

小小蚯蚓，“蚓”出一条生态产业循环链



一条蚯蚓，浑身都是宝，达尔文曾称之为地球上最有价值的动物。而蚯蚓产业，则是以蚯蚓养殖技术为基础，各类相关技术体系为手段，以“蚯蚓体”和“蚯蚓粪肥”为终端产品或以其原料开发终端产品的产业。

鸡鸭牛羊粪制成有机肥，在上海乃至全国已经十分常见，但对于不少农户来说，蚯蚓粪肥仍是个新鲜事物。上海温兴生物工程公司作为沪上首家大面积引进“太平2号”蚯蚓养殖的企业，多年来专注于农业废弃物的蚯蚓生物处理，蚯蚓生物的研究、开发以及循环应用，形成了一整套具有自主知识产权的以蚯蚓为核心的科研成果和科技产品。

除了环境效益外，蚯蚓本身还有相当可观的经济效益。当下，蚯蚓粪肥推广和应用情况如何？蚯蚓产业能否拉长链条，带动农民致富，实现生态和经济效益“双赢”？为此，记者做了一番调查。

记者 欧阳蕾昵

【现场】蔬菜大棚“种养轮作”

在奉贤区柘林镇西湾村，来自安徽的“85后”菜农张乐正在上海温兴生物工程公司基地的蔬菜大棚内施肥，走近一看，黄色肥料桶中装着的东西呈黑色粉末状，凑近一闻，几乎没有臭味，那气味就像土壤的味道。原来，这种微生物肥料是用蚯蚓粪肥复合制成的。来沪三年，张乐种了三年的蔬菜，他承包的菜地摒弃化肥，全部用上蚯蚓粪肥，三年不间断种菜，土壤依然松软，蔬菜长势喜人。张乐随手摘下几只成熟的西葫芦递给记者看，只见一只只饱满的果实油光透亮，表皮如同打了一层蜡。今年，张乐承包了48个蔬菜大棚，他种的蔬菜已经小有名气，就连中心城区的宾馆、酒店和精品超市都慕名前来订货。

“鸡鸭牛羊粪制成有机肥十分常



■大棚蔬菜用上固体蚯蚓肥

投入，一年到头，靠着养殖蚯蚓、种植蔬菜他可以有28万元的收入。”这比以前在工厂打工多很多了。”

上海温兴生物工程公司技术总监高文向记者介绍说，蚯蚓的繁殖能力极强，两个月即可产一次卵，一次蚓种可以循环繁殖使用。按半亩地来算，投放200公斤蚯蚓种，一年可收获约1吨鲜蚯蚓，产出约30吨鲜蚯蚓粪，再加上农作物本身的价值，经济效益相当可观。

【探秘】蚯蚓粪肥“一举多得”

当今的农田里，难见蚯蚓，不见泥鳅。问题出在土地的不断重复耕种，长期使用化肥催力，让土地成为板结严重的“水泥地”。这些在“水泥土”上种出来的农作物，口感和安全性将大打折扣。土壤污染与退化日益严重，有机肥、生物肥、农家肥代替化肥，已逐渐成为趋势，蚯蚓粪肥正是其中的一员。

高文告诉记者，所谓的蚯蚓粪肥，主要是以畜禽粪便、秸秆、稻草等原料发酵后饲喂蚯蚓，经蚯蚓摄取过腹排出后，添加活性生物菌剂，再根据用途不同，采用不同的新型工艺生产成各种产品。它的最大特点是将有机物—微生物—生长因子结合起来，因此，在众多新型肥料中，蚯蚓粪肥以兼具增出肥、养土、处理废弃物等特点“脱颖而出”。

在营养肥效方面，由于蚯蚓粪肥富含大量有机质和作物所需的氮、磷、钾，因此它兼速效性和长效性的双重

特点。蚯蚓粪肥具有合理的团粒结构以及孔隙度，通气性好，保水力强，抗旱性能好，特别是改善了作物根系的通气性。此外，蚯蚓粪肥既可作为肥料，同时又可用作多种栽培基质。

在改良土壤方面，蚯蚓粪肥富含腐植酸，可以改变由于化肥的大量投入造成的土壤盐碱化、变硬、板结，还可以调节酸碱度，增加土壤孔隙度，通透性。据了解，蚯蚓的运动及排泄物对改善土壤的质量非常有益。不仅能疏松土壤，增加土壤有机质并改善结构，使土壤的透气性保持良好。还能将有机物质拖入所挖洞穴使其加速分解，从而增加植物生长所需的营养成分及肥效性。蚯蚓养殖工厂也被人们称为“环境净化装置”。

在废弃物处理方面，蚯蚓的优势更加显著。一条蚯蚓，一天能吃掉与其重量相当的有机废弃物。在国外，美国加利福尼亚州某公司养殖5亿条蚯蚓，一天处理200吨有机废弃物；日本静冈县1978年建成1.65万平方米蚯蚓工厂，每月处理有机废料3000吨；日本兵库县蚯蚓工厂养殖10亿条蚯蚓，每年处理废弃物6万吨，已形成成熟的商业模型。而国内蚯蚓养殖规模较小，在处理废弃物方面研究较少，主要通过养殖蚯蚓消耗畜禽养殖场粪便，以蚯蚓和蚯蚓粪这样的终端产品为主要目的，而专职利用蚯蚓处理废弃物形成商业模型的几乎没有。

在农业面源污染中，畜禽粪便过度集中排放，会对地下及周围环境造成污染，将严重影响农业生产的可持续发展 and 饮用水安全。畜禽粪便等有机废弃物经蚯蚓肠道消化、酶解转化形成蚯蚓体和蚯蚓粪。蚯蚓和蚯蚓粪

富含活性酶、肽等高活性蛋白及氨基酸、不饱和脂肪酸及微量元素，可广泛应用于农业、医药等领域。”蚯蚓消耗畜禽粪便，其中的臭味自然也被分解，自然闻不到臭味。”高文解释说，不仅如此，“蚯蚓粪”还是非常好的有机肥。牛粪一般偏碱性，pH值为8.0，农户将牛粪发酵腐熟后用于农田，可去掉部分病菌，但牛粪pH值不变。而成为“蚯蚓粪”后，牛粪的pH值变为6.8—7.2，且微生物有益菌、微量元素等含量丰富，对土壤改良、农产品增产等有极大助益。近年来，温兴生物工程公司收集大量的畜禽粪便和种植废弃物，利用微生物技术进行发酵处理，制成蚯蚓饵料饲喂蚯蚓，从而达到消纳农业废弃物的目的，实现农业污染源的有效治理和资源化循环利用。

【模式】从露天养殖到工厂化生产

据悉，温兴公司从日本引进“太平2号”红蚯蚓，在室内箱式养殖，露天条式养殖等方面进行了多年的研究和实验，积累了丰富的经验和技能，指导并带动了许多农户和合作社参与到蚯蚓养殖中来，公司负责蚯蚓的回收，切实保障农民的收入。高文带着记者来到温兴生物工程公司旗下的温瑞果蔬种养殖专业合作社，这里的设施化大棚里，用牛粪、菜叶和秸秆等农业废弃物养殖了大批“太平2号”红蚯蚓。据介绍，“太平2号”蚯蚓的生存基础是畜禽粪便，这种蚯蚓专门食用有机种植的“蚯蚓果”特点是个头粗大，食量奇大，食量大约是普通蚯蚓的三倍。单算一条蚯蚓，就可处理牛粪20余斤。目前，温瑞果蔬

种植合作社的有机蔬菜生产基地，全部用上了“太平2号”蚯蚓产出的固体和液体蚯蚓肥，做到了种植零化肥、零农药。

“露天养殖占用土地资源，且受气候影响较大。后来，大棚养殖开始兴起，大大提高了产出效率。今年，我们提出了工厂化养殖模式。”高文带着记者来到基地的一个连栋大棚，只见一台15米长、2米宽、0.8米高的自动化加料处理设备矗立在眼前。用铲车将蚯蚓饲料加入匀料机中，通过传送带送至加料机料斗中，开启加料机行走部分使其沿固定轨道行走，再打开加料机布料部分，蚯蚓饲料就这样从料斗中均匀铺撒在蚯蚓养殖床表面。

高文解释说，第一次加入蚯蚓基料15厘米，待到蚯蚓基料被蚯蚓采食完80%时，再投放蚯蚓饲料厚度约20厘米，当蚯蚓粪厚度达到40厘米时，通过蚯蚓反应器下部的筛分机将蚯蚓粪从反应器中筛出落入下方传送带，通过传送带运出反应器，以后加料和清理蚯蚓粪可以形成循环过程，即加一次料就要清理一次蚯蚓粪。据介绍，这台机器由温兴公司自主研发，每年可处理有机废弃物300—400吨。

除了大设备外，养殖蚯蚓还有适用家庭的“架式养殖”。温兴公司的架式养殖区主要以培育蚯蚓种苗为主，共分三个区，种蚓区的功能以产卵为主，所产出的蚯蚓卵分批次进行孵化；孵化区的功能主要是对种蚓所产的卵度集中孵化；繁殖区的主要功能是为蚯蚓养殖提供高质量的种苗。记者了解到，一般架子分为四层，高1.5米，普通蚯蚓的三倍。单算一条蚯蚓，就可处理牛粪20—30公斤的饵

料，再加上1公斤的蚯蚓种苗，一个月左右蚯蚓就可将框内的饵料全部吃完，并产出3—5公斤的活体蚯蚓。这样一来，农户能轻松收获蚯蚓粪肥和活体蚯蚓。高文介绍说，这种立体架式养殖模式尤其适合个体农户，与大棚养殖相比，这种模式更加便捷。

【实践】农业系统方案“遍地开花”

“洛川苹果虽好，但苹果质量仍然不稳定，我们想着，要把好的肥料和技术带过去。”温兴生物工程公司常务副总经理徐慰军还记得，2015年，在上海市农委和延安市政府的带领下，她来苹果之乡——洛川。为了给洛川苹果做全面改造，将更多精品苹果输出，温兴公司会同当地一家企业，租下厂房，再联手上海农乐生物制品股份公司，三家企业联合成立新公司，在洛川当地养殖蚯蚓，生产肥料。去年，温兴公司自主创新、研发、生产的“坤之缘”品牌系列蚯蚓有机肥在洛川苹果20亩试验基地开始起步，其间，温兴团队多次实地勘察，就当地现实情况与各方面人员和种植户开展深入讨论，确定有效的施肥方案。此外，技术人员在现场施肥指导下确保每个环节都做到信息跟踪、数据分析、问题解决。

数月以来，温兴团队从土壤管理、果树健康、果品质量等全方位为洛川苹果“保驾护航”。2016年11月，新品种“坤之绿地龙果”之“洛川红富士”正式问世，全程有机种植的“蚯蚓果”不但外形佳，脆甜可口，营养指标也非常给力：使用蚯蚓肥后，新品“坤之绿地龙果”糖度提高1.2度，糖酸比适

中，维生素C含量提高30%，胡萝卜素含量提高近3倍，品质高于常规施肥组及洛川市场其他优质苹果。今年苹果基地将拓展到1万亩。

徐慰军表示，温兴公司是一家以蚯蚓为核心科技的生态健康产业集团，公司不仅仅是简单的产品生产者，更致力于成为农业系统方案的集成商，为客户提供土壤修复系统、废弃物处理系统、生物制剂系统、动物营养系统和植物营养系统等多类型的供应方案。目前，上海在全国共有10个蔬菜外延基地，基地家瑞合作社在山东临沂，约有3000多亩的蔬菜基地，下一步徐慰军想着将“洛川模式”推广应用于此，目前该项目正在洽谈过程中。

【困惑】如何“叫好又叫座”

在经济作物上，蚯蚓植物营养的示范应用可谓效果显著。上海市林业站提供的数据显示，蚯蚓粪肥在奉贤双张果业种植合作社、金山吕巷蟠桃园等桃树上示范应用后，果实品质和树势都比对照有正增长，比如可溶性固形物的增幅最大为15.81%，亩产量增加5.03%，施肥成本降低24.71%，亩产值增加4.12%；在马陆葡萄开发公司的葡萄基地上使用，对照树势有正增长，百叶重有20.09%的增幅，施肥成本有82.33%的减幅。

2012年开始，温兴公司独立或者联合市、区、镇各级农业技术推广服务中心或各级蔬菜站等相关部门，组织蚯蚓肥各类宣传、培训活动。浦东新区的多利农庄、夹快蔬菜合作社、奉贤区的扬升合作社、金山区的阿林果蔬



■液体蚯蚓肥



■施用蚯蚓肥后的蔬菜长势喜人

合作社、嘉定区的绿望蔬果产销专业合作社、青浦区的新君安蔬果专业合作社、崇明区的绿瑞蔬菜合作社等蔬果基地都留下了推广人员的足迹。目前，温兴公司正在全国进行果、菜、茶、花、药的布局推广。

徐慰军告诉记者，鉴于蚯蚓的价值，蚯蚓养殖业在国内外蓬勃兴起。国际上蚯蚓贸易年交易额达10亿美元，且每年以30%—40%的速度增长，为农业带来新的经济增长点。国外养殖蚯蚓兴起较早，美国、日本、澳大利亚等国已发展到工厂化养殖和商品化生产。而国内蚯蚓养殖起步较晚，从20世纪70年代末，才逐渐从国外引进蚯蚓养殖。除台湾地区外，内地蚯蚓养殖呈现规模小发展缓慢等特点。温兴公司作为上海最早大面积进行设施化养殖的企业，却也面临养殖蚯蚓零散、蚯蚓粪肥推广难，普通农民知晓率不高等尴尬局面。

“现在养殖仍是一个大缺口，很多人养了一段时间就维持不了，基于成本、技术和环境等多种因素。养殖蚯蚓也都是不成系统的，零散的。”徐慰军介绍说，目前，人们对安全优质农产品的需求越来越强烈，对农业投入品的要求也越来越严格，要从源头上保障已成为大家的共识。中央经济工作会议提出，农业供给侧改革的重点，不仅要保证农业的产量，更要保证产品的质量和安全性，有利环境改良和生态建设。所以蚯蚓肥的生产和应用，相信会得到政府的大力支持和推广。

在采访中，记者特意咨询了上海三农热线蔬菜专家陈龙英。她告诉记者，目前一般的商品有机肥价格在400—500元/吨，列入政府采购目录后，农民大概出200元左右。虽然蚯蚓有机肥也列入目录，但价格比较高，肥料消耗也比较大。陈龙英建议，在土地板结的地方，商品有机肥和蚯蚓肥联合使用，能起到疏松土壤，补充养分的功效。在蔬菜产业上，商品有机肥因含草籽比较多，用了以后，农民要么使用除草剂，要么人工拔草，比较繁琐又费人工，这个时候，蚯蚓肥就十分适用。“蚯蚓粪肥作为有机肥家族中的新成员，除了适用有效外，价格也要在农民可接受的范围之内，这些还需要借助政府的力量，给予更多的配套政策和资金、项目等支持。”陈龙英说。

“变废为宝、资源再生、环境友好，这是蚯蚓养殖产业的特点，在当前中国环保治理的重要时期很有发展前景。”采访中，徐慰军始终对蚯蚓产业信心满满，她表示，蚯蚓产业是一项利国利民的绿色产业，对农业的作用不言而喻，温兴公司将抓住机遇，打通“农业废弃物—蚯蚓—蚯蚓生物制品—农畜产品生产”的农业生态链，打造包括蚯蚓养殖业、蚯蚓药业、蚯蚓饲料业、蚯蚓肥料业以及蚯蚓环保业等子产业为基础的蚯蚓产业，让小小的蚯蚓，撬动出一个生态与经济兼备的大产业。

