



全国“星火计划”丛书

徐志成 编著
许遵礼
原子能出版社

辐射保藏食品漫话

(农林业应用核技术系列书之八)

全国“星火计划”丛书

辐射保藏食品漫话

(农林业应用核技术系列书之八)

徐志成 许道礼 编著

原子能出版社

内 容 简 介

本书介绍了食品保藏简单历史，辐射保藏食品的方法原理及工艺学，辐射食品的卫生安全性和辐射保藏技术的发展前景。

本书读者对象为从事核技术应用的科技人员、生产人员；具有初中文化程度的广大农民均可阅读。

全国“星火计划”丛书

辐射保藏食品漫话

(农林业应用核技术系列书之八)

徐志成 许道礼 编著

责任编辑 石庆元

原子能出版社出版

(北京2108信箱)

北京昌平兴华印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行·新华书店经售

☆

开本787×1092 1/32 ·印张3.25 ·字数70千字

1991年12月北京第一版·1991年12月北京第一次印刷

印数1—900

ISBN7-5022-0535-7

TL·296 定价：2.10元

序

经党中央、国务院批准实施的“星火计划”，其目的是把科学技术引向农村，以振兴农村经济，促进农村经济结构的改革，意义深远。

实施“星火计划”的目标之一是，在农村知识青年中培训一批技术骨干和乡镇企业骨干，使之掌握一、二门先进的适用技术或基本的乡镇企业管理知识。为此，极需出版《“星火计划”丛书》，以保证教学质量。

中国出版工作者协会科技出版工作委员会主动提出愿意组织全国各科技出版社共同协作出版《“星火计划”丛书》，为“星火计划”服务。据此，国家科委决定委托中国出版工作者协会科技出版工作委员会组织出版《全国“星火计划”丛书》，并要求出版物科学性、针对性强，覆盖面广，理论联系实际，文字通俗易懂。

愿《全国“星火计划”丛书》的出版能促进科技的“星火”在广大农村逐渐形成“燎原”之势。同时，我们也希望广大读者对本《全国“星火计划”丛书》的不足之处乃至缺点、错误提出批评和建议，以便不断改进提高。

《全国“星火计划”丛书》编委会

1987年4月28日

编者的话

自1896年发现天然放射性以来，经过世界各国科学工作者的努力，相继发现了不少新的放射性元素；并且实现了人工核反应，制造出人工放射性同位素。随着中子、质子和正电子的发现，加深了人们对原子核的认识，从而促成加速器的诞生。从本世纪30年代起，科学工作者研制成各种类型的加速器，为放射性同位素的生产提供了有力工具。

1942年世界上第一座反应堆建成了，它标志着人类进入了原子能时代。核反应堆提供了一种强大的中子源，为中子的研究和应用创造了条件；同时也为放射性同位素的大量生产提供了源泉。现在，放射性同位素、放射源、放射性标记化合物、放射性药物和同位素仪表等的研究和应用，已逐步走上商品化的道路，成为国民经济中一个重要组成部分。

目前，核技术和射线已广泛地应用在农林业生物科学的各个领域，大大促进了农林业生物科学的发展，对农林业现代化建设起着重要作用。

编写出版这套农林业应用核技术系列书的目的是，普及核农学基本知识，宣传和推广核技术在农林业各方面的应用，介绍农用核技术的新方法和新成就。本系列书共九种，分别涉及到辐射育种、农产品畜产品水产品的辐射保鲜和贮藏、昆虫辐射不育防治害虫、生物的辐射刺激增产、同位素

示踪技术等內容，基本反映了我國農用核技術的現狀。愿這套系列書能為核技術在農林業生物科學中的推廣應用，作出有益的貢獻。

本系列書由徐冠仁教授審閱，特表謝意。

編者

1987.10.

目 录

第一章 食品保藏史话	(1)
第一节 举世瞩目的食品保藏问题	(1)
1. 人口和粮食问题	(1)
2. 惊人的损耗	(3)
第二节 从杨贵妃吃鲜荔枝的故事说起	(4)
1. 杜牧一首诗引出的故事	(4)
2. 荔枝如何保鲜	(4)
第三节 “凌人”和冷藏食品	(6)
1. 现代冷藏技术的普遍性	(6)
2. 古代的“凌人”	(6)
3. 冷藏食品的工业化	(8)
第四节 罐头食品和巴斯德灭菌法	(9)
1. 巴斯德教授的发现	(9)
2. 细菌从何而来?	(10)
3. 罐头食品的发明	(11)
第五节 化学保藏剂的兴起和衰落	(13)
第六节 辐照食品和无菌食品	(14)
1. 发生在阿波罗飞船上的一幕	(14)
2. 免疫病人的福音	(15)
3. 辐照食品的发展史	(16)
第二章 食品辐射保藏法	(19)
第一节 辐射保藏与辐照食品	(19)
1. 辐射保藏与辐照食品	(19)
2. 辐照食品的剂量问题	(19)
第二节 辐射保藏设施	(21)

1. 辐射源	(21)
2. 辐照工厂、辐照装置和流动辐照车	(26)
3. 辐射保藏工业化中提出的新问题	(30)
第三节 辐射保藏的原理及其应用	(32)
1. 抑制成熟与发芽	(34)
2. 杀虫	(35)
3. 巴斯德杀菌	(35)
4. 彻底灭菌	(36)
5. 改进食品的品质	(37)
6. 国际上的发展动向	(38)
第三章 食品辐射保藏工艺学	(43)
第一节 食品辐射保藏的工艺流程	(43)
1. 工艺流程图	(43)
2. 抓哪几个环节	(44)
第二节 辐照加工工艺学	(46)
1. 辐照剂量和剂量率	(46)
2. 辐照时气氛的影响	(48)
3. 辐照时温度的影响	(49)
4. 添加剂的应用	(49)
第三节 辐照食品的前、后处理	(50)
1. 包装是关键	(50)
2. 辐照食品的前处理和后处理	(51)
3. 辐照食品的贮存	(52)
4. 辐射保藏是个综合性措施	(53)
第四章 辐照食品的卫生安全性	(56)
第一节 辐照食品可以吃吗?	(56)
1. 人们担心的问题	(56)
2. 科学家和我们在一起	(57)
第二节 食品辐照不会产生新的放射性	(58)

1. 我们周围存在着放射性	(58)
2. 食品辐照不会产生新的放射性	(58)
第三节 辐照食品的营养问题	(61)
1. 辐射在食品中引起的变化	(61)
2. 辐照前后食品中主要营养成分的变化	(64)
3. 辐照处理后营养成分的利用率	(69)
4. 辐射分解产物	(70)
第四节 辐照食品的毒理学研究	(72)
1. 大量的动物毒理试验	(72)
2. 印度学者引起的一场争论	(74)
第五节 该下结论了	(77)
1. 社会对食品辐照提出要求	(77)
2. 国际专家组织的结论	(79)
第五章 辐射保藏技术前景灿烂	(82)
第一节 辐射保藏技术的优越性	(82)
1. 辐射处理穿透力强	(82)
2. 适用性广	(82)
3. 辐射处理是一种冷加工技术	(83)
4. 节省能量	(83)
5. 无化学残毒	(84)
第二节 辐射保藏的经济效益与社会效益	(84)
1. 辐射保藏的经济效益估算	(84)
2. 应用单位的经济效益估算	(85)
3. 社会效益显著	(87)
第三节 辐射保藏技术的发展	(91)
1. 研究和开发	(91)
2. 有待解决的问题	(93)
3. 一个新兴的工业部门	(94)

第一章 食品保藏史话

第一节 举世瞩目的食品保藏问题

1. 人口和粮食问题

目前，世界各国都不同程度地面临着能源、环境、人口和粮食四大问题。对不同的国家来说，面临的主要问题也有所不同，例如，对西方工业发达国家来说，人口问题并不突出，但是由于其生活消费水平高，能源的严重短缺则是主要问题；而对发展中国家来说，人口的急剧增长以及由此造成的粮食的严重不足则是主要矛盾了。

据有关国际组织统计，现在全世界对粮食的需求量平均每年要增加3000万吨。尽管人们千方百计地增加粮食产量，但依然供不应求。从本世纪中叶以来，粮食增产只及人口增长比率的五分之一。人口增长的速率大约是每年增加7000万人。由于人口爆炸性地增长，吃饭问题变得日益尖锐。特别是非洲、亚洲不少地区和国家的人民还处在饥荒之中。

上面只是从“吃饱”这个角度来分析，假使从营养角度来分析，那末，问题也许更为严重。据统计，目前全世界还有80%的人处于营养不良之中；有一半以上的人不能吃到足够的肉类、鱼类和奶类等高蛋白食物。发展中国家5岁前的儿童中有25~30%因极度缺乏蛋白质而体弱多病，甚至死亡。

人口和粮食问题，始终是人们密切关注的严重问题。据联合国粮食组织统计分析后推论，发展中国家的人口，1975

年约29亿人，到本世纪末人口将激增到46亿人，而对粮食的需求量又是如何呢？假如把1977年各自对粮食的需求量作为基数（100%），那末到2000年时，发达国家的粮食需求大约是1977年的95%左右；苏联和东欧国家对粮食的需求量将增加到203%；估计中国大约需要210%；而那些人口急剧增加的发展中国家则可能要比1977年增加三倍以上。（见图1）

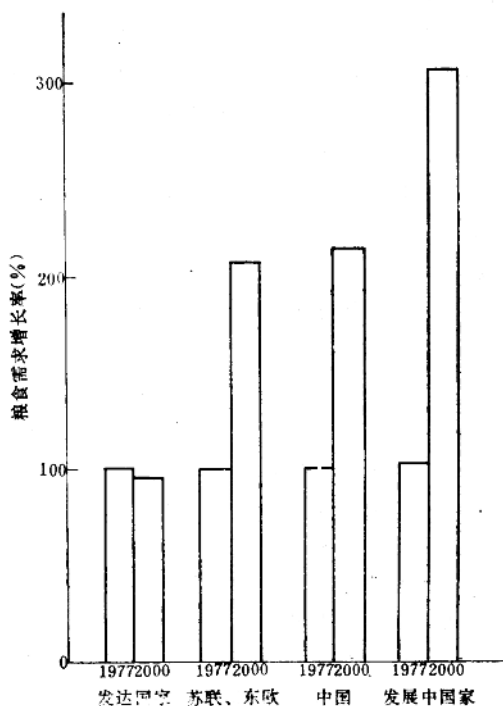


图1 粮食需求的增長

2. 惊人的损耗

粮食的需求量越来越大，而粮食的增产受到多种因素的制约（耕地面积与单位面积产量等），不可能迅速地增加。近年来世界范围内可耕地面积正在不断地减少，土壤的盐碱化和沙漠化的趋势正在扩大，每年有两千万公顷（3亿亩）农田被沙漠吞浸；发展工业和城市又侵占了大量的农田，使耕地面积不断下降，因此，粮食问题将更为严重。但是，我们应该看到，一方面是粮食的短缺与紧张，另一方面已经收获的粮食和各种食品的利用率却相当低。有许多食品在到达消费者手中之前，已经因霉烂、虫蛀、变质而损失掉了。联合国粮农组织的统计资料表明，在温带地区粮食等食品因霉烂、虫蛀的损失率高达四分之一到三分之一；而热带地区粮食的损失率则可能高达二分之一左右。

食品的损耗不仅使供应受到影响，而且造成的经济损失极为严重。以上海地区为例，每年蔬菜类食品的烂耗损失上千万元。在1979~1981年三年间，产地调运到达上海后的水果在储藏和销售过程中烂耗损失28000余吨，价值1200万元左右。而另一方面则是市场供应上出现“旺季烂、淡季断、多时愁、少时急”的局面，给商业部门和消费者带来很大的困难。因此，如何做好食品的贮藏保鲜，尽可能减少粮食和食品的损耗，其重要性决不亚于粮食增产技术的研究。自古以来，人们就采用种种方式来贮藏保鲜各类食品，千方百计减少霉烂、虫蛀的损失，这已有几千年的历史了。早在原始时代，人类已学会用烤制来延长肉类的保存期，以后是采用腌腊等制法延长保存期。人们从生活实践中掌握了各种食品保藏方法，延长了各类食品的贮藏期。随着人类历史的进展，人们在同自然界的生存竞争中不断发展和丰富着食品保藏技

术，故可以说是渊源流长的。

第二节 从杨贵妃吃鲜荔枝 的故事说起

1. 杜牧一首诗引出的故事

在距今1200多年的中唐盛世，在我国北方通往古都长安的一条官塘大道上，有一团灰黄色的尘埃伴着阵阵鸾铃声从南面滚滚而来，那是一匹汗水淋漓的黄骠马。尽管战马已经奔跑得筋疲力尽，但骑手仍然用马鞭抽打，催促战马加快速度往前赶路。那骑手背负黄色大布包，满面灰尘，汗流浹背。一看就知道是一个官差，正在赶办一件皇家的急事：唐明皇的宠妃杨贵妃要吃鲜荔枝，皇帝就差遣人马、接力狂奔，从岭南限期运回鲜荔枝，满足他们的奢侈生活。为此，唐代大诗人杜牧曾写了一首有名的诗来讥讽这件劳民伤财的荒唐事：

长安四望绣成堆，
山顶千门次第开。
一骑红尘妃子笑，
无人知是荔枝来。

我们讲这个故事当然不是为了讲历史，无非是借这个题目作引子来谈谈食品的保鲜问题。

2. 荔枝如何保鲜

荔枝，人们称赞它说：“壳如红缃，膜如紫绡，肉如白肪，甘如醴酪。”自古称为果中之珍。同时，荔枝又是一种十分娇贵的水果，不耐贮藏。所以白居易在《荔枝图序》中说：果子若离本枝则“一日而色变，二日而香变，三日而味

变，四五日外色香味尽去矣。”那么，从广东到长安有千里之遥，即使是八百里快递传送，也要五六天才能到京城，贵妃娘娘岂不是吃不上鲜荔枝了吗？但是，古代劳动人民却从生活的实践中总结出了一套好的保鲜办法来；预先从竹林中砍下一节粗大的楠竹筒，一头竹节密封着不动，另一头竹节上凿开一个小孔，刚好能够把荔枝塞入。这样把刚采摘下来的鲜红荔枝一颗颗塞在竹筒内，塞满后用竹箨和泥把这个小孔封死。那么，依靠竹筒的生气滋养，即使多存放几天，色香味依然俱佳。那个官差背的就是几节大竹筒装的荔枝。杨贵妃正是依靠这种保鲜办法才吃上岭南的鲜荔枝。

这种保鲜办法按照科学的道理来分析，就叫做密封自发气调保鲜法。因为水果、蔬菜在采摘下来以后都还是个活动的生物体，仍然会进行呼吸，在各种生物酶的作用下还有新陈代谢。在竹筒密封的情况下，荔枝果实呼出的 CO_2 浓度逐渐增高，而容器中的氧气浓度却逐步降低，这样就抑制了果实的继续呼吸，减缓了它的后熟过程，从而保证了荔枝的新鲜度。而楠竹筒除了密封作用外还有一定的保持水分和气氛的作用，更有利于荔枝的保鲜。可以说这还是相当有科学道理的呢！这也证明了古代劳动人民的聪明才智。而今天我们采用辐照保鲜的办法，鲜荔枝可以在炎夏高温下保存12天不变色，假使结合 $2\text{ }^\circ\text{C}$ 的冷藏则可以保存90天以上。这样就可以方便地用火车运往各地了。

由此可见，食品保鲜是个大问题，自古以来人们就为了获得和保存那些滋味鲜美、营养丰富的食品而不断地进行探索和实践了。时至今日，蔬菜、水果这些新鲜食品如何保鲜仍然是一个正在不断探索研究的难题。尽管人们尝试过种种方法，可是往往都有一定的局限性，所以食品保鲜问题现仍

在不断地进行探索。

第三节 “凌人”和冷藏食品

1. 现代冷藏技术的普遍性

现在，人们都知道在夏天引起食品腐败的主要原因是由于微生物污染，细菌在食物中生长繁殖起来，从而导致食品的腐败。从生活实践中，人们也知道冬天低温下食物是不大容易腐败的，因为低温抑制细菌的繁殖，可以延长食物的贮存期。因此，人们从生活实践中总结出，要防止食品腐败，就要人为地创造一个寒冷的低温环境，来保存这类细菌容易滋生繁殖的鱼、肉、虾、禽类食品。特别是在工业逐步发达，人民生活水平不断提高的今天，家用电冰箱也逐步在普及。家庭中可以十分方便地将新鲜的鱼虾存在冰箱中，在一段时间内不会变坏，随时可以取出烹调食用。从国家来讲，建造了许多大型的冷库，以贮存鱼、肉、禽、蛋和各类食品。现在冷藏库、冷冻库的规模越来越大，有的一个冷库就可以贮存上万吨的食品。除了固定式冷库以外，为了把这些食品从产地运到各地销售，例如从舟山渔场把水产品运到东北或华北地区，那就必须要有铁路的冷藏车或冷藏船之类的运输工具。

2. 古代的“凌人”

冰箱、冷库、冷藏车、冷藏船之类的设备和设施尽管不是我们最先制造出来的，但这种用冷藏技术来保存食品的方法最早还是我们祖先发明的。后来才传播到欧洲去，这也可以说是我们在古代的一种“技术输出”吧！早在2000多年前周朝时期成书的《礼记》和《诗经》上就有文字记载。好在文字

不长，就把它摘引下来吧：

“凌人掌冰。正岁十二月，令斩冰，三其凌。春始治鉴。凡外内饗之膳羞鉴焉，凡汤浆之，洒醴亦如之。”

（《礼记》“天官·凌人”篇）

“二之日凿冰冲之，三之日纳于凌阴。”

（《诗经》“幽风·七月”篇）

这就是说，早在2000多年前帝王的宫庭中就专门设置了“凌人”这个官职。凌人是专门掌管宫庭用的冰和冰窖（“凌阴”）的，他的职责是在寒冬腊月的时候，顶着凛冽的寒风督促奴隶们从河塘湖泊中把天然冰块挖出来，然后贮藏在冰窖中，以供宫庭不时之需。这种冰窖大多是用秫秸盖成的一个大三角窝棚。先在地下挖成大坑，把冰存放在这个大坑中，上面用厚厚的秫秸或麦秸搭成一个屋架，用来阻挡太阳光的辐射热以及阻止空气对流。从而长期保持冰窖中的低温。到现在为止，有的地方还有这种冰窖，因为这种冰窖十分节省能量。

凌人负责管理这种冰窖，等到宫庭祭祀或其他需要时，他们就以冰盘（“冰鉴”）形式向宫庭提供冰镇食物。宫庭中那些珍馐美饌也就是用这种办法得以保存。古代宫庭中有一种冷饮叫做“冰酪”，它是用奶酪、冰和糖调制而成的，也就是现代冰淇淋的“鼻祖”。元朝时（距今约600多年），意大利人马可·波罗通过丝绸之路来到中国，王室用冰酪招待他。他吃了以后赞尝不绝，特向宫庭要了这个秘方。回到欧洲后，在意大利的威尼斯城传播了这种冷饮食品，后来几经改进就成了今天的冷饮佳品——冰淇淋。

用冷藏船来保存食品，防止了食品从产地到消费地运输途中的腐烂，这在我国也早已在实践中加以应用了。例如长江

口鲜嫩的鲥鱼是鱼中珍品，封建统治者要吃这种鱼，怎么办呢？从江南到京城，路遥3000余里，当时的交通工具大多是马车和船运，按照这种速度运到京师鱼就臭烂了。劳动人民在实践中创造出用冰冷藏运输的办法，使五、六月份出产的新鲜鲥鱼能千里迢迢运到京都仍然保持鳞亮体白，蒸煮以后依然是肥嫩沃口。明代的几个诗人就曾在食鱼之后写下了这样的诗篇：

“六月鲥鱼带雪寒，三千里路到长安。”

（于慎行）

“五月鲥鱼已至燕，荔枝芦柑未应先。

赐鲜遍及中官第，荐熟强开寝庙筵。

百日风尘驰驿路，炎天冰雪护江船。

银鳞细骨堪怜汝，玉筋金盘敢望传。”

（何景明）

正是采用了“带雪寒”和“冰雪护江船”的冷藏运输办法，才把美味运到了京城。而西欧国家直到19世纪初才出现冷藏船呢！

3. 冷藏食品的工业化

目前，国际上发达国家都大量采用冷藏技术。一些蔬菜、水果和鱼肉之类从产地一收获就进入冷库，途中则用冷藏车（船）运输，超级市场出售时用冷藏货架，家庭则有冰箱，这样就构成了一条完整的“冷链”。当然这样可以解决一部分食品的保藏问题。可是，这样相应也就带来了新的能源问题。因为冷藏的耗电量是相当大的，保藏的成本必然相应提高很多。更何况冷藏还有解决不了的问题，冷藏降温只是暂时抑制了细菌的繁殖，并没有彻底杀灭它，一旦离开冷藏条件它会急剧地增殖起来，特别对肉类和家禽中的沙门氏菌污