

“万物土中生，食以土为本”，土壤是人类赖以生存和发展不可替代的物质基础。然而，不少地方经过多年种植的土壤正遭受病痛“折磨”：耕层变浅、有机质流失、板结退化、酸化……

由于土壤病看不见、摸不着、闻不到，所以往往被忽视。肥沃、健康的土壤是农业可持续发展的基本保障，针对因连作导致耕地出现的土壤酸化、养分含量低等问题，三亚市创新引入冬季南繁夏季绿肥轮作、生物炭有机肥相组合治理农业面污染等新方法、新模式，不但提高土壤肥力，而且防治土传病害。

南国都市报记者 利声富 文/图



三亚稻菜轮作现场。

对症下药给土壤“疗伤”

三亚多措并举改良土壤、提升地力

南繁绿肥科学轮作 破解南繁用地贫瘠堵点

三亚市吉阳区中国农业科学院棉花研究所南繁基地里，伴随着机器轰鸣声，郁郁葱葱的田菁在农作拖拉机的压、碎、翻、埋、耕一气呵成下，为土地注入新肥力，助力新南繁季。

“冬季南繁，夏季绿肥”轮作，是三亚针对南繁用地土壤“疗伤”的创新制度。

得天独厚的气候条件和区位优势，使得三亚成为南繁育种理想之地。但由于三亚地处热带，土壤本身就贫瘠，再加上长期忽视土壤保护，导致南繁用地土壤出现酸化，有机质、氮元素缺乏等。

针对南繁基地土壤酸化、有机质含量低、非南繁季节抛荒弃耕等问题，2021年起，三亚市农业农村局在全省率先创新推出“冬季南繁——夏季绿肥”轮作制度。利用非南繁季节填闲种植豆科绿肥，无人机统种统防统治，辅以撒施石灰、测土配方施肥等措施，改善土壤物理、化学、微生物环境，提高土壤质量，为南繁基地土壤改良提供操作轻简、经济实用、生态环保的配套技术支持，为国家种业安全保驾护航。

“种植绿肥是提高土壤有机质含量最经济实惠的办法，培肥效果相当于每亩增施1至2吨商品有机肥。”三亚农技推广中心副研究员曹明说。每年6至9月，由于天气火热，三亚不少南繁地、水稻田等抛荒。而夏季抛荒导致杂草丛生，滋生各种病原菌及害虫，是冬季瓜菜病虫害的重要来源，而夏闲季种植田菁可避免这种风险。因此，夏季利用抛荒地种植田菁土壤改良，可达到以田养田目的，巧妙地破解了下一季南繁育种、冬季瓜菜种植土壤机质含量低堵点。

针对南繁用地土壤出现的问题，近年来，海南大学南繁学院加强绿肥田菁的应用技术研究，根据不同区域的土壤类型、作物种类及生长需求，为绿肥田菁种植量身定制方案，确保每块耕地都能获得最适合的“营养餐”。

“中棉所位于三亚市吉阳区的150多亩南繁耕地，土壤十分黏重，不利于农作物的生长。这几年，也有尝试各种土壤改良方法，但效果一直不太稳定和理想，改为种植绿肥田菁新品种后，长势不错，表明这个品种适合这种耕地类型的土壤改良。”海南大学南繁学院科研人员郑继成介绍。

生物炭多种组合 破解农业面源污染难题

伴随着旋耕机、撒施机、转运勾机等机器的轰鸣声，三亚吉阳区落笔洞村委会的田洋上，14台农业机械同时作业，将有机肥、生物炭、微生物菌剂等均匀施入农田中。这是三亚市农业农村局治理农业面污染推出的一又新招。

农业面污染，就是种植、养殖过程中，使用化肥、农药、激素等产生的秸秆、粪尿等以及病毒菌等分散污染源引起的对水层、湖泊、河岸、滨岸、大气等生态系统的污染。

加强农业面污染治理，是实现农业可持续发展的重要任务。为更好治理农业面源污染，三亚在海南率先将生物炭应用于水库周边芒果园、南繁基地、山水田湖草生态修复等。经过连续3年探索、试验，农业面污染难题得以破解。

针对赤田水库周边芒果园农业面源污染问题，2022年起，三亚市农业农村局连续三年在赤田水库二级保护区累计施用生物炭配合有机肥改良果园土壤，试点采用“生物炭改土+生物炭提拦截”组合方式提高土壤拦截固持能力，阻隔过量化肥农药随雨水流入水库，降低面源污染风险。在生物炭的加持下，赤田水库水质逐年提升，长期保持在Ⅱ类水质。

针对抱坡溪周边南繁基地面源污染问题，三亚市农业农村局创新采用“生物炭+豆科绿肥还田”模式治理该区域农业面源污染。从监测数据看来，施用生物炭对提高土壤pH值和有机质作用显著，对流域水体中氮磷元素有显著的吸附固持作用，明显降低水体中高锰酸钾指数、五日生化需氧量和氨氮含量，对污染水体有较好治理效果。

三亚河流域的农田由于农作物种植种类有限、种植密度与复种指数偏高等，导致农田生态系统功能逐渐衰退、水土流失、农田土壤质量低下及过量施肥造成的面源污染和农作物病虫害鼠害频发引起的生物多样性减少。

“针对此情况，三亚市农业农村局采用保护保育模式与辅助再生模式相结合，进行土壤改良，提升农田生态系统的面源污染缓冲和净化能力，提高区域生物多样性，增强生态系统水土保持能力，提升生态环境质量。”曹明说。

因地制宜稻菜生态轮作 确保钱粮双丰收

除了夏季闲田种植绿肥、生物炭多种组合治理农业面污染外，三亚还探索“南繁育种+水稻+绿肥”“瓜菜+制种+绿肥”“瓜菜+水稻+绿肥”“瓜菜+瓜菜+绿肥”等多种轮作模式。既增加土壤有机质含量，又减少化肥用量，在一定程度上逐步恢复生物多样性，实现了多重效益。

此前，由于种粮收益低，每年5月，三亚冬种瓜菜收获完或者南繁季结束后，农田大多撂荒。稻菜生态轮作确保本地老百姓“米袋子”的同时，又做到蔬菜保供和粮食生产。

为保障粮食稳产增产，实现农民持续增收。三亚在“钱粮双丰收”上下好先手棋，全面推行南繁用地“分时托管”、农户土地“分时出租”的生态高效轮作模式，先后打造了万亩制种、万亩高产稻、千亩优质稻等一批示范基地，促进三亚市南繁产业发展用地的科学使用和管理，实现粮食稳产、科研保障、农民增收“三不误”。

南繁用地“分时托管”由南繁单位提供闲置土地资源，在非南繁季农田可得到管护，获得科研项目合作支持，平台公司承担粮食生产任务。农户土地“分时出租”由村集体合作社统一整合农民冬季瓜菜季节后的闲置土地，以土地租金入股方式与平台公司合作。从而实现农民有租金收入，村集体经济壮大，解决土地撂荒，确保粮食生产任务的四赢。

三亚市崖州区坝头基地的监测结果显示，实施生态轮作模式以来，耕作层土壤的有机质含量增加了8.5%，PH值酸碱度上升了0.15，耕地地力得到提升。连续多年种植绿肥、生态轮作后，土壤板结状况得到明显改善，通透性、持水性增强，保水保肥性能提升，农田的耐旱、耐酸碱等抗御自然灾害的能力也得到提升。

地力提升了，作物产量提高也顺理成章。通过生态轮作可改良土壤，减少豇豆种植的连作障碍，提高冬季瓜菜产量。调查数据显示，生态轮作区域水稻、冬季瓜菜等农作物单产呈逐年上升趋势。水稻高产高质示范项目地块，亩产量均有5%以上的提高（平均亩产从390—480公斤/亩提高至425—550公斤/亩）。冬季瓜菜方面，以豇豆为例，2023—2024年度达到2750公斤/亩，增产效果显著。

同时，通过数据对比，实施生态轮作模式来，水稻、冬季瓜菜等病害发生呈下降趋势。冬季瓜菜生产中后期是豇豆枯萎病发病的高峰期，比较每年生产后期同期数据发现，2022年发病率分别为19.7%，2023年为12.2%，2024年继续下降到5.6%。

三亚多措并举为土壤“疗伤”，在提升耕地地力、化肥减量增效等方面均取得明显成效。接下来，三亚将根据第三次全国土壤普查结果，针对土壤类型及分布规律、土壤资源现状及变化趋势综合施策，持续加强耕地质量管理和完善建设体系，不断提高土壤有机质水平，增强土壤保水保肥能力，全面提升耕地质量。



三亚绿肥还田现场。



绿肥还田。