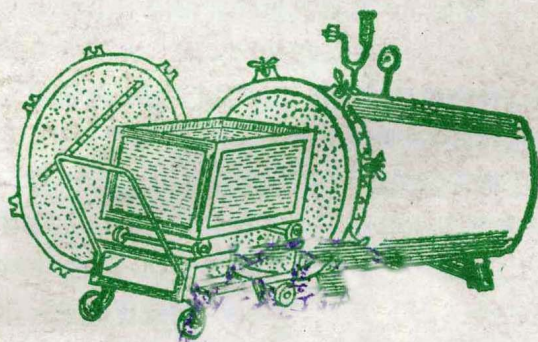


罐头的杀菌



浙江金华食品厂

一九八〇年十二月

本资料译自日本北海道大学小川孝一教授等著“缶詰製造学”(日本、东京)(恒星社、厚生阁)(1969)的第九章、第十一章和第十二章,并相继改为第一章、第二章和第三章,定书名为“罐头的杀菌”。作为内部资料交流。原著第十章,讲的是放射线杀菌及其容器,因目前世界此项工作,尚处于研究阶段,对当前生产实际,没有什么参考价值,译文从略,也因同样原因,不另找资料补充。也就是说,从与当前生产实际没有什么关系的,概不求全。原著每章后面附有大量参改文献,大部份是美国的,日本次之,都是事罐头工业生产和研究的世界权威人士的研究成果,因与关系正文关系不大,译文也从略。

做罐头,基本上做到二点:1.杀菌充分;2.容封完全,就好了。但如果原料不好(原料不新鲜或污染程度太大),则以后的工序,随便怎么努力和仔细。也无济于事了。本资料在谈到计算罐头加热杀菌强度时,不但详细地叙述了计算罐头杀菌的技术问题,而且还强调了从原料到加工工厂及其周围环境清洁卫生的重要性,并举例说明了从原料到加工的污染情况。

本资料涉及的罐头杀菌问题,有相当的广度和深度,介绍了近50年来罐头商业无菌的研究和生产实际:介绍了有关罐头杀菌对象微生物的各个方面与介绍了现代用于生产实际的杀菌装置,包括高温短时间、静态,动态(动摇和回转)和连续的及其自动恒温记录、自动罐内温度测定和杀菌釜内温度、压力自动调节等等,至于计算方法,不但有数学的计算方法,而且有图法计算,各种情况,分别举例,不厌其详。

原作者意见，供大专院校有关罐头加工专业的师生和从事罐头工业的工程技术人员参考。在举国上下都为实现“四个”现代化努力之际，认为亦可作为我国罐头工业界提高职工科学技术水平的参考用书。本资料，一方面没有脱离生产实际，有利于生产，另一方面还是比较先进的，这是本资料的特点。

本资料还详细介绍了美国和日本罐头加热杀菌的依据。美国和日本罐头加热杀菌的依据是不同的，美国以 *Cl. botulinum* 为依据，日本以 *Bac. mesentericus* 为主要依据外，还考虑污染程度和从污染分离出来的其他芽胞的耐热性，我们可以依此为借镜，通过大家的生产实践和研究，确立自己的罐头加热杀菌依据。

本资料的附录有：1、美国罐头协会会刊 L—26 “Process文中涉及美国和日本罐型，详见美国和日本罐型系列表。
esss for low-acid canned foods in metal containers” (11ed ition) (Washington) (1976) 中有关蔬菜、海产食品罐头商业的无菌若干杀菌实例；2、密封温度、杀菌温度与真空度的关系；3、天气温度与真空度的关系。4、美国和日本罐型，系列表。

水平有限，时间仓促，谬误不免，“说明”亦属管见，请大家批评指正。

沈迪先

1980年6月20日

目 录

第 一 章

罐 头 的 杀 菌

第一节 罐头的加压蒸气杀菌.....(1)

第二节 使罐头内容物变败的细菌.....(1)

1. 杀菌不充分.....(2)

(1) 造成胖听罐原因的细菌;

(2) 产生平酸(Flat sour)罐的原因;

(3) 硫化氢腐败的原因菌;

2. 密封不完全.....(5)

第三节 罐头杀菌对象的好热性细菌.....(6)

第四节 关于细菌的耐热性.....(8)

1. 细菌因加热死灭的原因与芽胞持有耐热

性的理由.....(8)

2. 涉及细菌耐热性的重要因素.....(10)

(1) 基质的影响;

(2) 细菌数的影响;

(3) 细菌种类和菌株的影响;

(4) 培养基和培养温度及其时间的影响

3. 加热后残存芽胞的发芽.....(14)

第五节 支配罐头加热杀菌难易的要素.....(14)

第六节 罐头杀菌加热中, 罐内热的传导形式.....(17)

1. 罐头大小和罐型.....(18)

2. 初温的影响.....	(18)
(1) 杀菌前的温度与质地稠密的制品;	
(2) 热时密封与杀菌前温度	
3. 杀菌釜温度的影响.....	(19)
4. 制品稠密的影响.....	(19)
5. 杀菌釜型式的影响.....	(19)
6. 罐头搅拌和动摇的影响.....	(20)
7. 罐头在杀菌釜中位置的影响.....	(20)
第七节 罐头加热杀菌装置.....	(20)
1. 罐头杀菌釜的型式.....	(20)
2. 杀菌釜用代器代表.....	(22)
(1) 杀菌釜用自动记录温度计;	
(2) 杀菌釜内温度调节器和压力调节器;	
3. 杀菌釜内的设备.....	(23)
4. 杀菌釜操作方法.....	(24)
第八节 动摇杀菌(搅拌杀菌)装置.....	(28)
1. 真空动摇杀菌法.....	(29)
2. 糊状玉米罐头的动摇杀菌法.....	(29)
3. 上下方向迴转杀菌法.....	(30)
第九节 连续加热杀菌装置.....	(31)
1. 螺旋式连续杀菌装置.....	(32)
2. 静水式连续加压杀菌装置.....	(32)
3. 其他连续加压杀菌装置.....	(34)
第十节 罐头的特殊杀菌法.....	(35)
1. 高温短时间杀菌法.....	(35)
2. 电力杀菌法.....	(42)

第十一节	瓶装罐头的加热杀菌法	(46)
1.	用蒸汽压缩空气的加热杀菌方法	(48)
2.	用水与空气的加热杀菌方法	(49)
第十二节	罐头加热杀菌后的冷却	(49)
1.	防止好热性细菌的发育	(49)
2.	防止罐内玻璃样结晶物质的成长	(51)
3.	防止罐内壁变色	(52)

第二章

罐内温度的测定

第一节	罐内温度的测定方法	(53)
1.	测定罐头导热度的最高温度计	(53)
2.	电位差计式导热度测定装置	(53)
(1)	热电偶原理;	
(2)	热电偶的构造;	
(3)	罐头内热电偶插入的位置;	
(4)	电压计;	
(5)	选择性配电盘;	
(6)	保暖瓶;	
(7)	电位计;	
(8)	热电偶的使用方法。	
3.	电位差计式直示温度计	(63)
(1)	热电偶;	
(2)	操作方法。	
第二节	罐头加热杀菌中, 杀菌釜内热的分布	(66)

第三节	罐头内的热传导.....	(70)
1.	热 传 导 曲 线.....	(70)
2.	罐 头 内 热 的 传 导 形 式.....	(72)
(1)	单纯对数加热曲线 (Signlg Logarifhmic heating Curve); 断折对数加热曲线 (B-rokem Logarithmic Heating Curve)	

第 三 章

罐头的杀菌理论和杀菌时间的计算方法

第一节	杀菌温度和时间管理的必要性.....	(77)
第二节	关于细菌耐热性的特性值.....	(80)
1.	加热致死速度 曲线和加热致死 时间曲线	(80)
2.	D值	(83)
3.	加热 减少 时间.....	(84)
4.	F值与Z 值.....	(86)
5.	食物 磷酸盐比.....	(87)
第三节	根据General Mefhod 的罐头杀菌 时间计算方法.....	(88)
1.	Bigelow法.....	(88)
2.	现在使用的 方法.....	(95)
3.	根据General Me7hod 的计算 实例 ...	(104)
第四节	用Ball氏法计算罐头的 杀菌时间.....	(107)
1.	加热处理中的 杀菌价.....	(109)
2.	加热温度T一定的场合.....	(110)

	3. 加热度 T 温为时间 t 一次函数的场合.....	(111)
	4. 加热温度 T 为时间 t 对数函数的场合.....	(114)
	(1) 在热传导曲线上的 $T-t$ 关系;	
	(2) 热传导曲线中杀菌 (L) 的导入	
	5. 根据Ball氏法的计算例	(139)
	6. 加热温度 T 不是时间 t 单纯函数的场合...	(149)
	7. 罐头与 th 值.....	(150)
	8. Olson & Stevens 图表.....	(152)
	9. 根据计算方法得到的 杀菌 时间 的研 究、讨论。.....	(153)
第五节	Stumbo氏杀菌理论.....	(154)
	1. 杀菌时间的计算方法.....	(154)
	2. Stumbo氏计算法的计算例.....	(162)
	3. 杀菌终点的决定方法.....	(167)
	4. 在 Stumbo氏杀菌条件算法数中计算 决定的 F 位图法计算.....	(168)
	(1) 罐内细菌的分布;	
	(2) F 值的算法	
第六节	作为杀菌对象的所有细菌种类和数量.....	(175)
	1. 作为对象的所有细菌种类.....	(176)
	2. 作为对象的所有细菌数.....	(181)
	3. 在罐头工厂中 作为杀菌对象的 所有耐 热性细菌数量的计算方法。.....	(182)
	(1) 以工厂污染细菌为对象的场合;	
	(2) 以败变原因为对象的场合	
第七节	计算罐头杀菌时间的综合性例题.....	(184)

附录

一、美国商业的无菌若干杀菌实例。…………(1)

1. 蔬菜食品罐头；(2)水产食品罐头。

二、封口温度、杀菌温度与罐头真空度的关系…………(11)

三、天气温度与真空度的关系…………(12)

四、美国和日本罐型系列表。…………(13)

1. 美国罐型系列表

2. 日本罐型系列表

第一章

罐头的杀菌

第一节

罐头的蒸气加压杀菌

罐头密封后，不杀菌处理，必然引起腐败，这是众所周知，没有话可讲的。密封良好，外界空气中的细菌不能侵入，密封后的杀菌操作，又完全、充分，那么就可以长期保存内容物。罐头杀菌的根本目的，在于杀死罐头内附着在食品上的所有细菌，铲除腐败根源。

关于罐头的杀菌方法，现在研究着的有：(1)从外部加热杀菌的加热杀菌法；(2)用电发热的电热杀菌法；(3)离子化放射杀菌的放射线杀菌法等等。但从经济效果来讲，现在主要用的罐头杀菌法，是蒸气加压、加热杀菌法。用蒸气加压、加热杀菌，不但能杀死附着在内容物上的微生物，而且煮熟内容物。含有骨头的鱼罐头，因加热而鱼骨软化。因此，罐头的适度加热杀菌，杀死附着在罐头内容物上的细菌的同时，损坏内容物的香味和色泽，但内容物嚼味良好，消化程度因加热而提高。

从罐头外部加热杀菌，除用加压蒸气外，现在在研究的，还有火焰，热风，热砂等作为加热媒体，以加热杀菌罐头。但这些方法，现在都还处在研究中，尚未用于生产实际。

不过，目前对罐头加热、加压蒸气杀菌用的杀菌釜，为了改善罐头内的导热性，已经作了很多改进。

第二节

使罐頭內容物變敗的細菌

罐頭內容物變敗的原因，現在已經知道的有兩個：1. 殺菌不完全，2. 密封性不良。

1. 殺菌不完全

密封完全的商品罐頭，不一定都是無菌狀態的，常常含有活着的細菌。這些活着的細菌，大多數是細菌芽胞，而不是細菌細胞（繁殖體）。根據眾多的胖听罐頭細菌學的研究證明，凡是胖听變敗罐頭，都有活着的細菌。例如cheney氏（1919）研究了肉類、水產、水果、蔬菜等725個罐頭，在這些罐頭中，分別含有20%，10%，8%和3%的細菌。Weinzirl氏（1919）研究了商品罐頭782個，其中23%含有細菌，都是細菌芽胞。主要屬於*Bac.mensentricus* (*Bac.subtilis*)。Huntr氏 & Thom氏（1919）研究了各種商品鮭魚罐頭530個，有44.7%，即237個含有細菌，其中224個罐頭含有的細菌屬於*Bac.mens-entricus* (*Bac.subtilis*)。引起腐敗的，只有13個。這些細菌，雖然殘存在罐頭內，但沒有適宜的發育條件，所以對內容物基本上沒有什麼影響。Fellers氏（1924）檢查了5,276個商品鮭魚罐頭，含菌罐頭占3.4%。Savage氏（1922）的研究結果，認為在殺菌完全的罐頭中，雖然不存在偏嫌氣性細菌，但存在好氣性芽胞形成細菌、好熱性細菌和球菌。

在大多數商品罐頭中，都存在着細菌，但不引起腐敗，其主要原因之一，就是這些細菌，大多數是好氣性細菌，因罐頭內沒有空氣，所以發育不起來。話雖這麼說，但要充分理解闡明它不引起腐敗的原因，是比較困難的。

罐頭內殘存的細菌，如果環境條件適宜，就會發育，就會

引起腐败。细菌引起罐内内容物腐败的原因，可以分为三类：
1、因产生气体而罐头膨胀；2、不产生气体，但产生酸，即所谓外观正常的平酸(Flat sous)罐；3、产生硫化氢(H_2S)因硫化氢腐蚀(Sulfide spoilage)的胖听罐，

(1)造成胖听罐的原因细菌。造成胖听罐的原因，一般都是由于细菌引起腐败而造成的，现介绍如下。

1)、好气性芽胞形成细菌。这些细菌，大多数是由于杀菌不完全而残留下来的。这些细菌芽胞的耐热性很强，出现得最多的是*Bac. mesentericus* (*Bac. subtilis*)。此外，也分离出了*Bac. cereus*。这些都属于好气性细菌，耐热性很强。

2)、嫌气性芽胞形成细菌。这些细菌芽胞的耐热性比较强，罐头杀菌加热残留的可能性很大。分离出来的细菌主要有：*Cl. sporogenes*, *Cl. putrificum* (即现在的*Cl. Lentoputrescens* Hartsell and Rettger), *Cl. butyricum* 和它的类似细菌。间有*Cl. welchii* (即现在的*Cl. perfringens* Type A, *welch*) 出现。产生胖听的原因，大多数是因为在这些嫌气性细菌和好气性细菌共同存在的情况下，使罐头变败。

在嫌气性细菌中，最重要的是*Cl. botulinum*。它不是腐败细菌，系食中毒细菌。并且芽胞的耐热性很强，发育时产生剧烈的毒素，加工罐头时，必须十分注意。最近。日本分离出来的同类型细菌“E型菌”，耐热性弱，加工罐头时。因加热杀菌而死灭。因此，对这种细菌来说，没有必要象对待*Cl. botulinum*那样担心事，严加注意。

3)、球菌 这种细菌，虽然常常被从商品罐头中分离出来，但罐头内存在这样耐热性比较弱的细菌的原因，迄今

尚未明瞭。出现得最多的是 *Micrococcus* 属细菌，与其他细菌共同存在于罐头内而使之成为胖听。

4)、不形成芽胞的杆菌 这些细菌，耐热性弱，它们从罐头内被发现的原因，如果说是杀菌不完全，倒不如说，是因为密封不完全，罐头制造后，从外部侵入的。一向被分离出来的有：*Zopficus*, *Alcaligines*, *Chromobacterium*, *Flavobacterium*, *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Proteus*, *Lactobacillus*等。

5)、好热性细菌 这些细菌，在高温下发育良好。芽胞耐热性强，罐头加热杀菌时，常常残存于罐头中。一般讲起来，这些细菌，虽然残存于罐头中，但在常温贮藏时，基本上没有胖听的危险。

(2)产生平酸(Flat sour)罐的原因

产生平酸罐的原因细菌，最重要的是嫌气好热性细菌。*DonK氏* (1920) 命名为 *Bac stearothermophilus*。*Cameron & 氏 Esty氏* (1926) 把它们分为偏好热性细菌和好热性细菌二大类。其中，前者为生产平酸罐的原因菌，是一种能够形成耐热性强的芽胞的细菌。

Wyont氏 & Tweed (1923) 的研究，认为产生平酸罐的细菌，是一种好气性形成芽胞细菌。这种细菌是在空气存在下发育的呢？还是因为好气、好热性细菌，长时间放置在比较高的温度下产生的？这个问题有待研究。不过，如果把嫌气、好热细菌说成是产生平酸罐的原因，倒不如说是产生胖听罐的原因较为确切一些。

谷川氏、元広氏 (1961) 研究了蟹肉罐头产生平酸罐的原因。认为不一定是罐内有细菌的影响，用不新鲜的原料，

在装罐前，肉中已生成了乳酸，酪酸等酸类，附着在原料上的细菌，虽因杀菌加热而死灭，但这些酸类，还是残存下来了，所以产生了平酸罐。

(3)产生硫化氢而引起腐败的细菌 引起罐头硫化氢腐败的细菌，系嫌气好热性细菌*Cl. nigrificans*。首次发现者，是Werkman氏Weaver氏(1927)。这种细菌能产生大量的硫化氢气体，不能分解糖类，略能分解蛋白质。

2、密封不完全

罐头密封不完全，水和空气从外部入侵的同时，细菌也随之而侵入。这些细菌在罐内发育，引起腐败，基本上是全部胖听。不属于平酸罐和硫化氢(H_2S)腐败罐。这些菌，主要是不形成芽胞的细菌，在罐头制造工程中，杀菌操作后，冷却时，与冷却用水同时侵入罐内，即罐头在杀菌加热中，因罐内的空气和内容物膨胀而产生内压力，所产生的内压力，因杀菌后的冷却而急剧下降，吸入冷却水，这时候，水中的细菌也同时被吸入。细菌在罐内发育、繁殖的同时，分解内容物，产生大量气体，使罐头膨胀。虽然密封不完全的罐头，罐内气体压力大，向外部放出，但实际上，经过一定时间后，密封不完全的地方，因内容物中的油脂类，蛋白质以及其他各种物质而被堵塞。气体在罐内蓄积，引起膨胀。细菌的侵入，与水同时侵入的比例，大于与空气同时侵入的比例，但不能说，与水、空气同时侵入，完全没有。

密封不完全的罐头的变败，大多数是由于非形成芽胞细菌所引起的。但一般来说，一个腐败的罐头内总是存在着多种细菌的。

第三节

罐头杀菌对象的好热性细菌

因空罐制造技术、实罐加工技术的发达和设备的改良,时至今日,罐头容器,已经可以达到密封完善的地步。因密封不完全而侵入的耐热性弱的细菌,也逐渐脱离了杀菌对象。与此相反,如果考虑罐头原料的收购,收获场地等细菌栖息地,细菌耐热性有所变化,倒不如考虑各种废弃物和因化学肥料这样的营养物质的蓄积,使细菌耐热性有某种程度的增加来得现实一些。但也必须考虑到过去对耐热性细菌作为杀菌对象考虑不够周到的事实。这一点,如上所述,可以应用设备、技术的改进,来研究罐头腐败的原因。现在商品罐头的情况因中温性细菌的败变,因耐热性细菌,特别是因为好热性细菌的败变,有所增加。例如研究了引起清汁海蛤蜊黑变的 *Cl. nigricans* 和引起胖听腐败的 *Cl. thermosaccharoliticum* 等好热性细菌,就可以知道它败变的原因,并对这个问题有所了解。

罐头食品因好热性细菌引起腐败,主要是因为细菌耐热性强而杀菌不足的缘故。这些罐头因贮藏温度不同,败变型式也不同。

常温败变型: 常温或37℃, 罐头保温检查。出现败变时,多数是因为原料污染了好热性细菌,并且杀菌不充分所致。杀菌后残存很多芽胞,或者杀菌极不充分,而杀菌后的冷却,却很充分、迅速。细菌在它的发育温度范围内,虽暂时被抑止,但却因此而促进了芽胞的发芽。为了防止这种败变,必须使原料、工程污染好热性细菌的可能性,达到最小限度,在不影响制品品质的前提下,尽可能做到杀菌十分完全。

另一方面，杀菌后的冷却，任何场合，都要做到使制品温度，迅速均一地冷却至 37°C 以下。

高温败变型： 常温或 37°C 保温检查，有的罐头没有败变， $45\sim 55^{\circ}\text{C}$ 保温检查，产生败变，其原因如下：原因菌是偏好热性细菌，杀菌后残存的芽胞数很少，或食品的营养环境，细菌不能很好发育，或 37°C 及其以下温度，细菌不能发育，它的发育适温，仅仅是某种高温，在这种情况下，因细菌的发育而引起败变。所以这种败变，只要在品质限度范围内，提高杀菌条件，就可以达到完全杀菌的目的。如果食品品质，已经到了最大限度，杀菌强度，也已经到了顶点，那就不允许增加热量，但为了防止败变，如上述，必须使原料，工程的污染可能性，达到最小的限度。并且杀菌后，充分冷却，贮藏和运输条件，维持正常状态，防败变于未然。

好热性细菌可以分为两大类：1) 偏嫌气性形成芽胞细菌；2) 一般嫌气性形成芽胞细菌，前者有黑变原因菌 *Clostridium nigrificans* 和膨胀原因菌 *Clostridium thermosaccharolyticum* 等。后者系平酸 (Flat sour) 菌。有 *Bacillus coagulans* 与 *Bacillus stearothermophilus* 等。其他因食品种类不同，尚有 *Bacillus licheniformis* 和2,3种 *Bacillus* 属耐高温的菌株。另一方面。不形成芽胞的细菌和对乳制品关系特别深的 *Lactobacillaceae* 属细菌。某种在高温下发育良好的细菌，也使食品败变。这些细菌，从耐热性观点来看，只能作为罐头败变的原因菌，不能归入耐热性细菌类。

又，从好热性细菌发育温度范围分类来看，自 37°C 至 60°C 或 70°C 和 80°C 高温下发育的偏耐热性细菌，要把在上述温度下发育良好，与在该温度以下，逐渐发育的普通耐热细菌分

开, *Bac. stearothermophilus*, *Cl. nigrificans*, *Cl. thermosaccharolyticum*, 属于前者。 *B. coagulans*, 属于后者。

好热性细菌芽胞的耐热性, 与中温性细菌比较, 一般要强一些。Bigelow, W.D. & Esty, J.R. (1920) 的研究, 某种好热性细菌, 100°C , *Cl. botulium* 芽胞, 5.5小时死灭。而它在PH6.1的玉米汁(Corn juice)中, 要21小时才死灭。在 115°C 前者32分就死灭了。后者的情况下能耐到80分钟的加热。

进一步用有代表性的中温性腐败细菌 *Cl. sporogenes* 芽胞做试验, 分别以 105°C , 130分和 110°C , 50分为基础进行耐热性比较, *Cl. thermosaccharolyticum* 的耐热性, 温度不变, 要160.分与70分。 *Cl. nigrificans*, 要150分与60分属于 *Bacillus* 类的平酸菌, 要150分与60分, 说明好热性细菌的耐热性, 强于中温性细菌。

第四节

关于细菌的耐热性

在罐头腐败原因中, 如上所述, 以杀菌不足, 细菌芽胞耐热性强, 居多。因此, 罐头的杀菌加热处理, 必须多考虑细菌芽胞的耐热性。

1、细菌因加热死灭的原因和芽胞持有耐热性的理由。

蜂须贺氏(1962)论述了这个问题。他过去研究了芽胞母细胞营养型与芽胞间物质的差异, 认为芽胞有特殊的抗原。意思就是说芽胞与营养细胞之间有蛋白质的差异。Heim氏(1938)谓蛋白质因种类不同, 变化条件亦不同。细胞色素氧化酶(Tytochromo oxidase) 53°C , 蛋白质分解酶(Tripsin) 66°C , 尿素酶(Urease) $70^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$, 变性。高淀粉