

全球产值将达80亿美元,生物农药未来可期

◎本报记者 张晔

近日,江苏省农科院和江苏仁信作物保护技术有限公司共同建设“江苏省农业科学院仁信生物农药产业研究院”,将主要开发溶杆菌和芽孢杆菌两类细菌类生物农药。

那么,生物农药与化学农药相比,有哪些优势?研发生物农药有哪些难点?这两项生物农药成果将为果树水稻病害防治提供怎样的新手段?

从大自然寻找防治病虫害的灵感

生物农药是利用生物活体或其代谢产物针对农业有害生物进行杀灭或抑制的制剂,具有安全、无残留、环境友好等优点。“相比化学农药,生物农药环境相容性好,对人畜安全,可系统应对病虫害。”江苏省农科院植物保护研究所所长刘凤权研究员介绍说。

在化学农药出现之前,人类对抗农作物病虫害的主要手段就是天然生物制剂,如尼古丁、生

物碱、鱼藤酮类、除虫菊类和一些植物油等,早在1690年,烟草的水溶性成分就被用于防治谷类害虫,而除虫菊也是蚊香的主要成分。

据刘凤权介绍,目前生物农药的研发思路基本一致,即在染病的农作物区域中寻找健康的植株,从植株体内或周边环境筛选被认为有可能起到保护作用的生物活体或代谢产物。

2004年,刘凤权从辣椒根围土壤中分离出能够产生活性代谢产物HSAF的产溶杆菌OH11。2018年,他又在果园土壤中分离筛选得到高地芽孢杆菌ST15。

“在大自然中,有许多不同生物之间相互竞争、相互抑制的现象,比如数量庞大的微生物,它们当中有许多能杀灭或抑制农业有害生物。”刘凤权告诉记者,它们有的是破坏害虫、有害菌的生存空间,有的是杀死害虫和有害菌,有的是诱发植物的抗虫、抗菌特性,对土传病害有非常好的防治效果。

当前,我国农业正向高质量方向迈进、向绿色低碳转型,公众对农产品质量安全和环境安全的日益关注,给生物农药的发展带来了难得的机遇和动力。据预测,全球生物农药行业市场规模

在未来几年将保持10%的年复合增长率,至2025年,产值将达到80亿美元以上。但是我国在生物农药发展方面还存在着诸多问题,例如,研究开发与生产推广脱节;重基础研究,轻技术创新;剂型加工工艺落后,产品稳定性差;科技成果转化率,产品应用推广难度大等。

生物防治产品防护效果与化学农药相当

刘凤权告诉记者,溶杆菌是目前尚未完全研究开发的新的生物防治细菌。他带领团队从产溶杆菌中分离出了最具开发前景的抗菌活性物质热稳定抗真菌因子(HSAF),同时,开发了两个基于HSAF的生物防治产品,并依托国家梨产业技术体系,将这些生物防治产品用于12个省市自治区20个县的1万余亩梨园。产品对梨树腐烂病、黑星病等真菌病害的防护效果达到75%以上,与化学农药防效相当。目前,相关成果获得国家发明专利8项,创造了显著的社会经济效益。

而芽孢杆菌是一类被科学家和消费者广泛认可的对人体安全的生物防治微生物,目前

我国含芽孢杆菌活性成分的杀菌剂登记产品达161个。芽孢杆菌因其能产生抗逆性芽胞、对环境适应性强、能分泌多种次生活性产物以及易储存等优点,被认为是最具有应用开发潜力的有益微生物之一,包括解淀粉芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌、多粘类芽孢杆菌、坚强芽孢杆菌、蜡状芽孢杆菌等。

刘凤权介绍说,2014年以来,他们从不同生境中筛选到多株具有应用开发前景的芽孢杆菌,高地芽孢杆菌ST15就是其中之一,该菌株对水稻黄单胞病菌(水稻白叶枯病菌、水稻细菌性条斑病菌)具有特异的拮抗作用。

水稻黄单胞病菌主要发生在我国华南地区、西南地区、长江流域,2015年以来,年发生面积600万—1000万亩,对水稻安全、优质生产构成严重威胁。高地芽孢杆菌ST15对这两种水稻细菌病害具有很强的针对性,根据田间生产试验,连续施药2次防效可达60%,与化学农药相当或相近,并能够促进水稻生长和提高水稻幼苗的耐旱能力,可以替代或部分替代化学农药,减少化学农药使用量,提高食品和生态环境安全,具有较好的经济和社会效益。

微生物脱氮技术让贵州草海重获新生

赵汉斌摄

你看不见的微生物正成为污水治理生力军

◎本报记者 赵汉斌

水是社会持续发展必不可少的重要资源。随着城市化发展、工业化推进,越来越多不易去除的污染物进入自然环境,对水质造成影响,并最终危害人类健康。

长期实践证明,传统污水处理方法已经很难

满足现有水中污染物的去除需求,因此研究和开发新型有效处理技术是当前的主要任务。

微生物处理技术凭借其污染物治理效果好、优势菌种富集率高、微生物活性高、抗环境干扰能力强、经济成本低以及可重复利用等优势得到了国内外众多学者的关注。随着技术的发展,能够“吃污”的微生物,在污水处理领域逐渐得到广泛应用。

微生物技术处理城乡污水优势明显

水的污染,通常指人为原因造成的水质恶化以及水使用价值的降低,其中的主要污染物包括固体废弃物、需氧有机物、难降解有机物、重金属、植物营养物质、酸、碱和石油类物质等化学物质。

目前,传统污水处理,或通过重力沉降、混凝澄清、浮力上浮、离心力分离、磁力分离等物理方法对不溶态污染物进行分离,或通过酸碱中和法、化学沉淀法、氧化还原法等化学方法让污染物发生转化。此外,还可通过利用吸附法、离子交换法、膜分离法、蒸发法、冷冻法等对水中的溶解态污染物进行分离。

但这些传统方法中,利用物理方法进行污水处理的处理厂,通常占地面积大,基建费、运行费高,能耗大,管理复杂,易出现污泥膨胀现象,设备不能满足高效低耗的要求;化学方法运行成本高,需消耗大量的化学试剂,易产生二次污染。

利用微生物技术处理城乡污水,能耗低、效率高、剩余污泥量少、操作管理方便,还可实现磷回收和处理水的回收利用等。长期从事生物工程和环境治理研究的内蒙古包头轻工职业技术学院教师王美霞说,目前微生物技术已逐步发展成为解决水污染等突出环境问题的有效手段。

利用微生物技术处理城乡污水,能耗低、效率高、剩余污泥量少、操作管理方便,还可实现磷回收和处理水的回收利用等。目前微生物技术已逐步发展成为解决水污染等突出环境问题的有效手段。

升级PET水解酶,再造超级塑料“食客”

◎本报记者 陈曦

在众多塑料制品中,生产和使用最多的是聚对苯二甲酸乙二酯(PET)塑料,然而对于PET的降解和循环利用却是一个国际难题。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郭瑞庭教授和陈纯琪教授团队在前期工作基础上,对PET水解酶机制进行了解析及性能提升改造,使之具有高效水解功能。该研究成果2月15日以封面文章发表于国际学术期刊《美国化学学会-催化》上。

解析结构,助力PET水解酶改造

塑料制品的出现给人类的生活带来了很大的便利,人们在享受这一便利的同时,也承受着塑料污染对自然环境和人类健康的巨大负面影响,全世界都在想尽办法解决塑料污染问题。在所有塑料制品中,PET塑料用量巨大,当前最常用来进行PET的降解与循环利用的方法需要加入有毒试剂,这不仅会造成二次污染,而且降解产物很难循环再利用。发展绿色温和的PET水解酶,并回收水解

产物用于PET再生,一直是科研人员的目标之一。

“要使PET达到最好的降解效果,需要水解酶能够在PET玻璃态的温度范围内(65℃—70℃)或高于这个温度下进行反应。”陈纯琪表示,如果能提高PET水解酶的耐热性,一些PET塑料就能通过酶清洗实现回收利用,就像含酶的洗涤剂可以分解脏衣服上的食物污渍一样。

陈纯琪注意到日本研究团队曾公布了一个耐热角质酶ICCG,它的最适反应温度达到了65℃,是已知PET水解酶中活力最高的。“ICCG为何不同于其他PET水解酶,水解活力和耐热性都异常突出呢?如果能了解ICCG独特的作用机制,我们也有可能从中得到启发,获得更具热稳定性的PET水解酶。”陈纯琪说。

郭瑞庭、陈纯琪一直深耕于PET水解酶领域,2017年团队在国际上首次解析了PET水解酶IsPETase的晶体结构,随后在2021年又首次发现了影响IsPETase水解PET的关键二聚体。

“我们充分运用了团队在结构生物学和理性设计与改造方面的研究专长,使用结构生物学的手段解析了ICCG的失活突变体(S165A)与底物

小小微生物“实战”建奇功

虎年新春,贵州威宁草海雪后初晴,数百只黑颈鹤在湖面翩翩起舞,成群灰雁时而低鸣翱翔,时而在水中游憩,白鹭在岸边踱步捕食,引得路人驻足观赏,拍照录像。威宁草海是典型的高原淡水湖,也是贵州最大的天然淡水湖。过去几十年间,随着人口增多、人类活动频繁,威宁草海一度濒临消失,水体富营养化突出。

贵州大学副校长周少奇率领的团队,攻克了国际上生物脱氮研究领域长期无法逾越的难题,巧用微生物脱氮技术,让草海重获新生。同时,周少奇团队还把新技术与工程化应用推广到城市污水、炼油废水、垃圾渗滤液和农村污水等领域,治污效果显著。

2016年,长沙高新区肖河、雷锋河黑臭水体引入诟病。湖南三友环保科技有限公司利用水体微生物活化系统,在短短一个半月时间里,便消除了肖河的黑臭问题,让微生物技术名

声大噪。“我们通过有效激活水体微生物,使之不断大量繁殖,以重组、完善和优化水体微生物生态系统,促使水体恢复自净能力。”该公司的易境博士介绍说。

无独有偶,在上海市杨浦区长海新村西湖园,被大片蓝藻覆盖的水塘中,浊绿的脏水变成了鱼儿畅游其间,湖水水质也从劣五类变为二、三类。创造这一奇迹的,是同济大学环境新技术团队研发的创新技术——水体微生物活化系统。这一技术也应用于云南滇池东岸30万平方米的海东湿地生态修复净化工程。

2021年我国推出了多项涉及污水处理的政策,以推进污水资源化利用,污水年处理量得以提升,工业污水处理投资增加。目前,随着科技成果的转化和国内一批生物环境治理企业的兴起,微生物污水处理将被广泛应用于建筑、农业、交通、能源、石化、环保、城市景观、医疗餐饮等各个领域。

内外兼顾,实现PET高效水解

“有了复合体结构作为基础,我们接下来的ICCG耐热性改造就可以做到有的放矢。”陈纯琪解释说,“为了增加耐热性,我们采取内外兼顾的策略改造ICCG,即增加蛋白质内部的疏水相互作用和增加蛋白质表面脯氨酸的亲水相互作用。我们共选择并构建了27个突变体,其中有7个突变体在90℃时比ICCG具有更高的活性。”

团队进一步将这7个突变体组合突变,筛选获得5个活性明显提升的三突变体。最后,优中选优,得到3种活性更高且变性温度比ICCG高出3℃的突变体(RIP、KIP和KRP)。

为了进一步探索突变体热稳定性增加的分子机制,结构生物学的手段被再次运用。结果显示,突变体分别在酶的外壳、中层、核心产生了稳定结构的效果,“我们猜测是这些个别效应叠加起来增进了蛋白质整体的耐热性。”陈纯琪说。

本研究成果的获得,更加清晰地阐述了PET水解酶的分子机制,同时也证明了增加耐热性对PET生物降解的重要性。为发展闭环式循环PET生物降解平台提供了一个新的思路。

研究进展

我科学家破解小麦遗传转化中基因型依赖难题

◎本报记者 马爱平

近日,中国农业科学院作物科学研究所作物转基因及基因编辑技术与应用创新团队鉴定了一个与小麦植株再生相关的基因TaWOX5,并利用TaWOX5基因克服了小麦遗传转化中的基因型依赖难题。此外,研究团队还依托该基因建立了栽培一粒小麦、黑麦和六倍体小黑麦的遗传转化体系。相关研究结果在线发表于《自然·植物》上。

中国科学院院士种康指出,该项研究通过鉴定和利用小麦中的再生相关基因TaWOX5,基本克服了小麦品种转化中的基因型障碍,显著提高了转化效率;与已报道的再生基因相比,TaWOX5不影响愈伤组织分化和再生植株根系发育,不需要从愈伤组织中排除。

中国科学院院士林鸿宣认为,利用TaWOX5基因还能显著提高大麦、小黑麦、黑麦、栽培一粒小麦和玉米等单子叶植物的遗传转化效率,具有广泛的应用前景。

基因型依赖制约小麦生物育种产业化

据中国农业科学院作物科学研究所研究员叶兴国介绍,遗传转化效率低和基因型依赖性制约小麦基因编辑研究及应用的主要障碍。近年来,虽然基因编辑使小麦遗传转化效率显著提高,但其仅适用于少数模式小麦基因型,还有许多小麦品种不适合进行基因编辑。

“基因型依赖性长期干扰作物遗传转化的问题,即便是烟草、拟南芥和水稻等模式植物的遗传转化,也存在强烈的基因型依赖性。随着基因编辑技术的广泛应用,克服基因型依赖性显得更加重要。”种康表示。

林鸿宣指出,小麦是六倍体作物,遗传转化一直远远落后于其他主要农作物。虽然日本烟草公司利用模式基因型建立了小麦高效遗传转化体系,但基因型限制问题依然是小麦功能基因组研究和基因编辑育种的障碍。

新基因能大幅提高小麦等的转化效率

叶兴国团队历经13年研究,对多个可能与小麦再生植株相关的基因进行了克隆和功能鉴定,最后发现TaWOX5具有显著提高小麦再生效率和遗传转化效率的作用。

研究发现,过表达TaWOX5不但显著提高了科农199等模式小麦基因型的转化效率,而且显著提高了济麦22、郑麦7698、苏麦3号和中国春等22个小麦推广品种,以及重要种质资源的转化效率,尤其成功转化了宁春4号、矮抗58、西农979等顽拗型明星小麦品种,转化效率提高了2—10倍。

进一步验证发现,TaWOX5在波兰小麦、栽培一粒小麦、黑麦、小黑麦、大麦和玉米等单子叶植物遗传转化中,均可使转化效率显著提高。另外,TaWOX5对小麦愈伤组织分化和再生植株根系生长没有副作用,其宽叶表型有利于快速从各种植株中鉴定出基因编辑植株。

该研究结果表明,TaWOX5大幅提高了小麦等的转化效率,克服了基因型依赖带来的限制,简化了鉴定工作,具有广阔应用前景。

“TaWOX5能够极大促进小麦胚性愈伤组织发生和植株再生,利用TaWOX5,可让易转化品种‘Fielder’等的转化效率高达75%—96%,难转化品种济麦22等的转化效率达17%—82%,基本解决了小麦遗传转化中基因型依赖带来的限制问题,为小麦基因编辑育种提供了强有力的技术支撑。利用该基因还能显著提高大麦、小黑麦、黑麦、栽培一粒小麦和玉米等单子叶植物的遗传转化效率,具有广泛的应用前景。”林鸿宣表示。

种康认为,有理由预测,TaWOX5用于小麦等的基因功能鉴定和新材料创制,也具有广泛前景。

最新研究揭示

天敌昆虫定位害虫的分子机制

科技日报(记者马爱平 通讯员王冰 欧阳灿彬)近日,中国农业科学院植物保护研究所抗虫功能基因研究与利用团队,通过比较组学揭示了在植物—蚜虫—天敌昆虫互作关系中重要的化学线索反-β-法尼烯的来源、生态学功能,以及该化学物质介导的天敌昆虫嗅觉识别的分子机制。相关研究发表在《当代生物学》上。

反-β-法尼烯被鉴定为绝大多数蚜虫的报警信息素组分,一直以来备受科学界关注。在植物—蚜虫—天敌昆虫三级营养级关系中,多种天敌昆虫均能利用反-β-法尼烯定位蚜虫,但是对于不同来源的反-β-法尼烯吸引蚜虫天敌的分子机制,尚不十分清楚。该团队以生产上重要的蚜虫天敌大灰优蚜蝇为研究对象,研究其成幼虫识别信息素的分子机制。研究表明,大灰优蚜蝇成虫触角均能被不同浓度的反-β-法尼烯所激活,但只有高剂量时,反-β-法尼烯才能远距离吸引大灰优蚜蝇成虫,而较低剂量只能近距离吸引幼虫。

科研人员通过比较组学的手段鉴定了大灰优蚜蝇和黑带食蚜蝇气味受体和气味结合蛋白,对同源性较高的基因进行研究,筛选出大灰优蚜蝇气味受体(OR3)以及气味结合蛋白(OBP15)。随后,通过基因编辑技术敲除了大灰优蚜蝇成虫的OR3,发现大灰优蚜蝇成虫对反-β-法尼烯的识别能力降低,并丧失了行为选择和远距离定位能力;幼虫失去了对蚜虫的近距离识别能力和偏好性。这表明,大灰优蚜蝇幼虫可以利用蚜虫来源的反-β-法尼烯进行近距离定位,而成虫能够识别反-β-法尼烯,对蚜虫危害的植株进行远距离搜寻。

该研究从分子水平解析不同来源的信息素对天敌昆虫的调控作用,为充分利用信息素这一重要的化学线索科学合理地开发天敌昆虫行为调控剂、实现蚜虫的绿色防控提供了新思路。