

植病经济与病害生态治理

谢联辉 林奇英 徐学荣

(福建农林大学 植物病毒研究所,福州 350002)

摘要 本文从植物病害及病害的不恰当防治所造成的经济损失与生态污染损失,导出了植病经济与植病经济学产生的必然;从植病经济学和病害发生的规律性出发,提出植病管理的核心——是防不是治,是重在保护植物健康,而不是重在消灭病原生物,进而提出务必从现行的有害生物综合治理(IPM)模式向以植物生态系统群体健康为主导的有害生物生态治理(EPM)的新模式跨越。

关键词 植病经济;植病经济学;植物生态系统群体健康;有害生物综合治理;有害生物生态治理

中图分类号 S476.7

文章编号 1007-4333(2005)04-0039-04

文献标识码 A

Plant disease economy and ecologic management of plant diseases

Xie Lianhui, Lin Qiying, Xu Xuerong

(Institute of Plant Virology, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract Economics of Plant Disease (studies on plant disease economy) was established based on the losses of economy and ecological effects of their environmental pollution caused by plant diseases and their mismanagement. According to the principles of plant diseases and Economics of Plant Disease, the core of plant disease management should be prevention rather than cure, namely protecting host plants rather than eliminating pathogens. We proposed to transform Integrated Pest Management (IPM) to Ecological Pest Management (EPM) with the rule of population health in the plant ecosystem.

Key words plant disease economy; economics of plant disease; population health in plant ecosystem; integrated pest management; ecological pest management

植物病害对食物安全、生态安全、经济发展和社会稳定产生什么影响?植物病理学对食物安全、生态安全、经济发展和社会稳定又能有多大作为?这些是值得深入研究的问题。本文从植病经济(植物病害经济)与病害治理理念2个层面作一初步探讨。

1 植病经济与植病经济学

1.1 病害损失与食物安全

植物病害对食物安全的威胁贯穿古今,遍及中外,往往造成灾难性的损失。无论是粮食作物还是经济植物,均未能幸免。例如:

1)水稻。水稻胡麻斑病——1943年在孟加拉国流行造成大饥荒,饿死200万人^[1-2];水稻东格鲁

病——在东南亚具毁灭性,仅菲律宾于1940年代每年造成的稻谷损失达14亿kg^[3],至今仍是东南亚国家稻米产量的主要限制因素,据估计每年因此病造成的经济损失在15亿美元以上^[3-5];水稻黄矮病与矮缩病——1971—1972年和1976—1978年先后在中国浙江、湖南两病并发流行,分别损失稻谷2.6亿kg和5亿kg^[6];稻瘟病——韩国1980年大流行,损失稻谷30亿kg,中国1993年大流行,减产稻谷150亿kg^[7-8]。

2)小麦。小麦条锈病——中国于1950年、1964年和1990年大流行,分别损失小麦60亿kg、30亿kg和25亿kg^[9];小麦秆锈病——中国东北春麦区于1923—1958年有8次大流行,其中仅1948年就

收稿日期:2005-06-21

作者简介:谢联辉,教授,博士生导师,主要从事植物病理学研究(1960—1961年在原北京农业大学植物病理学专业进修),
E-mail:xielh@fiau.edu.cn;林奇英,教授,博士生导师;徐学荣,教授。

减产 5.6 亿 kg, 福建冬麦区自 1949—1965 年有 6 次大流行, 轻者损失 20%~30%, 重者损失达 40%~50%^[10]。

3) 玉米。玉米小斑病——1970 年在美国大流行, 损失 10 亿美元^[11]; 在中国大发生年减产 10%~30%, 重病田减产 80%, 甚至绝收^[11]。

4) 马铃薯。马铃薯晚疫病——1845—1846 年造成爱尔兰饥荒, 造成 100 多万人饿死、200 万人移居海外^[12,12]; 中国于 1950 年在东北、华北、西南、西北大流行, 损失 30%~50%^[12]。

5) 柑桔。柑桔速衰病 (Tristeza)——在世界范围内因此病已摧毁了柑桔树 1 亿株, 最早暴发在南美洲的阿根廷 (1931) 和巴西 (1937), 当时病死树即达 3 000 万株, 之后在多个国家相继暴发^[1,13]; 中国柑桔产区受害株达 60%~100%^[13-14]; 柑桔黄龙病——在亚非的 37 个国家因其摧毁的柑桔在 1 亿株以上, 具毁灭性, 中国盛产芦柑和蕉柑的广东汕头和福建漳州两地区, 几年间全部柑园被毁^[15]。

6) 可可。可可肿枝病——在非洲具毁灭性, 仅加纳自 1946—1981 年便砍伐病树 1.79 亿株^[16]。

“民以食为天”。以上灾难性的食物危机令人震惊, 同时说明, 植物病害不仅是食品安全、生态安全的重要影响因素, 而且事关经济发展和社会稳定。据称, 在世界各种作物的生产能力中, 因病虫草害损失 33.7% 加产后损失的 9%~20%, 总共损失在 43%~54%^[1], 约占整个生产能力的 1/2 左右。

另据联合国粮农组织 (FAO) 估计, 病害造成的生产损失, 谷物为 10%, 棉花为 12%, 全世界因有害生物造成的经济损失高达 1 200 亿美元, 相当于中国农业总产值的 1/2 强、美国的 1/3 强、日本的 2 倍及英国的 4 倍多^[17]。因此, 植物病害/有害生物及其所造成的损失, 不能不与经济相联系。如何用经济学的理论与方法来研究植病的过程和管理, 这就是植病经济及植病经济学产生的必然。

1.2 人为干预与生态安全

病害的暴发、流行, 是人类干预自然、破坏生态所致 (虫、草、鼠害等生物灾害亦然)。对病害 (及其他生物灾害) 来说, 原始森林、野生植物——一般不流行成灾; 混交林/多样性栽培——基本安全; 大面积种植遗传单一的作物/品种、高感品种或盲目追求高产的栽培措施——十分危险 (1970 年美国玉米小斑病的大流行, 就因大量推广遗传单一的 T 型细胞质雄性不育系玉米所致); 盲目引种、生物入侵——

极端危险。

病害的防治常是“就病治病”, 而忽视了寄主植物的能动性和生态环境的安全性。尽管 1967 年 FAO 罗马会议提出了“有害生物综合治理” (Integrated Pest Management, IPM), 1975 年中国植保会议提出了“预防为主、综合防治”的方针, 但在实际工作中还是以治为主, 而且这种“治”又多是依赖于化学农药——以单位施药量 (平均 kg/hm²) 来说, 福建省和全国 2000 年比 1990 年分别增加了 72.2% 和 52.5%。

Widawsky 等^[18]用农药价值量、农药数量与农药有效成分几项指标对我国东部地区农药的生产弹性进行了计算, 结果表明该地区农药使用边际生产率已经很小, 有的地方甚至已经成为负值。从经济效益的角度看, 农药使用是过量了, 过量的农药投入已对生态安全形成严重威胁。

就全国而言, 化学防治面积 (含病虫草害) 已达每年 27 亿 hm² 次^[19], 且农药施用量以每年 10% 速度递增^[20]。由于大面积大量施用农药, 不仅增加了农业成本 (我国每年仅农药投资即达 20 亿元人民币), 而且造成严重的生态污染。据不完全统计, 全国农药污染每年直接经济损失为 147 亿元^[21], 而由环境污染和生态破坏造成的损失每年高达 2 000 多亿元^[22]。人为地对病害的不恰当干预 (滥施农药等), 不仅造成环境污染和食物污染, 危及生态安全和食品安全, 而且也造成了过高的防治成本及费用。

因此在植病防治上不仅要有理念的新突破, 而且要有经济的新思维——运用经济学的理论和方法, 研究植病对经济的影响和植物病理学对经济的贡献, 分析人对植病的认识、行为及结果, 分析植病流行、成灾风险及其安全阈值, 指导植病的科学管理, 达到最大限度减少植病的经济损失, 同时实现植病管理的最优化——低成本、高效益 (经济、生态、社会三大效益)。这就是植病经济和植病经济学产生的重要意义。

2 植病经济学与病害生态治理

植病经济学的指导思想是实现植病管理的最优化。任何严重植物病害的发生发展都有其规律性, 只有严格而灵活地 (因时、因地、因病制宜) 按其规律性搞好植病管理, 才能事半功倍。

目前的问题是, 多数病害一旦发生就迅速传播, 要想治愈既不符合三益要求, 也不现实。基于这一

事实,所谓植病防治,关键在防——在于保护植物免受病害,或受感染而不造成损失,而不是等发病后才治。根据这一理念,植病管理的核心就不应只是针对防治对象——植物病害,而应着重针对保护对象——植物群体健康。

20世纪在有害生物防治模式上,实现了2次跨越^[23]。一是“二战”之前以农业措施为主的传统模式向“二战”以后以化学农药为主的防治模式跨越;二是20世纪70年代以前以化学农药为主的防治模式向以后的有害生物综合治理(IPM)模式跨越。

IPM“是一种针对有害生物的治理系统,按照所涉及的全部种群动态及与之相联系的环境关系,集中所有适当的技术和方法,尽可能相互配合,使各种种群数量保持在经济损失水平以下”,“运用各种综合技术,防治对农作物有潜在危险的各种有害生物”^[24]。IPM模式的提出和推广,对协调综防技术、合理使用化学农药、减少环境污染起了积极作用;中国于1975年确定的“预防为主,综合防治”植保方针亦然,取得了肯定的成绩。

但就本质而言,IPM指导思想仍是为主要针对防治对象(有害生物)设计的,是整合“所有”“各种”技术组装的,缺点在于缺乏主体性。因此要想走出人类的这一根本困境,遏制生态环境的进一步恶化,做到经济合理,实现植病或有害生物管理的最优化,就务必在病害或有害生物管理模式上有一个新跨越,即从现行的有害生物综合治理(IPM)向以植物生态系统群体健康为主导的有害生物生态治理(Ecological Pest Management, EPM)的新模式跨越。

3 病害生态治理的内涵与实践

植物病害是因植物所处的生物因素和非生物因素相互作用的生态系统失衡所致,病害的生态治理就在于通过相关措施(包括必要的绿色化学措施)促进和调控各种生物因素(寄主植物、病原生物、非致病微生物)与非生物因素(环境因素)的生态平衡,将病原生物种群数量及其危害程度控制在三大效益允许的阈值之内,确保植物生态系统群体健康。

植物病害的生态治理,可从宏观和微观二个层次来进行。就宏观层次看,要处理好植物-病原生物-非致病生物-时空环境-人为因素五个方面的关系,任何有利植物不利病原生物的非致病微生物种群、时空环境和人为因素,都能营造健康的植物生态系统,从而达到保护植物群体健康的目的,如:

1) 抗字优先。优先选用抗病品种是最有效、最经济的方法,特别是许多病毒病,灵活运用抗、避、除、治四字原则,证明是有效的治理方法^[25-26]。

2) 栽培控病。例如通过肥水调控,确保水稻均衡生长,降低稻株体内可溶性氮和非可溶性氮的比例,使稻瘟得以大面积控制^[23,27];利用水稻品种多样性或水稻抗病基因多样性混栽套种,取得了大面积的控瘟增产效果^[28-29]。

3) 耕作改制。小麦秆锈病,1949—1965年在福建6次大流行,在东北4次大流行,给小麦生产造成严重损失^[10]。1966年发现菌源越冬基地(福建莆田的八月麦)以后,通过耕作改制——不种八月麦而改种甘薯、水稻,切断病害循环,使该病得以根本控制^[23]。

4) 杜绝入侵。通过检疫手段,严格杜绝危险病原物入侵^[23]。

从微观层次看,要处理好植物—病原生物—非致病微生物—细胞环境(微生态)—人为因素与植物—病原生物—非致病微生物—分子环境(分子生态)—人为因素两个层面的关系。任何有利植物不利病原生物的非致病微生物种群、细胞环境和分子环境以及人为因素,都有利于营造健康的微生态和分子生态系统,从而达到保护植物群体健康的目的。例如陈延熙等研制的增产菌(多种蜡质芽孢杆菌)就是很好的微生态制剂,通过全国30个省市近2.7亿hm²土地的50多种作物的施用,取得了抗病增产的巨大成功——一般增产10%以上,与对照比,稻瘟病减轻61.4%~73.6%、小麦纹枯病减少60.2%~74.3%、棉花烂铃减少50.3%~70.2%、油菜菌核病减少56.2%~81.3%,在短短几年内共为国家增产粮食150亿kg,产值达100亿元^[30]。

在营造和改善健康的分子生态环境方面,采用基因治疗、交叉保护和分子生态制剂是很有应用前景的,例如已有几种菌物蛋白和绞股蓝蛋白被分离纯化,并证明对烟草花叶病毒(*Tobacco mosaic virus*)具有很好的抑制活性^[31-34]。

参 考 文 献

- [1] Agrois GN 著. 陈永萱等译. 植物病理学[M]. 北京: 中国农业出版社,1997. 13-17
- [2] 弗赖伊 WE 著. 黄亦存,张斌成译. 植物病害管理原理[M]. 北京:科学出版社,1988. 1-11
- [3] Ou S H. Rice diseases [M]. 2nd ed. Commonwealth

- U K: Mycological Institute, 1985. 380p
- [4] Herdt R W. Equity considerations in setting priorities for third world rice biotechnology research[M]. In: Development: Seeds of Change, 1988. 4: 19~24
- [5] Anjaneyulu A, Satapathy MK, Shukla VD. Rice tungro [M]. New Delhi: Science Publishers, 1995. 1~17
- [6] 谢联辉,林奇英. 我国水稻病毒病研究的进展[J]. 中国农业科学, 1984(6): 58~65
- [7] 孙淑源. 稻瘟病. 方中达主编. 中国农业百科全书, 植物病理学卷[M]. 北京: 农业出版社, 1996. 116~120
- [8] 叶正襄. 可持续农业与植物保护, 中国农业可持续发展研究[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1997. 77~79
- [9] 汪可宁. 小麦锈病[A]. 中国农科院植保所主编. 中国农作物病虫害[C]. 第二版. 北京: 中国农业出版社, 1995. 271~284
- [10] 吴友三. 1995. 小麦秆锈病. 方中达主编. 中国农业百科全书, 植物病理学卷[M]. 北京: 农业出版社, 497~499
- [11] 吴全安. 玉米小斑病. 方中达主编. 中国农业百科全书, 植物病理学卷[M]. 北京: 农业出版社, 1996. 564~565
- [12] 黄河. 马铃薯晚疫病. 方中达主编. 中国农业百科全书, 植物病理学卷[M]. 北京: 农业出版社, 1996. 299~300
- [13] Bos L. Plant virus epidemiology (Plumb R T, eds.) [M]. Oxford: Blackwell, 1983. 7~24
- [14] 赵学源, 蒋元晖, 张炳炳. 柑桔苗黄型衰退病毒的分布概况和六种酸橙类砧木对它的反应[J]. 植物病理学报, 1979, 9(1): 61~64
- [15] 柯冲. 柑桔黄龙病. 方中达主编. 中国农业百科全书, 植物病理学卷[M]. 北京: 农业出版社, 1996. 163~165
- [16] Owusu G K. Plant virus epidemiology (Plumb R T eds) [M]. Oxford: Blackwell, 1983. 73~83
- [17] 戈峰, 李典谟. 可持续农业中的害虫规律问题[J]. 昆虫知识, 1997, 34(1): 39~94
- [18] Widawsky D, Rozelle S, Jin S Q, Huang J K. Pesticide Productivity, Host-Plant Resistance and Productivity in China[J]. Agricultural Economics, 1998, 19: 203~217
- [19] 屠豫钦. 西部大开发对中国农药与化学防治的期望[J]. 农药市场信息, 2002(5): 12
- [20] 曹志平. 生态环境可持续管理[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999. 93~133
- [21] 刘澄, 商燕. 外部性与环境税收[J]. 税务研究, 1998, (9): 32~36
- [22] 梁洪学, 潘永强. 经济外部性的负效应和环境保护[J]. 中国环境管理, 1999(5): 20~21
- [23] 谢联辉. 21世纪我国植物保护问题的若干思考[J]. 中国农业科技导报, 2003, 5(5): 5~7
- [24] 张履鸿. 害虫综合防治. 吴福生主编. 中国农业百科全书, 昆虫卷[M]. 北京: 中国农业出版社, 1990. 141~142
- [25] 谢联辉, 林奇英, 朱其亮, 等. 福建水稻东格鲁病发生和防治研究. 福建农学院学报, 1983, 12(4): 275~284
- [26] 谢联辉, 林奇英, 吴祖建, 等. 中国水稻病毒病的诊断、监测和防治对策. 福建农业大学学报, 1994, 23(3): 280~285
- [27] 林传光, 曾士迈, 褚菊激, 等. 植物免疫学[M]. 北京: 农业出版社, 1961. 71~78
- [28] Zhu Y Y, Chen H R, Fan J H, et al. Genetic diversity and disease control in rice[J]. Nature, 2000, 406: 718~722
- [29] 朱有勇, Hei Leung, 陈海如, 等. 利用抗病基因多样性持续控制水稻病害[J]. 中国农业科学, 2004, 37(6): 832~839
- [30] 严志农. 植物微生态制剂-增产菌及应用. 植物微生态学研究[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1991. 67~70
- [31] 孙慧, 吴祖建, 谢联辉, 等. 杨树菇 (*Agrocybe aegerita*) 中一种抑制 TMV 侵染的蛋白质纯化及部分特征[J]. 生物化学与生物物理学报, 2001, 33(3): 351~354
- [32] 付鸣佳, 吴祖建, 林奇英, 等. 榆黄蘑中一种抗病毒蛋白的纯化及其抗 TMV 和 HBV 的活性[J]. 中国病毒学, 2002, 17(4): 350~353
- [33] 吴丽萍, 吴祖建, 林奇英, 等. 毛头鬼伞 (*Coprinus comatus*) 中一种碱性蛋白的纯化及其活性[J]. 微生物学报, 43(6): 793~798
- [34] 林毅, 陈国强, 吴祖建, 等. 2003. 绞股蓝抗 TMV 蛋白的分离及编码基因的序列分析[J]. 农业生物技术学报, 2003, 11(4): 365~369