

食品储存加工新技术运用——

让柑橘“全身都是宝”

单 杨



开卷知新

习近平总书记指出：“要延长农产品产业链，发展农产品加工、保鲜储藏、运输销售等，形成一定规模，把农产品增值收益留在农村、留给农民。”近年来，我国农业科技工作者扎根种植、生产、加工一线，围绕农产品绿色贮藏加工，研发出一批新技术新手段，用科技力量帮助人们吃得更好、用得更好，推动农产品加工业和食品产业高质量发展。

一颗柑橘，既能鲜食，也能榨果汁、做罐头，还能提取类黄酮、香精油、果胶等功能成分，皮渣还可做成环保材料，可谓“全身都是宝”。像柑橘一样，人们熟知的不少果蔬，除了直接食用，还有其他多种用途。要想保证吃到的水果足够新鲜，保证从表皮到果核都能物尽其用，就要借助食品储存加工技术。

突破先进贮藏技术，保证新鲜口感和加工品质

我国是世界果蔬第一生产大国。2022年果蔬总产量达11.13亿吨。这么多水果蔬菜，贮藏起来是个难题。果蔬应季集中上市，会出现周期性、周期性、结构性短缺与过剩问题，由此造成的采后腐烂率高达20%—30%。同时，消费者对果蔬农产品品质的期待越来越高。“水果要及时吃，否则容易坏。”这一固有印象反映了贮藏技术不够发达的短板。我们通过研创物理保鲜技术、研制绿色保鲜剂等，构建起“产地预冷+热激处理+臭氧熏蒸+智能分级+低温贮藏”的技术集成模式，使鲜果贮藏期普遍延长约两个月。

在这一技术集成模式中，每个环节都面向贮藏“痛点”，解决实际问题。很多高温季节收获的水果，自身温度达到30摄氏度以上，果实呼吸作用旺盛，容易变质腐烂，需要尽快降温。产地预冷技术可在几十分钟内，将果实携带的田间热带走，降至适宜贮藏的温度，保障果实口感风味，提高贮藏性能。又如臭氧熏蒸技术，利用臭氧杀灭细菌（真菌）和病毒，又可氧化果蔬释放出的乙烯，从而延缓果蔬衰老。此外，臭氧熏蒸还能降解果蔬表面的有机磷等农药残留，清除贮藏库内的异味，保持最终食用或加工

的果蔬品质。

工业化贮藏保鲜及速冻技术，可以解决果蔬季节性供需矛盾。柑橘收获的季节性特点，使其无法周年供应。每年11月左右集中上市，一般到了来年6月、7月，加工厂就会面临原料缺乏的难题。为此，我们研发了工业化贮藏保鲜及速冻技术。与速冻水饺不同，果蔬速冻调控技术难度更高，需要在30分钟或更短时间内，将新鲜原料的中心温度降至冻结点以下，使原料中80%以上水分尽快冻结成冰。这项技术的难点在于，要精准控制冰晶颗粒大小，以防速冻后冰晶把细胞膜胀破，导致整个柑橘“趴”下去。目前，我们已攻克这一难关，速冻果蔬细胞内外的水分同时形成晶核，晶体小、数量多、分布均匀，不挤压果蔬细胞膜、细胞壁，组织结构破坏少，解冻后还可以复原。

应用这一技术，企业建起工业化速冻线，柑橘原料实现周年供应，不少加工企业由此取得长足发展。

创新技术体系，实现绿色加工

“柑橘罐头”是很多人难忘的童年记忆，酸甜松软的口感令人愉悦。水果加工并不像看起来那么简单，可以说是一门科技含量很高的“大学问”。为解决高温加工带来的品质下降、水耗高等问题，促进柑橘加工行业发展，我们研发了绿色节能加工技术。现在，生产1吨柑橘罐头的耗水量从60—80吨降至20—30吨，节水一半以上。应用先进加工技术，我国柑橘罐头占国际市场高达80%的份额。柑橘加工里的大学问，主要包括酶法脱囊衣技术、热杀菌技术、全果榨汁（浆）技术。

酶法脱囊衣技术解决了去除囊衣、留下完整果肉的难题。该技术先对柑橘进行选果和清洗，热烫去皮除脉络，然后将带囊衣橘瓣放入酶解液中进行酶解，进而去除囊衣。这项技术以全自动方式剥去橘子囊衣，得到干净完整的橘子瓣，为加工打好基础。相较于传统的酸碱法脱囊衣工艺，酶法脱囊衣生产效率高、产品质量稳定、安全性高、不污染环境。运用该技术，企业建立起集远程网络、在线检测和智能控制技术于一体的生产线，实现不同柑橘原料的同线、同标、同质生产。

热杀菌技术虽已广泛应用于不同类型

果蔬食品加工，但它的使用会不同程度破坏果蔬品质。怎样既杀菌又保持品质？通过研究柑橘产品中嗜冷、嗜温、嗜热三类微生物生长发育规律，我们决定用低温动态回旋连续杀菌取代高温静态杀菌，把杀菌温度从100摄氏度降到83摄氏度。应用低温杀菌技术制造的柑橘罐头，保留了柑橘原有的营养价值。为了让技术成果更好落地，服务企业生产，我们将低温杀菌技术整合在生产线上，创新出2—3公里长的柑橘加工生产线。柑橘加工从以前的劳动密集型生产，转变为标准化、清洁化、连续化的流水线生产，产品质量和生产效率都得到提高。

柑橘全果榨汁（浆）技术，则让果汁等产品更有营养、原汁原味。这一技术类似于“榨果汁”，采用物理方法粉碎微化柑橘果肉果皮等组织，获得果汁（浆）类产品。柑橘全果果汁（浆）作为制备果汁、果酱、果粉等的中间加工品，可最大程度保留完整营养，有效实现柑橘百分之百利用，无皮渣废弃物。我们建立起“低温超微化+酶法破壁+高压均质+真空脱氧”果汁饮品加工技术体系，对保证产品质量安全，促进柑橘加工产业发展具有重要意义。比如酶法破壁就可以降低全果汁的颗粒粒径，提高果肉中活性物质的溶出率，提高果汁抗氧化能力。

重视深加工技术运用，构建高效综合利用模式

我国柑橘产品资源丰富，每年产生柑橘副产物约1000万吨，深加工和高值化利用潜力巨大。柑橘含有大量果胶、类黄酮和香精油等功能活性物质，借助深加工技术提取功能成分，可以广泛应用于保健品、化妆品和日化产品中。将这些副产物综合利用起来，可以更好服务人们生活。

从柑橘中提取类黄酮，价值空间很大。类黄酮有阻止氧化损伤、延缓衰老、降低心血管疾病患病风险等作用。全球保健品排名前20的品类中，有12类是类黄酮产品。通过系统研究，我们从柑橘类黄酮中分离鉴定出5种高抗氧化活性类黄酮，开辟出生物合成柑橘类黄酮的技术路径。相关技术应用在实际生产后，推动我国类黄酮占据全球市场主要份额。以往被当做废品的落果，如

果用来提取类黄酮，每亩可帮农民增收1000多元。

柑橘果皮副产物也是香精油的重要来源。香精油存在于外果皮油囊、花和叶中，其中，外果皮的精油含量最为丰富。作为一种天然食品添加剂，香精油可以用于食品工业，也可以用于化妆品、芳香清洁剂等生产，全球每年柑橘香精油需求量达到2万吨左右。我们开发出“组合式提取、超临界分离纯化、微胶囊缓释”技术，实现香精油高效制备与稳定化调控。国产香精油正逐步替代进口，使进口产品价格下降了一半，有效提升了我国相关产品的国际竞争力。

提取、利用完成后，剩下的橘皮废渣怎么办？针对柑橘全利用最后一步，我们引入定向重组成型技术，将柑橘皮渣加工成不同用途的可降解农用包装材料，如育苗钵、抛秧盘以及蛋托、果托等，应用场景丰富。

展望未来，我们将继续坚持面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康，推动食品储存加工技术新发展，在粮油、畜禽、果蔬等农产品储存加工领域取得更多原创性成果，赋能健康生活，助力乡村振兴。

（作者为中国工程院院士、湖南省农业科学院学术委员会主任）

上图为用来提取类黄酮的柑橘加工生产线。湖南省农业科学院供图 制图：沈亦伶

推荐读物

- 《现代柑橘工业》：单杨等编著；化学工业出版社出版。
- 《果蔬加工学》：廖小军、吴继红主编；中国农业出版社出版。
- 《食品加工机械与装备（第二版）》：刘东红、崔建云主编；中国轻工业出版社出版。

这是一次致敬英雄的写作。中华民族不缺少英雄，我们需要更多更精彩地书写这些英雄，让他们的故事广为传颂，砥砺我们的奋斗之志。

对于报告文学作家来说，有机会书写那些仰望星空的奋斗者，是一件令人憧憬的事情。《仰望星空：共和国功勋孙家栋》正是这样的一次写作。

2020年1月6日，北京迎来新年第一场大雪，我冒雪前往中国运载火箭技术研究院，开始了第一轮采访。在研究院办公楼门厅里，我第一次见到科学巨匠钱学森的塑像。他目光炯炯、神情坚毅，仿佛带领着中国航天人向太空挺进——一种使命感油然而生。

中国运载火箭技术研究院被誉为“中国火箭的摇篮”，行走其间，我仿佛穿越时间隧道，走进中国航天事业初创时期，被那段激情燃烧的岁月深深震动。如同后来在采访孙家栋院士时他告诉我的那样：上世纪五六十年代，就我们国家的工业基础和科研储备而言，并不具备搞“两弹一星”的基本条件。正是因为党和国家下了铁的决心，钱学森等一批科学家赤胆忠心、殚精竭虑地奋斗，第一代航天人兢兢业业、攻坚克难，才有了导弹升空、卫星上天。

爱国是一个人人立德之源、立功之本，这一点在中国航天人身上得到充分体现。为了建设新中国，钱学森和“航天四老”任新民、屠守锷、黄纬禄、梁守槃等冲破种种阻挠，毅然回到祖国。孙家栋一参加工作，便在钱学森和“航天四老”的领导下，他强烈地感受到他们身上的爱国主义情怀和奉献精神。他后来常说的话“国家需要，我就去做”，便是由此升华而来。这让我一下子抓住了人物的魂魄。我将书稿第一章定为“归来”，集中笔墨书写钱学森和“航天四老”回国。孙家栋与航天老前辈一脉相承，正是有了他们的言传身教，才有了孙家栋灿烂的人生。

报告文学写作必须深入生活，贴近人物。接下来，我又紧锣密鼓地采访了范本尧、欧阳自远、叶培建、龙乐豪、杨长风、吴伟仁、姜杰等院士，李祖洪、谢军、张荣桥、孙泽洲等航天界专家。这些大忙人一听说要写孙家栋，没有一人推辞，都挤出时间与我会谈。他们给我讲“东方红一号”、讲“嫦娥”、讲“北斗”、讲“天问”。那些感人的故事，那些精彩的细节，那些飞扬的激情，一次次打动我。于是，一个孜孜不倦、脚踏实地的孙家栋，一个勇挑重担、奋发图强的孙家栋，一个无怨无悔、航天报国的孙家栋，一个气壮山河、问鼎九天的孙家栋，在我的脑海中慢慢丰满生动起来。

孙家栋是坐着轮椅与我交谈的。这位成就卓越的“两弹一星”功勋科学家、“共和国勋章”获得者，朴素、随和、谦虚、慈祥，如同一位可亲的邻家老人，或是一位普通的退休工程师。他一再强调：“航天事业是集体的事业，首先是党中央正确决策，全国大力支持，你一定要多写写航天群体，多反映航天精神。至于我个人，就是一名普通的科技工作者。”

采访内容极其丰富，但写作过程仍然充满挑战。面对陌生深奥的航天科技、错综复杂的航天工程，我一时不知如何下手。只有老老实实、心无旁骛地阅读五六百万字的资料，最大限度地去消化吸收。当然，最终将中国航天几大工程梳理清楚，多亏几位航天界专家指点迷津，谢军、张荣桥、孙泽洲像帮小学生解题一样，为我讲解航天科技ABC。

写孙家栋，必须要写“1059”导弹、“东方红一号”、“嫦娥”、“北斗”、“天问”五大工程，必须向读者们阐述清楚这五大工程的科技含量、工程难度、科研成果。这些阐述专业性太强，甚至非常枯燥，但只有将这些问题讲清楚了，才能体现出孙家栋所作的贡献。所以，在部分章节中，我宁可牺牲一点儿文学性，也要将科技问题讲明白。

这是一次致敬英雄的写作。我非常清楚，对于共和国功勋孙家栋，对于中国航天的丰功伟绩，拙作只能算是一次简略的叙述。中华民族不缺少英雄，我们需要更多更精彩地书写这些英雄，让他们的故事广为传颂，砥砺我们的奋斗之志。

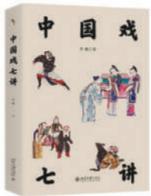
书写仰望星空的奋斗者

黄传会

新书架



《跨越鸭绿江：抗美援朝影像记忆》：本书编写组编；新华出版社出版。本书通过一批珍贵图片，生动展示中国人民志愿军的英雄事迹，深情礼赞伟大抗美援朝精神。



《中国戏七讲》：李楠著；北京大学出版社出版。本书从社会文化史角度，讲解以昆曲和京剧为代表的中国戏剧的发展历史、美学特质、表演风格和传承方式。

走进、认识、保护国之大道

安宝晟



《走进国之大道》：安宝晟、陈平等编著；中国地图出版社出版。

《走进国之大道》是继《走近地球之巅》后又一本西藏题材的科普图书。我们的创作初衷是为西藏旅游产业和区域高质量发展做点实事，让走进这条国道的人在欣赏西藏雄伟奇峻自然景观的同时，收获宝贵的科学知识，更好地支持推进兴边富民、稳边固边。

G219全程逾1万千米，是我国覆盖边境地区距离最长、接壤国家最多、聚集国家公园最多的国道。G219西藏段占该国道全程逾1/3，在国道中整体海拔最高，汇聚地球系统六大圈层要素，穿越世界最高峰和最深峡谷，拥有独一无二的高原人居环境。因此，我们尝试从科学视角解析G219西藏段。

全书包括边疆之路、大道巅峰、高山、冰川、河流、湖泊、沙土、粮田、生态、旅游发展等方面内容。从珠穆朗玛到雅鲁藏布，我们看到了世界最高山峰的雄伟和世界最深峡谷的险峻；从南迦巴瓦到尼洋河谷，我们看到了冰川雪山的圣洁和林芝风景的秀美；从藏北高原到墨脱山谷，我们看到了高寒荒漠的广袤和热带雨林的的神奇；

从札达土林到白朗粮仓，我们看到了土林沙丘的壮观和青稞良田的丰茂……这些涵盖了山水林田湖草沙冰的全部元素，体现了G219的独特自然禀赋，其绝世美景也令人神往。

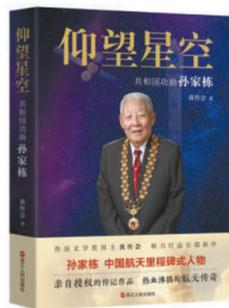
本书提出“科学旅游”理念，希望借此为西藏旅游注入科学内涵，提升人们对地球“第三极”的多角度认知，为西藏建设高

端旅游品牌、打造世界旅游目的地提供科学助力。本书把G219西藏段山水林田湖草沙冰的故事徐徐展现给读者，是“绿水青山就是金山银山、冰天雪地也是金山银山”重要理念的生动实践，也是保护地球第三极自然生态的有益尝试，意在为《中华人民共和国青藏高原生态保护法》的顺利施行贡献科学智慧。

在本书面世之际，我不禁回忆起中国科学院青藏高原研究所20年走过的光辉岁月，回忆起第二次青藏科考5年多来走过的不凡历程，回忆起3年前在雅鲁藏布江畔见证冰崩预警系统成功运行的艰苦时光，回忆起去年见证“巅峰使命”珠峰科考成功登顶激动人心的历史时刻，回忆起踏足G219那一刻见到的祖国壮美山河。

谨以此书祝贺中国科学院青藏高原研究所成立20周年，致敬所有那些为青藏科考和青藏高原研究事业孜孜奉献的人们，也希望更多人能走进国之大道、认识国之大道、保护国之大道！

（作者为中国科学院青藏高原研究所副所长）



《仰望星空：共和国功勋孙家栋》：黄传会著；浙江人民出版社出版。

