

# 用科学构筑从农田到餐桌的安全防线

## ——记北京市农林科学院蔬菜研究中心采后保鲜与加工团队

本报记者 王郁 实习生 王心欣



工人在鲜切农产品车间进行包装

收到某生鲜电商“产地直销”的樱桃，北京市农林科学院蔬菜研究中心研究员刘升充满期待的打开品尝，却发现已然有少量果实发生霉变。“这个樱桃一定没做‘最先一公里’预冷处理，且‘最后一公里’宅配冷链链条才使得霉变有机可乘。”刘升肯定地说。

北京作为现代化大规模消费型城市，每天需要新鲜蔬菜2000万公斤，新鲜果品900万公斤。如今，在满足果蔬供应量的同时，果蔬的品质及其营养性、功能性逐渐受到人们的重视，绿色、环保、有机产品的需求大幅提升。

将最安全、放心、美味、新鲜的农产品从农田送到餐桌，将世界各地的健康食品引进到每个家庭。一切，看起来很美。

但，如果没有科学的“保驾护航”，食品安全谁来保障？

有这样一批“科学卫士”，他们瞄准首都人民食品需求精准发力，瞄准农产品创新不断跨越，迎接新一轮农业科技挑战——他们就是北京市农林科学院蔬菜研究中心的科研人员。

近年来，围绕果蔬保鲜与加工两方面，北京市农林科学院蔬菜研究中心开展果蔬采后生理保鲜技术研究、果蔬冷链物流装备和技术研究、果蔬加工新技术及产品的研发、果蔬活性物质及功能性食品研发等工作，为保障供应需要的保鲜、流通、配送提供有力的技术支

持，满足社会需求，促进农产品加工业持续发展。在科技创新的同时，加速打造新型农业科技服务体系，促进科研成果落地生根。

### 最先一公里 耽误不可逆

“果蔬收获后及时进行预冷处理，其目的是除去田间热，降低其呼吸强度，抑制乙烯的生成量，达到延长商品寿命的目的。”北京市农林科学院蔬菜研究中心研究员李武给记者讲起了“科普课”。

互联网发展到今天，生鲜电商快速崛起，全国很多偏远产地的优质农产品都开始“走出去”。电商与冷链运输业的紧密结合，使消费者能在第一时间吃来自祖国各地的新鲜果蔬。

“果蔬采后仍然是活体，主要代谢过程是呼吸作用。”刘升以豆角为例，豆角采后品温为27℃，夏季未经预冷流通20小时后，其品温上升至41℃。“豆角因为呼吸释放大量的热，同时产生乙烯，温度越高乙烯的生成量越多。作为催熟剂的乙烯，在密封包装中，会加速豆角的成熟衰老，缩短其商品寿命。”

除了保证果蔬商品质量，田间预冷还有一个好处，就是“划算”！

西兰花是百姓餐桌上非常受欢迎的菜品，专家给记者算了一笔“经济账”：在不做预冷的情况下西兰花

30℃商品寿命只有8小时，而经过预冷处理和冷链技术保鲜，商品寿命长达60天，延长时间足足59天！且营养价值比不做预冷的高很多。“而做预冷的成本，根据我的测算，一斤只有两角钱。”刘升说。

2017年4月21日发布的《国务院办公厅关于加快发展冷链物流保障食品安全促进消费升级的意见》中，明确提出要聚焦农产品产地“最先一公里”，鼓励农产品产地和部分田头市场建设规模适度的预冷、贮藏保鲜等初加工冷链设施，加快补齐农产品产地“最先一公里”短板。

北京市农林科学院蔬菜研究中心作为国家现代农业“尖兵团”，一直走在科研的前列。早在2002年，该中心就在张北县开创结球生菜压差预冷和冷链应用，采用压差预冷技术代替真空预冷技术进行预冷处理，使原来在张北县投资的企业、设备投资和流通腐损率大大降低。

为了推广预冷和冷链关键技术，北京市农林科学院蔬菜研究中心团队走遍了大半个中国。针对果蔬采后预冷关键环节，该科研团队研发出系列果蔬预冷装备：果蔬高湿变风量压差预冷装置、车载移动集装箱式果蔬压差预冷设备、移动式果蔬双温区压差预冷装备和冷水冷却装置及多种蓄冷保温物流箱等，提出18种果蔬商品化处理标准，重点研究8种易腐果蔬全程冷链技术，研究成果被中国制冷学会科技评估达到

国际先进水平。

对于国内“最先一公里”未来发展趋势，科研人员充满了希望，未来“最先一公里”有很大的市场空间和机遇，谁占领这块高地，谁将拥有在产业链上下游各环节的主导权。

### 冷链“不掉链” 果蔬才保鲜

“相比发达国家‘全程冷链’的‘高配’物流体系，我国农产品生产者多以散户为主，缺少果蔬供应链巨头，电商冷链物流成本高，很多地方果蔬运输都‘链不上’，只能靠常温车，果蔬品质得不到有效保证。”北京市农林科学院蔬菜研究中心副研究员王清坦言，我国冷链物流还有很长的路要走。

那么，是不是运输业和生鲜电商足够发达，保证全程冷链就可以了呢？王清说，冷链物流不是用个保温车就能解决全部问题的。“除了热伤害，果蔬还有低温冷害。我国农产品种类丰富，经常一辆运输车上要运多种果蔬，而不同的农产品对温度的要求是完全不同的。”

如何构建一套低成本、高效率的冷链物流技术，让蔬菜以最优质品质走进千家万户，北京市农林科学院蔬菜研究中心的科研人员们费尽了心思。

“通过研发多种蔬菜混合配送关键技术参数，我们率先建立了直配配送模式的配套技术。”王清为记者介绍，“针对南菜北运的重大农业工程，我们对青椒、豇豆、番茄等蔬菜的预冷温度和流通控制温度，提出了北运蔬菜产地预冷温度、存放时间、冷害三要素及保温运输预冷温度、运输时间、保温措施三要素的关系模型。”

对于冷链物流来说，商品包装是否标准化处理也是至关重要的一环。“我国农业典型的‘小生产、大市场’造成蔬菜标准化与信息化水平低，直接导致流通过程损耗大、效率低等问题突出。”北京市农林科学院蔬菜中心左进华副研究员说，对果蔬采后进行标准化处理，能够有效降低产品的采后损失，也更有利于节能、省力的实现果蔬冷链物流配送。

“通过与北京农业信息技术研究中心联合研究蔬菜采后供应链精准管理模式与技术，我们研发了蔬菜供应链信息管理系统，突破基于物联网的蔬菜采后分级、检测、预冷、气调等环节全周期数据采集技术，建立系列标准，构建蔬菜采后大数据分析服务中心。”左进华介绍，中心技术团队致力于研究多种蔬菜混合存放、配送过程中温度、湿度、存放时间的技术参数，率先建立20种主要蔬菜从产地一配送中心一超市等直配配送的配套技术，涵盖了产地采收、净菜、分级、包装、预冷、短期存放、配送、销售等操作环节，在北京70%以上蔬菜产销一体化配送企业应用，占北京蔬菜配送量的80%以上。

近年来，北京市农林科学院蔬菜中心指导培训了30余个省市的2800多个蔬菜标准园、农民合作组织、流通企业等，提高了我国蔬菜流通的整体技术水平；通过将信息技术与蔬菜产销管理技术相结合，率先研发出蔬菜供应链信息管理系统，升级了传统蔬菜流通的管理方式，提高了运作效率，实现了大城市蔬菜配送流通的标准化与信息化。

# 一份鲜切沙拉里的科技含量

## ——北京市农林科学院蔬菜研究中心应对果蔬加工新挑战

本报记者 王郁

在快餐店比比皆是的街头，吃个汉堡，买个果蔬沙拉，对不少人说，是一种便捷的用餐方式；进超市买两盒半成品蔬菜，或者通过手机APP订购送上门的鲜切菜，回家直接下锅炒炒，也日渐成为一些上班族的日常；旅途中人们对美味的渴求更加迫切，那些可以即时品尝的水果，成为了许多人旅行中的“最佳伴侣”。

鲜切果蔬在给现代都市人生活提供便利的同时，也在丰富着果蔬的加工方式，成为果蔬产业中的“新贵”。

“果蔬鲜切加工产业作为一个新型朝阳产业和消费市场的新宠，是农业供给侧结构性改革中提高果蔬安全质量、增加农业总体效益的重要措施。”针对鲜切产业发展与市场开发，北京市农林科学院蔬菜研究中心研究员李武坦言，近几年，我国鲜切行业在快速发展的同时，还存在很多问题，亟须技术研发的支持。“蔬菜研究中心一直注意将果蔬鲜切产业的发展、果蔬产品的开发与我国传统消费习惯、果蔬特性和品种资源紧密结合。在与企业合作过程中，注重适合中式快餐及我国快速发展的团膳所需产品的开发。”

### 鲜切果蔬 食品安全最重要

“即食鲜切果蔬容易变质，又是直接入口，对鲜切环境、冷链运输等要求严苛。”在北京市农林科学院蔬菜研究中心研究员郑淑芳心里，食品安全无小事。

“鲜切果蔬必然会在果蔬表面产生伤口，这就带来两个问题。”郑淑芳说，“第一是会造造成营养物质流失，第二就是微生物的滋生。在微生物中我们最不想见到的就是致病菌的产生。”

“在高度重视食品安全的美国，用作鲜切用途的果蔬首先要到田间就进行采样检测，一旦发现致病菌，马上全部销毁。”郑淑芳介绍道，我国普遍还是传统的采收方式，没有田间检测的工序。那么，怎么保证食品安全呢？“就要在加工环境实现精准控制，进行科学减菌。”

北京市农林科学院蔬菜研究中心从2004年开始就为北京市鲜切产业服务，为企业进行技术指导。

“我们要求鲜切过程中，要保持储库库一处理车间一传送带一切割区一清洗消毒一脱水包装一成品的全过程严格分区，并在4℃—5℃的低温环境中进行加工。”郑淑芳

说，低温能大大减缓微生物的生长速度，在这个温度下进行操作，果蔬的生命活动受到抑制，货架期可以得到延长。

但是，即使在低温环境下，仍然会有一些耐低温的微生物甚至致病菌存活，因此必须对鲜切果蔬进行减菌处理。“通用手段就是用适宜浓度的次氯酸钠对鲜切果蔬进行清洗。但在清洗过程中，由于是流水进行清洗，浓度会发生变化，不能够保证鲜切果蔬的减菌效果。”郑淑芳表示。

面对这种情况，北京市农林科学院蔬菜研究中心经过多年潜心钻研，为鲜切企业“量身定制”了一套自动化杀菌剂控制系统。通过全自动监测果蔬清洗剂中减菌剂的浓度，达到数字化精准控制有效氯浓度、消毒池pH值（酸碱度）以及ORP值（氧化还原势值），实现有效杀菌并减少了减菌剂的使用。

“农业科学不一定是高大上的，但一定是接地气的。我们每项技术研发都会考虑到产业发展阶段和企业承受能力，从而进行个性化工艺设计。”郑淑芳说，目前，北京市农林科学院蔬菜研究中心指导北京天安农业等多家企业建设低温环境鲜切生产线，从厂房设计、设备选型到人员培训，一条龙产研紧密合作，为企业带来了良好的效益。

### 要安全 也要品质

“果蔬鲜切加工中的品质劣变问题主要表现在组织褐变、流汁、质构软化、腐败变质等，褐变的果蔬不仅‘卖相’不好，品质也受影响。”北京市农林科学院蔬菜研究中心农产品采后保鲜与加工研究室主任赵晓燕说，褐变控制一直是果品鲜切加工的重要研究方向。“通过技术应用我们可使鲜切苹果、梨、生菜、马铃薯等果蔬在货架期内保持品质完好，不发生褐变。”

那么，鲜切果蔬经过冷链运输、科学减菌，防褐变处理，是不是就“大功告成”了呢？

赵晓燕告诉记者，并不是这样的。鲜切果蔬的品质处理是一个“综合、复杂而又微妙”的过程。从包装膜的选择，到货架摆放的位置，无一不影响着鲜切果蔬的品质和货架期。

“不同的鲜切果蔬，适用的包装膜以及配送温度完

全不同。”赵晓燕说，果蔬本身是活体，采摘下来也还在呼吸，根据各种产品的最适冷藏温度和气调贮藏参数原理，确定最适温度和选择使用什么样的包装薄膜十分重要，透气性太差，会使一些鲜切果蔬产生无氧呼吸，影响产品的品质。而透气性过大，容易引起产品发生褐变。为此，蔬菜中心的研究人员针对企业需求，对保温设施和包装材料也展开了大量研发，并对这些装备进行应用和示范推广。

作为中国鲜切果蔬科研领域的“排头兵”，北京市农林科学院蔬菜研究中心的科研人员们经过多年科研积累，研发了一套果蔬褐变综合控制技术，该技术主要由控褐技术、杀菌技术以及MAP包装技术等构成，是一项综合性控制技术。身为农林科技人，为百姓提供安全优质的农产品一直是蔬菜中心研究人员努力前行的目标。

### “鲜切果蔬垃圾”能否变废为宝？

在还未远去的这个夏天，你吃了多少个西瓜？扔了多少块瓜皮？你能否想到，在你眼里毫无用处的西瓜皮，在北京市农林科学院蔬菜研究中心的科研人员眼中却“浑身是宝”。

“西瓜皮作为副产物，占西瓜总重量的20%—30%。”北京市农林科学院蔬菜研究中心副研究员张超是研究西瓜的“高手”，在他眼里，瓜肉、瓜子、瓜子都是“宝贝”。

除了从瓜皮中较厚的部分提取出果胶外，蔬菜中心的科研人员还发现瓜皮最外面一层深绿色的部分可以做天然叶绿素。“相比于现在利用菠菜和蚕沙制成的叶绿素，瓜皮制成叶绿素是‘废物利用’。”张超自豪地介绍道，而鲜切西瓜作为一个大的鲜切果蔬产业，会产生大量的废弃物，在鲜切加工厂里非常容易收集，可以实现有效利用。

“鲜切果蔬从田间到了餐桌，但贮存、加工、运输等一系列的过程，可能会产生大量的副产物，即所谓的果蔬垃圾，这些垃圾处置不当，有可能会给环境带来一系列的影响，也不利于农业增值。”赵晓燕告诉记者，我国现在是世界上蔬菜产量最大的国家，蔬菜副产物无害化处理和变废为宝问题已经提上议程。

与有效利用瓜皮相似，北京市农林科学院蔬菜研究

中心开展了很多相关研究。“将鲜切果蔬副产物进行食品化处理是果蔬垃圾处理的一个主要途径之一。”赵晓燕说，目前，他们已成功从废弃的绿菜花茎叶中提取具有保健功能的硫代类化合物，从番茄制酱的皮渣里面提取番茄红素等，制成多种功能性产品。

为推动蔬菜副产物综合利用处理技术的发展，深入探索蔬菜副产物利用的有效途径，实现资源循环利用最大化，北京市农林科学院蔬菜研究中心与相关产业、市场多年来并肩协作，共同寻找一条解决农业增值的高质量发展之路。

“美国最大的新鲜洋葱加工商，用洋葱皮制造沼气。”赵晓燕说，我国的蔬菜加工利用率只有50%—60%，“饲料化、肥料化、能源化处理，是果蔬垃圾的常用处理办法。”

山东是我国的蔬菜出口大省，赵晓燕团队多年来与当地企业深入开展产学研合作。赵晓燕以菠菜为例，净菜选好包装后，有50%以上的部分要作为饲料或者直接扔

### “永不过时”的大白菜 贮藏保鲜也物联

“以前，一到立冬季节，全家都要排队去买大白菜，成百上千斤地买，然后整整齐齐地码放在楼道里，那景象可壮观了！”79岁的北京市民刘锡荣回忆起过去囤大白菜的情景，感慨万千。

如今，随着科学技术的发展，北京人在冬季能吃到的蔬菜种类越来越多，但大白菜依然是北京市民冬季初春菜谱上当仁不让的“当家菜”。

有这样一科研团队，他们通过多年的不懈努力，使大白菜满足了百姓的餐桌需求，保障了“菜篮子”供应的安全，他们就是北京市农林科学院蔬菜研究中心采后处理与流通实验室。

“传统大白菜贮藏通常只在菜窖两侧储菜，中间留有一定空隙，用来进行倒菜等工作。每年从11月份入窖到次年3月份的出窖，要倒菜7—8次，这个过程不仅费时费力，大白菜的损耗也非常大，腐烂脱帮、表面失水现象都相当严重。”全国人大代表、北京市农林科学院采后处理与流通岗位专家高丽朴说，对于种植大户而言，如何提高效率、降低成本、更好的储藏大白菜，是个棘手的问题。

北京市农林科学院蔬菜研究中心从导致大白菜腐烂的启动因子入手，来解决储藏中的难题。大量研究表明，大白菜储藏中自身产生的乙烯是导致腐烂等损耗形成的主要原因，温度是影响乙烯产生的主要原因。科研人员通过精准控制温度来控制乙烯的产生。利用强制通风，有效地控制室内气体、温度、湿度等，达到大白菜储藏的适应环境。和传统贮藏手段贮藏的白菜相比，强制通风技术贮藏的白菜水分流失、脱帮现象都大大减少。

效果这么好？成本会不会很高？技术是不是很复杂呢？“其实说起来原理很简单。”高丽朴介绍道，“我们在大白菜贮藏窖的基础上增加了强制通风系统，利用自然冷源，调控白菜储藏适宜温、湿度环境，实现整个贮藏期不倒菜，节省用工，实现贮藏节能。”

同时，高丽朴带领团队与蔬菜中心的信息化科研专家合作研发出一套物联网管理系统，“以前几个人只能管理一个窖，现在只需一个管理员，通过手机即可实现远程控制菜窖温度。通过菜窖智能管理平台一个人能管理好几个窖，极大节省了人工。”

截至目前，北京市农林科学院蔬菜中心采后处理与流通研究室与地方合作建立多个小型化新窖型及永久性贮藏窖，累计示范1570万斤，制备物联网网络设备60套，获得专利4项。

科技花开香万里，博采众长酿佳蜜。通过协同攻关、学科共建、成果共享，一轮探索之下，一批批打破体制机制的农业科技创新团队在这里诞生。站在国家全面创新改革的“政策高地”，视科研创新为生命线的北京市农林科学院蔬菜研究中心不断向高端农业科研攻关，打造农业“高精尖”，加快新品种、新技术、新产品、新设备、新业态的创新，改善产品结构，延伸产业链条，拓展农业功能，不断提高供给体系的质量和效率，为首都农业科技发展之路谱写新篇章。



郑淑芳研究员在企业做培训