

玉带凤蝶的幼虫为什么栖息于橘树？

■ 广州市铁一中学 张含雅,指导老师:彭健玲

我对自然界各种绚丽多彩的生命奇迹总是充满好奇。蝴蝶就是一种奇妙的生物,一生经历小毛虫、化蛹、羽化为蝶等阶段。蝴蝶是凤蝶总科昆虫的统称,我国约有 2000 种蝴蝶。玉带凤蝶(*Papilio polytes*),在中国主要分布于南部和西部,雌雄之间存在差异,雌蝶为多型性,黑色翅膀上的斑纹形状和色彩变化丰富;雄蝶只有一个型态,一条白色点状条纹横贯黑色全翅,故名玉带凤蝶,传说为梁祝化身。玉带凤蝶幼虫主要栖息于芸香科柑橘类植物,为何选择柑橘类植物为后代栖息地?如何准确地识别柑橘类植物?如何防御天敌捕食?为解开心中的谜团,在彭老师的指导下,我开始了一系列的实验探究它们的化学生态学关系。

一、橘树叶的化学成分研究
文献显示柑橘属植物的叶子主要含有黄酮、香豆素及挥发油类成分,果实含有较高量的柠檬苦素,根皮和茎皮含有较高量的生物碱,这些成分均偏脂溶性。分别采集新鲜的橘树老叶和嫩叶约 30 克,剪碎,用甲醇分别渗漉提取回收溶剂得到总浸膏,再依次经二氯甲烷(CH_2Cl_2)和正丁醇萃取,得到二氯甲烷、正丁醇和水共 6 个部位。老叶和嫩叶的 CH_2Cl_2 和正丁醇部位通过超高效液相色谱一电喷雾飞行时间质谱(UPLC-ESI/TOF/MS)进行主要成分的初步分离和鉴定。老叶和嫩叶的 CH_2Cl_2 部位之间,以及正丁醇部位之间的 UPLC 的主要色谱峰保留时间一致,相对峰面积大小不同;结合质谱数据,从 CH_2Cl_2 部位鉴定了 8

个黄酮类化合物,从正丁醇部位鉴定了 8 个黄酮苷类化合物。

二、橘叶中的黄酮苷 hesperidin (橙皮苷)吸引凤蝶来产卵,老叶高含量的黄酮 nobiletin (川陈皮素)和 tangeretin (橘皮素)驱使幼虫选择啃食嫩叶

老叶与嫩叶的化学成分差异主要体现在老叶含有的黄酮和黄酮苷类化合物均比嫩叶多。

老叶和嫩叶的正丁醇部位均含有较高量的黄酮苷 hesperidin,文献报道它是较普遍的刺激凤蝶产卵剂,玉带凤蝶应是受 hesperidin 的影响才能准确地将卵产在橘叶上。

从 CH_2Cl_2 部位鉴定出的黄酮化合物 nobiletin 和 tangeretin,文献报道这两个多甲氧基黄酮有较普遍的昆虫拒食作用。老叶的 CH_2Cl_2 和正丁

醇部位含有的 nobiletin 和 tangeretin 均比嫩叶的多,这可能是幼虫更喜欢啃食嫩叶的原因。

三、橘叶的气味和成分吸引幼虫啃食

采用类似 Morris 水迷宫实验进行研究,空玻璃皿三角形方向分别放小片气微的生菜和白菜,其中一组涂抹了橘叶嫩叶碾磨出的汁液。幼虫置于盘中央的生菜叶上,能精准地找到涂抹了嫩橘叶汁的生菜,并啃食了部分有橘叶汁的生菜。气相色谱一质谱(GC-MS)分析结果显示嫩橘叶的挥发性成分的种类和含量都比老叶丰富。这个实验提示凤蝶幼虫能辨别出橘叶独特的气味,会被橘叶的化学成分吸引着进食含有橘叶化学成分的其他植物叶子,具体是什么化合物吸引幼虫进

食还待进一步研究。

四、幼虫通过多种方式防御天敌

被观察的 3 棵橘树上的 21 粒凤蝶卵,仅被我抢救性的养于室内的那条幼虫最终羽化为蝶,其余的存活均未超过 1 周。玉带凤蝶 1 龄至 3 龄幼虫没有刺毛,身体混合墨绿、白和黑色,状如鸟粪,一般在远离啃食过的嫩叶处躲藏,这是保护色防御。4 龄虫和 5 龄虫胸部有明显的蛇眼状斑点,对捕食动物有一定的威吓作用。3 龄至 5 龄虫在受到惊吓时,会从前胸处伸出一对鲜红色的臭腺角,犹如小蛇吐信子,同时释放出刺鼻的挥发性气体,常可“劝退”那些潜在的天敌。臭腺角释放的物质可能是从橘叶中富集的,也许还经过了体内代谢转化,这些物质具体是什么还需要进一步的精密实验。凤蝶幼虫这些防御天敌的方式可能是栖息在橘树的另一个原因。

这些研究结果让我明白了玉带凤蝶和橘树的生命关系,我体会到大自然生物之间既竞争又协调的关系,要努力探索更多的未知奥秘,要用学到的知识保护我们生态家园。

东江流域农业与工业污染协同治理机制研究

■ 邓旭

东江作为珠江流域的主要支流之一,是粤港澳大湾区重要的水源地,其水资源质量直接关系到流域内数千万人的生产生活和经济社会发展。然而,随着流域内农业和工业的快速发展,污染问题日益凸显,对东江流域的生态环境和水资源安全构成了严重威胁。单独治理农业污染或工业污染往往难以取得理想效果,因为两者之间存在着相互影响、相互交织的关系。因此,构建东江流域农业与工业污染协同治理机制具有重要的现实意义和紧迫性。

一、东江流域农业与工业污染现状

(一)农业污染现状
东江流域是我国重要的农业生产基地之一,农业生产活动较为集中。近年来,随着农业集约化程度的提高,化肥和农药的使用量不断增加。据统计,流域内部分地区化肥使用量超过了国际公认的安全上限,大量未被作物吸收的化肥通过地表径流和地下渗透进入水体,导致水体中氮、磷含量升高。同时,畜禽养殖业的快速发展也带来了严重的污染问题。规模化养殖场产生的大量粪便和污水如果处理不当,会直接排放到河流和土壤中,不仅污染水体,还会滋生细菌和病毒,影响周边环境和人体健康。此外,农业秸秆等废弃物的焚烧和随意堆放也会对大气和水体造成一定的污染。

(二)工业污染现状
东江流域工业发展迅速,形成了以电子、化工、纺织、建材等为主的产业体系。部分工业企业为了追求经济效益,存在偷排、漏排工业废水的现象,这些废水中含有大量的重金属、COD、BOD 等污染物,对水体造成了严重的污染。监测数据显示,流域内部分河段的水质指标超标,其中重金属污染问题尤为突出。工业污染不仅影响了水体的使用功能,还对水生生物的生存和繁殖造成了极大的威胁,破坏了流域的生态平衡。

二、农业与工业污染协同治理的国内外先进理念

(一)跨区域协同治理理念
美国田纳西河流域管理局模式,通过建立专门的跨区域管理机构,打破行政区域限制,对流域内的水资源

开发、环境保护等进行统一规划与管理。田纳西河流域管理局有权协调流域内各州在农业、工业发展过程中的污染治理工作,制定统一的排放标准,整合各方资源,在防洪、航运、发电、农业灌溉及污染治理等多方面取得显著成效。

(二)多主体合作治理理念
佛山市高明河多主体合作治理模式,在治理中形成党政主治、部门联治、社会共治的局面。成立市、区、镇三级水环境治理指挥部,各级主要领导任指挥长,压实责任。同时,深化农业农村面源、城镇生活源、工业源治理,多方协同发力。

(三)技术创新驱动治理理念
在技术创新治理流域污染方面,以色列研发的精准农业技术可以有效减少农业污染。其通过传感器、卫星定位等技术,精准控制化肥、农药使用量,既保证农作物产量,又降低农业面源污染。同时,在工业废水处理方面,德国采用先进的膜分离技术、生物处理技术等,提高工业废水处理效率与回用率。

三、河源龙川农业与工业污染协同治理方式

河源龙川,地处广东省东北部,东江和韩江上游,其生态环境在区域生态格局中占据重要地位。充沛的水资源滋养着一方土地,支撑着当地的生态系统与经济社会发展。然而,随着经济发展和人口增长,龙川的水体面临着诸多挑战。

在水污染防治方面,龙川县积极行动。通过开展河流排污口排查整治,全面清理非法、不合理及无法达标排放的排污口,并对保留的排污口设置规范化标识牌,实施清单管理,从源头上把控污水流入水体。在村镇生活污染治理上,全力推进污水处理设施建设及运营管理。2019 年 10 月底前完成东江沿岸镇级污水处理设施建设,实现镇级污水处理设施全覆盖;2020 年底前,行政村污水处理设施覆盖率达 80%以上,省定贫困村 20 户以上自然村污水处理设施也逐步完善。

在河流水环境维护上,常态化开展河湖清“四乱”活动以及“清漂”专项行动成效显著。田心镇在 2024 年清理河湖水面漂浮物及河岸垃圾达 30 吨,有效保持了河流整洁、河岸干

净、水面清洁。全面落实河湖长制,严格执行“一河一策”管护机制,加强河湖巡查管护,保障水安全。并且积极开展农村黑臭水体动态排查和综合治理,防止源头污染。

四、河源龙川县水源生态治理分析

龙川县水源生态治理尽管取得了一定成果,但仍存在一些改进空间。部分污水处理设施处理能力有待进一步提升,尤其是在人口增长和经济发展较快的区域,现有设施难以满足日益增长的污水处理需求,需加大投入进行升级改造或新建污水处理设施。

农业面源污染防治还需强化,虽然已推广了一些节水、精准施肥等技术,但在实际执行中,由于农户分散、环保意识参差不齐,部分区域仍存在农药、化肥过量使用现象,对水体造成潜在威胁。可加强对农户的环保培训,通过示范引导、政策激励等方式,推动农业绿色发展。

在生态修复方面,龙川县对受污染水体及周边生态系统的修复工作深入推进。部分支流因过去的开发活动,生态功能有所退化。例如上坪镇部分水体检测显示 pH 值呈酸性,且含有微量重金属元素。龙川县借鉴南方科技大学环境学院实践团的建议,构建人工湿地,应用植物修复技术等,净化水体,提升生态系统的自我修复能力。同时,加强对水体周边生态廊道的建设,保护和恢复水生生物栖息地,促进生物多样性发展,以生态的力量助力水体治理的长效化。

五、结论
东江流域农业与工业污染协同治理是一项复杂的系统工程,需要政府、企业、社会组织和公众的共同参与。通过构建多元化的协同治理主体体系,建立健全信息共享、协商协调、联合执法等运行机制,以及法律法规、资金、技术等保障机制,并不断优化协同治理路径,可以有效解决东江流域的农业和工业污染问题,改善流域的生态环境,保障水资源安全,促进流域经济社会的可持续发展。在未来的工作中,还需要进一步加强对协同治理机制的研究和实践探索,不断完善机制建设,提高治理效果,为其他流域的污染治理提供借鉴和参考。

乡村富民产业提质增效 乡村富民产业发展良好

■ 中国农业大学教授 王琳

今年一季度,我国农业经济克服内外部压力挑战,实现稳健开局,农业(种植业)增加值同比增长 4.0%,冬小麦播种面积稳中略增,长势总体较好,春耕春播平稳有序推进,为推动国民经济实现良好开局提供了有力支撑。农业是稳民生的战略产业。只有做强乡村产业,农民收入才能保持增长,广大农民才有充足的获得感、幸福感、安全感。乡村富民产业提质增效,将成为 2025 年我国农业经济发展的一大亮点。

相对于传统农业产业,乡村富民产业比较优势明显、就业容量大,是统筹推进新型城镇化和乡村全面振兴的重要抓手。发展乡村富民产业,就是将“富民”导向和“产业”载体相结合,通过推动产业集群发展、空间布局优化、城乡要素整合、发展特色产业,拓宽农民增收渠道。2025 年中央一号文件提出“着力壮大县域富民产业”并作出部署;今年的《政府工作报告》提出“因地制宜推动兴农、强县、富民一体发展”,这将为乡村富民产业加快发展提供有力政策支撑。

乡村富民产业的一个显著特征是打造以县域为载体的特色产业产业集群,提高农业附加值。乡村富民产业不是单个产业的“一枝独秀”,而是融合城乡特色的产业集群,更加强调城乡间的产业互动,提高产业综合竞争力和可持续发展力。比如,农产品加工业能将农户、农产品加工企业、上下游服务企业以及科研院所等紧密结合起来,通过专业化分工协作,提升农业产业化水平。今年一季度,全国规模以上农副食品加工业增加值同比增长 7.2%,发展势头良好。在县域内打造以特色农产品加工为主导的产业

集群,有利于提高农业附加值、增加农民收入。

在发展乡村富民产业过程中,谋划培育乡村新产业新业态能够加快推动农村产业融合发展,拓展乡村产业发展空间,进而拓宽农民就业增收渠道。比如,有的乡村抓住数字经济发展机遇,建立无人机飞手团队,完善农业生产服务体系,既为乡村富民产业发展提供了服务保障,又拓展了农业生产社会化服务新业态;有的乡村打造形成集生态养殖、观光旅游、科普教育、亲子游艺、特色餐饮、文化创意为一体的新业态,延伸了农业产业链。今年一季度,我国乡村新产业新业态蓬勃发展,消费活力不断增强,农产品网络零售额保持较快增长,乡村消费品零售额同比增长 4.9%。到乡村品美食、住民宿、赏风景成为城市居民度假热选,乡村文化、旅游、康养、运动体育、仓储等产业中蕴含着新的经济增长点。

发展乡村富民产业能促进乡村产业全链条升级、全要素优化、全环节增值,在稳定就业、促进农民增收方面发挥着重要作用。今年一季度,在产业带动、就业拉动下,农村居民人均可支配收入 7003 元,扣除价格因素实际增长 6.5%,城乡居民人均可支配收入之比由上年同期的 2.30 降至 2.27。面向未来,进一步落实党中央关于积极发展乡村富民产业的决策部署,需要通过完善联农带农机制,促进农民就地就近就业,并通过保底分红、入股参股、服务带动等方式,让农民更多分享产业增值带来的收益,推动农业增效、农村增活力、农民增收入。

(《人民日报》2025 年 5 月 12 日)