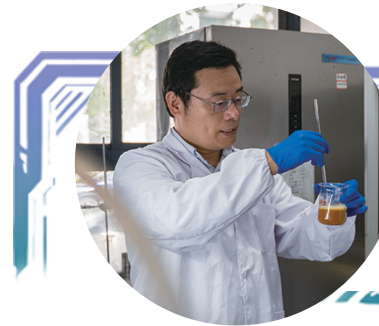


探索者



蔡冬清(右)在查看分别施加了快腐肥和传统肥的植物。



蔡冬清 东华大学
环境科学与工程学院研
究员,深耕土壤修复与
固废资源化研究方向。

本版摄影 青年报记者 常鑫

三个“如果”叩问千年农事 十分钟化学反应变废为肥 “魔法药剂”师的肥料探索之路

沃野万里,化腐为生,方成其久长。千百年来,面对农业废弃物,农人已习惯将其交还土地,静待它们在泥土中悄然重生。如今,科技却击碎了这道时间的铁律:腐熟剂一分钟快速除臭,十分钟定向转化水泡粪为高附加值黄腐酸液体肥,一小时完成固体粪污腐熟。过去农家靠天吃饭的焦灼,在畜禽粪污高效腐熟技术下化为云烟。

这个奇迹,缘于东华大学环境科学与工程学院蔡冬清研究员的三次“如果”。当平淡的日常从身旁掠过,他总忍不住追问一声“如果”。三次深度追问,如同三把钥匙,打破了传统认知的边界,也开启了他与团队科研破局的漫漫征途。

青年报见习记者 林千惠

童年之问

撒下“魔法药剂”的种子

实验杯中一杯猪粪,臭气熏天。戴着蓝手套,蔡冬清正往杯中倒腐熟剂,搅拌、沉淀,杯中温度不断飙升,一直到八十摄氏度高温。十分钟过去,凑近扇闻,奇迹般地不再有任何味道,而高附加值黄腐酸液体肥也就此成型,可造福四方。比如,将它泼入栽有果蔬的泥土,不久便会看到绿叶盈盈,丰收时也更加味美;丢进盐碱地,寸草不生的地方亦能改良,成为可耕种的良田。

在过去,农人只能辛苦地翻堆沤肥,效果全凭天意。但蔡冬清长期深耕于土壤修复与固废资源化领域,其研发的畜禽粪污高效腐熟技术,使“人意”战胜天意,实现了千百年来农人的一大梦想:让土地与堆肥稳定地回报丰收的季节。

“如果能有魔法药剂就好了。”这一奇迹,缘于蔡冬清童年脱口而出的一次“如果”。儿时,他们一家是田间劳作的一户农人。为了让农田丰收,家里养了牛,积下成堆的牛粪。每到周末,小学五年级的他便握着铲子,跟随父亲,将半人高的牛粪来回翻铲、堆沤,忙完下来,浑身汗臭。望着父亲操劳的背影,他常想:如果能在牛粪上撒一把药剂,转眼便能化作营养的肥料该多好。

这个念想一直延续到硕士研究生。彼时他在中国科学院合肥物质科学研究院做课题,一次从集市买

回螃蟹,吃完后留下蟹壳。他想利用这些废弃物,便用溶液浸泡材料,再用玻璃棒搅拌。不料玻璃棒不小心掉进旁边同学装有蓝藻的烧杯里,他却意外发现:蓝藻竟然“抱团”了。蓝藻暴发,是因为陆地上化肥流失,水体过肥。他灵机一动:“我把螃蟹壳加到化肥里,果然发现能减少化肥流失。”于是,化肥控失技术诞生了。他也自此走向为农人探索肥料的路。

破局之路

一小时让粪污“化腐为生”

蔡冬清的第二次突破,来自2019年的一个“如果”。当时,团队正在实验室做控失化肥的实验,中途出了差错,屋里瞬间冒出浓烟。蔡冬清反思冒烟的原因,忽然冒出一个想法:“既然它快速冒烟,那能不能促进粪污快速升温?”这是有逻辑联系的:诸如牛粪等粪污传统堆肥升温慢(两天才能升到五六十摄氏度),导致腐熟周期长达30到60天。而快速冒烟,则意味着升温极快,对缩短腐熟周期十分有利。

他一试,牛粪果然十分钟就升至八十摄氏度,一小时便能腐熟,将以往数周数月的漫长等待迅速压缩。原来,通过独特的分子剪切效应,畜禽粪污中的有机大分子迅速转化为黄腐酸、氨基酸等小分子,从而造就了这一神奇现象。就此,“魔法药剂”有了雏形。

不过,这条“肥料探索之路”也才开了个头。实验成功后还需验证和复现,证明“魔法药剂”的稳定性和可用性。于是,蔡冬清和团队奔赴无数个农场和畜牧场,钻进鸡圈、跨入猪圈,将一小时纳米快速腐

熟剂带到农人日夜操劳的地方。最难熬的日子是炎炎夏日。顶着三十多摄氏度的高温,他们得在养鸡场做实验。养鸡场上百只鸡咯咯不断、羽毛乱飞,鸡粪气味熏天。往鸡粪里倒腐熟剂时,一不小心腐熟剂碰到胳膊,其腐蚀性便立刻让皮肤泛起大片红。一场实验下来,全身黏满热汗,臭味回到家也洗不掉。蔡冬清也曾为此有些抱怨,但受到挫败以后,第二日仍马不停蹄赶赴下一程。

正是这样的坚持,让蔡冬清在随后两年的实验中,带领团队逐渐摸清了腐熟剂的“脾气”。比如开发的三类催化剂需要依次加入,淋雨、高温也会导致一定危险性。每一次从实战中获取数据,团队都会进行优化,为稳定性加码。随着团队的不断优化,腐熟剂已能有效消除畜禽粪污,几乎100%降解抗生素、钝化重金属,较传统有机肥使作物增产10%~20%。

如今,这项原创技术已获得7项发明专利,并授权全国8家企业使用,建成40万吨级快腐有机肥生产线,实现化肥用量减少30%以上,一年创造经济效益5000余万元。

跨界之思

餐厨垃圾变身营养肥料

“2024年我国城市+县城餐厨垃圾约1.2亿吨。如果我们能让这些剩饭剩菜也变成有机肥肥料呢?”当粪料能高效造福农人后,蔡冬清却没停止思考,提出了他的第三个“如果”,想让餐厨垃圾也“变废为宝”。

实验室里,蔡冬清带领研究生当场演示了起来。桌上摆着一杯已搁置两天、早已过期的废弃牛奶。他拿起一支试管,缓缓

倒入新研发的腐熟剂。刹那间,原本纯白的牛奶开始发热、发烫,像被点燃了一样。几分钟后,乳白色渐渐变得浑浊;大约十分钟后,整杯液体变成了一杯“拿铁”——而这,正是营养满满的肥料。转身望向旁边的花架,经这种“拿铁”浇灌的植物,叶片油绿、茎秆粗壮,比普通肥料养出的那一盆整整茂盛了一圈,生机扑面而来。

这已是继第一代腐熟剂之后的又一次重大改良。2026年,相关成果发表于国际顶级期刊《自然·通讯》。研究团队研发出微波强化餐厨垃圾分钟级腐熟技术。相比第一代,腐熟剂用量节省75%,成本降低50%,效率提升6倍。

“它不仅能提高产量,还能提升作物的品质。比如松江大米,用了它会变得更香。”蔡冬清自豪地解释道。今年,针对上海市温室大棚蔬菜秸秆处理的难题,他的团队刚刚获得上海市农业农村委员会专项支持,将建设两条示范生产线,届时一年可“消化”1000吨蔬菜秸秆,把田间地头的废弃物就地转化为高效有机肥,同时还能改良修复土壤、防控蔬菜根肿病。

这项技术也以公益方式应用于东华大学对口帮扶的云南昭通,促成了沪滇合作。在青菜棚里,用了这项技术的蔬菜长得更好,一亩地大约能增收1000元,当地农户十分开心;而云南盛产蘑菇,会产生大量菌棒、蘑菇渣,蘑菇地也同样受益。“村民对我们的技术非常渴求,我们在昭通找到了绝佳的应用场景。”蔡冬清感慨道。

对于未来的路,蔡冬清心里已经有了清晰的蓝图。一方面,他要继续推动成果的转化,让这项技术像种子一样撒向更多地方——从北方的蔬菜大棚到南方的果园,从东部沿海的养殖场到西部山区的农田。另一方面,技术本身还要再“磨一磨”。眼下,每吨肥生产成本大约200元,对不少中小型养殖场来说还是有些高昂,只有把成本降下去,技术才能真正“飞入寻常百姓家”。因此,蔡冬清已经豪情壮志地提出了他的第四个“如果”：“如果我们能将成本降到100元一吨呢?”

从童年的田间到如今的实验室,蔡冬清用一次次倔强的“如果”,为中国农人蹚出了一条新路。大地从不停止生长,探索也永远不会止步。当千万吨废弃物再次化为肥沃的土壤,那重新绽放的万里生机,便是科技最动人的模样。