

国家农药残留标准评审委员会委员董丰收：关键在科学种植和严格监管

本报记者李晨

近期,网络上“草莓是农药残留最高水果”的说法引发公众关注与担忧。同时,有媒体曝光部分冻干草莓零食的原料存在农药残留、重金属超标,甚至检测报告造假等乱象。

为了回应消费者关切,《中国科学报》专访中国农业科学院植物保护研究所农药研究中心主任、国家农药残留标准评审委员会委员董丰收,从专业角度,就草莓种植的病虫草害防控、农药使用规范、残留标准、监管难点等进行了深入解读。

“农残最高”是误解

《中国科学报》:此次曝光事件持续发酵,一些网络科普文章提到,草莓因在秋、冬季种植,虫害和病害压力相对较小,合理用药下农残可控。从专业角度看,这种说法是否准确?

董丰收:我觉得这个说法有一定道理,但是必须注意,草莓并不只在秋、冬季种植,也有春季种植的,还有日光温室种植一年多茬的。相对于夏天的露天种植,秋、冬季种植的草莓病虫害会稍微轻一些,所以从这个意义上讲,科普文章讲的一定道理。从专业角度讲,任何草莓种植模式,只要按照“预防为主、综合防治”的绿色植保理念进行栽培,合理使用农药,农药残留都是可以控制在安全范围内的。

《中国科学报》:在草莓种植过程中,哪些因素决定农药的用药频率和剂量?

董丰收:农药的施用频率和剂量主要由草莓生产过程中病虫害发生的情况决定。

草莓生产过程中,农药主要用来防控病虫害,比如白粉病、灰霉病、炭疽病、根腐病等病害,以及蚜虫、蓟马、粉虱、红蜘蛛等害虫,而草害较少。其中,土传病害和刺吸式害虫是目前影响草莓产量和品质的主要因素。

草莓的栽培条件决定了农药施用频率。比如,草莓品种是否具有相关抗病性,种苗是否带毒、带菌移栽,种植过程中土壤是否连作,种植地块土壤的病虫基数是否过高,均会影响草莓病虫害发生情况,进而影响农药使用频次和剂量。

简单来说,在一些高温密闭的设施条件下,感病品种、连作地块的病虫害发生可能性比较大,用药频次就会稍微高一些,用药剂量就会大一些;如果采用脱毒壮苗、合理轮作、绿色防控、科学用药,那么草莓的质量安全和可持续发展就可以得到保障,农残水平是不会超标的。

《中国科学报》:国标中关于草莓的农药限量标准是如何制定的?

董丰收:今年,新版《食品安全国家标准食品中农药最大残留限量》(GB 2763-2026)已经发布实施,其中关于草莓的限量标准

有184项。食品中农药最大残留限量国家标准的制定是基于大量试验数据完成的,包括农药毒理学数据、居民膳食数据、作物田间残留试验数据等。田间规范残留试验严格按照最大风险模式开展,即按农药产品标签的最高施药剂量、最多施药次数、最短间隔期方式施药和采收样品,以所有检测样品中最高残留量为参考,结合风险评估结果制定限量标准。如果草莓生产者按照农药标签要求施药,农残就不会超标。

避开用药误区,草莓可以很安全

《中国科学报》:在实际生产中,草莓常用的农药种类有哪些?谈一下这些农药的毒性、残留期及安全使用标准。

董丰收:我国已批准登记用于草莓生产的农药产品约200个,涵盖杀菌剂、杀虫剂及除草剂等类型,可有效防治草莓生产中的主要病虫害。草莓生产中常用的药剂主要是杀菌剂和杀虫剂。

草莓用的杀菌剂主要针对真菌病害,常用的有四氟唑啉、啶菌酯、苯醚甲环唑等,大部分低毒,半衰期约为5-12天;杀虫剂常用的有联苯肼酯、乙螨唑,低毒,半衰期约为5-10天;除草剂有甜菜安、甜菜宁,低毒,茎叶喷雾,每季最多施用1次。

农药新产品的标签被称为“最贵的说明书”,是历经数年,耗资数亿元,完成上千次毒理、环境、残留、药效等试验所得的核心数据,且必须经国家严格核准后方可印制使用。标签本身凝聚了极高的研发与合规成本。

农药产品标签详细规定了各类作物应该使用的农药及防治对象、使用剂量,并强调不能超量、超范围、超频次使用。此外,采摘也要遵守安全间隔期的要求,不得提前违规采摘。因此,草莓农残是可控的。

《中国科学报》:关于植物生长调节剂的使用,科普文章称对人体无害,但可能影响果实品质。请从科学角度阐释这类生长调节剂的安全性,以及如何科学使用。

董丰收:有一类农药是植物生长调节剂,主要模拟植物生长过程中自身产生的一些激素,是特异性针对植物的,主要作用于植物细胞的特定受体。比如脱落酸和赤霉素这些小分子化合物,可以调控草莓的花芽分化、果实膨大以及成熟等生理过程。但人体细胞没有相应受体,无法产生生理响应。从这个角度看,它对人体的影响很小。

至于植物生长调节剂对果品品质的影响,科学使用是关键。通常要遵循几大原则:严格选取草莓上登记的植物生长调节剂品种,严禁使用没有登记的植物生长调节剂;避免过量、过频繁的使用,防止果实

畸形或者口味变差;严格遵守安全间隔期采收草莓。这样才能充分发挥植物生长调节剂的作用,同时保障草莓的品质和安全。

“两大空子”亟待封堵

《中国科学报》:我国对农产品,特别是草莓的农药残留如何抽查?高频率的抽查能否有效震慑生产者,促进科学用药?

董丰收:我国已建立一套国家层面农产品质量安全监测体系。政府每年投入资金,组织各地的监测和风险评估实验室,按照区域交叉的原则进行抽样监测。例如,北京本地机构不能抽查北京市场。抽样原则依据农产品的种植面积、消费量及以往出现的问题等,确定重点监测的农产品清单和农药清单,从而利用有限资源实现最具代表性的风险监控。抽样频率根据作物不同有差异,对一些特色或风险较高的农产品会加大抽检数量。监测结果由官方定期发布。

目前,这种国家监测体系严格遵循“抽样必须是外部机构执行,而非企业自行送样”的原则,以有效保证样品的代表性和结果的真实性。这种机制本身就对生产者形成了强有力威慑,因为任何一批产品都可能被抽检到,而且抽检是“突然袭击”式的。这促使生产者在整个生产过程中必须注意规范,不敢心存侥幸,从而更自觉地科学用药。

《中国科学报》:从管理角度看,目前的农残检测流程是否存在容易被钻空子的环节?如何加强检测机构的公信力?

董丰收:从管理流程看,当前农残检测环节可能存在一些易被钻空子的风险点,主要集中在以下两个方面。

首先,最核心的漏洞在于样品代表性不足。部分机构为获取产品合格证书,会恶意选择无病虫害的顶级样品,刻意避开可能受污染的批次,导致送检样品与实际流通产品严重脱节。这种操作使得检测结果无法反映整体质量,导致“送检合格、实际不合格”。

其次,存在检测项目的定向规避。送检方仅委托检测低风险指标,刻意避开高毒、禁用或未登记农药等检测参数,使检测报告无法覆盖关键风险,仅呈现表面合格的误导性结论。

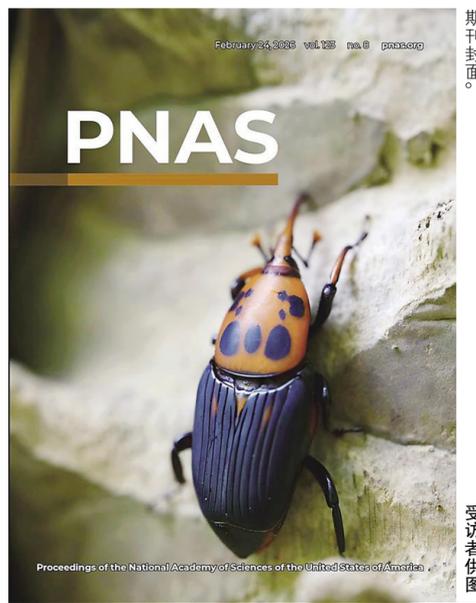
堵住这些漏洞,应从两方面加强管理,一是强制推行监管部门随机抽样结合盲样编码制度,确保样品的真实性与代表性。二是推行强制性的“风险必检清单”制度,按品类制定动态更新必须覆盖高风险农药的检测项目。报告缺少清单项目即视为无效,不得作为市场准入凭证。

只有实行最严格的监管,才能切实守住食品安全底线。

发现·进展

福建农林大学

寄生线虫也会“审时度势”调整觅食策略



期刊封面。

受访者供图

本报讯(记者李晨)福建农林大学教授侯有明/吴升晏团队发现,线虫并非“性格固定”,而是能够在特定信号作用下灵活调整觅食策略,进而提出其具有连续变化的可塑性特征。这一认知突破,使人们重新审视经典的二分模型,为行为生态学提供了更贴近自然情境的理论框架,为生物防治因子行为调控与绿色防控技术发展奠定了理论基础。相关研究成果近日以封面文章形式发表于美国《国家科学院院刊》。

长期以来,昆虫病原线虫(有益线虫)的觅食行为被概括为“巡游型”与“伏击型”,这一划分在害虫生物防治领域被广泛沿用。然而,这一看似清晰的分类,在面对真实复杂环境时却逐渐显露出解释不足的问题。

该研究从生态实际出发,研究的关键切入点来自一个看似不起眼的信号——寄主昆虫释放的挥发性物质丁基基甲苯。团队通过化学生态学和行为学交叉研究发现,这一气味信号能够显著“激活”线虫,使其运动更活跃,跳跃更频繁,并更敏锐地朝寄主移动。原本以“伏击”为主的线虫,在这一信号作用下会表现出更主动的觅食方式,从而大幅提升在复杂环境中寻找隐蔽寄主的能力。这一过程揭示,寄主并非被动对象,而能够通过化学信号主动影响寄生者行为,在生态系统中形成动态互动关系。

在机制层面,研究进一步从行为调控角度出发,解析了溶酶体相关神经通路在这一过程中所起的作用。结果表明,寄主挥发物信号能够影响线虫体内相关转运系统与代谢状态,进而改变神经活动与行为输出。研究成功将化学信号、能量代谢与行为响应联系起来,体现了从生态现象到生理调控的跨层级认知整合。

在应用基础层面,该研究为生物防治技术的发展提供了新思路。利用寄主挥发物或模拟信号对线虫进行“生态预激”,可实现对线虫行为的精准调节,从而提升对隐蔽性或钻蛀性害虫,如红棕象甲、番茄潜叶蛾等的防控效率,减少化学农药依赖,推动农业绿色发展。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1073/pnas.2520778123>

中国科学院大连化学物理研究所等

实现常温常压热催化合成氨

本报讯(记者孙丹宁)中国科学院大连化学物理研究所团队与中国科学院苏州纳米技术与仿生研究所团队合作,将金属锂(Li)原子沉积在金属钌(Ru)表面,构建了具有高活性金属Li/Ru界面的新型催化剂,实现了在常温常压热催化氮气(N₂)与氢气(H₂)高效合成氨。该成果为建立温和条件下低能耗合成氨技术提供了新思路。相关研究成果近日发表于《化学》。

氨是生产农业肥料和工业化学品的重要原料,合成氨反应被认为是人类历史上最重要的化学反应之一。由于N₂分子的N≡N三键非常稳定,工业合成氨主要采用哈伯-博施法,在高温、高压条件下将N₂和H₂转化为氨,能耗高且碳排放量大。开发温和条件下的热催化N₂和H₂高效合成氨过程,对建立绿色合成氨技术具有重要意义,同时也极具挑战性。其中,高效合成氨催化剂的开发是关键。然而,提高催化位点的活性虽有利于促进N₂和H₂在温和条件下的吸附、活化和解离,但会导致含氮物种与位点结合过强,从而抑制加氢步骤和氨的脱附。如何突破这一制约关系,是温和条件下合成氨的关键。

研究团队首先利用模型催化体系将Li原子沉积在Ru表面,构建了高活性的金属Li/Ru界面,发现Li向吸附态N₂反键轨道的电子填充促进了N₂分子在Li/Ru界面处的活化和解离,同时Li与NH_x物种的键合作用减弱了Ru-N键,有利于NH_x物种的加氢和氨的脱附,从而实现了常温常压热催化N₂与H₂高效合成氨。在此基础上,团队进一步设计了以金属Li为阳极、碳纳米管负载Ru纳米颗粒为阴极的可充电锂电池体系。通过电池充放电循环原位再生Li/Ru界面,该合成氨过程可连续运行超过400小时。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1016/j.chempr.2025.102884>

27岁跨界读博,她从“配角”变“主角”

■本报记者李晨阳 实习生王福琦 戴心妍

1997年,22岁的上海交通大学本科毕业生郝沛在中国科学院上海分院网络信息中心找到了人生第一份工作。她的一个任务是开发中国科学院信息管理系统中的财务子系统。

这段经历后来成了郝沛向同事们“夸口”的资本:“当年给你们发工资的系统,还是我做的呢!”

但在那个时候,她这位性格爽朗、爱开玩笑的女生,从没想过自己有一天能成为科学家。

之后几年,郝沛的经历堪称“曲折离奇”。她先是从电子工程专业跨界到生物信息领域读博,其间得到了多位老师的帮助指引。继而,她参与研究的成果一度在科研竞赛中惜败于分子生物学家张锋。最终,她与合作者开发出一套能对CRISPR技术形成有力补充的新型RNA碱基编辑器——AMBER。日前,相关成果发表于美国《国家科学院院刊》。

从“外行”到“内行”,从“配角”到“主角”,这一路,如今已是中科院上海药物研究所研究员的郝沛是怎么走过来的?

“码农”转行,投身生物信息学

在郝沛每天和信息管理系统“死磕”,为算清楚税前工资和掉头发的那段日子,有一位刚从德国回来的生物信息专家——李亦学,搬进了郝沛隔壁的办公室。

李亦学当时正筹备中国首个DNA数据库,急需懂懂计算机又愿意学生物的人才。“来做生物信息吧,还能让你读博士。”李亦学的邀约让郝沛动了心。“这可比当‘码农’有意思多了。”郝沛这样想着,一头扎进了全新的领域。

2000年前后,生物信息学在中国刚刚起步,能将组学数据与生物问题结合起来做研究的人寥寥无几,还是新手的郝沛成了“稀缺人才”。在李亦学的介绍下,她来到作物基因组与遗传学家韩斌的实验室,参与水稻基因组第四号染色体的注释工作。这项工作属于一个大型国际合作项目,中国团队负责的染色体注释成果后来发表于《自然》,郝沛是共同第一作者。

此后,郝沛围绕“数据分析支持”开展了一系列工作。

2003年,非典疫情暴发,分子微生物学家赵国屏领导团队在第一时间拿出SARS病毒结构令人信服的数据和分析,相关工作在《科学》等期刊发表。郝沛也参与其中,凭借在生物信息学方面的数据提供和分析工作位列共同第一作者。

尽管成绩亮眼,但郝沛对自己的角色有着清醒的认识。“那时候我就是个‘万金油’,谁有数据需要分析,我就去帮忙。”毕竟,没有独立的学术课题,没有深耕的科学问题,只靠技术层面的一招鲜,最多只能是一个“黄金搭档”“重要配角”,无法成为学术研究的主角。更何况,在人才济济的中国科学院,郝沛当时只有本科学历,做科研的这扇门,她好像只堪堪跨进了半只脚。

2003年,郝沛终于下定决心考研,这年她27岁了。但不管是计算机专业还是生物专业,都涉及她当时从未接触过的学科知识,跨考难度极大。恰好在SARS研究期间,植物学家钟扬曾给了她关键指导。这次合作之后,钟扬为郝沛争取到了推荐免试读博的名额。自此,郝沛便在复旦大学谈家桢院士门下攻读博士学位,钟扬为直接指导老师。

钟扬非常关心郝沛的成长,常常鼓励她跳出数据分析这个“舒适区”。“你不能总等着别人找你,要主动和别的科学家交流,了解领域动态。”钟扬的教导,让郝沛逐渐形成了以科学问题为导向,主动建立合作并推进科学研究的意识。

惜败后,另辟蹊径

从1998年到2004年发生的一连串“学术奇遇”,让郝沛迅速成长起来。这个本科毕业生于电子工程专业的跨界者,在一批名师的指导下,逐渐成长为一名基础知识扎实并具备前沿视野的生物信息学和计算生物学学者。

2017年,郝沛与合作者开发出一款基于CRISPR-Cas系统的RNA编辑工具。遗憾的是,分子生物学家张锋团队率先发表了类似成果。“当时挺失落的,我们做了同样的工作,只是慢了一步。”郝沛说,但团队没有放弃,在将成果进一步补充完善后,于2018年发表于《核酸研究》。

当前基因编辑领域最知名的CRISPR系统,最初是针对DNA编辑打造的。但科学家并不满足于只对DNA进行编辑,特别是在遗传疾病的治疗方面,RNA编辑展现出诸多DNA编辑不具备的优势。

在“DNA-RNA-蛋白质”的生物中心法则中,RNA是作为基因表达的中间载体出现的。对RNA进行编辑,既能干预蛋白质的表达以修正病理症状,又不会彻底改变DNA携带的遗传信息,具有可逆性和时空上的可调性,在安全性和便捷性方面都展现出巨大潜力。因此,全球很多科研团队都致力于开发更好用、更全面的RNA编辑工具。

2015—2016年,张锋团队率先将CRISPR技术拓展至RNA编辑领域。但包括CRISPR-Cas13和APOBEC等在内的现有系统,在RNA编辑过程中均存在免疫原性高、脱靶风险大等问题。

此次,郝沛等人构建的RNA碱基编辑器AMBER,完全基于人体内天然存在的蛋白质组件改造而成,相比脱靶于细菌免疫系统的CRISPR-Cas系统,更好地解决了免疫原性问题。此外,AMBER还具备分子量小、编辑效率高、消除了RNA碱基编辑应用于体内治疗的一些重要障碍。

从“被照亮”到“去照亮”

“半路出家”做科研的郝沛,为什么能得到这么多“贵人”相助?

郝沛想了想说:“原因大概是,当你能为他人创造价值时,就更有机会被认可。”

对郝沛来说,特殊的跨学科背景让她能处理大规模生物数据,很多在生物学家看来复杂的工作,从计算机角度来看往往只是相对简单的字符串处理问题。而郝沛还有一项引以为豪的核心能力——协调沟通,这让她能够深入了解生物学家的真实需求,并转化为算法逻辑。

多年的科研“配角”身份,并没有让郝沛停留在“为他人作嫁衣裳”。郝沛在每一次科研合作中的出色表现,为她带来了越来越多的机会,也铺就了通向更广阔世界的道路。

郝沛的手机里,至今仍然保存着钟扬发



受访者供图

给她的最后一条信息。当时钟扬正在内蒙古鄂尔多斯考察,原计划之后再转到杭州出差,回到上海后约郝沛等人见面。

“他的行程总是安排得特别满,像一台运转的永动机。”郝沛回忆道,“我当时很期待不久后和钟老师见面。他风趣幽默,充满激情,无论何时相遇,总能给人带来乐观向上的能量。”

然而,2017年9月25日,钟扬在鄂尔多斯遭遇车祸,因公殉职。这位援藏多年、为国家种质库收集了数千万颗植物种子的科学家,停下了奔波的步伐。

“他是我的人生导师。”郝沛说。得到多位著名科学家的指引和帮助,在“大师课堂”中成长起来的郝沛,希望用更出色的工作回报这一路的幸运和奇遇。

“我常常思考科研的价值。我们有不少论文都发表在世界顶尖的期刊上,但依然有人会问‘这有什么用’。”郝沛说,“在中国科学院上海药物研究所,我们与企业合作建设了首个开放使用的mRNA药物设计平台,希望将我们的成果进一步推向临床应用。这个过程比之前做基础研究更难,但我们想做些更实在的事情。”

相关论文信息: <https://doi.org/10.1073/pnas.2505269122>