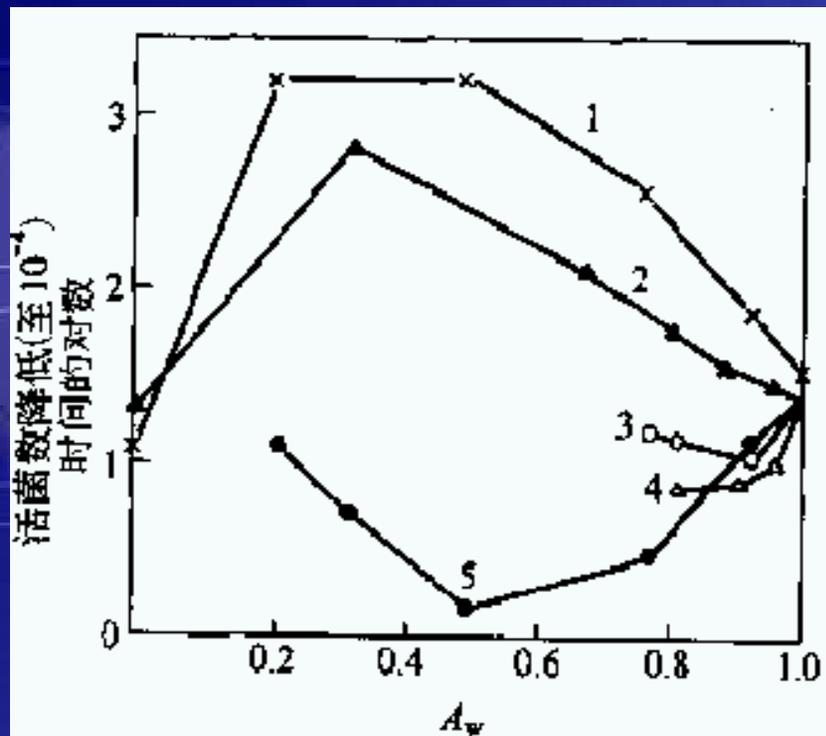


图 3. 水分活度  $A_w$  对 *B. stearothermophilus* 芽孢耐热性的影响 (120°C)

1—水蒸气；2—甘油；3—食盐；  
4—葡萄糖；5—氯化锂

## 2.3.4糖的影响

- 糖类对微生物耐热性有一定影响。高浓度糖液能够吸收细菌细胞的水分，致使细胞原生质脱水，影响了蛋白质凝固速度，从而增强了芽孢的耐热性能。糖的浓度越高，杀灭芽孢所需的时间越长，低浓度糖对芽孢耐热性的影响很小。
- 如酵母在100℃、43.8%糖液中的致死时间为6min，在66.9%糖液中为28min。牛奶中金黄色葡萄球菌的 $D_{60^{\circ}\text{C}} = 5.34\text{min}$ ，而牛奶加57%蔗糖时 $D_{60^{\circ}\text{C}} = 42.53\text{min}$ ，如果蔗糖浓度低于14%则几乎无影响。添加物种类对微生物耐热性同样有很大影响。

## 2.3.5脂肪的影响

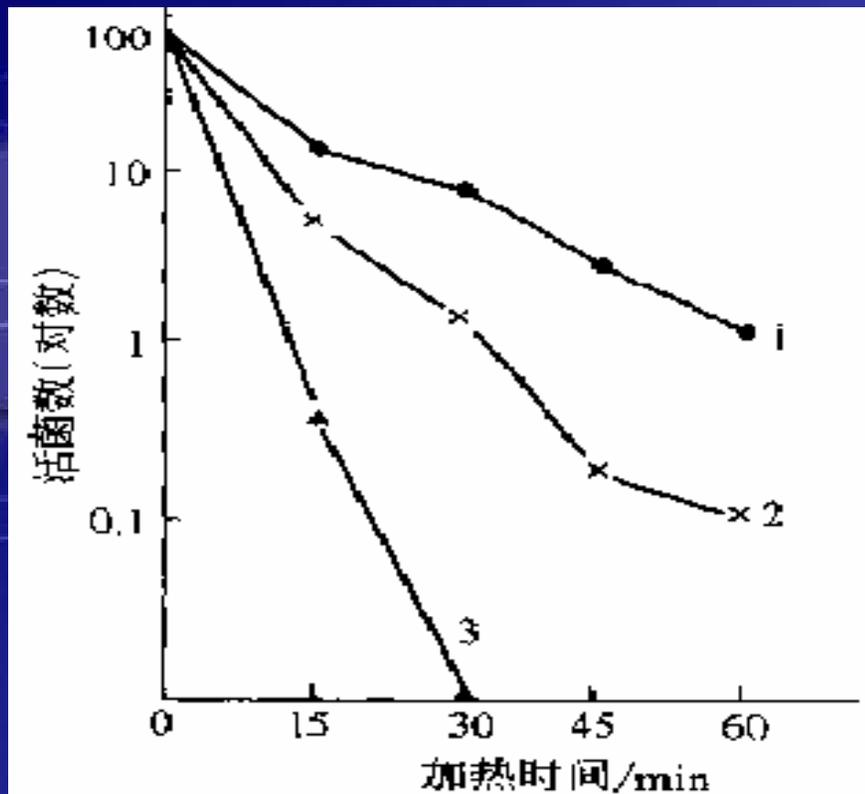


图4 *Bacillus* 在脂类物质中的耐热性 (121°C)

1—大豆油；2—橄榄油；3—液态石蜡磷酸缓冲液中的 *D* 值

## 2.3.7 盐类的影响

- 盐类对微生物耐热性的影响随盐的种类、浓度及菌种等因素而有相当大的差异。
- 盐类对微生物产生的作用包括：不同浓度盐类可以调节细胞内外渗透压的平衡，从而减少一些重要成分在加热过程中向胞外泄漏；能够透过胞壁的盐类对细胞内的pH值有影响；NaCl、KCl之类的盐对蛋白质的水合作用影响效果明显，因此，对酶及其他重要蛋白质的稳定性产生影响；二价阳离子与蛋白质结合生成稳定的复合体而有助于耐热性的增强；一定浓度盐类的存在使水分活度降低，从而使细胞的耐热性增强。
- 食盐是盐类中最重要的一种，关于它对微生物耐热性的影响已有较多报道，其影响效果因菌种、盐浓度及其他环境条件而有变化。在低浓度下食盐对细胞有保护作用，高浓度(5%以上)则使其耐热性减弱，当浓度加大到10%左右，对细胞耐热性的影响度又减小。

## 2.3.8 植物杀菌素的影响

- 一些高等植物的液汁和分泌的挥发性物质对微生物有抑制和杀菌作用，这种具有抑制和杀菌作用的物质称植物杀菌素。
- 某些罐头食品在杀菌前加入适量的富有植物杀菌素的蔬菜或调料如葱、辣椒、胡椒、丁香、蒜、胡萝卜等，可以促使微生物在杀菌时死亡。

### 3食品热加工杀菌方式

- 热加工的作用效果不仅与热加工的产品有关，而且还与热加工的方式有关。也就是说，满足同一热加工目的的不同热加工方式所产生的处理效果可能会有差异。
- 热加工处理过程还需要考虑热的传递速率及其效果，合理选择实际行之有效的温度及时间条件。
- 选择热杀菌方式和条件时应遵循下列基本原则，首先，热加工应达到相应的食品杀菌要求，以贮藏为主要目的。其次，应尽量减少热处理造成的食品营养成分的破坏和损失。热加工过程不应产生有害物质，满足食品卫生的要求，对不同类型的食品应选择相应合适的热加工方式。

# 3食品热加工杀菌方式

- 巴氏杀菌和热烫
- 商业无菌



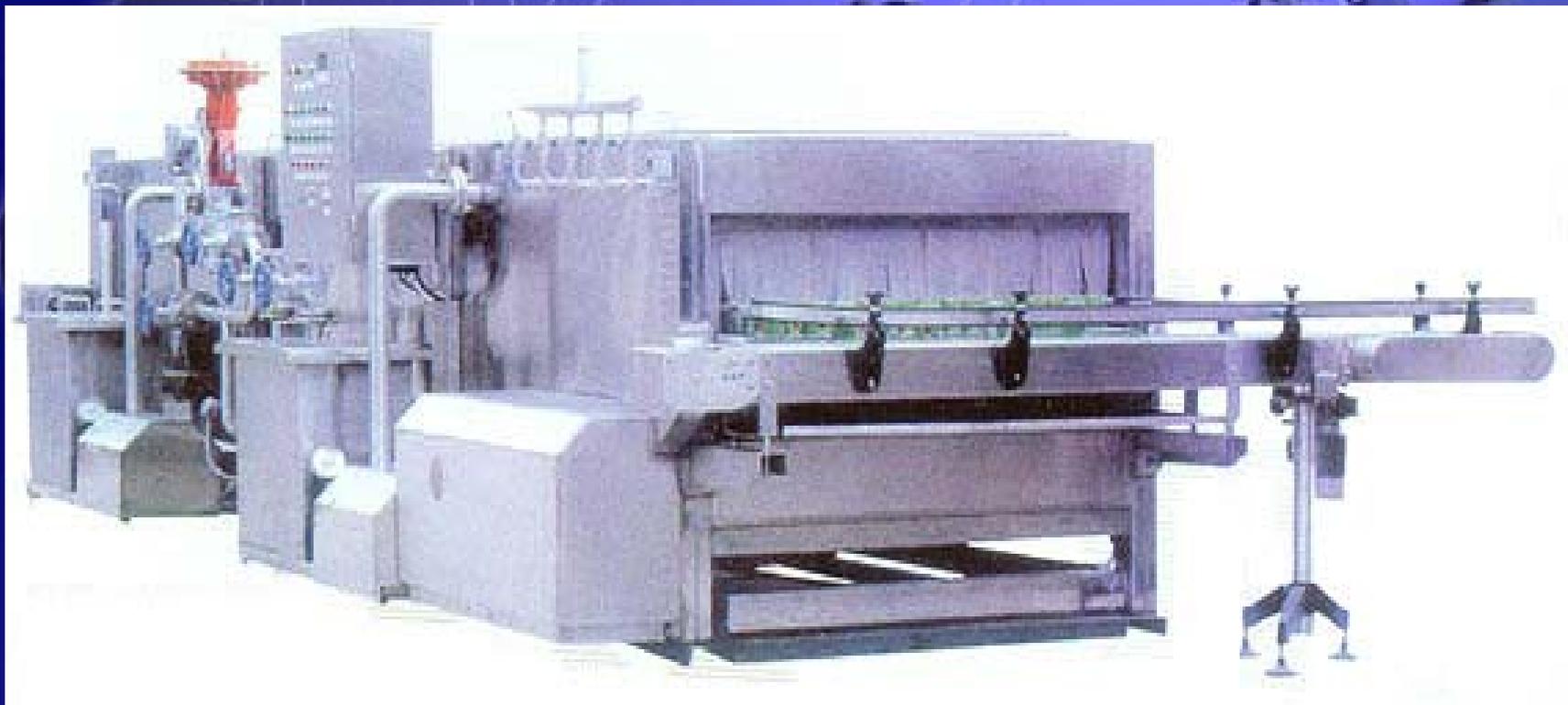
## 3.1 巴氏杀菌和热烫

- 巴氏杀菌和热烫是应用相对温和的热处理以获得期望结果的两种方法。这两种方法都是将热处理应用到食品上以改善产品在贮藏期间的稳定性。
- 尽管热处理的程度相似这两种过程却应用于明显不同的食品类型，巴氏杀菌经常用于液体食品，目的在于延长产品冷藏期间的货架期，并确保人们的健康不受致病菌的危害。而热烫常常用于固体食品，其首要目标是钝化食品中特定的酶，另外，它同样具有杀灭或减少热敏感致病菌和腐败微生物数量的作用，尤其是那些残留在产品表面的微生物。

# 3.1.1 影响巴氏杀菌效果的因素

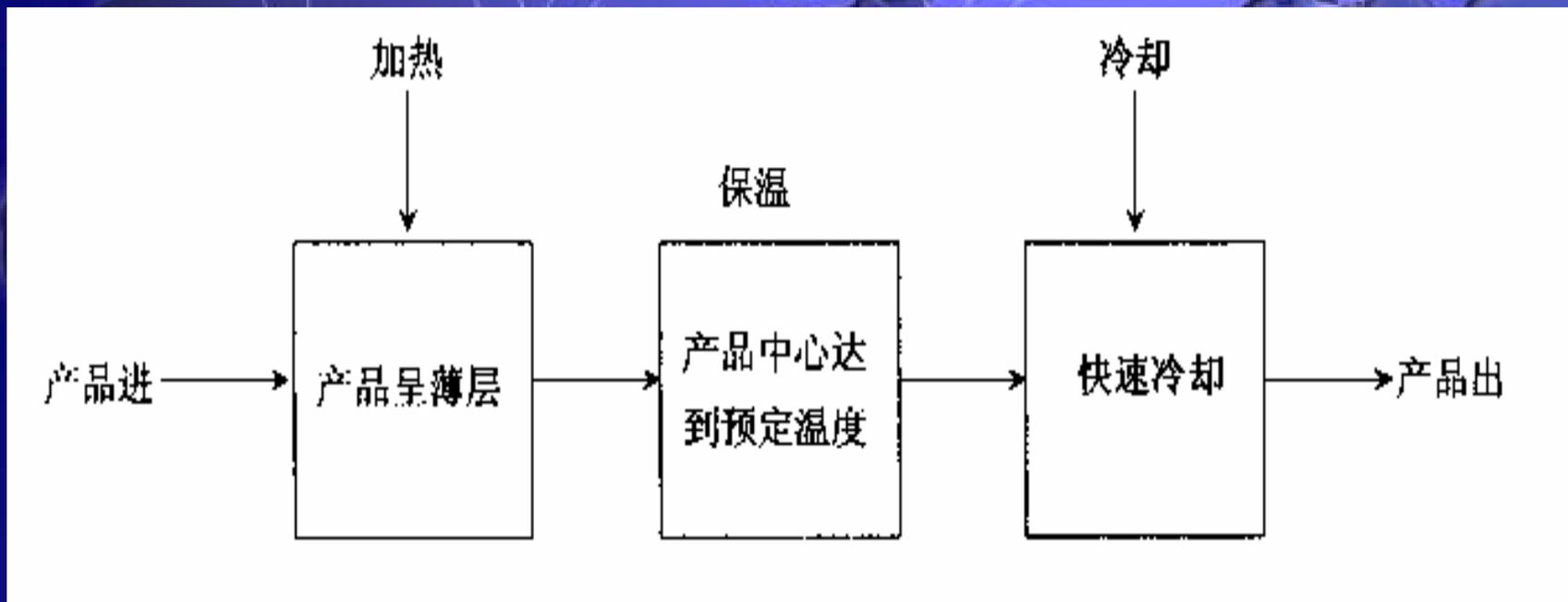
- 巴氏杀菌的效果由作用于食品的时间-温度关系来确定。要达到杀菌时间-温度的效果需要选择合适的巴氏杀菌设备。
- 巴氏杀菌锅（槽）
- 蒸汽直接喷射式巴氏杀菌器
- 连续式巴氏杀菌器





## 3.1.2 影响热烫杀菌效果的因素

- 一般而言，不同食品的热烫采用两种不同类型的加热介质。有些热烫系统采用热水作为加热介质，另一些采用蒸汽作为加热介质，还有的系统则热水和蒸汽两种都使用。
- 影响食品热烫的因素包括：食品的种类、食品物料的大小和热烫的方法。
- 大量用于商业化的热烫系统从进料到出料都是连续式的，热烫的时间通过设备传动的速度来控制，可以通过计算设备的转速来进行调整热烫的时间。





## 3.2 商业无菌

- 商业无菌是一种较强烈的热处理形式，通常是将食品加热到较高的温度并维持一段时间以达到杀死所有致病菌、腐败菌和绝大部分微生物，使杀菌后的食品符合货架期的要求。

## 3.2.1 影响罐藏食品的热杀菌因素

- 罐藏容器的性质
- 罐型大小
- 罐内食品的性质
- 罐内食品的初温
- 杀菌锅的形式和罐头在杀菌锅中的位置

## 3.2.1.1 罐藏容器的性质



## 3.2.1.2 罐型大小

- 罐型的大小不同，影响罐中心温度升高的速度，罐型越大，传热到中心所需时间越长，杀菌所需的时间就比小型罐长；罐型越小，传热越快，杀菌时间要短些。

## 3.2.1.3 罐内食品的性质

- 与热传导有关的食品物理特性主要是形状、大小、浓度、粘度、密度等，食品的这些性质不同，传热的方式就不同，传热速度自然也不同。
- **流体食品** 如：果汁、肉汤、清汤类罐头。
- **半流体食品** 如：番茄酱、果酱等罐头。
- **固体食品** 如：红烧类，糜状类、果酱类罐头等。
- **流体和固体混装的食品** 这类罐头食品中既有流体又有固体，传热情况较为复杂，这类罐头加热杀菌时传导和对流同时存在。

## 3.2.1.4 罐内食品的初温

- 罐内食品的初温是指杀菌开始时，也即杀菌锅开始加热升温时食品的温度。
- 罐内食品初温较高，就可以很快达到杀菌的温度因此，提高罐内食品的初温可使杀菌获得较好的效果，特别是对于传导传热型的罐头（这类罐头升温较慢）来说更为重要。
- 排气封罐后要立即进行杀菌，切勿拖延时间，降低罐内的温度会影响杀菌效果。

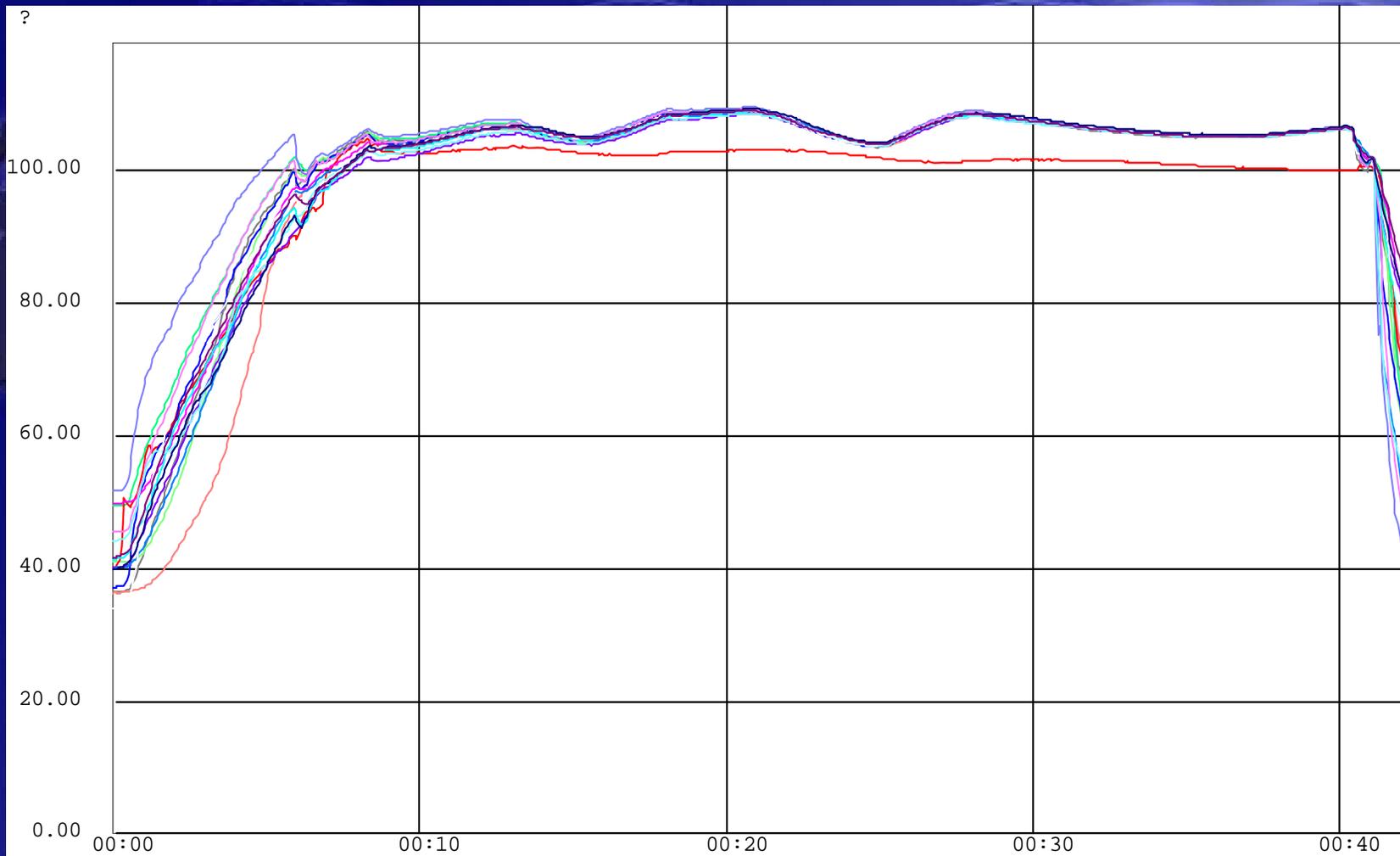
## 3.2.1.5 杀菌锅的形式和罐头在杀菌锅中的位置

- 我国罐头厂目前多采用静止式杀菌锅，即罐头在杀菌时静止置于锅内。
- 静止式杀菌锅又分为立式和卧式两类。立式杀菌传热介质流动较卧式杀菌锅相对均匀。杀菌锅内各部位的罐头由于传热介质的流动情况下不同而传热效果相差较大。尤其是远离蒸汽进口的罐头，传热较慢。
- 如果杀菌锅内的空气没有排除干净，存在空气团，那么处于空气团内的罐头，传热效果就更差。所以，静止式杀菌锅必须充分排净其中的空气，使锅内温度分布均匀，以保证各位置上罐头的杀菌效果。

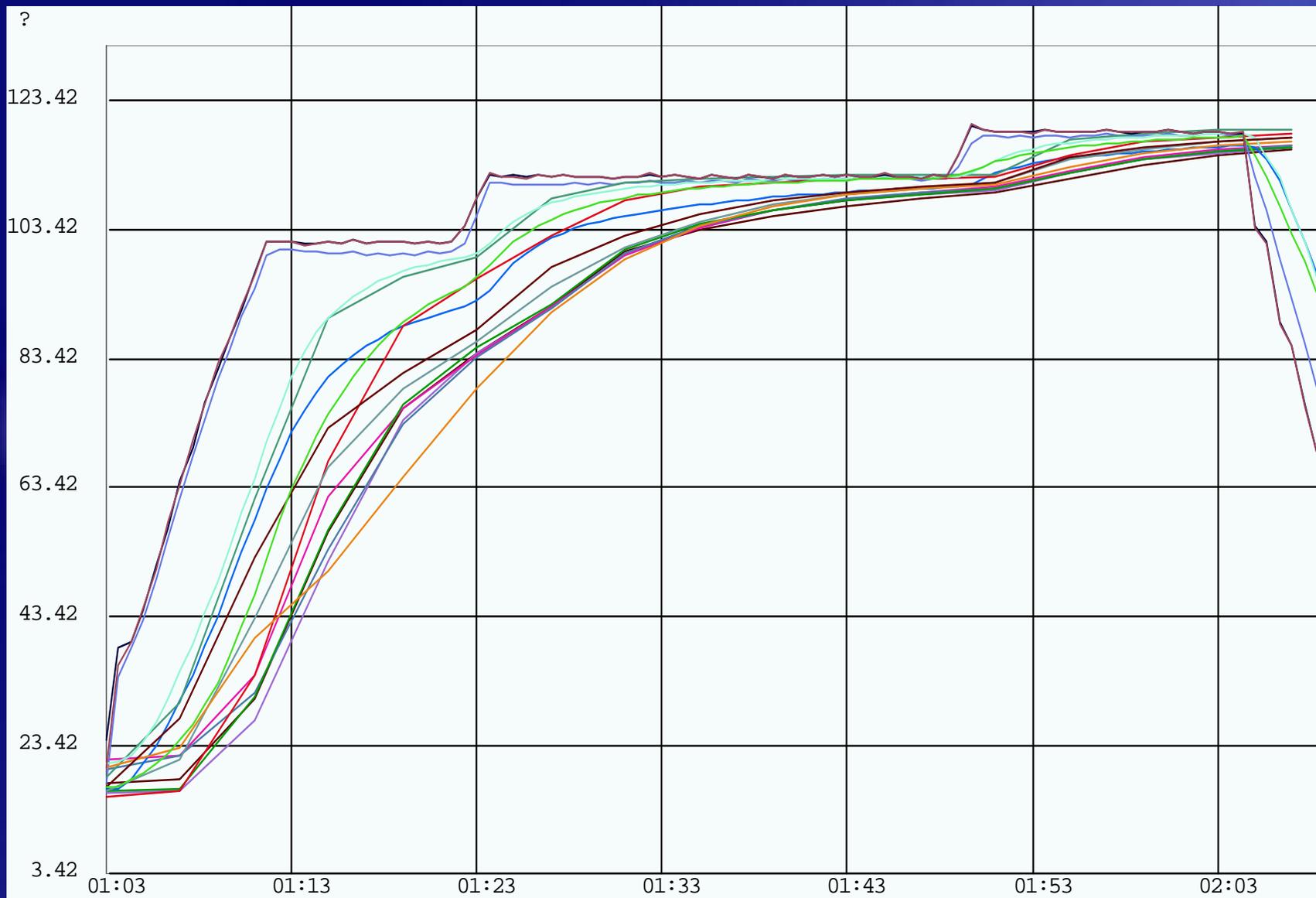


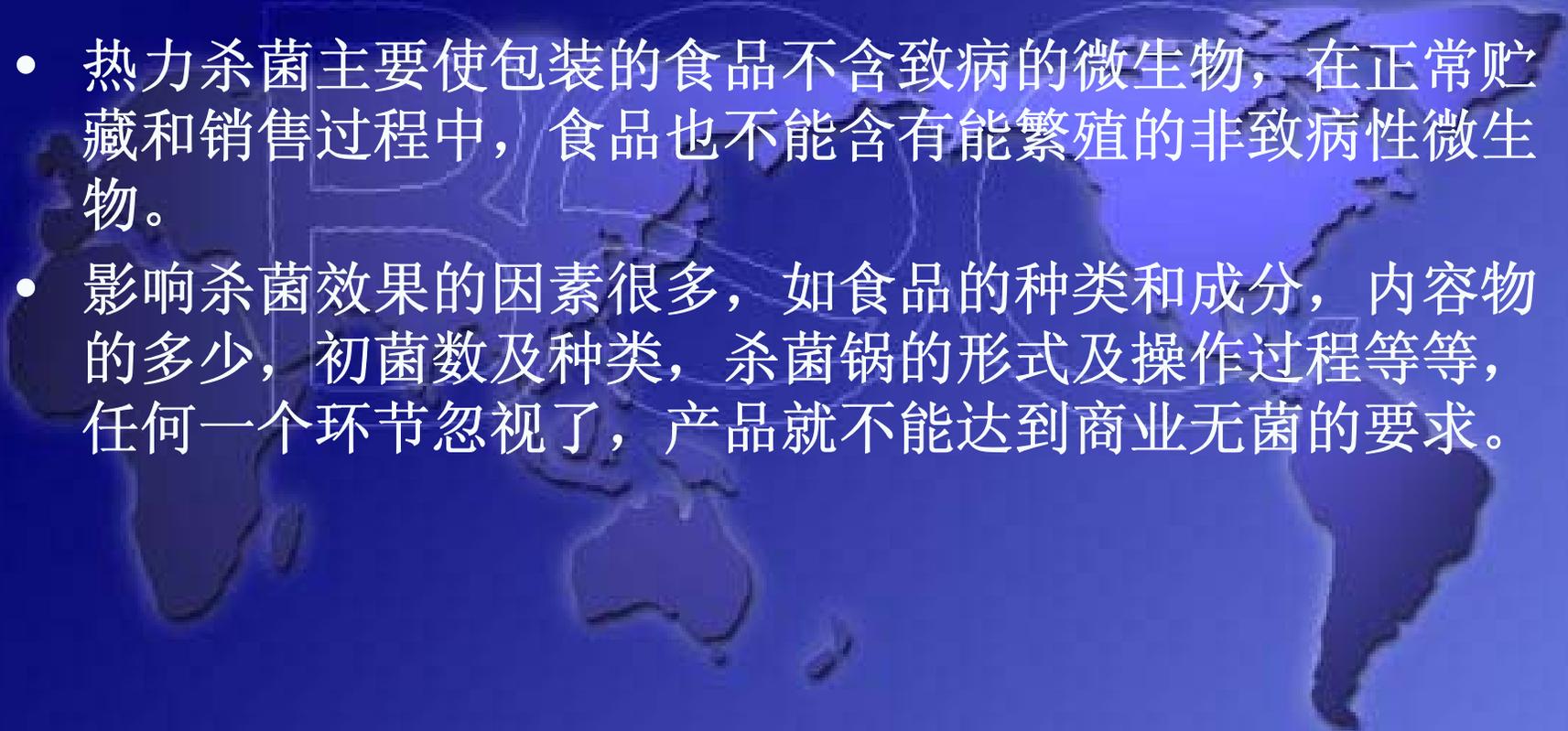
## 4 结论与展望

- 目前，热杀菌技术的研究动向集中在热杀菌条件的最优化、新型热杀菌方法和设备开发方面。热杀菌条件的最优化就是协调热杀菌的温度、时间条件，使热杀菌达到期望的目标，而尽量减少不需要的作用。常用的技术主要为两种：分析或模型系统；测量设备和控制系统。
- **分析或模型系统**的方法有：营养成分保留的最优化；数学模型和数学处理；一般最优化技术；开发半经验公式；过程的模拟；经验系统开发等。
- **测量设备和控制系统**的方法有：与致死率相关的在线调节；通过数据询问系统进行在线测量F0值；半自动杀菌设备的半自动控制。



- 实罐的热穿透试验，一般情况下罐头食品经热力杀菌处理后、其感官品质将下降，但如果采用高温短时杀菌，可加速罐内传热速率，从而使内容物感官品质变化减小，同时还提高了杀菌设备的利用率。这是当前罐头工业杀菌工艺的趋势。
- 以满足理论计算的杀菌值(F0)为目标，可以有各种不同杀菌温度-时间的组合，使热杀菌既能达到杀菌安全的要求，又能维持其高质量，在经济上也最合理。
- 某些产品选用低温长时间的杀菌条件可能更合适些。冷点温度和杀菌温度差将超过10℃，这就表明传热速率很缓慢，邻近冷点食品受热不足，而邻近罐壁的部分食品则受热过度。



- 
- 热力杀菌主要使包装的食品不含致病的微生物，在正常贮藏和销售过程中，食品也不能含有能繁殖的非致病性微生物。
  - 影响杀菌效果的因素很多，如食品的种类和成分，内容物的多少，初菌数及种类，杀菌锅的形式及操作过程等等，任何一个环节忽视了，产品就不能达到商业无菌的要求。



——谢谢!