

# 另辟蹊径“净化”农药废盐

■本报记者 王方

提及农药,即使不是专业人士,也能谈上一两句。提及农药废盐,了解的人就不多了。农药废盐是农药生产过程中的副产物,污染物以有机物为主,含盐量高,不妥利用或处置环境风险极大。

随着环保政策趋严趋紧,农药废盐的利用处置和污染控制越来越受重视。近日,中国环境科学研究院固体废物污染控制技术研究所黄启飞、徐亚团队在环境领域国际著名期刊《清洁生产杂志》发表研究论文,为农药废盐资源化利用前的预处理提供了关键依据和方法基础。

## 农药废盐资源化利用

“开展农药废盐高效利用和无害化处置技术研究极为必要。”该论文通讯作者黄启飞在接受《中国科学报》采访时表示。

他用一组数据说明了农药的重要性——我国是世界上最大的农药原药生产国,农药原药产量近 400 万吨,占世界总产量 1/3 以上;同时还是最大的农药使用国。“农药行业健康可持续发展对保障国家粮食安全具有重要意义。”

农药废盐主要来源于农药及中间体生产和固液分离、溶液浓缩结晶及废水处理等过程。“农药废盐的无害化处置是农药产业链的重要环节,利用处置受阻将反向制约行业健康可持续发展,进而影响到国家的粮食安全。”黄启飞说。

然而,废盐由于产生量大、处置难、环境风险高,是危险废物环境管理的重点和难点。其中,农药废盐是产生量最大、特性最复杂的一类。“以其作为研究对象,对于突破废盐高效利用技术瓶颈、破解废盐利用处置难题具有重要意义。”该论文通讯作者徐亚向《中国科学报》介绍。

固体废物主要利用处置方式包括填埋、焚烧以及资源化利用等。由于废盐具有高含盐量、低熔点等特点,填埋处置容易诱发导排系统堵塞、堆体沉降等事故,焚烧处置容易造成炉体腐蚀、结构堵塞等故障,农药废盐的特点使得传统处置方式受限。

那么,是否可以资源化利用可回收农药废盐中的有益成分?答案是肯定的。但农药废盐中含有多种有毒有害物质,如卤代烃类、苯系物类等,毒性强、积累性强、难降解,利用过程环境风险大,成为制约



团队成员进行模拟实验。

受访者供图

其高效利用的技术瓶颈。

通过预处理,去除废盐中的有毒有害物质,能够防控后续利用过程的环境风险。可问题又出现了。“传统高温热处理存在设备腐蚀问题,深度氧化技术难以适用不同类型的废盐。我们的研究另辟蹊径,探索中低温去除废盐中有机物的可行性和普适性。”徐亚说。

## 中低温去除废盐中有机物

研究团队选择了 8 种农药生产过程产生的废盐为研究对象。徐亚解释说:“从用途上来看,涵盖了除草剂、杀菌剂和杀虫剂等主要用途的农药;这 8 种农药也是中国目前产量大、登记品种多、使用最广泛的品种,合计产量占我国农药总产量的 80% 左右,基本能够代表农药废盐的利用处置特性。”

例如,草甘膦是全球第一大除草剂品种,也是我国产能最大的农药品种,每年总产量可达 88 万吨;咪唑胺主要用以防治 23 种病害,是我国目前登记最广泛、全面的杀菌剂品种之一。

在技术路线上,该研究综合运用热重

实验、热动力学模拟和实验室模拟以及高精度检测技术,首先通过热重实验和热动力学模拟揭示废盐中有机有害组分的热动力学分解过程,识别显著失重的温度区间和控制机制。基于此,开展室内仿真模拟实际工况,检测预处理后的有机有害组分残留,评估去除效率和残留风险。

“关键点一是预处理温度的准确识别,在解决融盐问题的同时实现有机有害组分的高效去除;二是揭示有机组分的残留水平和形态,以准确评估预处理后的环境风险特征。”徐亚表示。

团队通过热重实验与热动力仿真模型耦合分析发现,8 种不同废盐的明显失重温度区间都在 350℃ 到 700℃。“这表明超过一定温度后,农药废盐中有机组分去除率对温度不敏感,中低温预处理在大部分条件下可达到高温预处理的效果。”他说。

从废盐中有机有害组分的残留特征和去除效率来看,8 种废盐的特征 OTPs 去除率约为 80%,农药残留量均小于 1 μg/g,去除率均高于 95%,表明中低温预处理后环境风险大幅降低。有机碳的平均去除率约为 50%,远低于特征 OTPs 的去除率,说明废盐中除了可检测到的特征

OTPs 外,还有部分复杂的固定碳可能融入到盐粒结构中以阻断热传导。

## 固体废物是源又是汇

该研究阐明了中低温条件下农药废盐复杂有毒有害组分降解的热动力学机制,揭示了不同废盐中有毒有机组分的共性去除规律和残留风险特征。

“从实践角度来说,本研究希望通过上述科学问题的解决,掌握中低温预处理的适用废盐类型和工艺参数,为后续中低温热处理的工程应用提供指导。”徐亚表示。

相关成果有望推动废盐资源化利用,助力废盐利用处理、降污减碳协同增效。此外,项目团队受生态环境部委托,目前正在承担农药废盐利用处置污染控制技术规范的制定工作,研究成果也将为该规范的制定提供科学依据。

不只是农药废盐,研究团队关注多种危险废物和大宗工业固体废物的污染控制技术和环境管理。专家表示,固体废物已成为我国目前最重要的污染源之一,必须引起广泛重视。

“固体废物同其他污染物不同,它既是源,又是汇:废水废气处理以及工业生产过程中的副产物等污染物高度富集形成固体废物;与此同时,若处置不当,固体废物又会通过各种形式和途径污染土地、大气和水。”黄启飞说。

近年来,我国固废利用处置技术实现了多项突破,固体废物利用处置能力和水平取得了长足进步,但依然存在减污降碳协同增效的高值利用技术缺失、固废末端处置和利用产物全寿命周期环境风险不明,以及信息化智能化监管技术手段缺失等技术瓶颈。

黄启飞表示,团队将围绕国家固体废物环境管理的需求,面向国际固体废物环境风险控制学科前沿,重点突破固体废物环境资源属性识别、固体废物利用处置污染物协同控制、智慧填埋技术、工业窑炉协同处置技术等关键技术,构建支撑固体废物环境管理的技术和标准体系,助力提升我国固体废物污染治理能力和治理体系现代化水平。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128118>

# 新型羊草种子收获装备投入使用

**本报** 眼下正值羊草种子收获的季节,在中国农业科学院草原研究所(以下简称草原所)沙尔沁基地,一种新研制的羊草种子专用收获机投入使用,不但极大提高了羊草种子的收获效率,而且有效解决了以往机械化收获过程中羊草种子损失率大、含杂量高等问题。

羊草是我国的乡土草,目前市场对羊草种子需求量大,大面积推广种植时间较短,缺乏专用的种子收获机械,而人工收获种子效率低、成本高。以往收获机械主要通过简单改造传统谷物收获机勉强作业,机械收获时脱粒困难、损失率大、净度低,亟须开发专用羊草种子收获装备,提高种子的收获质量和效率。

草原所联合内蒙古农业大学等国内高

校、企业,组建了机械装备研发科研团队,进行“高效、低损及高净度禾本科豆科牧草种子专用收获技术与装备”研发。科研团队根据羊草种子收获农艺要求及羊草物理特性进行了多次收获性能试验,先后解决了割台缠草、脱粒装置堵塞、脱粒不争、收获损失大、草种难卸等问题,找到了合适的降低羊草种子损失、提高羊草种子净度的较优参数。

草原所万其博博士介绍,从今年的田间试验测试情况来看,羊草种子的收获损失已经降低到 5.3% 以下,种箱中种子的净度提高到了 72.6% 以上。后续将继续对机械进行优化,进一步完善收获性能。

羊草种子机械化收获装备的研制成功实现了“草种兼收”,也为羊草种子的产业化扩繁奠定了基础。 (李晨 乌兰巴特尔)



新研制的羊草种子专用收获机。

中国农科院供图

# 新方法可克服植物远缘杂交生殖障碍

■本报记者 李晨

植物远缘杂交是杂交育种的一种方式,指不同种间、属间植物甚至亲缘关系更远的物种之间的杂交,已在农作物新品种培育方面发挥了巨大作用。

然而,与近缘杂交相比,远缘杂交亲本遗传背景差异更大,更容易出现杂交生殖障碍和导致杂交失败。迄今,有许多技术广泛用于克服远缘杂交生殖障碍,如特殊授粉、幼胚拯救等,但很多情况下效果并不明显。

近日,南京农业大学教授滕年军团队解析了植物胚胎发育正调控转录因子 CmLEC1 和负调控转录因子 CmERF12 在菊花远缘杂交中胚胎育育的分子机制,并且发明了一种全新的克服植物远缘杂交生殖障碍的方法。相关研究成果分别在线发表于《园艺研究》和《实验植物学杂志》。

## 一个正调控转录因子

针对植物远缘杂交中普遍存在生殖障碍现象,滕年军团队在前期研究中以菊花为材料,发现胚胎败育是其远缘杂交生殖障碍的主要形式。其中 NF-YB 类转录因子 CmLEC1 和 AP2/ERF 类转录因子 CmERF12 很可能参与了胚胎发育调控。

论文第一作者徐素娟介绍,发表在

《园艺研究》上的论文对 CmLEC1 功能和作用机制进行了详细解析。

该团队发现,过表达 CmLEC1 转基因菊花能促进杂交胚胎的正常发育,显著提高远缘杂交结实率,而 amiR-CmLEC1 干扰下调转基因菊花的远缘杂交结实率则显著降低。

为深入研究 CmLEC1 正调控菊花胚胎发育的分子机制,该团队通过酵母文库筛选获得 CmLEC1 互作蛋白 CmC3H,并通过酵母双杂交等实验验证了该相互作用。与此同时,他们还挖掘到 CmLEC1 的靶基因 CmLEA,进一步研究发现,CmLEC1 可通过与 CCCH 锌指蛋白 CmC3H 相互作用形成复合物,进而结合 CmLEA 启动子的 CCAAT 基序促进其转录。

## 一个负调控转录因子

发表在《实验植物学杂志》上的论文对 CmERF12 功能和作用机制进行了详细解析。

论文共同第一作者吴泽介绍,该团队研究发现,CmERF12 在菊花杂交得到的败育胚胎中特异高表达,其蛋白是一个包含 EAR 基序的 AP2/ERF 家族转录抑制子。

在拟南芥中异源过表达 CmERF12,

研究中所用材料地被菊品种“雨花落英”,适宜在园林绿地中做地被植物使用,达到绿化和美化效果。

南京农大供图



会显著降低拟南芥的结实率。而在菊花中下调 CmERF12 的表达,菊花的杂交结实率则显著提高。

为深入研究 CmERF12 负调控胚胎发育的分子机制,该团队通过