

【植物保护进展】

植物保护的发展现状与新世纪展望*

黄鸿章

(加拿大农业部列桥研究中心)

摘要 植物保护是现代化农业生产体系中不可缺少的一环。自二次大战后,由于化学农药与肥料的急速发展与应用,使农业生产有突破性的进展。本文旨在回顾 20 世纪下半叶,植物保护的进展情形,植物保护科技应用所涉及的问题以及植物保护科技在新纪元里的发展趋势。

关键词 植物保护 展望 21 世纪

1 植物保护的历史沿革

人类自懂得栽培作物开始就懂得了植物保护。据早期文献记载,古希腊和古罗马人都已观察到植物病、虫及草害等问题。《圣经》(公元前 1200~公元前 200 年)里已有杂草及病害的记载。当时对病、虫、杂草的概念都与宗教有关。例如,古罗马人每年要举行“锈病祭”,向锈病神“Rubigo”乞求保护小麦免遭锈病为害。直到 1853 年著名真菌学家 Antonde Bary 发表论文证实,麦类锈病是由真菌引起,才把当时的“生命自生学说”打破,而将植物保护引入现代科学的领域。

下面谨就 20 世纪下半叶几十年间植物保护发展与演变的情形、所面临的问题及进入新世纪的展望与各位读者展开讨论。

2 植物保护的重要性

根据 Pimentel 1981 年报道,全球农作物遭受病、虫、杂草为害的损失高达总产值的 35%。以美国为例,每年农作物损失总额约占总产值的 37%,其中 13% 为虫害所为、12% 为病害所致、12% 为草害所致。这种损失往往给人类带来很大的灾难。例如爱尔兰于 1845 年连续两年由于马铃薯晚疫病的流行,致使马铃薯欠收而造成大饥荒。14 年当中造成 100 万人饿死,50 万人迁移到北美洲。较近的例子,如 Marten 等报道(1984)加拿大 1982 年油菜因病害引起的损失约为 1500 万加元。在虫害方面,Fitt 1994 年报道澳洲每年花费 1 亿澳元购买杀虫药剂防治棉花害虫。杂草方面,Batra 1981 年报道美国 1978 年农作物受杂草

为害损失约 100 亿美元。以上实例可以说明植物保护是现代农业耕种体系中不可或缺的一环。

3 20 世纪植物保护的进展

本世纪里最值得注意的两个现象是世界人口的快速增长和科学技术的突飞猛进。据估测,全球人口在 10 万年前只有 20 万人,公元 1650 年达到 5 亿人口,到公元 1976 年达到 40 亿。预计于公元 2010 年全世界人口可达 80 亿。这种人口暴涨现象及其对衣、食的需求,促使很多国家于二次大战后,积极推动集约经营的农业现代化体制。这种体制最主要特征是农民必须大量使用化学农药及化学肥料才能达到农作物丰产的效果。

二次大战前植物保护手段一般多采用非化学防治方法。应用化学药品防治病、虫、杂草的为数不多,而且所用药品都是无机化合物。例如 1885 年 Millardet 所发明的波尔多液(Bordeaux mixture)防治葡萄露菌病,该药品主要成分是生石灰、硫磺和硫酸铜。又如利用植物有毒物质,像除虫菊(Pyrethrum)、尼古丁(Nicotine)等天然杀虫剂。二次大战后由于合成药剂的成功,使化学农药生产与销售迅速发展。据 Eichers 1981 年报道,美国农药销售额由 1951 年的 1.94 亿美元增加为 1971 年的 10.03 亿美元及 1976 年的 19.35 亿美元。Shepard 1953 年报道,DDT 杀虫剂 1943 年在美国获得专利后,1951 年的销售量已高达 3175.15 万 kg。Eichers 1981 年报告中又指出 1974 年全球农药销售额为 51.38 亿美元,其中杀草剂 Glyphosate(即 Roundup)于 1971 年注册,到 1981 年全球销售额已高达 4.1 亿美元。这些例子显示 1940~1990 年间,植物保护手段主要是依赖化学农药,Zadoks(1993)将这一段的植物保护定名为“化学型”(Chemism)植物保护期。

另外,在 50 年代兴起的“绿色革命”运动也直接促进了化学农药及化学肥料大量生产与使用。政府的支持,也使得绿色革命运动顺利推广与普及。以印尼

* 应邀在第 4 届全国青年农学学术年会上所做的报告,1999.7.17~19,北京

的稻米生产为例,印尼政府以提供农药、肥料及种子贷款方式,鼓励农民栽种矮稻品种,以提高水稻产量。根据世界粮农组织(FAO)1991年调查报告,印尼政府提供农药贷款额,从1973年的700万美元增加为1981年的1.6亿美元,到1985年仍维持在1.4亿美元。这种贷款,使农药厂商及农民获得很大益处。其他国家如印度也同样受绿色革命的影响,于1970~1990年这段期间化学农药的生产量与使用量急剧上升。实际上1940~1980年近50年的时间,农业生产依赖农药及化肥这种提倡高投入、高效率的生产模式遍及全球。

4 20世纪植物保护方面存在的问题

20世纪下半叶,由于农业、工业科技突飞猛进,使人类生活获得改善。但这些科技的发展,都只是注重经济利益,而未曾考虑长远后果,以致造成生态环境的污染与破坏日趋严重。自从70年代起,许多国家已开始认识到高度依赖化学农药的植物保护,除了短暂的经济利益外,也带来环境的污染,人畜中毒以及生物资源毁灭等危机,因此纷纷改变植物保护政策。例如FAO 1991年报告指出印尼政府于1986年宣布取消农药补助贷款,同时也从原来61种应用于水稻的农药中取消了57种。Langeweg 1989年报告荷兰政府宣布预定于公元2000年达到农药作用量减半的目标。由此可见,自从70年代末期,环保意识逐渐增强,促使植物保护的理念也随之变更。Zadoks 1993年报告将这种观念的转变定名为“环境型”(Environmentalism)植物保护模式,并且确定1990年为这一新模式的开端。在这种环境型植物保护的理念下,很多过去认为有神奇效果的农药,如DDT杀虫剂及有机汞杀菌剂等,现在已因残毒危险性高而被全面禁止使用。又如有名的熏蒸剂溴化甲烷(methyl bromide),也因会造成臭氧层的破坏,将被禁止使用。

5 21世纪植物保护的展望

自从20世纪末叶,农业经营与植物保护的模式已出现与环境保护密切结合的趋势。在迈向21世纪后,这种“永续性农业”(Sustainable Agriculture)经营方式会更加强化。所以新纪元的植物保护策略,除了增加生产外,还必须考虑这些防治方法对环境,生态及社会等各方面可能造成的影响。在这种趋势促使下,很多国家如中国、印尼、荷兰等于1975~1986年

间纷纷宣布取消农药补助贷款,而改为支持应用病、虫、杂草综合管理(简称IPM)的方式作为植物保护手段。

IPM是将各种防治方法加以综合利用,以达到减低病、虫、杂草为害,增加生产的目的。其中包括生物防治、抗病虫育种、昆虫诱捕诱杀、轮作栽培、田间卫生,以及适量、适时使用安全性高的药剂等,这些方法虽然大都属于传统技术或所谓的“低科技”(low-tech),如果能够创新并与新的生物科技(Biotechnology)相配合,在新世纪里一定会发生很大的功效。下面就传统科技与先端科技应用于IPM做进一步探讨如下:

5.1 传统性植物保护技术的创新与利用

5.1.1 生物防治 最近几十年由于环保意识提高,使生物防治这一古老方法,又有蓬勃发展的趋势。虽然文献报道了很多的生物防治,但是成功的例子并不多。根据Waage 1996年报道,自1888年迄今,已有6000余件昆虫生物防治的报道,但是成功的例子不到10%。Linasky 1993年报告指出目前开发成为商品的生物防治剂约275种,其中包括104种细菌制剂、44种线虫、12种真菌、8种病毒及107种捕食性昆虫产品。细菌制剂中以Bt(*Bacillus thuringiensis*)制成的杀虫剂为主。目前生物防治剂在农药市场里所占比例极小。据Newton 1996年报告,1995年的全球农药销售额为300亿美元,生物防治剂仅占0.7%(约2亿美元),其中Bt产品就占1亿。

生物防治发展缓慢的原因,除了厂商投资意愿不高之外,主要原因是生物防治技术本身还有些问题。生物防治的基本特征是作用比较迟缓,而且效果稳定性易受生态环境因素所左右。生物防治的优点是除在使用之初发挥作用外,在适宜的生态环境下,生物防治物可以存活、增殖,从而持续保护作物免于受害。可惜目前商业经营方式都只注重产品初施时的防治效果而忽略产品的后继效果。因此生物制剂的开发,必须注意利用生态环境以及制剂本身的短期与长期的防治效应,才能达到成功应用的目的。另外,生物制剂是一活体产品,在研究与发展过程中产品的保存、使用以及品质管制等都要掌握好。

5.1.2 作物抗病虫害育种 作物抗病虫害育种是植物保护最佳手段。文献上记载抗病育种的例子远超出抗虫育种。一般作物抗病育种多侧重于单基因抗病性或垂直抗病性(Vortical, resistance)。这种方法虽然容易育成具有高度抗病性的新品种,但是它很容易造成新的病原菌生理小种的产生而使作物的抗病性消

失。另外一个问题是,这种抗病基因很不易取得。例如大豆、菜豆品种都难找到抗菌核病的单基因。另一种抗病类型是属于多基因或水平抗病性(Horizontal resistance)。这种抗病性稳定性高,因为它是属于多基因遗传,较不容易促使病菌的新生理小种产生而失去抗病性。目前所有农业机构都很注重抗病育种工作,但是把抗病育种与其他方法配合作为综合防治手段的例子为数不多。

5.1.3 作物栽培管理与植物保护 利用作物栽培管理方法作为病、虫、杂草防治手段,如果能与现代农耕技术配合,这些古老方法具有创新应用的前景。以日本北海道 Kitami 农试所的长期轮作试验为例,该轮作试验起始于 1959 年,是亚洲区最长久的一块轮作田。来自该田的试验资料显示,冬小麦雪腐病及菜豆根腐病在连作区发生严重,而在 6 年轮作区发生轻微。轮作区病情减轻与土壤中拮抗菌的积累、增殖有关。由此可见良好的轮作制度,不但可以改良土壤理化性质,还可减轻病、虫、杂草为害而达到增产的效果。但是建立良好轮作体系,还需在研究方面做出努力。

另外,现今世界各地都面临着农业、工业废弃物处理的难题,如果能通过科学研究,把这些废弃物加工转变成成为具有防病、治虫及治杂草能力的产品,不但能够解决植物保护的问题,而且对生态环境的维护及社会大众的福利也会有很大贡献。例如台湾利用香菇栽培采收后的废弃物研制成一种叫做 CF-5 的产品,此产品不但可以抑制土传病原菌如 *Rhizoctonia* 及 *Sclerotinia* 等;而且可以促进有益微生物如 *Trichoderma* 的增殖。这种产品除了对植物保护的贡献外,还帮助解决废弃物处理及再利用等问题。另外加拿大政府已明令禁止以烧毁方式处理麦杆,以免造成烟害。最近研究结果显示,燕麦杆的水浸物具有杀菌、除草的功能。类似这方面的有机添加物的研究模式,可以给中国等地作物秸秆的处理提供一良好参考。迈进 21 世纪后,地球上的天然资源,无疑会更加短缺,将废弃物开发成有用的资源是给科研人员提供的有创意而且深具挑战性的机会。唯有朝这一方向努力,“农业永续性”才会有所保障。

5.2 生物技术对植物保护的重要性

自从 Watson 和 Crick 两人于 1953 年发表 DNA 结构起,分子生物学的进步很快地将生物技术引入一全新领域。这一新兴科技在本世纪末已开始对农业生产及植物保护产生重大影响。例如应用分生学

的手段可以明确鉴定病、虫、杂草种类,利用基因转基因的方法,可以育成抗病、抗虫、抗杂草的作物品种。目前已成功地将 Bt 细菌的内生毒素基因转于烟草、番茄、玉米、棉花及马铃薯,以增强这些作物对鳞翅目害虫的抗性。据 Federici 报道美国 1998 年的 Bt 玉米栽培面积已高达 364 万 hm^2 (Acres),而 Bt 棉花栽培面积也已达 113 万 hm^2 。加拿大于 1995 年育成了抗 glyphosat (Roundup) 杀草剂的油菜品种。

由以上例子可以看出,生物技术将会在 21 世纪的植物保护技术发展上扮演重要的角色。不过,这一技术虽处在大发展的初期,但它的应用已出现几项潜在危机。目前最受关切的问题是转基因植物或微生物、对环境以及人、畜等的安全性。例如转基因产品的应用,是否会产生“超强抗性”的病原菌、害虫或杂草。这种抗性基因是否会通过杂交手段而传播给非防治对象的生物或微生物而增加植物保护上的困难。所以科研人员除了研究应用生物技术保护植物外,更应该针对该技术对环境生物多样性的影响、以及人畜安全等加以评估。这样才能掌握生物技术的正确发展途径,避免造成类似过去对农药盲目过度使用那种性质的灾害。

6 结 论

20 世纪下半叶,由于科技进步神速,促成农业集约经营的模式。农业生产主要依赖农药、化肥的使用而达到增产的目的。这种生产体制,已导致在本世纪末出现了农药残留与环境污染等严重问题。目前植物保护的理念,已经明显地从化学农药使用的模式,转变为确保环境安全的模式。由于这一转变,一些传统的植物保护方法如生物防治,抗病、虫育种,轮作栽培及低毒性农药的适量使用等都具有创新研究的意义和开发应用的价值。这些所谓“低科技”的传统技术,如果能与新兴的生物科技配合,对未来植物保护技术的开发必定会有突破性的进展。

在保护环境的大前提下,跨世纪的农业科研人员,面对的一项挑战就是如何将农工废弃物转变为农业生产及植物保护的有用资源。更重要的是未来植物保护技术的开发,除了注重经济效益外,还必须考虑该技术对环境生物及人畜安全的维护,唯独具有“永续农业”及“永续植保”的理念,才能确保人类衣、食的供应与子孙的生存与繁荣。

参 考 文 献

- 1 Batra, S. W. T. Biological control of weeds: principles and prospects. *Biological Control in Crop Production*. Beltsville Symposium in Agricultural Research[5]. Allanhold, Osmum & Co. Publishers, Inc., Totowa, New Jersey, 1981: 45~59
- 2 Eichers, T. R. Use of pesticides by farmers. Pimentel, D. (ed.) *CRC Handbook of Pest Management in Agriculture Vol. II*. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 1981: 3~25
- 3 FAO. Mid-term review of FAO Inter-country Program for the Development and Application of Integrated Pest Control in Rice in South and South East Asia. Mission Report, FAO, Rome, 1991: 181
- 4 Federici, B. A. Broad-scale use of pest-killing plants to be true test. *California Agriculture* 52(6): 14~20.
- 5 Fitt, G. P. Perspectives on cotton pest management in Australia. *Annual Review of Entomology* 1994, 39: 543~562.
- 6 Huang, H. C. Biological control of soil borne diseases in Canada. 1997: 53~59 *Proceedings of International Symposium on Clean Agriculture*, October 8, 1997. Sapporo, Japan.
- 7 Huang, H. C. and J. W. Huang. Prospects for control of soil borne plant pathogens by soil amendment. *Current Topics in Botanical Research* 1993, 1: 223~235.
- 8 Huang, H. C., Huang, J. W., Saindon, G., and Erickson, R. S. Effect of allyl alcohol and agricultural wastes on carpogenic germination of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* and colonization by *Trichoderma* spp. *Canadian Journal of Plant Pathology* 1997, 19: 43~46
- 9 Langeweg, Ir. F. Concern for Tomorrow: A National Environmental Survey 1985~2010. National Institute of Public Health and Environmental Protection, Blithoven, The Netherlands, 1989. 350.
- 10 Lisansky, S. G. Crop protection without chemicals: the present and future of biopesticides. Cartwright, A. (ed.) *World agriculture*. Sterling Publications, London, UK, 1993: 39~71
- 11 Martens, J. W., Seaman, W. L., and Atkinson, T. G. Diseases of Field Crops in Canada. Canadian Phytopathological Society. 1984: 160.
- 12 Moyer, J. R. and Huang, H. C. Effect of aqueous extracts of crop residues on germination and seedling growth of weed species. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 1997, 38: 131~139.
- 13 Newton, P. J., Neale, M. C., Arslan-Bir, M., Brandl, M., Fidgett, M. J., and Greatrex, R. M. Full-range pest management with IPM systems—An industry view of the options for nonindigenous biopesticides. 1996: 77~97. Waage, J. K. (ed.) *Biological Control Introductions: Opportunities for Improved Crop Production*. Symposium Proceedings No. 67. British Crop Protection Council.
- 14 Pimentel, D. Introduction. Pimentel, D. (ed.) *CRC Handbook of Pest Management in Agriculture* CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 1981, Vol. I, 3~11.
- 15 Shepard, H. H. Trends in production and consumption of pesticidal chemicals. *Journal of Agricultural Food and Chemistry* 1953, 1: 756~759.
- 16 Waage, J. K. 1996b. Introduction to the symposium. 3~11. Waage, J. K. (ed.) *Biological Control Introductions: Opportunities for Improved Crop Production*. Symposium Proceedings No. 67. British Crop Protection Council.
- 17 Zadoks, J. C. Antipodes on crop protection in sustainable agriculture. Corey, S., Dall, D., and Milne, W. (eds.) *Pest Control and Sustainable Agriculture*. CSIRO, Australia, 1993, 3~12.

Crop Protection: Current Progress and Prospects for the New Millennium

H. C. Huang

(Agriculture and Agri-Food Canada, Research Centre, P. O. Box 3000, Lethbridge, Alberta, Canada T1J 4B1)

Abstract Protection of crops against disease, insect pests and weeds is vital in modern agriculture. Since the end of World War II, numerous synthetic chemical pesticides have been developed and used successfully in the control of crop disease and pests. Several decades later, we have begun to realize the deleterious effects of chemical pesticides on the environment and recognize the need for alternative pest management technologies that are environmentally friendly and sustainable. This review focuses on advances of plant protection during the last half of the 20th century, with emphasis on problems associated with technological advancement and a discussion on prospects in plant protection in the new millennium.

key words Plant protection Prospects 21st century