

罐藏食品 杀菌工艺学

陈肖柏 黄椿鑑 傅虬声

福建科学技术出版社

罐藏食品 杀菌工艺学

陈肖柏 黄椿鎰 傅虬声

福建科学技术出版社

(闽)新登字 03 号

图书在版编目 (CIP) 数据

罐藏食品杀菌工艺学/陈肖柏等著. —福州: 福建科学技术出版社, 1999. 11

ISBN 7-5335-1520-X

I. 罐… II. 陈… III. 罐头杀菌 IV. TS294

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 32604 号

福建科学技术出版社出版、发行

(福州市东水路 76 号)

各地新华书店经销

福建省科发电脑排版服务公司排版

福建地质印刷厂印刷

开本 850×1168 毫米 1/32 12.5 印张 2 插页 298 千字

1999 年 11 月第 1 版

1999 年 11 月第 1 次印刷

印数: 1—1 000

ISBN 7-5335-1520-X/TS · 125

定价: 18.50 元

书中如有印装质量问题, 可直接向承印厂调换

前 言

中国是一个发展中的国家，也是世界上人口最多的国家。全世界年产罐头四千多万吨，美国占了一半以上，我国仅占3%强。

我国幅员广阔，农、畜、渔产品十分丰富，给罐头生产提供了充裕的原料资源。因此，发展罐头工业，大有可为。

解放后，我国才有大规模的罐头产业，大、中型罐头厂不下百家，年产量已达120多万吨，对供应民用、军需和出口创汇均做出可喜的成绩。但在生产过程中不少厂家因罐头杀菌设备落后，加上操作人员往往未能正确掌握罐头杀菌的原理与工艺，因此，不是杀菌强度偏高，导致产品质量下降；就是杀菌强度不足或因原料污染发生大量胖罐败坏。譬如，广东某罐头厂青刀豆罐头曾经连续三年发生四千多吨平盖酸败，就是惨痛的例子。

罐头杀菌工序是罐头生产过程中最复杂的工序之一。“文革”期间本书第一作者陈肖柏曾在福州罐头厂主持中心试验室工作，身历其境，体会尤深，当时因目睹罐头杀菌设备陈旧、工艺落后，曾建议厂方从意大利引进了全国第一台果蔬汁饮料超高温瞬间杀菌装置，并与轻工部食品发酵研究所合作，首次在国内应用微机自控蘑菇罐头杀菌工艺获得成功并推广全国。该作者还翻译了日本罐头高压杀菌器系列结构图及操作法资料，并摘译英、美、加、日本及前苏联低酸性食品罐头杀菌条件等资料，编印成册，分送各厂，而且首先应用罐头冷却水自动加氯、蘑菇罐头高温短时杀菌工艺。鉴于罐头杀菌的复杂性与重要性，陈肖柏从1973年开始从英、美、加、日和前苏联等国所出版的罐头杀菌书刊摘译先进

的罐头杀菌设备与工艺资料，并着手撰写《罐藏食品杀菌工艺学》初稿八章。1978年陈肖柏从罐头厂调到福州大学，负责筹建轻工工业系，因工作繁忙，《罐藏食品杀菌工艺学》初稿还缺二章，无暇续写。直到1992年开始，邀请本系黄椿镒副教授和福建农业大学食品研究所傅虬声副研究员协助，按原书稿的结构，重新收集整理国内外新文献资料，并加以补充、修订，才完成本书全稿共十章。本书既吸收国内外罐头杀菌技术的精华，又结合作者几十年从事罐头生产与科研的经验，相信此书出版将对我国罐头业的生产、科研与教学领域会产生有益的效应。

本书由陈肖柏负责主编，第一至五章由陈肖柏撰写，第六、七章由傅虬声撰写，第八至十章由黄椿镒撰写。

本书稿蒙福建师范大学吴松刚教授、施巧琴教授，无锡轻工业大学高福成教授，厦门罐头厂陈举登总工程师和福建农业大学吴家法客座教授的审阅并提出宝贵意见，谨此致谢！

由于编著者学识水平所限，讹舛疏漏，恐所难免，出版之后，尚望海内外博雅指正！

编著者

1999年1月

目 录

第一章 绪论	(1)
第二章 罐头腐败的类型	(4)
第一节 杀菌前的腐败	(5)
第二节 装罐过量	(5)
第三节 排气不足	(6)
第四节 高压杀菌器操作错误	(6)
第五节 封口线泄漏	(7)
第六节 杀菌不足	(8)
第七节 冷却不充分	(10)
第八节 瘪罐	(11)
第九节 氢胀	(11)
第十节 生锈和损伤	(12)
第三章 引起罐藏食品腐败的主要微生物	(13)
第一节 罐藏食品按酸度的分类	(13)
第二节 低酸、中酸罐藏食品	(15)
第三节 酸性食品	(21)
第四章 微生物污染的来源及其控制	(26)
第一节 原辅材料的污染	(26)
第二节 车间与设备的污染	(30)
第三节 空罐的污染	(35)
第四节 冷却水的污染	(36)
第五节 罐头泄漏及腐败的控制	(38)

第五章 微生物的耐热性	(40)
第一节 微生物的耐热机制	(41)
第二节 微生物对湿热的抗性	(44)
第三节 微生物对干热的抗性	(48)
第六章 影响微生物耐热性的因素	(50)
第一节 加热前微生物所经历的培养条件	(50)
第二节 加热时的相关因素	(54)
第三节 加热后的条件	(73)
第四节 酶的耐热性	(76)
第五节 试验菌悬液的制备	(84)
第六节 微生物耐热性的测量	(87)
第七节 食品腐败菌耐热性的比较	(98)
第七章 加热处理对食品成分的影响	(100)
第一节 加热处理对碳水化合物的影响	(100)
第二节 加热处理对蛋白质的影响	(114)
第三节 加热处理对脂类的影响	(118)
第四节 加热处理对维生素的影响	(128)
第五节 加热处理对色素的影响	(142)
第八章 罐头在热杀菌中的传热	(155)
第一节 罐藏食品的传热方式	(156)
第二节 影响罐藏食品传热的因素	(161)
第三节 热杀菌时罐头中温度的变化	(173)
第四节 罐藏食品传热的测定	(179)
第五节 罐藏食品的传热曲线	(185)
第九章 罐头加热杀菌条件的制定	(191)
第一节 加热杀菌时间的计算	(192)
第二节 杀菌工艺条件	(269)

第十章	罐藏食品加热杀菌的方法和装置	(285)
第一节	金属罐头静止高压杀菌.....	(287)
第二节	玻璃罐头静止高压杀菌.....	(322)
第三节	软罐头静止高压杀菌.....	(330)
第四节	常压杀菌.....	(348)
第五节	其他杀菌法.....	(351)
第六节	特种杀菌装置.....	(359)

第一章 绪 论

自从 1804 年法国 Nicolar Appert 发明食品罐藏法以来,至今已有 190 多年的历史。但是,罐头工业的兴起却是在本世纪初叶第一次世界大战以后的事。近半世纪以来,由于罐头工业的突飞猛进,罐藏食品已成为世界各国消费者日常食品中不可缺少的一部分。因此,罐藏食品的营养卫生问题,渐为各国政府卫生当局所关注。

1973 年初,由于美国蘑菇罐头中发现肉毒毒素事件,使美国“食品药物管理局”深感对低酸性食品罐头工厂有加强管理的必要,并于 1973 年 2 月 24 日颁布《用密封容器包装的低酸性食品的热杀菌》,详细规定有关低酸性食品罐头安全的事项,通知各罐头厂必须严格遵守。为此,美国罐头协会邀请多名专家编印一本与罐藏食品安全有关的名为《罐藏食品热力杀菌控制、酸化和容器封口评定》参考书,作为杀菌操作管理人员训练的基本教材,并供从事罐藏食品技术人员研读。

70 年代初,我国南方少数罐头厂曾发生青刀豆、什锦蔬菜和豆芽菜罐头平盖酸败,造成大量产品出口不合格,损失不少外汇收入。因此,罐头杀菌问题引起了外贸、商检部门及有关罐头厂的重视。

罐藏食品杀菌的目的是杀死食品中所污染的致病菌和腐败菌,并破坏食物中的酶使罐藏食品能贮藏二年以上而不变质。但是,热杀菌时必须注意尽可能保存食品品质和营养价值,最好还能做到有利于改善食品品质。

罐头杀菌与医药卫生、微生物学研究方面的“灭菌”的概念有一定的区别。它并不要求达到“无菌”水平，不过不允许有致病菌和腐败菌存在。罐内允许残留微生物或芽孢，只是它们在罐内特殊环境中，在一定的保存期内，不致引起食品腐败变质。

罐头杀菌常用“高温杀菌”和“巴氏杀菌”表示。高温杀菌指的是在 100°C 以上加热介质中的高温杀菌。不论用蒸汽或热水作为加热介质，高压蒸汽常是获得高温杀菌的必要条件，故又称“高压杀菌”。“巴氏杀菌”是指在 100°C 以下的加热介质中杀菌，加热介质常用热水。“巴氏杀菌”最早用于牛奶消毒，以杀死致病菌为主，后来又常用于酸性食品（如糖水、水果、果酱、果冻、果汁等罐藏食品）的杀菌。它虽未能将芽孢菌杀死，但罐内酸性的环境却能抑制其生长。随着罐头工业生产和科学技术的发展，近年来杀菌技术也有所提高。

为了保证生产的罐藏食品达到安全卫生要求，首先要了解罐头腐败的类型，即研究引起罐头腐败的种种原因，如罐藏物在杀菌前的轻度腐败变质、罐头封口线泄漏、杀菌不足、冷却不充分，等等；其次要研究引起罐藏食品腐败的主要微生物的种类、特征及其对罐藏食品安全卫生的影响。

在了解罐藏食品腐败微生物的基础上，进而研究各种主要微生物污染的来源及其控制，从原辅材料开始到车间、设备、空罐及冷却水等方面的污染及其防止措施。在罐头生产过程尽量做到少污染腐败菌及致病菌，以减轻罐头的杀菌强度，既要达到罐藏食品的安全卫生，又可最大程度地保持罐藏食品最佳的色香味形，并保留最多的营养成分。

要达到有效的杀菌目的，必须进一步研究微生物的死亡原因及死亡规律。同时要研究微生物的耐热机制以及影响微生物耐热机制的因素。此外，还要研究罐藏食品中有关酶的耐热机制。在

杀死罐藏食品中有害微生物和抑制酶活性的同时，在罐头杀菌过程还要考虑能最大程度地保存罐藏食品的品质。因此，必须研究罐头热杀菌对罐藏食品中碳水化合物、蛋白质、脂类、维生素及色素物质等的影响。

在罐头杀菌过程还要注意罐头的传热方式和影响罐藏食品传热的因素以及罐头中温度的变化并考虑理论分析的数学描述与经验计算。在罐头热杀菌效率计算方面，随着电子计算机应用的日益普遍，罐头热杀菌也采用了计算机算法，使用了专门编制的计算机程序，直接或间接进行热杀菌效率的计算。此外，还要了解罐藏食品传热的测定方法与传热曲线，以便选定罐头杀菌条件。最后要研究罐头热杀菌的装置及加热杀菌的正确操作方法。

罐头的杀菌是罐头加工过程最重要也是最复杂的工序之一，它对罐藏食品的品质与安全卫生关系十分密切。

总而言之，罐头杀菌工艺是一项复杂的系统工程，它包括了微生物学、营养卫生学、传热学、计算机的应用和近代罐头热杀菌的种种复杂的设备与装置。

随着现代科学技术的突飞猛进，罐头杀菌技术同样也有重大的变革。如罐头工业发达国家对罐头杀菌已采用连续回转式高压杀菌装置、火焰杀菌装置、预热杀菌和无菌装罐装置以及罐头杀菌全过程采用微机自动控制，达到了能够正确地执行杀菌过程，最佳地满足罐头杀菌工艺要求。

第二章 罐頭腐敗的類型

罐藏食品腐敗的分類是根據任何原因下食品經受有害的變化或者罐頭容器的條件提供這種潛在的有害變化的情況而定。腐敗可由種種原因而引起，包括微生物的活動，罐藏物與容器之間的化學反應，罐藏技術不完善，粗魯的操作和惡劣的貯藏條件。腐敗的罐頭可呈現十分正常的外觀或者呈現明顯畸形（如不同程度的變形），在某種情況下，例如高壓殺菌器操作不完善而生產的罐藏物可能是十分完好的。

正常的罐頭由於罐內有充分的真空度所以兩端是輕微凹入或是平坦的。罐頭由於微生物活動或化學反應產生氣體引起正壓使罐頭兩端鼓脹則稱為“膨脹”。如果罐頭兩端的膨脹被大拇指的壓力壓入並不能彈回到正常位置，這稱為“軟脹”。“輕度胖聽”是指罐頭一端凸出但用力壓入可使其回到正常位置，但是罐的對端則凸出。“最輕度胖聽”是指罐的兩端外觀正常，當罐頭受硬物敲擊時罐端輕輕彈出，當罐端受到極輕壓力時則回到正常位置。注意，所有膨罐都相繼地通過“最輕度胖聽”和“輕度胖聽”階段，它們都是由微生物活動或由罐內壁的腐蝕發出氫氣而產生罐頭內壓所致。貯藏幾個月後產生氫脹是不正常的。由微生物生長產生氣體通常在裝罐後 15 日內是明顯的。罐頭的缺陷也可由其他原因而引起，例如高壓殺菌器操作有錯誤，裝罐不正確或排氣不正確或空罐材料不適當等。

引起罐頭缺陷或腐敗的原因有：

(1) 微生物型原因：殺菌不足；冷卻不及時或不充分；罐縫

泄漏的感染；杀菌前的腐败。

(2) 化学型原因：罐内壁腐蚀产生氢气膨胀或穿孔。

(3) 物理型原因：杀菌器操作错误；排气不足；装罐过量；罐内真空度过高；采用不适当罐材。

(4) 生锈、损伤等。

第一节 杀菌前的腐败

这种腐败是罐藏技术错误引起的。预处理过程细菌在食品中繁殖的程度 Gunderson 等 (1947) 曾有过报道。他们发现，去骨鸡肉剁碎后 145 分钟，细菌总数增加到 520 倍，大肠菌数增加 1600 倍。尤其是在温暖季节，如果在装罐与热杀菌之间过分耽搁就会引起细菌大量繁殖。在热杀菌之前的滞后期由细菌繁殖产生的气体会引起罐头胀罐或轻胀。McCLung 等 (1936) 曾经描述罐藏肉杀菌前腐败的典型情况，其腐败菌是威氏梭状芽孢杆菌，它们在预煮肉上存活。温暖的肉上细菌迅速生长和繁殖会产生足够的气体使罐头胀罐，但罐头热杀菌后分离不出活菌，可是，经显微镜检查可找出许多菌体。

第二节 装罐过量

装罐过量的罐头加热杀菌时由于罐藏物的膨胀而变形，这种无真空度的罐头会产生轻胀，在严重情况下罐两端会鼓起。但高效加热排气未必会发生装罐过量，因为，一些过量罐藏物引起膨胀后会从罐头中溢出。真空封罐、机封罐或冷装的制品（如肉酱、肉卷等），必须小心调节装罐量。

第三节 排气不足

加热杀菌时，罐头排气不足，罐内气体膨胀，会产生过大罐内压力，使罐头在杀菌后产生轻度膨罐甚至于大变形。其变形程度取决于罐内空气残留量、罐藏物的空气含量以及顶隙的大小。但是，即使大变形罐头，罐头杀菌与冷却后所产生的内压一般不会很高。中度排气不足会使罐内产生低真空，加热杀菌时罐头外观上不会引起严重变形，但若把这种罐头运到炎热地区或海拔高的地区，由于温度增高或气压降低，则会引起罐头两端突出。据Jarvis (1943) 观察，海拔升高 300 米，罐内真空度约降低 25 毫米汞柱。

由于氧气起着去极化剂作用而促进了罐内壁腐蚀，因此，必须保证正确的排气技术和装罐量，以便减少罐内顶隙的氧气量。许多研究指出，贮藏温度过高会对罐头产生种种害处。

排气不足的罐头内顶隙的气体通常大部分是空气，而蔬菜和某些肉类罐头加热杀菌时会产生二氧化碳，故须较大的顶隙。正常的情况下，罐头在加热杀菌后罐头顶隙所含的气体大部分是氮气，罐内氧气的含量一般都低于 2%。

第四节 高压杀菌器操作错误

罐头在热杀菌结束时因蒸汽压力降低太快，使罐头内产生高压从而产生较大应力；冷却后罐头变形，外观呈胀罐状态。这种变形罐内无正压力，罐头两端用力压迫或多或少可压平。这种变形罐易产生泄漏的腐败。因此，要较慢地降低高压杀菌锅中蒸汽压力，最好能采用加压冷却。另外，用过薄镀锡薄钢板制罐也会

引起罐頭變形，因為這種罐當加熱殺菌時無法抵抗罐內產生的壓力。

第五節 封口線泄漏

由罐頭封口線泄漏引起的腐敗比其他原因引起的腐敗損失更大。罐藏物由於殺菌後罐的泄漏感染微生物中含有許多種類的微生物，如球菌、無芽孢桿菌與芽孢桿菌，酵母則很少發現，當空罐有嚴重損傷時才會發現霉菌。微生物污染的主要來源是冷卻水，除非冷卻水採用加氯或用其他方法消毒。

從空氣污染的微生物對泄漏腐敗來說不那么重要的，用空氣冷卻的罐頭比用冷水冷卻的罐頭腐敗的比例都低。Bryan 等（1932）發現，上述兩種冷卻方法罐頭的腐敗比例為 10 : 1。Bean 等（1969）指出，從氯化的罐頭冷卻水中分離出一些桿細菌可能是引起罐藏奶製品腐敗的細菌。

罐頭殺菌後感染會引起脹罐，原先的泄漏被罐藏物堵塞住或者損傷的封口線常具有閥門的作用。腐敗類型取決於微生物性質。如果微生物不產氣，則罐頭外觀表現正常；如果罐頭封口線損傷嚴重，氣體可自由通過，也不會出現脹罐。罐藏食品的性質也可能產氣，如金黃色葡萄球菌常常在罐藏青豌豆中產氣，但用干豌豆浸水後裝罐則不產氣。

泄漏的罐頭常出現一種以上的微生物，有時也可能污染單獨一種產芽孢細菌，如曾用氯化水冷卻的罐內只殘留耐熱芽孢菌。高壓殺菌後罐內能生存的球菌或無芽孢桿菌一般是殺菌後泄漏所引起，因為這些細菌不能在高壓殺菌過程生存下來。

泄漏引起的罐藏物細菌可用顯微鏡檢查。而腐敗罐頭用顯微鏡檢驗是無意義的，但可用培養方法以確定所觀察到的微生物。

从固体罐藏物中心取样接种可能是无菌的。因此，检查泄漏引起的腐败要从制品表面取样培养。

作泄漏检查时，固体培养基比液体培养基能更好地评价微生物污染程度，排除制备培养基所引起的污染。在固体培养基上发现众多球菌或非芽孢杆菌菌落几乎可确信它们是来源于样品。

有时罐头泄漏遇到找不出罐藏物污染的细菌，这可能是封口线的缺陷孔眼太小细菌不能通过，但罐内真空度会慢慢降到与大气平衡。它受到许多因素的影响，如起始真空度，封口胶的厚度与种类，罐头封口线的标准以及使用的热处理型式等。曾有一个记录：番茄汁热杀菌前把番茄汁加热到 $95^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 装罐并立即密封和冷却，罐内真空度下降，但罐的封口线正常，不合格的原因是起始真空度太高，加上封口胶涂过薄。如果罐头从冷的仓库搬到温暖的仓库或由于海拔高度差异，则会引起罐头两端出现轻度胀罐。分析罐头顶空气体是很有用的。在这种情况下通常可能在总气体中找出百分几的氧气，而正常气密的罐头中找不到氧气或仅存在极少氧气。涂料罐内壁金属吸收残余氧气被涂料膜防护而速度变慢，但素铁罐在几天内罐内残余氧气即被吸收。

第六节 杀菌不足

杀菌不足的罐头，其残存微生物活动会产生气体，使罐头膨胀；或使罐藏物变酸或产生其他变化。若微生物生长而不产气，则罐头外观正常，开罐后才能察觉到腐败。

经杀菌的罐头因微生物的活动引起腐败，则称为杀菌不足。杀菌必须充分，才能保证产品耐贮性。

低酸性或中酸性制品通常是由产芽孢菌引起的。酸性制品是不用高压杀菌的，可能找到酵母、霉菌、耐酸芽孢菌或无芽孢菌，

不耐酸芽孢菌也可能出现，但这些细菌是不重要的，因为它们一般是不能在酸性环境中生长的。

鉴定对象菌，必须对该菌的生化活性有正确的评价，其活性在罐藏食品和实验室培养基上是不相同的。例如，由杆菌属引起碎火腿腐败，大米布丁罐头的胀罐受到类似乳链球菌以及罐藏青豆与甜玉米的产气受金黄葡萄球菌一个菌株所引起。初期完全鉴定是不需要的，但最少应确定属于那一类菌是必不可少的。研究所有原料，追踪菌种来源，并尽可能消灭它。青豆、芦笋、炼乳等，作为罐头原料可能大量感染平酸菌或其它类型细菌芽孢，故使用前必须检查。

酸性食品如罐藏水果的腐败可能由于纯黄丝衣霉或有关霉菌的生长而引起，同时产生水果组织崩解通常不产气。

Cameron 强调，车间设备的污染与嗜热平酸型细菌芽孢有关系，是最重要的独一无二的因素。车间里加热的混和槽、混和机、贮槽等，嗜热菌会增殖并对物料不断地接种。由这种污染发生的腐败，在最初几小时所装的罐头不受影响，因为在这期间污染量未达到显著水平。

车间清洗不充分，过了一夜就会发生耐热性细菌增殖，这也是腐败的一个因素。

由厌氧菌引起的腐败，通常是从原料来的。

错误杀菌操作或高压杀菌器设计低劣可能对间歇暴发腐败有密切关系，譬如，杀菌过程杀菌器内有水或气袋，加热不足使食品只煮到半熟。在杀菌器中缺乏均匀的热分布会降低罐头的致死效应。固体颗粒结块也会导致传热不足。将脱水蔬菜直接加入罐藏食品中也会产生罐头杀菌不足。

高压杀菌器完全排净空气很重要。Somers (1946) 在试验报告中曾经强调，即使高压杀菌器的温度与压力相一致，在放气不