

化合物、基因、化学生态学：21 世纪植物保护的机会和挑战

Compounds, Genes and Chemical Ecology: Opportunity and Challenge of Plant Protection in the 21st Century

孔垂华

(华南农业大学热带亚热带生态研究所, 研究员 广州 510642)

20 世纪, 科学技术突飞猛进, 其中化肥农药的发明应用根本性地改变了农业生产和病虫草害的防治方式。DNA 双螺旋结构的阐明奠定了现代生物技术的基础, 基因、克隆动植物和转基因产品等不仅向人类展现了科学技术的力量, 而且对人类社会也产生了强烈的震撼。然而, 科学技术是一把双刃剑, 化肥农药应用引起的土壤退化、病虫草害抗性、环境污染和生物多样性的减少; 基因产品对物种和环境的潜在负效应以及对人类社会伦理和生物进化的影响等问题也同样困扰着人类。可以说, 人类在享受科学技术成果的同时, 也带着深深的忧虑进入了新世纪。因此, 可持续发展成为 21 世纪的最强音。对农业而言, 如何在生态安全的条件下提高作物的产量和实现对病虫草害的有效控制是 21 世纪的焦点问题。

一、化合物、基因和植物保护

自 19 世纪中叶, 人类实现了从无机物合成有机化合物, 打破了生命力学说的禁锢, 有机化学有了根本性的发展。20 世纪, 随着有机反应机理的阐明和现代分子结构鉴定技术的成熟, 人类几乎可以随心所欲地鉴定和合成任何有机化合物, 从最简单的有机卤代化合物到胰岛素这样的生物活性大分子的人工合成技术都被人类掌握。现在每年都有成千上万的在自然界不存在的、全凭人类想象设计的有机化合物被合成。有机合成已成为一门艺术, 正如著名的有机合成大师, 诺贝尔奖获得者 Woodward 在完成维生素 B₁₂ 合成后曾自豪地宣称的那样: 只要你们能够写出结构式, 我们就可以合成出来。在今天, 人类已不再是阐明和揭示自然界化合物组成和结构的问题, 而是如何凭人类想象设计和合成出所需要的新化合物的问题。绝大多数投入使用的农药正是人类想象设计而自然生物不能生物合成的化合物。当 666 和 DDT 等有机卤化物质横扫一切害虫

时, 人类一心欣赏人定胜天的杰作, 却很少想到会引起灾害, 谁也没有预测到今天会在南极大陆生物中都可以测定到 DDT 的踪迹。

20 世纪中后期, 随着 DNA 结构的阐明和遗传学的进步, 人类对生命的本质有了更深的认识, 基因和化合物一样, 不再是人们想象的东西, 而是可以鉴定和克隆的实体。现代生物技术的进步, 更使人类原先复杂的基因鉴定、克隆和重组成为简单的事情。尤其是近年克隆动物、转基因植物、破译生物体以及人类基因组等一系列的成功, 使人们认识到: 不久的将来人类会像合成有机化合物一样, 随心所欲地重组生命体。

人类赖以生存的食物, 尤其是粮食作物, 随着人口的膨胀, 需要不断地提高产量以满足需要。为了保证这一需求, 人类不得不和害虫、病原微生物和杂草作斗争, 因为每年至少 1/3 的作物产量由于病虫草害而遭损失。因此, 植物保护是人类永恒的主题。作物在人类上万年的驯化培育过程中, 许多自然的抗病虫草害特征已经丧失, 现代的作物商业品种往往依赖人类的保护才能抵御病虫草害, 因而化学农药的投入使用是目前必不可少的植物保护手段。随着病虫草害对农药抗性的增加, 不断地研制开发和使用新型的农药成为一件耗费大量财富和引起严重环境安全的棘手问题, 人类已经在这个问题上感到疲惫和力不从心。在目前的条件下, 开发出一个新型的农药和数十年前相比, 无论是财力、时间和效益都发生了根本性的变化。在这种情况下, 现代生物技术的进步, 似乎给人类带来新的希望。因而近年来, 通过转基因技术, 将具有抗病虫草害的基因转入现代作物商业品种中, 产生了有抗性的作物新品种, 并取得了成功。然而当人们感受到化学合成农药带来的环境安全性和生物多样性的破坏时, 对转基因作物可能会造成的超级昆虫、超级病菌和超级杂草的担忧是不无道理的。毕竟, 活性转基因的有害生物, 要比没有生命的合成农药

对人类和环境的危害大得多。现在至少一些转基因作物释放的毒素,不仅对有害生物而且对环境和其它有机体的副作用已经呈现。人类如何才能找到一条生态安全条件下的植物保护途径呢?事实上,无论是在自然生态系统还是人工生态系统,生物和生物、生物和环境之间都存在着通过化学物质为媒介的相互作用关系,可以通过探讨、发现并充分利用这些自然的化学规律来达到对病虫害的有效调控。毕竟,毒杀有害生物不是植物保护的真正目的。而通过有效的调控方法将有害生物控制在非危害的种群水平,既能保护植物,又能维持生物多样性和生态环境安全,这才是实现农业可持续发展的良策。

二、化学生态学:植物保护的新途径

化学生态学是研究生物和生物以及生物和环境之间,通过次生物质为媒介的相互化学关系及其作用规律的新兴交叉学科。自1959年,人类从雌蚕中分离、鉴定了引诱雄蚕发情的性引诱物质蚕醇以后,昆虫间的化学信息关系被确证。很快,可以由植物合成昆虫及动物激素这一不可思议的现象也被发现,这揭示出植物和动物之间也存在着交互作用的化学关系。同样,植物间的化学作用和化学通讯关系也被证明。这些显示出自然界生物之间化学作用关系的普遍性,因而,20世纪70年代,化学生态学逐步成了独立的科学体系。近20余年的发展,一系列的突破性成果又使得化学生态学研究成为近年科学研究的热点之一。

植物是自然界种类繁多、结构多样的次生物质的主要来源(约占80%),这是因为植物不同于动物,面对环境胁迫、动物侵食、病菌侵染和其它植物竞争,植物不能回避,因而植物化学响应是对逆境最主要的适应机制。另一方面,植物也具有通过细胞贮存次生物质和在伤害条件下从新合成次生物质的功能。植物通过次生物质对伤害的化学响应机制是植物和其它有机体长期共进化的结果。现在,植物产生和释放的次生物质对昆虫及动物实现阻(拒)食、忌避、引诱和毒杀的作用已被揭示,于是一些次生物质如菊酯、鱼藤酮和烟碱等已被开发成有效的植物保护剂。植物次生物质的抑灭菌作用以及在病原微生物作用下产生的植保素等关系都已被阐明。植物通过向环境释放化学物质而影响邻近植物的萌发和生长发育的化感作用也被广泛研究。尤其是近年发现的植物在虫害时能释放挥发性化合物,引诱害虫天敌和通知邻近植物产生相应的化学防御物质,已成为关注的焦点。所有这些化学生态学的原理和成果为人类开拓了一条植物保护的新途径。如果说20世纪化学农药的发明和应用为人类

作出了巨大贡献,却又带来麻烦的话;那么,20世纪后期化学生态学的进步正是人类对以化学农药为主要的植物保护手段反思的结果。化学生态学也将成为21世纪植物保护、摆脱对化学合成农药的依赖和实现可持续发展的重要理论基础。

20世纪,人类的注意点聚焦在细胞中的生物化学关系和生物的基本代谢。确实,细胞中的生化过程和基本代谢为生命活动提供了所需的物质、能量和信息。然而任何生物体都不是独立存在的,它们必然要和其它生物体和环境发生相互作用,而被认为对生物生长发育无意义的次生代谢及其产物,正是生物体之间、生物体和环境之间相互作用的纽带。次生代谢和基本代谢相辅相成,是生命活动中不可缺少的一部分,也正因为这一关系才构成了物种多样、各类生物相互共存和相互竞争的自然界。以次生物质为媒介的生物间的化学作用关系,扩展了人类在新世纪揭示生命活动的本质、认识和应用自然规律的视野。

三、机会和挑战

植物保护是人类永恒的主题,21世纪所关注的问题是如何在生态安全条件下进行植物保护,实现可持续发展。为了实现这一目标,一定程度上,化学生态学原理的发展和运用成为关键的问题。近年一些化学生态学原理在植物保护上的成功实践,使我们有理由相信梦想是可以实现的。

害虫通过取食植物的气味来搜寻和识别植物,而农业生态系统中作物的单一栽培加强了害虫的识别能力,但合理的混作方式将对害虫取食建立一道化学掩蔽防线。甲虫通过土豆气味识别土豆,但番茄和卷心菜与土豆混作中和了土豆的气味,甲虫便不能识别土豆。同样洋葱、大蒜与许多作物混种可以有效地减轻混种作物的虫害的原因也在于此。作物、害虫、天敌三者化学关系的揭示,有助于利用天敌对害虫的生物控制。在传统的利用天敌的生物防治方法中,当捕食螨和寄生蜂释放后,天敌分散是一个难以克服的问题。现在虫害诱导作物释放天敌的挥发物质的关系揭示后,利用作物挥发物质不仅能在田间引诱天敌聚集,而且人工释放天敌的分散问题也被解决。作物化感作用研究的进展,对建立合理的作物轮间套作方式,有效地克服“土壤病”和“连作障碍”奠定了基础。随着植物与其它有机体间化学关系的不断揭示,利用这些化学相互作用规律构建抗病虫草害的农业生态系统现在已不再是设想。

目前植物保护的热点问题是抗性作物品种的开发。确实,培育出能自身产生抗病虫草害的作物新品种是非常有效的方法。利用现代生物技术,一

城市轨道交通规划中与其它交通衔接问题的分析

Analysis and Study on Join and Cooperation between Urban Rail Transit and Other Urban Transit Modes

袁振洲

(北方交通大学交通运输学院 北京 100044)

在进行城市轨道交通规划时,当确定了轨道交通的方式、规模及路网的布置型式后,还应该进一步研究轨道交通与地面交通的衔接体系。各种交通方式的有效衔接是整个交通系统优化的关键,整体化是城市客运交通的发展趋势。轨道交通的衔接体系以大运量的轨道交通为主体,以地面公交、小汽车、自行车等其它各种交通方式为其运送客流。衔接换乘系统规划设计的优劣是轨道交通能否发挥客运系统主体作用的关键因素。

一、国外典型城市的轨道交通换乘系统的分析

从国外轨道交通运营良好的城市来看,共同特

些转基因的抗性作物品种已成功开发应用,如 Bt 棉花和玉米等,但这类转基因抗性作物品种,其抗性基因大多数来源于异种生物(目前主要是来源于微生物)。这种打破物种界限的基因重组,对环境和物种的负效应目前还难以估量,但和上世纪化学合成农药应用初期人类一片欢呼声不同的是,当今对这类转基因产品的忧虑意识证明,人类已经从历史的经验中吸取教训,不再盲目地追求“人定胜天”的奇迹。然而,不论是政府对基因的管制,还是社会力量的制约,21 世纪生物技术都要迅猛发展,愈来愈多的转基因产品会问世,没有任何力量可以阻止科学技术的进步。问题不在于阻止,而在于防范和引导,顺应自然规律是最好解决问题的方法。

目前开发应用转基因抗性作物品种和利用化学生态学原理培育作物病虫害抗性新品种,在思路上是根本不同的。作物起源于植物,任何作物都有它的野生祖先,绝大多数作物的野生祖先及现存的野生种,都具有通过产生和释放次生物质进行化学防御的功能,只是经过数千年人类精心驯化培育的大多数作物品种的这种抗性特征已经消失。例如,野生土豆(*Solanum berthaulti*)的茎叶覆盖着许多绒毛,这不仅是建立了一道蚜虫和叶蝉类害虫取食的物理屏障,而且重要的是绒毛粘液中含有萜类和

点是以轨道交通为基础,辅之以与其它交通方式的联系,并围绕轨道交通枢纽疏运和运送客流。

1. 伦敦地铁的换乘系统

伦敦的一些重要车站和地铁站几乎都建在一栋站舍内,而且出站就有公共汽车站或小汽车停车场,有 1/3 的地铁车站和小汽车停车场结合在一起,许多地铁车站设置在人流相当集中的大商店或办公楼底部,形成十分方便的换乘体系。这种体系既在城市中心或繁华地区为公共交通提供方便,又有效限制了私人小汽车进入市中心区,保证市郊居民即使在不使用小汽车的情况下,也能在 1 小时内到达市中心办公地。

2. 东京地铁的换乘系统

生物碱等次生物质,使得蚜虫等不敢靠近取食;然而现代的土豆栽培品种则很少有绒毛从而可以对害虫进行物理和化学防御了,只能完全依赖人类对害虫的防治。幸运的是:作物也有一些抗性特征在人类的驯化培育过程被无意识地保留在当今的栽培品种中。在人类培育的成千上万的作物品种(系)中,有少数是具有抗病虫草害特性的,这样就可以通过有效的评价方法筛选出这类抗性种(系),然后在揭示它们对病虫害化学防御机制的基础上,通过传统的杂交育种和现代的转基因技术将这些抗性特征转入同种作物的现代商业品种中,开发出既有抗性又不丧失优良农学特性的作物新品种。杂交育种技术已被证明对环境和物种没有负效应,同种作物间的基因转移没有打乱物种间的界限。这种基因转入方法仅仅是一种技术手段,而不是打破物种界限的基因重组,应当是安全有效的方法。

21 世纪应是可持续发展的世纪,符合可持续发展的植物保护策略,在很大程度上依赖化学生态学的进步。挑战和机会并存,人类只要不断地发现和揭示生物间自然的化学作用规律,并能正确地应用它,就一定能取得植物保护的最终胜利。

(责任编辑 肖庆山)