

CHAOGAOWENSHAJUN

乳品超高温杀 菌和无菌包装



[美] 徐守渊 著
轻工业出版社

乳品超高温杀菌 和无菌包装

〔美〕徐守渊 著

轻工业出版社

内 容 提 要

本书主要介绍世界各国迅速发展起来的乳品超高温杀菌工艺和无菌包装机。全书除了对超高温杀菌概念、标准、原理作了深入浅出的一般性叙述之外，还以一定篇幅介绍了这种方法生产的乳品，特别是在没有冷冻情况下可以保鲜六个月之久的市售牛乳品质，包括化学变化和物理变化的风味特色。而且重点叙述了近年来研制的各种超高温杀菌工艺和无菌包装机的流程、运行、技术参数、结构和特点。

本书可供乳品厂工程技术人员和管理人员阅读，也可作为大专院校有关专业师生的参考书。

乳品超高温杀菌和无菌包装

〔美〕徐守渊 著

*

轻工业出版社出版

（北京阜成路3号）

外文印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

850×1168毫米1/32 印张： $9\frac{20}{32}$ 字数：239千字

1986年2月 第一版第一次印刷

印数：1—4,000 定价：3.80元

统一书号：15042·1895

出版者的话

本书作者徐守渊先生系著名美籍中国学者，美国约翰拿食品公司总化学师。作者早年就读于国立浙江大学农学院农化系，赴美后长期从事乳品生产的科技工作，潜心研究超高温杀菌和无菌包装，积累了丰富的专业理论知识和实际经验。还在牛乳超高温杀菌工艺刚刚问世不久，徐先生就为这一新工艺在世界上的传播不辞辛劳地工作，积五年之日日夜夜，终于在1969年撰写出了世界上第一部《乳品超高温杀菌和无菌包装》专著(英文版)，赢得交口称誉，被列为食品和乳品工艺手册之一。

从那时以来，十五年过去了。书中的预言已经实现，乳品的超高温杀菌和无菌包装工艺设备早已风靡世界各国。作者虽然离开诞生的土地四十多年，但始终怀着一颗赤子眷恋祖国之心，盼望报效祖国的机会。为了有助于祖国乳品工业的发展。徐先生特意将此书介绍给祖国的同胞。这本书是在原英文版的基础上，补充了原著发表时未公开的部分资料、图片。同时，作者还将近十几年来国际上新技术的发展情况，作了归纳、补充。经过作译者的共同努力，中文版《乳品超高温杀菌和无菌包装》一书终于能和读者见面，这也是徐守渊先生的夙愿。

本书反映了当今世界上乳品生产新的科技成就，适于乳品、食品加工和包装专业的科技人员阅读，也可用作工艺和设备的设计、制造、管理人员以及有关专业师生的实用参考书。

前 言

何谓超高温杀菌？它又是如何影响世界乳品工业的？本书将从理论和实践两方面对乳品的超高温杀菌和无菌包装进行完整的论述。全书介绍了遍布世界的不同类型超高温装置和无菌包装机的结构和性能，对一般的工艺数据、生产能力、外型尺寸、水电能源消耗和世界各地所使用的设备也都举例加以充分的说明。

自1960年以来，牛乳及乳制品的超高温杀菌工艺的开发和应用在欧洲和美国方兴未艾，以致于一个革命性变革已经在我们今天乳品业的各个方面发生了。此乃因为牛乳和别的许多食品，经过超高温杀菌和无菌包装，可以不用冷冻，长期保鲜。进入七十年代中期，全世界受到几次能源危机的冲击，波及各国食品工业生产和设计领域，致使老的工艺设备的改造，新的工艺设备的设计，都要把节能问题放在第一位。食品和乳品工业原来用铁罐头或玻璃罐头的，都慢慢地采用了超高温杀菌和无菌软包装（纸盒类）。究其原因，就因为玻璃和铁的生产，罐头的加热和冷却以及运输等等都要多耗能源，不如纸盒便捷、轻巧和省能。目前，世界各地用超高温杀菌和无菌包装方法生产的软包装乳品和食品真可谓琳琅满目，美不胜收。

如今，鲜牛乳无须冷藏的理想已经实现，其对于人类社会的影响如何呢？第一，打破了多年的地域限制和鲜乳只能销售附近城镇的传统，鲜牛乳可以远送世界上任何一地方。本人在七十年代初期，曾预测十年后鲜乳和其他食品可远涉重洋销售。果然，今天香港的“维他奶”豆乳，台湾的鲜蔗汁，新加坡的鲜木瓜汁，菲律宾的鲜芒果汁和日本的“水豆腐”都横渡太平洋和茶叶、酱油一样，不要冷藏远销欧美市场。市民可在杂货店的同一货架上看到“维他奶”和“可口可乐”。这要在十年前，一般人是难以置

信的，而今是有目共睹的事实了。

第二，今后鲜乳能运送到没有牛乳工业的地区，或生活水平落后的国家，以提高这些地区或国家人民的健康水平。世界上若干地区如非洲、亚洲、南美洲的许多国家既无鲜乳，也无冰箱，婴幼儿的健康状况差，死亡率高。如借此种杀菌包装技术，将鲜乳运去，或能改变当地婴儿的健康水平。

其实，超高温杀菌工艺原理和包装机械设计也并不是十分复杂困难的。战前的日本，几乎没有牛乳工业，战后在美国援助下，急起直追，大力发展，如今已成为亚洲最大的牛乳生产国，每年输出大量乳制品。这主要是他们技术上一旦看准，决不犹豫，且有通盘的决策。目前日本95%以上的鲜乳是部分采用或全部采用超高温杀菌和无菌包装的。他们在发展过程中，第一步进口少量设备和材料，第二步向有关外国公司购买专利，或进行所谓“合作”，但必须全部在日本制造。然后，慢慢地推销到东南亚以及世界各国，到头来垄断了该工艺的亚洲市场，乃至全世界的市场。这就是日本人的“一惯作风”。

西欧各国起步虽早，但普及程度却不如日本。以联邦德国和瑞典为最普遍，鲜乳生产用这些新工艺约占70%，其他国家如法国约60%，意大利和英国为50%以上。数字表明，这种省能和方便的鲜乳即使在今日欧洲，家用冰箱开始普及，也仍是大受欢迎的。

回头看中国，数千年来婴儿的成长靠的是伟大母亲的乳汁。但由于常常不能解决最基本的“吃饭问题”，因此母体营养不足，所以婴儿出生后，往往在短时间内母亲的乳汁就干枯了，造成婴儿身体衰弱、死亡普遍，“东亚病夫”之称缘此而起。目前，中国已解决了亿万人口的“吃饭问题”，更有许多牛乳加工厂设立。可惜只限于大中城市，一般民间还不能普及。如果能采用牛乳超高温杀菌和无菌包装工艺技术，发展大西北草原畜牧和奶牛饲养业，那么鲜乳可普及到城镇村落，甚至边远地区也能深受其惠，国民

健康定能大大增强。在控制中国人口增长的同时，一定要解决好已出生人口的身体素质。希望在四化建设的全面规划中，能注意这一要点。不过政策决定之后，也要注意中国特殊的经济条件。中国人口逾十亿，如果普及软包装食品，而包装用纸盒材料却要从国外进口的话，那就不但是中国目前的经济水平所不允许，也不符合实现四化的原则——消费品生产必须尽量“自力更生”。在发展牛乳超高温杀菌和无菌包装机方面，可参考本书所介绍的内容，有选择地仿制。暂时无条件仿制的，择其符合国内居民消费特点和生产条件的先进工艺，或引进技术，或引进装置，最后达到用“国产材料”“国内制造”的水平。这样我们就有可能在重要的消费品——乳品的生产上逐渐自给自足，还可以用价廉物美的产品销售海外，“以出养进”，在实现乳品生产现代化的建设过程中推进整个四化事业的全面发展。

本书英文版在“太空登月”和“原子奔川”的七十年代初期出版，转眼已十余载。在日新月异的科技水平看来，似嫌有些陈旧，当年使用的设备也有已淘汰的。但就这一工艺的基本原理来说，却并未变更。新研制的，或更有效的超高温杀菌和无菌包装方面的设备，尤以后者，品种益多，性能也更臻完善。总之，随着时间的向前推进，新东西将是层出不穷的。趁此中文版出版之际，作者、编译者和出版社研究的结果，拟在中文版内补充新的内容，把超高温杀菌和无菌包装技术的最新成就反映出来独辟一章。另外把英文版原书的章节作适当调整，这就成了现在的最新版本。这样做比起把原书全部推倒、重新编排要省时省力得多，并且也可明了当年和今日设备的异同，前后对照更有意义。

原书承蒙张晋衡、胡熊飞和许平聪等友人提供帮助，译成中文。其间全部译稿均经本人审阅，增订材料中的部分图片承旅美学者周光熙先生协助拍摄，最后由张晋衡根据出版要求和国内行业术语进行补充和校订。作者谨向各位友人和轻工业出版社表达衷心的感谢。

作者出国多年，平常已很少用中文著述。如有不妥和错误之处，欢迎读者指正。

拙作最后能以祖国的文字出版，此乃作者晚年第一快事。作者期待书中所列的内容对国内乳品和食品业的同行有所裨益，作者期待祖国乳品和食品工业快快发展。

徐守渊

于美国新泽西州

1984年1月

目 录

第一章 超高温杀菌的定义和原理	(1)
第一节 引言.....	(1)
第二节 定义和标准.....	(3)
第三节 理论基础——微生物热杀伤的基本 概念.....	(5)
第四节 研制超高温杀菌的基本原理.....	(12)
第五节 超高温杀菌时间和温度的意义.....	(15)
第二章 乳制品的超高温杀菌方法	(19)
第一节 引言.....	(19)
第二节 直接加热法.....	(21)
一、喷射式——蒸汽喷入牛乳中.....	(21)
(一) 真空瞬时加热杀菌装置 (VTIS)	(21)
(二) 直接蒸汽喷射杀菌装置 (Uperization)	(38)
(三) 大气-真空喷射装置 (Aro-Vac Injection system)	(56)
二、注入式——牛乳注入蒸汽中.....	(57)
(一) 拉吉奥尔装置 (Laguilharre).....	(57)
(二) 热真空装置 (Thermovac system).....	(59)
(三) 帕拉莱斯特尔装置 (Palaristor system)	(61)
(四) 过热装置 (Ultratherm system)	(67)
第三节 间接加热法.....	(74)
一、片式热交换器.....	(74)
(一) 超自动控制装置 (Ultramatic)	(74)
(二) 两用装置 (Dual Purpose System)	(79)
(三) 超高温自动无菌装置 (Auto-Aseptic UHT	

system)	(82)
(四) 组件式装置 (The Module Style)	(83)
(五) 无菌片式装置 (Steriplak)	(85)
(六) 阿尔博恩装置 (Ahlborn)	(96)
二、 环形管式加热器	(99)
(一) 无菌处理装置 (Sterideal system)	(99)
(二) 小型无菌处理装置 (Mini-Sterideal)	(106)
(三) CP型“CTA”杀菌装置 (CP Model“CTA” Sterile system)	(114)
(四) 环形管超高温装置 (Spiratherm system)	(117)
(五) 匀热装置 (Unitherm system)	(117)
三、 刮面式加热器	(117)
第三章 无菌包装	(123)
第一节 引言	(123)
第二节 纸容器无菌包装机	(123)
(一) 无菌菱形袋包装机 (Aseptic Tetra Pak)	(123)
(二) 无菌砖形盒包装机 (Tetra Brik Aseptic)	(129)
(三) NLL型纯包机 (Pure-Pak Model NLL)	(141)
第三节 其他容器无菌包装机	(150)
(一) 安德逊成型密封机 (Anderson Formseal)	(150)
(二) 多尔无菌装罐系统 (Dole Aseptic Canning system)	(153)
(三) 多尔无菌玻璃瓶包装机 (Dole Aseptic Glass Filler)	(159)
(四) 吉姆-尼特无菌装瓶机 (Gem-Nird Aseptic Bottling Machine)	(163)

(五) 各种塑料容器无菌包装机	(166)
第四章 超高温处理无菌包装乳品的质量	(168)
第一节 细菌学分析	(168)
第二节 超高温杀菌牛乳的化学变化和物理变化	(170)
第三节 超高温杀菌牛乳和乳制品的品质	(174)
第五章 回顾和展望	(176)
第一节 超高温杀菌和无菌包装的完善	(176)
第二节 社会需求	(177)
第三节 未来展望	(178)
第六章 超高温杀菌工艺和无菌包装机械的最新	
发展	(179)
第一节 引言	(179)
第二节 新型超高温杀菌装置	(180)
(一) 无菌高温装置 (Steritherm system)	(180)
(二) 自由降落薄膜超高温杀菌装置 (Free-falling-	
film UHT system)	(191)
第三节 无菌包装机械的开发和改进	(195)
(一) 无菌两用盒包装机 (PKL Combibloc Aseptic	
Packing system)	(195)
(二) 无菌液装机 (Liqui-Pak system)	(203)
(三) 无菌砖形盒包装机 (Tetra Brik Aseptic)	
.....	(210)
第四节 超高温杀菌和无菌包装机械生产软包装	
饮料实例	(229)
附录	(249)
附录 1	(249)
附录 2	(254)
附录 3	(257)
附录 4	(258)

附录 5	(276)
附录 6	(279)
附录 7	(284)
附录 8	(290)
附录 9	(291)
附录 10	(291)
索引	(292)

第一章 超高温杀菌的定义和原理

第一节 引言

报纸大字标题赫然在目——“英国人生产没有酸味的牛乳，……产品声称其经过热处理之后至少可保鲜六个月”。“历时六个月的牛乳，味美如初，已在英国试验成功”。以上新闻分别登载在1966年2月22日的《纽约时报》和1966年2月23日的《华尔街日报》上。

据《纽约时报》报道：“……英国一家最大的乳品公司在推销保证六个月甚至更长时间内不会发酸的牛乳，……”而按照《华尔街日报》的说法“……乳品业无法估量的潜力已经涌现”。伦敦快速牛奶公司董事长W. E. D. 比尔宣告，“今天可以把鲜牛乳送到世界任何一个地区……”。

话又说回来，在美国，事实上早在四十年代就由阿伏塞特 (Avoset) 公司生产并销售瓶装的和五十年代由真鲜 (Real Fresh) 公司生产销售罐装的这类“鲜味隽永的牛乳”。数百万磅这种牛乳产品已经由威斯康星、马里兰、纽约等州的几家合作团体生产出来运送到国外，特别是送到越南。

迄今为止，世界各地已经开发了多达十数种能够生产类似的鲜味长久的牛乳不同类型的杀菌设备。而所有这些设备都运用一种叫作“超高温”（简称UHT）杀菌的主要工艺。

最近几年，超高温牛乳的生产方法已传遍欧洲，尤其是气候炎热的地区。毫无疑问，牛乳的超高温杀菌法被认为是高温短时间 (HTST) 巴氏杀菌法推广以来牛乳加工技术的重大革命，标志着一个新纪元的真正开始。

然而，在美国鲜乳远送便捷，加上美国“家家都有冰箱”的

原因，似乎减退了人们对于这种常鲜牛乳需求的热情。但据若干“观察家”称，十年左右，超高温杀菌工艺将成为美国每个乳品厂中日常操作的组成部分。

当某家公司开始经销超高温杀菌并灌装在无菌容器内，可与巴氏灭菌产品相媲美的牛乳及其制品时，其他公司必定会受到压力加以仿效。因此，我们不得不发出警告，在不久的将来乳品工业将面临着一场冲击。

如果超高温杀菌的牛乳及其制品象巴氏杀菌的牛乳产品一样鲜美，销售却是装在专用无菌容器中几个月内不必冷冻的话，那么，乳品工业界的传统就会发生下列戏剧性的变化。

生产——五天工作周就是第一桩可以实现的事情。

厂址——牛乳加工厂的厂址将有从市中心搬到牛乳生产中心的趋势。

劳动——因为超高温设备的操作是高度自动化的，劳动力可以显著地减少。

贮存——原冷藏库或许仍在，但冷冻机可能因生产超高温牛乳的关系而用不着了。

零售——家庭送货车只有在某些展览会上才能欣赏到。

批发——给超级市场大批送货可能变为每周一次或半月一次。市民能在商店的同一货架上看到牛乳和“可乐”。

分布——对运输来说将不受长途限制。纽约可以品尝到加利福尼亚的鲜牛乳滋味，好莱坞影星或许更乐于品尝“新英格兰”^①奶油的风味。

市场——不久后可能对丹麦鲜牛乳输入美国加以限制。

退货——每天退货为数极少，只因盛器破损而已。

化验——不必作为例行公事，一直化验牛乳的大肠杆菌。在有人特地要求化验时，技术人员或许只好去翻阅老手册，去找化

① 新英格兰 (New England) ——为美国东北数州的统称。

验方法来化验了。

检查——检查员可能只要写一次年度报告。

顾客——家庭主妇可以一次采购几十夸脱^①牛乳或其他制品,并把它们放在地窖里。母亲可能会对嚷嚷着要“再冰点牛乳”的孩子说:“亲爱的!拿几瓶放在冰箱里吧!”^②

究竟要多久,这样的情形才会变为现实呢?这完全取决于超高温处理和无菌包装的结合与实施的完美程度,当然也取决于超高温牛乳的成本高低。但应该说,这样的一天为时已不太远了。

第二节 定义和标准

杀菌

杀菌一般是指完全消灭微生物及其孢子的一道工序。

绝对无菌

绝对无菌是指完全不存在任何形式的活生物、活孢子。

商业无菌

经过商业无菌处理之后的产品和媒介物可能仍然含有可存活的孢子甚至微生物,但是它们不会再发生微生物转变,使产品发生微生物个体的繁衍而腐败。罐头食品制造业及管理机构长期以来已承认那些保持“商业无菌”的食品。

超高温和超高温杀菌

无论是国际上还是美国都还没有任何官方的牛乳超高温和超高温杀菌的定义和标准。目前,用于这种遍布全世界的超高温工

① 夸脱——美制液量单位,换算关系参看附录,其余美制单位换算也请看附录。

② 此处牛乳放在冰箱中不是为了延长保存期,而是为了降温。大批超高温牛乳放在地窖里不够“凉”,孩子要“冰”的。

艺的牛乳杀菌，且在本书加以叙述的温度标准是135~150℃，时间标准是2~8秒。习惯上，这种工艺设备制造厂都叫作超高温或高温短时间杀菌。

假如72℃和15秒是牛乳高温短时间巴氏杀菌的最低标准的话，从术语学角度我们应该把流行术语超高温或高温短时间杀菌改为超高温极短时间杀菌（UHTVST），或至少改作为超高温短时间（UHTST）杀菌。不然的话，就会与高温短时间巴氏杀菌相混淆。不过术语“超高温”已经在遍布世界各地的食品和乳品工业中广泛应用，所以超高温指的是超高温短时间仍是不言而喻的。

超高温巴氏杀菌

1968年美国公共卫生署确认了牛乳及其制品的超高温巴氏杀菌的时间-温度标准。该标准与1965年的甲级牛乳巴氏杀菌条例中所列的工艺标准具有同等效率，是对这一标准的补充。这些标准只限于片式热交换器的间接加热法，而时间和温度的关系则规定如下：时间1，0.5，0.1，0.05和0.01秒；温度88，90，94，96，100℃^[1]。此外，在甲级牛乳巴氏杀菌条例中所用的“高温短时间杀菌”的各种测定方法也可适用于“超高温”杀菌法，只不过测定经保温管所需时间以及控制纪录器和转向阀系统的响应速度时，要加以变动。

灭菌牛乳

再说，还没有国际上承认的灭菌牛乳的定义。不管怎样，根据瑞典食品条例，灭菌牛乳起码要经加热处理，使产品没有活的微生物，然后才可装在密封容器销售。^[2]经过普通装罐以及超高温杀菌两种处理的牛乳，只要满足“无活的微生物”和“用密封容器销售”这两条就叫作灭菌牛乳。

超高温牛乳

1966年英国政府把超高温牛乳定义为热处理温度不低于132℃，保温时间不少于1秒钟的牛乳。^[3]

然而，无论是在国际上还是在美国都还没有任何官方超高温牛乳的定义和标准。当然更不要说，本书所叙述的任何一种工艺所处理的牛乳或制品叫超高温短时间，还是叫超高温牛乳或牛乳制品好。

大多数超高温产品据说既无活生物，也无活孢子。但某些超高温产品可能仍有不会再繁衍的活孢子。因此，超高温产品也可以叫作商业无菌产品，但毫无疑问的是，这类产品肯定有着比巴氏杀菌产品长得多的货架寿命。超高温产品的货架寿命即使不用冷冻也可长达数周到数月。用于牛乳超高温处理的温度-时间标准大体上为 $135\sim 150^{\circ}\text{C}$ 和 $2\sim 8$ 秒。

长命牛乳

如上所述，不管超高温牛乳制品有无存活孢子，而产品都有长得多的货架寿命，因此，乳品工业的人们给这类产品起了一个雅号叫“长命牛乳”。

超高温杀菌法

为了使巴氏杀菌牛乳和超高温杀菌牛乳能够区别开来，作者建议使用一个新术语——超高温杀菌(Ultrahization)。该术语指一种工艺，用这种工艺在温度和时间标准分别为 $135\sim 150^{\circ}\text{C}$ 和 $2\sim 8$ 秒情况下，用使人满意的设备对牛乳或制品进行处理。处理之后的牛乳及其制品就叫作“超高温杀菌”牛乳或乳制品，简称超高温牛乳或乳制品。

第三节 理论基础——微生物热杀伤的基本概念

微生物的死亡级数

实验发现，湿热引起的无性繁殖细菌的细胞与孢子死亡级数呈对数关系，并且死亡速率是恒定的。如果用湿热法对给定数目