



农民在海南三亚天涯区槟榔河片区田间铺设生物降解地膜。

生物降解地膜以在自然环境中可被微生物作用而完全降解的材料为主要成分,添加对环境无危害的环保型助剂吹塑制成。在农业生产中,其不仅具有传统PE地膜的保墒、增温和杂草防除等功能,在使用后还无需进行人工回收,可以直接翻耕于土壤中,并能在土壤中实现降解,可谓高效又环保。

生物降解地膜:农田的环保“新衣”

◎实习记者 沈唯

近日,中国农业科学院蔬菜花卉研究所设施栽培课题组副研究员闫妍博士及其团队在《总环境科学》上发表相关研究成果,为日光温室番茄种植提供了一种全新配方的PBAT/PLA 腐殖酸生物降解地膜。

在农业生产活动中,地膜覆盖具有抑制杂草、保水保墒、减少养分流失等重要作用。但普通聚乙烯(PE)地膜在使用过程中产生的地膜残留会破坏土壤结构,不仅会导致土壤肥力下降,还会造成作物根系发育受阻、产量降低以及环境污染等一系列问题。如何在保障粮食安全的同时兼顾生态效益?如何应对传统地膜使用中的残膜污染问题?生物降解地膜或许为解决这些问题提供了新的思路。

通过水光热及微生物共同作用实现降解

生物降解地膜以在自然环境中可被微生物作用而完全降解的材料为主要成分,添加对环境无危害的环保型助剂吹塑制成。在农业生产中,其不仅具有传统PE地膜的保墒、增温和杂草防除等功能,在使用后还无需进行人工回收,可以直接翻耕于土壤中,并能在土壤中实现降解,可谓高效又环保。

生物降解地膜的主要原料就是能够降解的树脂,包括聚己二酸对苯二甲酸丁二酯(PBAT)、聚丙烯酸酯(PLA)、聚甲基丙烯酸酯(PMC)及聚羟基脂肪酸酯(PHAs)等。“生物降解地膜是通过自然界中的水、光、热及微生物的共同作用来实现降解的。”闫妍解释,其原理是当细菌、真菌和放线菌等微生物侵蚀塑料薄膜后,由于细胞的生长使聚合物链分解、电离或质子化,发生机械性破坏,分裂成低聚物碎片。而真菌或细菌分泌的酶会使水溶性聚合物分解或氧化降解成水溶性碎片,生成新的小分子化合物,直至最终分解成水和二氧化碳。

在具体评价生物降解地膜性能方面,我国采用全生物降解农用地面覆盖薄膜的产品标准,综合考虑土壤、气候、区域环境等对生物降解地膜机械性能、自然降解、耐候性、作物生育期匹配性等指标的影响。“按照有关规定,我国使用的生物降解地膜必须要符合国标GB/T 35795-2017的相关要求。”闫妍说。

当前,农业可持续发展要求使得生物降解地膜的研发工作脚步加快,这也助推了可降解地膜在包括海南、新疆、内蒙古、山东等多个省区市的推广应用,应用范围涵盖了花生、马铃薯等20多种经济作物。全国多地在开展废弃农膜回收利用的同时,也在积极推广示范生物降解地膜,推动农业绿色发展,减少农村环境污染。

以PBAT和PLA为主要成分的生物降解地膜,也已在全国20余个省市10余种大田及经济作物、蔬菜种植上得到大面积应用。

科技创新助力生物降解地膜不断进步

早在1973年,英国科学家格里芬就率先提出了生物降解塑料的概念。通过在惰性聚烯烃中加入天然淀粉作为填充剂,格里芬制成了可生物降解的淀粉PE,这一具有重大意义的突破距今已有50年。

20世纪80年代初,英国研究人员发明了聚β-羟基丁酸酯(PHB)的提取和纯化方法,并将其制成薄膜。PHB是PHAs的一种,PHAs则是由微生物利用可再生的原材料(如多糖、醇类和低分子量的脂肪酸等)合成的一种生物聚酯。

我国在20世纪90年代初开始投入PHAs生物降解塑料的研究。当前有多所高校从事生物降解地膜原料方面的研究工作,一些科研单位和生产企业在PBAT、PHAs等降解材料的研发方面取得了许多成果。

陕西科技大学李成涛副教授团队经过近10年的技术研发与攻关,成功研制出降解速度可控型全生物降解地膜,该地膜在农作物采收后可实现自然条件下完全生物降解。同时,根据农业生产需要,团队研制的产品分为白色和黑色两种,白色地膜可实现保温保湿保墒,黑色地膜在保温保湿保墒的基础上,还能够抑制杂草生长;在地膜中,他们还添加了生物基全生物降解材料——植物纤维素,既调节了生物降解地膜的生物降解速度,又能提高植物源纤维素的综合利用价值,实现农林废弃物的高值资源化利用。

而闫妍团队制作的PBAT/PLA 腐殖酸生物降解地膜,在保障降解速度快、满足番茄生长需求的基础上,在覆盖初期还有理想的水热保持与调节性能。与覆盖PE地膜和PBAT/PLA 木质素生物降解地膜相比,覆盖PBAT/PLA 腐殖酸生物降解地膜能显著提高土壤电导率和有机质含量,土壤真菌毛壳菌属的相对丰度也有所增加,这些都更有利于

于作物的生长。此外,覆盖PBAT/PLA 腐殖酸生物降解地膜的番茄,在产量、可溶性固形物、维生素C、可溶性糖和番茄红素等指标上,相较于覆盖PE地膜的番茄也有显著提高,而总酸和硬度则显著降低。

经过观察,研发团队发现,实验中覆盖的PBAT/PLA 腐殖酸生物降解地膜在种植结束时已经达到2级降解。通过SEM电镜扫描,研发团队发现,PBAT/PLA 腐殖酸生物降解地膜使用后其表面呈现出明显的疏松多孔结构。

“在日光温室秋冬茬番茄栽培中覆盖PBAT/PLA 腐殖酸生物降解地膜,不仅可以提质增产,还能有效减少‘白色污染’问题。”闫妍告诉记者,除了应用于日光温室番茄的生产,科研团队还在积极进行相关试验,根据作物的生育期、栽培需求等不同特点,及时调整新型地膜的厚度和颜色等,希望PBAT/PLA 腐殖酸生物降解地膜也能够广泛应用于甘蓝、萝卜、草莓等多种作物的生产中。

降成本精技术方能扩大推广使用规模

“尽管生物降解地膜的性能突出,但现阶段它的生产成本还比较高,基本是传统PE地膜的两倍以上。”闫妍表示,生产成本降不下来,是生物降解地膜在实际推广使用中的一大限制因素。

此外,采用PBAT的生物降解地膜还存在水气阻隔性不佳、破裂时间和降解可控性差等问题。在生产功能方面,生物降解地膜也有待加强。“比如物理机械性能偏差,机械强度不够,在铺设的过程中可能会导致地膜被刺破,影响农事作业;增温保墒方面的能力相较于传统地膜也比较弱,不利于作物的生长发育等。”闫妍说。

生物降解地膜如何保墒、降低成本,这些都是一直以来研究人员研究的热点问题。未来科研人员对生物降解地膜的进一步优化,也将主要聚焦在降低成本、提高机械性能、增强降解可控性等几个方面。

随着生物降解地膜性能的不提高和改性机制的成熟,这一领域的研发、生产和应用都将迎来新的机遇。生物降解地膜具有巨大的应用潜力和开发潜力。

闫妍认为,尽管生物降解地膜仍然存在一些缺点,但通过改进生产和加工技术,其依然有望实现低成本、高降解效率和良好的机械性能,并以此来促进农业绿色可持续发展。

研究进展

我科研团队构建中国蛇类DNA条形码参考数据集

科技日报讯(记者赵汉斌)我国蛇类物种丰富,截至2020年底,现存蛇类283种,占世界蛇类总数的8%左右。但由于栖息地破坏和生态学的研究,蛇类多样性面临严重威胁。科技日报记者4月23日从中国科学院昆明动物研究所获悉,该所张亚平院士团队和车静研究员团队新近构建了DNA条形码参考数据集,为中国蛇类研究、资源保护和监管提供了重要的科学数据支撑。相关研究成果发表于国际期刊《分子生态学资源》。

蛇类具有重要的应用价值,自古以来被人类食用、药用以及作为化工原料,其中蛇毒是极为珍贵的药物原料,在医药领域具有重要应用价值。

基于系统的野外考察和长期积累,车静团队联合国内多家单位,结合其他已发表的数据,首次系统地构建了中国蛇类DNA条形码参考数据集,对我国蛇类多样性进行评估,涉及228个已知物种,占已描述物种的80.6%,覆盖了我国大部分区域。

DNA条形码的出现,极大地促进了分类学、生物多样性、生物保护和生态学的研究。“由于采用数字化技术,DNA条形码可使样本鉴定实现自动化和标准化,突破了对传统形态学的过度依赖,也不受生物体发育阶段的限制,可弥补既有鉴定方法的不足。”车静说,把这项技术与传统形态学分类方法结合,不仅可以快速、准确地对物种进行鉴定和分类,还可能发现许多潜在的物种。

根据DNA条形码数据分析,我国蛇类物种存在一定的谱系地理结构,如台湾海峡和琼州海峡的隔离作用,使我国蛇类呈现“海岛—大陆”分化模式以及“东—西”分化模式。

专家解析大豆根瘤成熟过程中基因表达的动态变化

科技日报讯(记者马爱平)4月23日,科技日报记者从中国农业科学院获悉,该院作物科学研究所大豆优异基因资源发掘与创新利用创新团队与南方科技大学合作,首次在单细胞水平解析了大豆根瘤成熟过程中基因表达的动态变化,并在未成熟的根瘤感染细胞中成功鉴定到了一组参与根瘤成熟和根瘤固氮的细胞亚型。相关研究成果发表在《自然·植物》上。

豆科植物与根瘤菌共生互作形成根瘤组织,可以固定大气中的氮气供宿主植物利用。根瘤组织较其他组织更为复杂,因此如何获得根瘤不同细胞类型的基因结构和基因表达状态也极具挑战。

研究人员成功揭示了大豆根瘤组织单个细胞的基因结构和基因表达状态,构建了大豆根瘤的单细胞转录图谱。该研究不仅成功鉴定出了根瘤菌感染细胞和非感染细胞基因的差异特征,同时揭示了大豆根瘤不同类型细胞在发育和功能上的时空分化过程,并在根瘤菌感染细胞中成功鉴定出了一组参与根瘤成熟以及根瘤固氮的过度细胞亚型。该研究为大豆共生固氮的机理解析以及大豆结瘤固氮效率的改良提供了新的研究思路和数据资源。



图为大豆根瘤。

中国农科院水稻种质资源精准鉴定取得新进展

新华社讯(记者于文静)由中国农业科学院作物科学研究所牵头的农业农村部“水稻种质资源精准鉴定”项目实施以来,发掘出38份高产、优质、抗病、抗逆、适宜机械化种植、抗稻曲病的育种可利用优异种质,为加快水稻新品种选育提供了高效的材料基础。

这是记者近日从中国农科院作物所了解到的消息。项目首席科学家郑晓明研究员介绍,该项目实施以来,发掘出强耐盐种质W11、对多个南亚和东南亚稻瘟病小种具有高抗性的野生稻W341、高抗稻瘟病种质N107等38份育种可利用优异种质,为加快优异种质资源共享利用、水稻新品种选育工作提供了资源支撑。

中国科学院院士钱前表示,水稻资源工作者要坚持“四个面向”,勇于创新。“水稻种质资源精准鉴定”项目成效显著,但仍需加大精准鉴定力度,加快发掘优异基因,加强知识产权保护,加快优异资源向优良品种的转化,培育具有自主知识产权的突破性新品种。

据悉,科研人员将进一步做好野生稻和栽培稻种质资源精准鉴定工作,持续发掘符合当前及未来产业需求的优异种质资源,将资源展示和精准鉴定相结合,加强育种资源共享服务利用。

据了解,我国野生稻种质资源保护利用工作正在加强。由中国农科院作物所牵头建设的国家野生稻种质资源圃项目,位于三亚市崖州区,预计今年6月完成建设,建成后资源保存能力将达4万份,年鉴定评价1000份以上。

作为国家农作物种质资源保护体系的重要组成部分,该资源圃以植株种植的形式使野生稻种质资源活起来,有利于水稻种质资源优异性状的发掘,促进共享利用,进一步支撑产业发展。

本版图片由视觉中国提供

“吃掉”塑料,角质酶或可对抗“白色污染”

◎本报记者 陈曦

农田提供给我们丰富的农作物,然而农用地膜的大量使用却给土地带来严重的“白色污染”。近年来,人们对聚己二酸对苯二甲酸丁二酯(PBAT)塑料和农用地膜危害的关注度明显提高,科学家们也投入精力不断研发塑料降解技术。

近日,湖北大学生命科学学院、省部共建生物催化与酶工程国家重点实验室和湖北洪山实验室郭瑞庭教授团队,通过研究利用结构生物学和酶学等技术,发现角质酶可以实现高效降解多聚物PBAT,同时阐明了相关的催化机制。相关研究论文日前发表在国际期刊《自然·通讯》上。

寻找能“咀嚼”PBAT的降解酶

据介绍,PBAT是一种由己二酸、丁二醇和对苯二甲酸缩聚而成的新一代塑料。它有着和塑料聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)类似的分子结构。因其具有优良的延展性、热稳定性和可塑性等特性,被广泛应用于农业(农用地膜)、纺织业以及食品包装等领域。

然而随着PBAT的广泛应用,PBAT废塑料的大量积累也给环境造成了很大压力。一直以来,生物酶法绿色降解塑料可能是解决塑料污染问题的最佳方案之一。然而,PBAT具有规则的晶体结构的分子结构,聚合物纤维排列得非常紧密,寻找能够“咀嚼”PBAT的降解酶非常困难。

为了解决上述难题,郭瑞庭团队通过大规模筛选、寻找合适的酶,终于发现了一种可用于降解PBAT地膜的角质酶TfCut。

“这种酶可以在两天内快速将PBAT地膜分解成小碎片、小颗粒直至完全消失。”论文共同第一作者之一、湖北大学教授杨钰介绍,他们发现其降解过程主要有BTa、ABTa和TaBTa(Ta=TPA)3种中间产物,以及终产物TPA产生。

研究团队观察这4种产物的变化,发现ABTa和TaBTa会在8小时左右达到最高值后逐渐下降至消失。48小时后,反应产物主要是TPA和BTa。PBAT降解产物有许多种可能,但是角质酶TfCut降解PBAT的过程中却只出现了这4种产物。

改造角质酶还能减少原油消耗

郭瑞庭团队前期发现将角质酶TfCut

PBAT具有规则的晶体结构的分子结构,聚合物纤维排列得非常紧密,寻找能够“咀嚼”PBAT的降解酶非常困难。为此,郭瑞庭团队通过大规模筛选、寻找合适的酶,终于发现了一种可用于降解PBAT地膜的角质酶TfCut。这种酶可以在两天内快速将PBAT地膜分解成小碎片、小颗粒直至完全消失。

的大二元体(H224-F228)改造成小二元体(S224-I228)后,其降解PET塑料的活性明显升高。于是他们将该策略应用到PBAT的降解后,改造的角质酶TfCut小二元体突变(简称TfCut-DM)降解反应48小时后只剩下TPA,该结果将有利于实现PBAT降解后TPA的循环利用。

郭瑞庭指出,TPA是制备PBAT的原料之一,来自于原油,受供需关系影响,近年原油价格持续走高,PBAT生产成本大幅上涨。

如果可以将PBAT降解产物TPA,重新回收用于合成PBAT或者其他多聚物,就可以实现PBAT循环利用并减少原油的消耗,这将具有良好的产业应用价值。

此外,农用地膜在使用时都会受到太阳照射,因此该团队用紫外线照射PBAT诱发交联反应后测试发现,野生型TfCut和TfCut-DM均可以高效地降解已经发生交联反应的PBAT。这一发现为角质酶降解PBAT的应用研究打下坚实基础。

郭瑞庭说,对比发现,野生型TfCut活性区入口较为突出。而TfCut-DM活性区入口较为平坦,更有利于与PBAT长链的结合,这从结构上解释了TfCut-DM降解活力提高的原因。

综合上述结果,郭瑞庭团队绘制了角质酶TfCut降解PBAT的示意图:角质酶TfCut首先由催化三联体行使内切水解酶功能,生成以TPA为末端的反应中间产物。而改造后的TfCut-DM酶活更高,终产物为TPA,将更有利于实现PBAT酶水解后产物的回收循环利用。